

Jhullyrson Osman Ferreira de Brito

**Diversidade de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae, Chlorophyta) do litoral  
de Alagoas (Brasil) com base em “DNA *Barcoding*”**

Orientadora: Prof. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira

Coorientadores: Prof. Dr. Watson Arantes Gama Júnior

Profa. Dra. Valéria Cassano

Recife

2021

Jhullyrson Osman Ferreira De Brito

**Diversidade de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae, Chlorophyta) do litoral de Alagoas (Brasil) com base em “DNA *Barcoding*”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora:

Profa. Dra. Sonia Maria Barreto Pereira  
Pós-graduação em Botânica, UFRPE

Coorientadores:

Dr. Watson Arantes Gama Jr.  
Dept. de Biologia, Área de Botânica, UFRPE  
Dra. Valéria Cassano  
Instituto de Biociências, IB/USP

Recife

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

B862d

Brito, Jhullyrson Osman Ferreira de

Diversidade de macroalgas verdes (Ulvophyceae, Chlorophyta) do litoral de Alagoas(Brasil) com base em "DNA Barcoding" / Jhullyrson Osman Ferreira de Brito. - 2021.  
353 f. : il.

Orientadora: Sonia Maria Barreto Pereira.  
Coorientador: Watson Arantes Gama Junior.  
Inclui referências e anexo(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Recife, 2021.

1. Espécies crípticas. 2. novos registros. 3. tufA. 4. rbcL. 5. LSU. I. Pereira, Sonia Maria Barreto, orient. II. Junior, Watson Arantes Gama, coorient. III. Título

CDD 581

---

Jhullyrson Osman Ferreira de Brito

**Diversidade de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae, Chlorophyta) do litoral de Alagoas (Brasil) com base em “DNA *Barcoding*”**

Data de aprovação: 26/05/2021

Orientadora: \_\_\_\_\_

Dra. Sonia Maria Barreto Pereira

Examinadores: \_\_\_\_\_

Dra. Mutue Toyota Fujii

Membro titular

\_\_\_\_\_  
Dra. Priscila Barreto de Jesus

Membro titular

\_\_\_\_\_  
Dra. Carmen S. Zickel

Membro suplente

Data de aprovação:

Recife

2021



### **Dedicatória**

A minha família, pelo apoio  
incondicional a minha formação.

## AGRADECIMENTOS

Não posso iniciar meus agradecimentos, sem agradecer a Deus que diante de tantas impossibilidades me trouxe até aqui, lugar que por mais que tenha sonhado, jamais conseguiria chegar sem Ele.

Agradeço à minha família por todo apoio, por toda compreensão, por todos os sacrifícios realizados em favor da minha formação diante de todas as adversidades que passamos, felizmente nos mantivemos fortes e juntos. Em especial, agradeço ao meu irmão Hudson Brito pela total disposição e auxílio em quase todas as coletas de material da costa de Alagoas.

Ao meu grande amigo e orientador Watson Arantes Gama Jr. pela confiança no meu trabalho desde o começo do mestrado. Muito obrigado por todas conversas e momentos, seja nas horas de trabalho ou não, que só me fizeram crescer, além de toda disposição em ajudar e contribuir. Também agradeço por ser exigente e detalhista, tenho certeza de que elevaram a qualidade do meu trabalho bem como da minha formação.

A professora Dra. Valéria Cassano por todo auxílio técnico e científico dado na realização do estudo molecular. Também agradeço pela disposição e paciência em todas as etapas, bem como as maravilhosas contribuições. A minha orientadora Sônia Maria Barreto Pereira também pela confiança no meu trabalho, pois sem essa jamais conseguiria desenvolver o projeto.

A minha amiga, irmã de orientação e colega trabalho Raylane Anunciação, por ser a mais incrível parceira que eu pude ter durante o mestrado, por ser colaboração nos estudos, por me colocar no eixo quando necessário e ser compreensiva comigo quando nem eu mesmo era. Não tenho dúvida que sua participação foi essencial na realização dessa etapa da minha formação.

A Sabrina, Sara Kim e Giovani por serem minha família em Olinda, sem dúvida o convívio com vocês me trouxe os maiores aprendizados sobre família que nunca imaginei que teria nessa etapa da vida.

A Carol Ximenes pela amizade e parceria, tenho enorme carinho e admiração. Também agradeço a Paulo, Mota, Cihelio, Anamaria, Silvano, Samara, Professora Ariadne Moura, Jorge, Eryck, Luana, Lucas P. e Lucas M., a família LABFIC pela vivência diária que me proporcionaram tantos momentos tanto de aprendizado, quanto de diversão.

A professora Ana Benko Iseppon, Rodrigo César Oliveira, Wilson José Silva Junior e toda equipe LGBV pela disposição e auxílio nos primeiros passos na biologia molecular.

Aos professores, técnicos e alunos do Laboratório de Algas Marinhas por me receberem durante período tão complicado da pandemia, especialmente a Victor Andrei Carneiro que no reencontro no mestrado contribuiu na realização das extrações até o sequenciamento das minhas amostras. Também agradeço a Vivian pela paciência e disposição.

Aos amigos Paulo Vieira, Catharina Lyra, Iasmim Costa, Rhuan Carlos, Mota, Joyce Queiroz, Edite Siqueira, Mirella Costa e José Lucas por sempre terem uma palavra de apoio e compreensão quando necessário.

Ao programa de Pós-Graduação em Botânica, em especial a Cynara Leleu pela disposição e simpatia de sempre em tirar dúvidas e prestar qualquer auxílio durante o período de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta na realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 - Novos registros de Bryopsidales e Ulvales (Ulvophyceae) da costa do estado de Alagoas (Brasil): da morfologia ao DNA ‘*barcoding*’

Figura 1. Mapa da costa de Alagoas com pontos de coleta assinalados. 1. Barreiras do Boqueirão; 2. Tatuamunha; 3. São Miguel dos Milagres; 4. Sonho Verde; 5. Mirante da Sereia; 6. Riacho Doce; 7. Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM); 8. Pontal do Coruripe.

.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 2. A-B *Caulerpa microphysa*. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe dos ramulos globosos pequenos. *Halimeda incrassata*. C-F. Aspecto geral do talo. E. Detalhe da fusão nodal dos utrículos. F-G. Detalhe dos utrículos primários e secundários. Barras Fig A = 2,5 cm; B = 5mm; C, F = 2cm; E,F e G = 100µm.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 3. A – E *Halimeda opuntia*. A-B. Aspecto geral do talo, presença de diversos apressórios (setas). C. Detalhe da fusão nodal. D. Vista superficial dos utrículos primários com aspecto hexagonal. E. Detalhe dos utrículos primários e secundários. F-H *Udotea dotyi*. F. Aspecto geral do talo. G-H. Detalhe da disposição e forma dos utrículos. Barra: Fig. A, B = 1,5 cm; C,G,H = 100 µm; D,E = 50 µm; F=1cm.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 4. A – E. *Ulva chaugulii*. A - B. Aspecto geral do talo. C. Porção basal do tubo com células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. D. Vista superficial das células da porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinal. E. Corte transversal do tubo. Barra: Fig. A, B = 2mm; C = 200 µm; D = 50 µm; E = 100 µm.**Erro! Indicador não definido.**

Figura 5. *Ulva ohnoi*. A - F. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe das denticulações microscópicas na margem. C. Detalhe das margens sem denticulações. D. Corte transversal da porção basal com células mais altas que largas. E. Corte da porção apical com células quadráticas. F. Vista superficial das células da lâmina. G-I. *Ulva tepida*. G. Aspecto geral do talo. H. Porção basal com células em fileiras longitudinais. I. Corte transversal da porção mediano-apical. Barra: Fig. A,G = 1cm; B, F, I = 100 µm; C, H = 200 µm; D, E = 50 µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 6. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de *Halimeda* e *Caulerpa*. Árvore com 62 sequências, com um alinhamento final de 714 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 7. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *rbcL* de *Udotea*. Árvore com 44 sequências em alinhamento final de 334pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 8. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de *Ulva*. Árvore com 67 sequências, em alinhamento final de 636 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito.

\* Indica sequências da localidade-tipo.....**Erro! Indicador não definido.**

Figura 9. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *rbcL* de *Ulva*. Árvores com 83 sequências, em alinhamento final de 1.172pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito.

\* Indica sequências da localidade-tipo.....**Erro! Indicador não definido.**

## **CAPÍTULO 2 - Novidades na ordem Cladophorales (Ulvophyceae) baseadas em representantes do Atlântico Sul**

**Fig. 1.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de Cladophoraceae. Árvore com 47 sequências, com alinhamento final de 505 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo.....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 2.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de SSU de Cladophoraceae. Árvore com 36 sequências, com alinhamento final de 776pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 3.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de Cladophoraceae. Árvore com 93 sequências, com alinhamento final de 508pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 4-16.** Hábito e morfologia de *Cladophora vagabunda* s.l. **Fig.4-7.** Hábito de *C. vagabunda*. Barra = 2cm **Fig.6.** Arranjo acrópeto dos ramos de *C. vagabunda*. Barra = 2,5mm **Fig. 8-9.** Hábito e anatomia de *Pseudorhizoclonium mangroviorum*. **Fig.7.** Talo emaranhado associado a *Bostrychia tenella*. Barra = 2cm **Fig. 9.** Filamentos não ramificados com rizoides intercalares. Barra = 100µm. **Fig. 10** Detalhe dos filamentos. 100µm **Fig. 11-13.** Hábito e estrutura de *Chaetomorpha antennina*. Fig. 10 Habitat natural das amostras de *Ch. antennina*. **Fig. 12.** Morfologia dos tufo de *Ch. antennina*. Barra = 2 cm. **Fig. 13.** Célula basal com constrições anelares (seta). Barra = 500µm **Fig. 14-15.** Hábito e morfologia de *Ch. gracilis*. **Fig. 13.** Hábito dos representantes. Barra = 2 cm **Fig. 14.** Detalhe dos filamentos de *Ch. gracilis*. Barra = 500µm .....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 15.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de SSU do clado *Siphoncladus*. Árvore com 34 sequências, com alinhamento final de 753 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das

espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito.

\* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 16.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de Cladophoraceae/ clado *Siphonocladus*. Árvore com 43 sequências, com alinhamento final de 535pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 17.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de SSU do clado *Siphonocladus*. Árvore com 68 sequências, com alinhamento final de 751 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 18.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de clado *Siphonocladus*. Árvore com 83 sequências, com alinhamento final de 520pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 19-23.** Hábito e anatomia dos representantes de *Anadyomene stellata*. **Fig. 19-20.** Morfologia do talo dos representantes de *A. stellata*. Barra = 1cm **Fig. 21-23.** Corte anatômico dos representantes de *A. stellata* com uma a três camadas de células. Barra = 100µm **Fig. 24-26.** Hábito e anatomia dos representantes de *Dictyosphaeria versluysii*. **Fig. 24-25.** Morfologia dos talos globosos de *D. versluysii*. Barra = 1cm. **Fig. 26.** Corte anatômico de *D. versluysii* com espinhos na parede interna (setas). Barra = 50µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 27-28.** Hábito e morfologia de *Cladophoropsis membranacea*. **Fig. 27.** Hábito dos tufos de *C. membranacea*. Barra = 1,5cm **Fig. 28.** Detalhe dos ramos de *C. membranacea*. Barra = 2,5mm

**Fig. 29-34.** Hábito e morfologia de *Boodlea composita*. **Fig. 29.** Hábito dos tufos de *B. composita*. Barra = 1cm. **Fig. 30.** Detalhe dos ramos semiprostrados de *B. composita*. Barra = 1cm **Fig. 30-31.** Hábito e morfologia de *B. struveoides*. **Fig. 31.** Aspecto geral do talo estipitado de *B. struveoides*. Barra = 1cm **Fig. 32.** Detalhe da lâmina ramificada de *B. struveoides*. Barra = 2,5mm

**Fig. 32.** Hábito de *Phyllodictyon anastomosans*. Barra = 5mm. **Fig. 33.** Morfologia de *Phyllodictyon anastomosans*. Barra = 2,5mm. **Fig. 34.** Hábito dos representantes de *Phyllodictyon* sp. Barra = 2,5mm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Fig. 36-44.** Hábito e morfologia de Anadyomenaceae ‘gen et sp. nov.’. **Fig. 36 - 37.** Aspecto geral dos tufos. Barra = 1cm. **Fig. 38.** Detalhe do crescimento semiprostrado doa ramos. Barra = 2,5 mm. **Fig. 39-40.** Detalhe dos ramos semiprostrados. Barra = 2,5 mm. **Fig. 41.** Rizoide com conexão aberta. Barra = 200µm. **Fig. 42 -43.** Células apicais cilíndricas. Barra = 200 µm. **Fig. 44.** Ramos laterais semiprostrados. Barra = 150 µm.....**Erro! Indicador não definido.**

### **CAPÍTULO 3 - Flora de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae) da costa de Alagoas**

**Figura 1.** Mapa da costa de Alagoas com os pontos de coleta assinalados.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 2.. a-d *Bryopsis pennata*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Ramos com aspecto lanceolado. **c.** Ramos com pínulas em ambos os lados. **d.** Ramos com pínulas em apenas um dos lados. **e-g *Bryopsis plumosa*.** **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhe dos ramos sem aspecto lanceolado. **g.** Ramos com aspecto rômboico. **h-j *Codium intertextum*.** **h.** Aspecto geral do talo. **i.** Utrículos claviformes fortemente aderidos. **j.** Utrículos com ápice achatado. Barras: Fig. a = 1cm; b, f = 5mm; c, d, g = 500µm; e = 1mm; h = 1,5cm; i = 200µm; j = 100µm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 3. a-b *Caulerpa chemnitzia*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos globosos com ápices achatados. **c-f *Caulerpa cupressoides*.** **c.** Aspecto geral do talo. **c-f.** Detalhe dos ramos. **e.** Disposição trística dos râmulos. Barras: Fig. a, b = 1cm; c,d,f = 2cm; e = 5mm. **..Erro! Indicador não definido.**

**Figura 4. a-c *Caulerpa cupressoides var. lycopodium*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos ramos eretos. **c.** Detalhe dos râmulos. Barras: Fig. a,b = 2,5; c = 5mm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 5. a-b *Caulerpa cupressoides var. mamillosa*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos. **c-g. *Caulerpa denticulata*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Hábito dos organismos. **e.** Detalhe dos ápices dos râmulos com denticulações curtas. **f-g.** Detalhe dos ápices dos râmulos sem denticulações e acuminados, às vezes bifurcados. Barras: Fig. a,c = 2,5 cm; b, e, f, g = 5mm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 6. a-d *Caulerpa fastigiata*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b-c.** Detalhe dos râmulos com pouca distinção entre ramos eretos e estolão. **d.** Detalhe dos râmulos claviformes. Barras: Fig. a = 2,5cm; b, c = 5mm; d = 300µm.....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 7. a-b *Caulerpa mexicana*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos falciformes. **c-d *Caulerpa microphysa*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos râmulos globosos pequenos. **e-f *Caulerpa prolifera*.** **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhe dos râmulos foliáceos com proliferações. Barras: Fig. a, c, e = 2,5cm; b, d, f = 5mm.....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 8. a-b *Caulerpa racemosa*.** a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe dos râmulos com ápices globosos. **c-d. *Caulerpa sertularioides*.** c. Aspecto geral do talo. d. Detalhe dos râmulos cilíndricos. Barras: Fig. a, c = 2,5cm; b, d = 5mm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 9. a-e *Halimeda incrassata*.** a-b. Aspecto geral do talo. c. Detalhe da fusão nodal dos utrículos. **d-e.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **f-h. *Halimeda opuntia*.** f-g. Aspecto geral do talo, presença de diversos apressórios (setas). h. Detalhe da fusão nodal em grupos de 3. Barras: Fig. a, b = 2cm; c, d, e, h = 100µm; f, g = 1,5 cm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 10. a-b *Halimeda opuntia*.** a. Vista superficial dos utrículos primários com aspecto hexagonal. b. Detalhe dos utrículos primários e secundários. **c-f *Halimeda tuna*.** c. Aspecto geral do talo. d. Detalhe dos ramos articulados. e. Vista superficial dos utrículos primários. f. Detalhe dos utrículos primários e secundários. **g-i *Penicillus capitatus*.** g. Aspecto geral do talo. h. Detalhe dos filamentos capitulares. i. Utrículo do estipe. Barras: Fig. a, b, e, f = 50µm; c, g = 1,5cm; d = 5mm; h = 2mm; i = 150 µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 11. a-c *Udotea dotyi*.** a. Aspecto geral do talo. **b-c.** Detalhe da disposição e forma dos utrículos. **d-f. *Udotea flabellum*.** d-e. Aspecto geral do talo. f. Detalhe dos utrículos. Barra: Fig. a = 1cm; b, c, f = 100µm; d, e = 1,5 cm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 12. a-g. *Anadyomene cf. rhizoidifera*.** a. Aspecto geral do talo. **b-d.** Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. **e-g.** Corte transversal exibindo duas a três camadas de células. **h-j *Anadyomene stellata*.** h-j. Aspecto geral do talo. Barra: Fig a, h, i, j = 1cm; b = 500µm; c, d = 200µm; e, f, g = 100µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 13. a-f. *Anadyomene stellata*.** a. Detalhe da lâmina. **b-d.** Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. **e-g.** Corte transversal exibindo uma única camada de células. **g-k. *Boodlea composita*.** g-i. Aspecto geral do talo. j. Detalhe dos ramos de tufo eretos. k. Rizóide multicelular ramificado. Barra: Fig. a = 2,5mm; b, c, d = 500µm; e = 200µm; f, k = 100µm; g, h, i, j = 1cm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 14. a-d. *Boodlea composita*.** a. Rizóide multicelular. **b-c.** Detalhe dos ramos apicais. **d.** Presença de células tenaculares. **e-l. *Boodlea struveoides*.** e-f. Aspecto geral do talo. g. Detalhe da lâmina densamente ramificada. **h-i.** Detalhe dos rizóides ramificados. **j-k.** Detalhe das células da lâmina reticulada. l. Células tenaculares. Barra: Fig. a, b, d = 100µm; c, l = 250µm; e = 1cm; f, g, h = 2,5mm; i, j, k = 500µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 15. a-h *Cladophoropsis membranacea*.** a-b. Aspecto geral do talo. **c-d.** Detalhe do crescimento semiprostrado dos ramos. **e.** Rizóide sem septo. **f-g.** Células apicais sem septo. **h.** Células tenaculares entre ramos prostrados. Barra: a, b = 1,5cm; c, d = 2,5mm; e, h = 100µm; f, g = 300µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 16. a-i *Phyllocladon anastomosans*.** a-f. Aspecto geral do talo. g. Detalhe dos rizóides multicelulares ramificados. **h.** Vista superficial da lâmina. **i.** Células tenaculares. Barras: Fig a = 5mm; b, c, d, e, f, g = 2,5mm; h = 500µm; i = 100µm. ....**Erro! Indicador não definido.**



**Figura 17. a *Phyllocladon anastomosans*. a.** Células tenaculares dando reforço estrutural. **b-j *Phyllocladon sp.* b-e.** Aspecto geral do talo. **f-g.** Detalhes dos rizoides multicelulares ramificados. **h-j.** Vista superficial da lâmina. Barras: Fig. a = 150µm; b, c, d, e = 2,5mm; f, g, h, i, j = 500µm.....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 18. a-f *Chaetomorpha aerea*. a-c.** Aspecto geral dos tufos. **d.** Detalhe dos filamentos. **e.** Células basais longas. **f.** Células mediano-apicais. **g-i *Chaetomorpha antennina*. g.** Hábito dos organismos. **h.** Aspecto geral dos tufos. **i.** Célula basal longa com constrições anelares(setas). Barras: Fig. a, b, c, h = 2cm; d = 1cm; e, f, i = 500µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 19. a-c *Chaetomorpha antennina*. a-b.** Células mediano-apicais. **c.** Células mediano-apicais com divisão intercalar. **d-f *Chaetomorpha brachygona*. d.** Aspecto geral emaranhado dos tufos. **e.** Célula basal curta. **f.** Células mediano-apicais mais largas que altas. Barras: Fig. a, b, c = 500µm; d = 2cm; e = 300µm; f = 200µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 20. a-d. *Chaetomorpha gracilis*. a.** Aspecto geral do tufo. **b.** Porção basal com célula basal curta. **c-d.** Células mediano-apicais. **e-f. *Chaetomorpha minima*. e.** Célula basal curta. **f.** Células mediano-apicais. **g-j. *Chaetomorpha nodosa*. g.** Célula basal curta. **h.** Células mediano-apicais. **i.** Detalhe dos espessamentos na parede das células. **j.** Célula apical achatada. Barra: Fig. a = 3cm; b, c, d = 500 µm; e, f = 100µm; g, h = 200µm; i, j = 50µm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 21. a-e. *Cladophora brasiliiana*. a-b.** Aspecto geral dos talos. **c.** Célula basal multicelular ramificada. **d.** Disposição dos ramos. **e.** Células apicais cilíndricas. **f-h *Cladophora coelothrix*. f-g.** Aspecto geral dos tufos. **h.** Detalhe do crescimento semiprostrado do ramos. Barra: Fig. a, b, f, g = 1cm; c, e = 200µm; d = 1000µm; h = 2,5mm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 23. a-c. *Cladophora dalmatica*. a.** Aspecto refrato falcado dos ramos. **b-c.** Células apicais cilíndricas. **d-h. *Cladophora laetevirens*. d.** Aspecto geral do talo. **e-f.** Vista dos ramos. **g.** Detalhe dos râmulos laterais unicelulares. **h.** Célula apical. Barra: Fig. a = 1000µm; b, c = 200µm; d = 2cm; e = 2mm; f = 500µm; g, h = 200µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 24. a-h *Cladophora prolifera*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c-d.** Arranjo acrópeto do talo. **e.** Rizoides abundantes ramificados aderidos uns aos outros. **f.** Rizoides com constrições anelares (setas). **g.** Detalhe de ramificação politômica. **h.** Células apicais cilíndricas. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 1cm; d = 5mm; e = 2,5mm; f, g, h = 200µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 25. a-g *Cladophora vagabunda*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Célula basal ramificada. **d.** Arranjo acrópeto dos ramos. **e-g.** Ramos com arranjo refrato falcado. Barra: Fig. a, b = 2cm; c, d = 2,5mm; e, f, g = 200µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 26. a-g. *Cladophora vagabunda*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Célula basal cilíndrica longa. **d-e.** Ramificações subdicotômicas esparsas. **f-g.** Ramos com células apicais cônicas e râmulos laterais unicelulares (setas). Barra: Fig. a = 2cm; b = 1cm; c = 2mm; d, e = 2,5mm; f-g = 200µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 27. a-g. *Pseudorhizoclonium mangroviorum*.** a-b. Aspecto geral dos tufos. c. Detalhes dos filamentos emaranhados. d-e. Rizoides intercalares. f-g. Detalhe dos filamentos exibindo células. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 2,5mm; d, e, f, g = 100µm. ...**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 28. a-f *Willeella brachycladus*.** a. Aspecto geral do talo. b. Célula basal curta ramificada. c-d. Disposição dos râmulos. e-f. Células apicais cônicas a achatadas. Barra: Fig. a = 5mm; b, c, d = 200µm; e, f = 100µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 29. a-e *Chamaedoris peniculum*.** a. Aspecto geral do talo. b. Porção basal com rizoides ramificados emaranhados. c. Estipe com constrições anelares. d. Filamento capitular ramificado. e. Célula tenacular de filamento capitular. Barra: Fig. a = 1cm; b, c = 2,5; d = 200µm; e = 100µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 30. a-e *Dictyosphaeria versluysii*.** a-b. Aspecto geral dos talos globosos. c. Células infladas poligonais. d. Células tenaculares aderindo células umas as outras. e. Espinhos na parede celular interna. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200µm; d, e = 50 µm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 31. a-e *Valonia aegagropila*.** a-b. Aspecto geral do talo. c. Células rizoidais ramificadas. d-e. Detalhe das células vesiculares ramificadas. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200µm; d, e = 1mm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 32. *Neomeris annulata*.** a. Aspecto geral dos indivíduos. b. Detalhe do talo com anéis de calcificação. c-d. Detalha dos gametângios com septo. e-f *Parvocaulis myriosporus*. e. Aspecto geral do talo. f. Detalhes dos segmentos. Barra: Fig. a = 1cm; b, e = 1mm; c = 200µm; d = 50µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 33. a-f. *Gayralia brasiliensis*.** a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe das margens irregulares. c. Presença de perfurações nas frondes. d. Presença de denticulações nas margens. e. Vista superficial das células. f. Corte transversal da lâmina monostromática. Barra: Fig. a = 1cm; b = 1mm; c = 500µm; d = 200µm; e-f = 50µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 34. a-c *Ulva chaetomorphoides*.** a. Aspecto geral do tufo. b. Detalhe dos filamentos emaranhados. c. Corte transversal do filamento com 4 células formando tubo. d-h. *Ulva chaugulii*. d-e. Aspecto geral do talo. f. Porção basal do tubo com células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. g. Vista superficial das células da porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinal. h. Corte transversal do tubo. Barra: Fig. a = 1cm; b, g = 50µm; c = 25µm; d, e = 2mm; f = 200µm; h = 100µm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 35. a-d *Ulva cf. flexuosa*.** a. Aspecto geral do talo. b. Ramificações abundantes na base do talo. c-d. Células mais ou menos organizadas em fileiras longitudinais. d. Corte transversal do tubo. f-g. *Ulva cf. lactuca*. f. Aspecto geral do talo. g. Corte transversal. e. *Ulva ohnoi*. e. Aspecto geral do talo. Barra: Fig. a, b = 2mm; c, d, e, g = 50 µm.; f = 2cm; e = 1cm.**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 36. a-f. *Ulva ohnoi*.** **a.** Detalhe do apressório espessado. **b.** Detalhe das denticulações microscópicas na margem. **c.** Corte transversal da porção basal com células mais altas que largas. **d.** Detalhe das margens sem denticulações. **e.** Corte da porção apical com células quadráticas. **f.** Vista superficial das células da lâmina. **g-i *Ulva cf. prolifera*.** **g-h.** Aspecto geral do talo. **i.** Detalhe do apressório com abundantes râmulos e proliferações. Barra: Fig. a, h = 2mm; b, f, i = 100µm; c, e = 50µm; d = 200µm; g = 1cm.....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 37. a-c *Ulva cf. prolifera*.** **a.** Vista superficial com células organizadas em fileiras longitudinais. **b.** Presença de abundantes proliferações ao longo do talo. **c.** Corte transversal do talo. **d-f. *Ulva tepida*.** **d.** Aspecto geral do talo. **e.** Porção basal com células em fileiras longitudinais. **f.** Corte transversal da porção mediano-apical. Barra: Fig. a, c = 50µm; b, e = 200µm; d = 1cm; f = 100µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

**Figura 38. a-d *Ulva sp.*** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Apressório discoide dos filamentos. **c-d.** Detalhe dos filamentos densamente ramificados por toda extensão do talo. Barra: Fig. a = 2mm; b, c, d = 50µm. ....**Erro! Indicador não definido.**

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 - Novos registros de Bryopsidales e Ulvales (Ulvophyceae) da costa do estado de Alagoas (Brasil): da morfologia ao DNA ‘*barcoding*’**

Tabela 1. Praias e estuários amostrados ao longo da costa de Alagoas.\* Localidades inseridas na APA Costa dos Corais.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Primers utilizados nas análises moleculares para as macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3. Ciclos de PCR utilizados para amplificação dos fragmentos dos marcadores moleculares utilizados para as macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4. Amostras sequenciadas para estudo molecular das macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5. Distribuição das macroalgas verdes marinhas amostrados em Alagoas e analisadas no presente estudo. ....**Erro! Indicador não definido.**

### **CAPÍTULO 2 - Novidades na ordem Cladophorales (Ulvophyceae) baseadas em representantes do Atlântico Sul**

Tabela 1. Praias e estuários amostrados ao longo da costa de Alagoas.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Primers utilizados nas análises moleculares de Cladophorales de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3. Ciclos para amplificação dos marcadores moleculares utilizados nos representantes de Cladophorales de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4. Amostras sequenciadas para estudo molecular dos representantes de Cladophorales de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

### **CAPÍTULO 3 - Flora de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae) da costa de Alagoas**

Tabela 1. Informações sobre as estações de coletas de material ficológico ao longo da costa de Alagoas. \* Localidades inseridas dentro da área da APA Costa dos Corais.**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2. Comparação morfológica das espécies de *Bryopsis* na costa de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3. Comparação morfológica das espécies de *Caulerpa* identificadas para a costa de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 4. Comparação morfológica das espécies de *Halimeda* na costa do estado de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 5. Comparação morfológica das espécies de *Udotea* encontradas na costa de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 6. Comparação morfológica das espécies de *Anadyomene* encontradas na costa de Alagoas.....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 7. Comparação morfológica das espécies de *Boodlea* para a costa de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 8. Comparação morfológica das espécies de *Phyllocladon* na costa de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 9. Comparação morfológica das espécies de *Chaetomorpha* na costa de Alagoas. ...**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 10. Comparação morfológica das espécies de *Cladophora* do litoral de Alagoas. ....**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 11. Comparação morfológica dos táxons de *Ulva* na costa do Estado de Alagoas. ...**Erro! Indicador não definido.**

## RESUMO

A classe de algas verdes Ulvophyceae destaca-se das demais pela diversidade de representantes macroscópicos em ambientes marinhos, distribuídos pelo globo e mais diversos nos trópicos. Com grande variabilidade morfológica - seus representantes variam de talos filamentosos, foliáceos, sifonocladados a sifonáceos - a separação das espécies é por vezes problemática devido à ausência de caracteres diacríticos e pela alta plasticidade fenotípica. Na costa brasileira são referidas 223 espécies de ulvoíceas, mas para a costa de Alagoas, tem-se apenas 39 espécies registradas em cerca de cinco trabalhos para os ~220 km de costa do Estado. Além disso, o estado abriga 80% da maior Unidade de conservação (UC) marinha do Brasil (APA Costa dos Corais), caracterizada por abundantes ecossistemas recifais. O objetivo do presente estudo foi investigar a diversidade de macroalgas verdes marinhas do litoral de Alagoas a partir de técnicas moleculares e morfológicas. Foram realizadas coletas únicas em recifes de mesolitoral de 6 localidades, além de 2 estuários, de norte a sul da costa, entre abril e agosto de 2019. O material coletado foi fixado e identificado a partir de caracteres morfológicos e anatômicos em microscopia óptica, sendo herborizados e depositados no Herbário PEUFR (216 novos acessos). Parte do material foi fixado em sílica gel para estudo molecular, a partir das etapas de extração de DNA, amplificação, purificação e sequenciamento dos fragmentos. Para estudo molecular foram geradas 12 sequências de *tufA* e 5 *rbcL* para Ulvales e Bryopsidales, 3 de ITS para *Gayralia*, além de 12 de SSU e 16 de LSU rDNA para Cladophorales. A partir do estudo morfológico, foi possível referir para a costa alagoana 21 gêneros e 54 espécies, dos quais 17 táxons tiveram sua distribuição ampliada para a localidade. Além disso são referidos pela primeira vez para a costa brasileira os morfotipos *Boodlea struveoides* e *Udotea dotyi*. A partir do estudo molecular foi possível confirmar a identidade de 17 táxons para a costa, dos quais *U. dotyi*, *Ulva chaugulii* e *Ul. tepida* constituem novos registros para a costa brasileira. A distribuição de *Pseudorhizoclonium mangroviorum* foi ampliada para a costa nordeste do Brasil. *Chaetomorpha gracilis* e *Ul. ohnoi* foram referidas pela primeira vez na costa alagoana com base em dados moleculares. Também foi possível observar que *Cladophora prolifera* e *C. coelothrix* formam clado distinto das demais *Cladophora* e na costa brasileira constituem espécies crípticas. Assim, com base em sequências de SSU e LSU propomos Anadyomenaceae 'gen. nov. et sp. nov.' para acomodar os representantes de *C. coelothrix* clado II (de acordo com nossas análises). Os resultados obtidos ampliam a diversidade conhecida para a costa de Alagoas de 39 para 56 espécies, ressaltando a importância de levantamentos florísticos. Adicionalmente, a presença de espécies crípticas ressalta necessidade da incorporação de dados moleculares na identificação de macroalgas verdes marinhas.

Palavras-chave: espécies crípticas, LSU, novos registros, *rbcL*, SSU, *tufA*

## ABSTRACT

The green algae class, Ulvophyceae, stands out from other green algae by its diversity of macroscopic algae in marine environments, which are distributed worldwide and are richest in tropics. With a great range of morphological variability - they vary from filamentous thalli, foliose, siphonocladous to siphonaceous - the species delimitation is often being problematic due to lack of diacritic characters and high phenotypic plasticity. In the Brazilian coast, 223 species are referred, but only 39 are referred to the ~220 km coast of the Alagoas coast over five scientific papers. Nevertheless, the Alagoas state houses 80% of the biggest federal marine Protected Area (APA Costa dos Corais) in its coast, being characterized by the abundance of reefs ecosystems. The aim of this work was to investigate the diversity of green marine macroalgae from Alagoas based on morphological and molecular data. The samples were collected in an unique collection in intertidal reefs of six localities (beaches) and 2 estuaries, from north to south of the coast, between April to August of 2019. The specimens were preserved and identified based on morphological and anatomical features in optical microscopy, following by deposition on PEUFR Herbarium (216 new accesses). Part of the material were preserved in silica gel for molecular studies, by the steps of DNA extraction, amplification, purification and sequencing. For molecular studies were generated 12 *tufA* and five *rbcL* sequences for Ulvales and Bryopsidales, 3 ITS sequences for *Gayralia*, 16 LSU and 12 SSU rDNA sequences for Cladophorales. Based on morphological studies, 21 genera and 54 species are referred for the Alagoas coast, with 17 being herein first referred for the region. Moreover, *Boodlea struveoides* and *Udotea dotyi* morphotypes are referred for the Brazilian coast for the first time. Based on molecular data, we confirm the identity from 17 taxa in the Alagoas coast, with *U.dotyi*, *Ulva chaugulii* and *Ul. tepida* being referred for the Brazilian coast for first time. The distribution of *Pseudorhizoclonium mangroviorum* were expanded to Brazilian Northeast coast. *Chaetomopha gracilis* and *Ul. ohnoi* are referred for the first time for Alagoas coast base on molecular data. *Cladophora prolifera* and *C. coelothrix* were reconstructed in a distinct clade from other *Cladophora*, and in the Brazilian coast both represents cryptic taxa. In this sense, based on SSU and LSU rDNA sequences we propose Anadyomenaceae ‘gen. et sp. nov.’ to accommodate *C. coelothrix* clade II (according to our analyses) representants. Our results expand the diversity known for Alagoas coast from 39 to 56 species, reinforcing the relevance of floristic surveys. Additionally, the presence of cryptic species highlights the need of the use of molecular data on marine green macroalgae identification.

Keywords: cryptic species, LSU, new references, *tufA*, *rbcL*, SSU

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>24</b>
2.1.	Geral .....	24
2.2.	Específicos .....	24
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>24</b>
3.1.	A Classe Ulvophyceae .....	24
3.2.	Marcadores moleculares e filogenia molecular em Ulvophyceae .....	27
3.2.1.	Ulvaes Blackman & Tansley .....	30
3.2.2.	Ulotrichales Borzì .....	32
3.2.3.	Cladophorales Haeckel.....	33
3.2.4.	Bryopsidales J.H.Schaffner .....	37
3.2.5.	Dasycladales Pascher .....	40
3.3.	Estudos moleculares com Ulvophyceae marinhos no Brasil.....	41
3.4.	A costa alagoana e estudos com macroalgas verdes .....	43
<b>4.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>
	<b>CAPÍTULO 1 - Novos registros de Bryopsidales e Ulvaes (Ulvophyceae) da costa do estado de Alagoas (Brasil): da morfologia ao DNA ‘<i>barcoding</i>’ .....</b>	<b>70</b>
	RESUMO.. .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	INTRODUÇÃO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	MATERIAIS E MÉTODOS.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ESTUDO MOLECULAR .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	RESULTADOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ESTUDO MORFOLÓGICO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	ESTUDO MOLECULAR .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	DISCUSSÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	REFERÊNCIAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	LEGENDAS DE FIGURAS.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	MATERIAL SUPLEMENTAR .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
	<b>CAPÍTULO 2 - Novidades na ordem Cladophorales (Ulvophyceae) baseadas em representantes do Atlântico Sul .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

RESUMO.. .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
INTRODUÇÃO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
MATERIAL & MÉTODOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
RESULTADOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
TRATAMENTO TAXONÔMICO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
DISCUSSÃO.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
REFERÊNCIAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
TABELAS E FIGURAS.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>CAPÍTULO 3 - Flora de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae) da costa de Alagoas.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Resumo.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Introdução	
.....	<b>Err</b>
<b>o! Indicador não definido.</b>	
Materiais e Métodos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Coleta e fixação do material .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Identificação morfológica.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Resultados.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Chaves de identificação e descrições das macroalgas verdes marinhas de Alagoas.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Bryopsidales .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Cladophorales .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Dasycladales .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Ultrichales.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Ulvaes.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Discussão....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Considerações finais .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Referências .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Legendas das imagens .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>312</b>
Lista de Revistas .....	313
Anexos.....	314



## 1. INTRODUÇÃO

---

O filo Chlorophyta constitui, junto com as plantas terrestres e algas verdes carofíceas (Filo Streptophyta), uma das maiores linhagens de organismos fotossintetizantes, as Viridiplantae, sendo caracterizado por possuir clorofila “a” e “b” e reserva de amido no cloroplasto (Hoek *et al.* 1995). O grupo possui mais de 6,7 mil espécies que colonizam desde o ambiente aquático, onde há a maior diversidade, até o ambiente terrestre, desempenhando papel fundamental na base da cadeia trófica (Lee 2008; Guiry & Guiry 2021).

Neste filo, a classe Ulvophyceae se destaca pelo número de representantes marinhos, com alguns membros ocorrendo em água doce, salobra e ambiente terrestre, além da diversidade morfológica dos indivíduos, que varia de uni- a multicelulares (Leliaert *et al.* 2012). Quanto à arquitetura de talo, podem-se distinguir quatro principais dentro da classe: (1) algas unicelulares, (2) indivíduos multicelulares uninucleados de morfologia filamentosa ou foliácea, (3) talo sifonocladado com corpos multicelulares e multinucleados, e (4) talo sifonáceo consistindo-se de uma única célula tubular gigante (Cocquyt *et al.* 2010).

Os representantes macroscópicos da classe Ulvophyceae estão distribuídos em 5 das 10 ordens atualmente reconhecidas, sendo elas Ulotrichales, Ulvales, Cladophorales, Bryopsidales e Dasycladales (Leliaert *et al.* 2015). Ulvales e Ulotrichales, apesar de tradicionalmente separadas, estudos filogenéticos indicam que constituem uma mesma linhagem que durante sua evolução desenvolveram talo multicelular, divisão celular acoplada, células uninucleadas e cloroplasto parietal, com poucas linhagens unicelulares (Cocquyt *et al.* 2010; Leliaert *et al.* 2012).

A ordem Cladophorales abriga representantes muito diversos com talo do tipo sifonocladado, células multinucleadas, domínios citoplasmáticos bem definidos, divisão celular desacoplada e cloroplastos reticulados (Cocquyt *et al.* 2010; Leliaert *et al.* 2015). Diferentemente, Bryopsidales abriga representantes de talos sifonáceos, compostos por uma única célula tubular, multinucleada, não septada, frequentemente ramificada que se arranja formando uma ampla diversidade de talos (Cremen *et al.* 2019). Outra ordem de talo sifonáceo é Dasycladales, cujos representantes são calcificados, de simetria radial, possuem registro fóssil bem definido e passam grande parte de seu ciclo de vida

uninucleadas, produzindo vários núcleos apenas quando reprodutivas (Leliaert *et al.* 2012).

Apesar da diversidade estrutural, a identificação dos representantes de Ulvophyceae é dificultada pela elevada plasticidade fenotípica e, também, devido à morfologia e anatomia relativamente simples, além disso, as relações filogenéticas não são bem estabelecidas (Verbruggen *et al.* 2007; Leliaert *et al.* 2009b). Com isso, a utilização de marcadores moleculares tem sido uma ferramenta útil para determinação de táxons e estudos filogenéticos, sendo essas regiões específicas do DNA capazes de diferenciar espécies a partir de uma região muito variada associada a regiões conservadas (Saunders 2005; Saunders & Kucera 2010).

Das técnicas que utilizam marcadores moleculares na delimitação de espécies, o DNA *barcoding* consiste no uso de um único fragmento de DNA capaz de distinguir uma espécie da outra, o que é um grande avanço nos estudos moleculares a partir da determinação de um marcador universal para diferentes grupos (Hebert *et al.* 2003). Assim, um número variado de marcadores fora proposto para o desenvolvimento do DNA *barcoding*, entre estes o gene mitocondrial que codifica a citocromo *c* oxidase (COI-5P), sendo aplicado com sucesso para animais, algas vermelhas e pardas (Saunders 2005; Robba *et al.* 2006; McDevit & Saunders 2009).

Entretanto, a presença de íntrons impossibilitou a aplicação do COI-5P para algas verdes, sendo descartado como marcador molecular para o grupo (Hall *et al.* 2010). Por outro lado, estudos demonstraram que o gene plastidial que codifica o fator Tu de alongação (*tufA*) não possui íntrons e maior *barcode gap*, tendo sido aplicado com sucesso como marcador para diversos táxons de algas verdes, exceto Cladophorales (Famà *et al.* 2002; O'Kelly *et al.* 2004; De Clerck *et al.* 2008; Zuccarello *et al.* 2009; Saunders & Kucera 2010). Outro importante marcador plastidial é o gene *rbcL*, que codifica a subunidade maior da RuBisCO, em função da ausência de íntrons, que consiste da diferença entre divergência intraespecífica máxima e a interespecífica mínima (Saunders & Kucera 2010).

Para as Cladophorales, a ineficácia dos marcadores plastidiais levou à aplicação de outros marcadores, tais como os genes nucleares que codificam as subunidades menor (SSU) e maior (LSU) do RNA (Bakker *et al.* 1994; Hoek & Chihara 2000; Leliaert *et al.* 2003; Boedeker *et al.* 2016). Outros marcadores também utilizados para estudos

filogenéticos e biogeográficos são os referentes as regiões espaçadoras (ITS), entre as regiões 18S-28S (SSU-LSU) (Bakker *et al.* 1994; Zhu *et al.* 2018).

Em estudo visando avaliar a eficiência de diferentes marcadores, como DNA *barcode* para macroalgas verdes marinhas, Saunders & Kucera (2010) estabeleceram o *tufA* como DNA *barcode* padrão para algas verdes, para o qual foi verificada uma alta taxa de sucesso (95%), exceto para as Cladophorales. O *tufA* também tem sido utilizado para inferências filogenéticas de diferentes gêneros de algas verdes, como *Halimeda* J.V. Lamour., *Caulerpa* J.V. Lamour. e *Ulva* L. (Famà *et al.* 2002; Stam *et al.* 2006; Verbruggen *et al.* 2006; Barata 2008; Ximenes *et al.* 2017; Krupnik *et al.* 2018).

A necessidade da utilização de ferramentas moleculares vem sendo consolidada visto que inúmeros estudos realizados com diferentes ordens de Ulvophyceae demonstraram insuficiência de caracteres morfológico na delimitação das espécies, bem como diversos táxons estabelecidos unicamente por morfologia não são monofiléticos (Hayden & Waaland 2002; Van Der Strate *et al.* 2002; Verbruggen *et al.* 2005b, 2006). Adicionalmente, estudos filogenéticos realizados com espécies de ampla distribuição revelaram a presença de espécies crípticas e pseudocrípticas, ou seja, espécies morfológicamente indistinguíveis ou espécies morfológicamente distinguíveis quando os caracteres apropriados são diagnosticados, respectivamente (Leliaert *et al.* 2009b; Boedeker *et al.* 2016; Ximenes *et al.* 2017; Cremen *et al.* 2019; Sherwood *et al.* 2019).

No Brasil, ferramentas moleculares começaram a ser utilizadas em estudos com macroalgas verdes marinhas mais recentemente, tendo sido aplicada para os gêneros *Codium* Stackhouse, *Caulerpa* J.V.Lamour., *Halimeda* e *Ulva*, além dos táxons *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek e *Gayralia brasiliensis* Pelizzari, M.C.Oliveira & N.S.Yokoya (Barata 2008; Gustinari *et al.* 2009; Oliveira-Carvalho *et al.* 2012; Pellizzari *et al.* 2013; Martins 2016; Ximenes *et al.* 2017, 2019; Batista 2018). De acordo com Menezes *et al.* (2015) no litoral brasileiro as macroalgas verdes marinhas estão representadas por 54 gêneros e 217 espécies distribuídas por toda costa, dos quais oito táxons são endêmicos. Esses autores também relatam que o estado de Alagoas possui registro de 39 espécies de 18 gêneros, majoritariamente de material herborizado. Apenas Gustinari *et al.* (2009), Alves (2015) e Ximenes *et al.* (2017) realizaram estudos moleculares com amostras provenientes da costa alagoana.

O referido litoral possui 220 km de costa e está situado na província ficoflorística tropical quente, caracterizada por suas águas oligotróficas e abundância de recifes de arenito, constituindo um ambiente favorável ao desenvolvimento das macroalgas (Horta 2001). Os ecossistemas recifais da região formam longos bancos paralelos à linha de costa, sendo esses heterogêneos com formações compostas de recifes de corais e, mais abundantemente, formações de recifes de arenito com predominância de cobertura de macroalgas (Rudorff & Gherardi 2008). Para além dessas, há também ocorrência de diversas áreas de manguezais onde as macroalgas verdes são relativamente diversas (Leliaert & Coppejans 2006; Alves *et al.* 2009; Sherwood *et al.* 2019).

A costa de Alagoas abriga também cerca de 80% dos 135 km da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, de Maceió até o município de Maragogi, a maior unidade de conservação (UC) marinha do Brasil (Ferreira & Maida 2006). A área foi criada em 1997 e visa a proteção dos recifes da região, altamente ameaçados por atividades humanas como de exploração pesqueira, turismo, processos acelerados de urbanização costeira que promovem eutrofização (Steiner *et al.* 2015).

Em contraponto, o conhecimento sobre a flora ficológica de Alagoas, incluindo as macroalgas verdes, é escasso e problemático quando associado às dificuldades envolvendo a identificação baseada sobretudo em caracteres morfológicos e reprodutivos (Muniz 1993; Lemos *et al.* 2017; Carneiro *et al.* 2019). Dessa forma se faz necessária a realização de trabalhos que ampliem o conhecimento acerca da biodiversidade local, tendo em vista a abundância e heterogeneidade de ambientes, além da utilização e conservação dos recursos naturais, notado que a maior UC marinha do Brasil está inclusa na área.

Outro ponto importante é a aplicação de novas técnicas que permitam acessar à biodiversidade com maior precisão e confiabilidade, como uso de marcadores moleculares, bem como a possibilidade de diagnóstico de espécies crípticas e pseudocrípticas. Assim, o trabalho baseia-se na hipótese de que o litoral de Alagoas abriga mais espécies delineáveis geneticamente que morfológicamente.

## 2. OBJETIVOS

---

### 2.1. Geral

Investigar a diversidade de macroalgas verdes do litoral de Alagoas a partir de técnicas moleculares e morfológicas.

### 2.2. Específicos

- Analisar e identificar morfológicamente as espécies de Ulvophyceae da costa de Alagoas;
- Sequenciar e comparar as sequências dos marcadores moleculares do tipo “DNA *barcoding*” (*tufA*, *rbcL*) e outros marcadores (SSU rDNA, LSU rDNA e ITS) para fins taxonômicos;
- Inferir relações filogenéticas com base nos marcadores selecionados;
- Gerar e disponibilizar sequências das espécies de Ulvophyceae do litoral alagoano para futuros estudos;
- Estabelecer os caracteres diacríticos para separação das espécies de cada gênero de Ulvophyceae encontrado na área de estudo;
- Ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade das macroalgas verdes marinhas na costa brasileira.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

### 3.1. A Classe Ulvophyceae

Estabelecido ainda no século XVIII por Linnaeus, o gênero *Ulva* corresponde a um dos primeiros nomes propostos pelo naturalista e é o gênero-tipo da classe Ulvophyceae. Inicialmente, os representantes de Ulvophyceae estavam genericamente agrupados dentro de Chlorophyceae, classe que abrigava as algas verdes não carofíceas (Papenfuss 1958; Sears & Wilce 1970; Mattox & Stewart 1977). Essa classificação só foi alterada por Stewart & Mattox (Stewart & Mattox 1978), que observaram através do aparato flagelar e divisão celular a presença de uma terceira linhagem, chamada então de “Ulvophyceae”. A utilização da orientação e estrutura do aparato flagelar e a citocinese durante a mitose enquanto caracteres sinapomórficos representou um importante passo na classificação das algas verdes, culminando na revisão da classificação posteriormente por Mattox & Stewart (1984). Dessa forma, a classe

Ulvophyceae foi devidamente estabelecida de acordo com regras de latim, separando-a das demais linhagens de algas verdes.

Ainda em 1984, O’Kelly & Floyd (1984) classificaram Ulvophyceae a partir de caracteres ultraestruturais, tais quais a orientação anti-horária do aparato flagelar, o número de flagelos nas estruturas reprodutivas, além da posição e inserção dos corpos basais nas células. A partir destes caracteres os autores propuseram a subdivisão da classe em seis Ordens: Ulotrichales, Ulvales, Cladophorales, Dasycladales, Bryopsidales e Caulerpales, além de posicionar Trentepohliales como *incertae sedis*, mesmo observando a semelhança das estruturas com as encontradas nos outros membros de Ulvophyceae.

A classificação proposta por Sluiman (1989) para a classe baseou-se em características da divisão celular associadas ao aparato flagelar, tanto de células espóricas quanto de células vegetativas. A partir desses caracteres, o autor estabeleceu seis ordens dentro de Ulvophyceae: Pleurastrales, Ulotrichales, Cladophorales, Acrosiphonales, Trentepohliales, Ctenocladales e o agrupamento genericamente chamado de “algas sifonáceas”. A diferença no delineamento das ordens se dá uma vez que o autor atribui a ausência de determinados caracteres à redução, é o caso de Pleurastrales, ausente na classificação proposta anteriormente.

Hoek *et al.* (1995), por sua vez, propuseram uma classificação a partir de características morfológicas, ciclo de vida e caracteres bioquímicos, adicionalmente aos utilizados por Mattox & Stewart (1984), realocando as ulvofíceas em cinco classes dentro de Chlorophyta: Ulvophyceae, Bryopsidophyceae, Cladophorophyceae, Dasycladophyceae e Trentepohliophyceae. Entretanto, a proposição foi considerada inválida por não seguir o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (ICBN) de acordo com Turland *et al.* (2018), não possuindo diagnóstico em latim ou gênero tipo designado.

Já no século XXI, com o avanço de técnicas filogenéticas e moleculares, Lewis & McCourt (2004) revisaram a classificação para as algas verdes, dessa vez ampliando para o conceito molecular ao utilizarem sequências dos genes da SSU rDNA e *rbcL*. Os resultados agruparam as algas verdes em seis classes conforme o proposto por Mattox & Stewart (1984), entretanto mostraram baixo suporte para o monofiletismo da classe Ulvophyceae.

O desenvolvimento de tecnologia de sequenciamento de nova geração, ampliação do número de táxons com acessos nas bibliotecas de DNA e, principalmente, o desenvolvimento de estudos filogenômicos permitiram um novo olhar sobre a classificação de Ulvophyceae, a partir do qual Leliaert *et al.* (2015) propuseram o estabelecimento de 32 Famílias distribuídas em oito Ordens, a saber:

- **Ulvales** – Algas uni a multicelulares, com talos microscópicos a macroscópicos, ocorrendo em ambientes marinhos, salobros, de água doce e terrestres;
- **Ulotrichales** - Algas uni a multicelulares, de talos microscópicos a macroscópicos, ocorrendo em ambientes marinhos, salobros, de água doce e terrestres;
- **Oltmannsiellopsidales** – Algas microscópicas, uni ou multicelulares, de ambientes marinhos, salobros e de água doce;
- **Scotinosphaerales** – Algas microscópicas unicelulares terrestres e de água doce;
- **Cladophorales** – Algas multicelulares, macroscópicas, principalmente marinhas com alguns grupos ocorrendo em águas salobras e doces;
- **Bryopsidales** – Algas macroscópicas, multicelulares, majoritariamente marinhas com apenas um gênero ocorrendo em água doce;
- **Dasycladales** – Algas multicelulares, macroscópicas, marinhos;
- **Trentepohliales** – Alga multicelulares, microscópicas, de ambientes terrestres.

Skaloud *et al.* (2018a), em revisão da classificação de Ulvophyceae, expandiu o número de ordens para 10, com a proposição da ordem Ignatiales, composta por organismos unicelulares ou coloniais de ambientes terrestres e de água doce, e o restabelecimento da ordem Chlorocystidales proposta por Kornmann & Sahling (1983), com organismos unicelulares, microscópicos, de ambientes marinhos, de água doce e terrestres.

Quanto a filogenia do grupo, é importante pontuar, que apesar da manutenção do status de classe, diversos autores apontam o baixo suporte ao monofiletismo do grupo com base em estudos filogenéticos. Apenas Cocquyt *et al.* (2010) construíram a árvore da classe com alto suporte com base nos dados de 10 genes, oito nucleares e dois plastidiais. Entretanto, estudos filogenômicos recentes reforçaram o baixo suporte para o

monofiletismo de Ulvophyceae (Fucikova *et al.* 2014; Leliaert & Lopez-bautista 2015; Turmel *et al.* 2017).

Del Cortona *et al.* (2019) elucidaram a filogenia de Ulvophyceae a partir de técnicas filogenômicas e transcriptômicas, na qual reconheceram a classe tendo Chlorophyceae e Trebouxiophyceae como grupos irmãos. Todavia, diferente de Trebouxiophyceae e Chlorophyceae, Ulvophyceae mais uma vez não foi reconhecida como grupo monofilético, uma vez que Bryopsidales formou um grupo mais relacionado à Chlorophyceae do que os outros representantes de Ulvophyceae. Os resultados observados pelos autores também reforçaram a hipótese de que o ancestral da classe era microscópico e unicelular, e que o crescimento macroscópico e multicelular evoluiu independentemente nos grupos dentro da classe conforme o proposto por Cocquyt *et al.* (2010). Além disso, os autores também pontuaram que a estrutura sifonácea evoluiu independentemente em Bryopsidales e Dasycladales, enquanto o código genético nuclear não canônico possui origem evolutiva única na base do clado, formado por Trentepohliales, Cladophorales, Dasycladales e Scotinosphaerales.

A riqueza de Ulvophyceae, atualmente com 1914 espécies válidas, reflete sua ampla distribuição no globo terrestre, ocupando diferentes habitats: marinho, salobro, água doce e terrestre (Guiry & Guiry 2021). Entretanto, a maior parte da diversidade da classe é encontrada nos trópicos com representantes das ordens Bryopsidales, Cladophorales, Dasycladales e Trentepohliales, além de representantes de Ulvales e Ulothricales (Cocquyt *et al.* 2010; Škaloud *et al.* 2018a). Já Chlorocystidales, Oltmannsiellopsidales, Scotinosphaerales e Ignatiales, junto com diversos representantes de Ulvales e Ulothricales, são mais abundantemente encontrados em regiões temperadas (Škaloud *et al.* 2018a).

No Brasil, a classe está representada pelas ordens Ulvales, Ulotrichales, Cladophorales, Bryopsidales, Dasycladales e Trentepohliales, esta última sendo encontrada exclusivamente em ambientes terrestres, enquanto as demais são encontradas principalmente em ambientes aquáticos onde a classe é mais diversa, principalmente no ecossistema marinho (Menezes *et al.* 2015).

### **3.2. Marcadores moleculares e filogenia molecular em Ulvophyceae**

A tarefa de identificação dos organismos, bem como a classificação desses, tem sido um desafio desde os tempos dos primeiros grandes naturalistas até os tempos atuais.



O cenário observado na taxonomia de macroalgas não é diferente e as principais barreiras encontradas são a morfologia simples, o amplo espectro de plasticidade fenotípica e a convergência morfológica, além dos ciclos de vida pobremente caracterizados (Saunders 2005).

Frente as problemáticas na taxonomia de macroalgas, se fez necessário a aplicação de técnicas que pudessem auxiliar em uma identificação menos subjetiva e com caracteres que refletissem a filogenia e, entre essas, o uso de ferramentas moleculares tomou grande destaque. Os marcadores moleculares consistem em regiões do DNA que sejam conservadas o suficiente para a reconstrução das relações em diferentes níveis taxonômicos, desde os mais altos (marcadores mais conservados) até espécies, estes com maior variabilidade. Tal variação é considerada adequada quando a maior divergência intraespecífica é ainda menor que a menor divergência interespecífica (Hebert *et al.* 2003).

Uma vez que as macroalgas, enquanto organismos fotossintetizantes, possuem mais de um genoma ( nuclear, mitocondrial e plastidial) diversas regiões do DNA foram propostas para serem utilizadas como marcadores moleculares. Dentre esses, o gene mitocondrial citocromo *c* oxidase I (COI-5P) ganhou destaque a partir da proposição do “DNA *barcoding*” por Hebert *et al.* (2003), como ferramenta de identificação de espécies. O DNA *barcoding* consiste no uso de uma sequência universal e curta de até 700 pares de base, capaz de agrupar indivíduos de uma mesma espécie e diferenciar uma espécie de outra.

O uso do COI-5P como marcador molecular universal foi eficaz na determinação de espécie para animais, assim como em algas vermelhas e pardas (Saunders 2005; Hebert *et al.* 2006; Robba *et al.* 2006; McDevit & Saunders 2009). Entretanto, o marcador foi considerado inadequado para as Ulvophyceae, uma vez que o gene nos representantes da classe possui diversos íntrons que impossibilitaram o desenho de primers e amplificação do material genético (Pombert *et al.* 2005; Hall *et al.* 2010).

A partir de então, outros genes e regiões foram propostos como candidatos a marcadores moleculares, como os plastidiais *rbcL*, *tufA* e UPA, além dos nucleares LSU, SSU e espaçadores intergênicos (ITS). O primeiro deles foi o gene *rbcL*, que codifica a subunidade maior da enzima RuBisCo (ribulose-1,5-bisfosfato), comumente aplicado em plantas terrestres. Enquanto este gene foi bem sucedido em alguns grupos de macroalgas

verdes, falhou em outros devido a presença de íntrons (Hanyuda *et al.* 2000; Hayden & Waaland 2002).

Outro importante marcador plastidial é o fator de alongação Tu, *tufA*, que devido à ausência de íntrons foi extensivamente aplicado com sucesso em diversos grupos de macroalgas tanto para identificação das espécies quanto para reconstrução de filogenias (Famà *et al.* 2002; De Clerck *et al.* 2008; Verbruggen *et al.* 2009c; Chen *et al.* 2015; Ximenes *et al.* 2017, 2019; Lagourgue *et al.* 2018). O gene é considerado o principal marcador das algas verdes em função da facilidade de amplificação e sequenciamento, uma vez que é uma sequência curta (~700pb) (Saunders & Kucera 2010).

O Amplicon Plastidial Universal, UPA (*Universal Plastid Amplicon*), frequentemente utilizado em estudos moleculares com algas vermelhas, não foi eficiente com as Ulvophyceae. Estudos que avaliaram a eficiência do marcador pontuaram que apesar de amplificações bem sucedidas com um número reduzido de representantes, o marcador amplificava melhor com contaminantes que com representantes do grupo (Saunders & Kucera 2010).

Os genes nucleares LSU e SSU, que codificam as subunidades maior e menor do ribossomo, respectivamente, são marcadores conservados, eficazes e frequentemente utilizados na construção de filogenias de Ulvophyceae (Saunders & Kucera 2010). É válido ressaltar que esses marcadores são considerados secundários quando o objetivo é DNA *barcoding* uma vez que as sequências são longas (>1.000pb) (Saunders & Kucera 2010).

A região ITS (*Internal transcribed spacer*), o espaçador interno transcrito, é outro marcador do genoma nuclear para as algas verdes situado entre os genes 18S e 28S, mais popularmente conhecidas como SSU e LSU (Bakker *et al.* 1992). A região, entretanto, é majoritariamente usada em estudos populacionais, uma vez que possui grande variabilidade intraespecífica. Em grande parte das Ulvophyceae, a região é tão variada que impossibilita o alinhamento correto das sequências, impedindo assim a sua utilização (Saunders & Kucera 2010).

A seguir, será apresentado o panorama atual da classificação e avanço dos estudos de filogenia molecular dentro das principais e mais representativas (principalmente para o Brasil) ordens de Ulvophyceae, a saber: Ulvales, Ulotrichales, Cladophorales, Bryopsidales e Dasycladales.

### 3.2.1. Ulvales Blackman & Tansley

A ordem Ulvales é caracterizada por representantes microscópicos à macroscópicos, de talo filamentoso, pseudoparenquimatoso, tubular ou laminar, células uni ou multinucleada, com um único cloroplasto parietal e um ou mais pirenídes (Leliaert *et al.* 2012; Škaloud *et al.* 2018c). Atualmente, abriga sete famílias, cerca de 305 espécies de organismos majoritariamente marinhos e de águas salobras distribuídas mundialmente, com alguns organismos ocorrendo em água doce e em menor número ficobiontes, associados a líquens (Škaloud *et al.* 2018c; Guiry & Guiry 2021).

Ulvales tradicionalmente separada de Ulotrichales, de acordo com dados filogenéticos e filogenômicos, constituem uma única linhagem monofilética proximamente relacionada a Oltmannsiellopsidales e Ignatiales (Cocquyt *et al.* 2010; Fucikova *et al.* 2014; Turmel *et al.* 2017; Del Cortona *et al.* 2019). O único critério para a separação, considerado artificial, é a presença do ciclo de vida heteromórfico em Ulotrichales, com fase *Codiolum*, ausente em Ulvales (Leliaert *et al.* 2012).

Dentro de Ulvales, a família Ulvaceae se destaca por abrigar sozinha mais da metade da diversidade da ordem, com cerca de 160 espécies (Guiry & Guiry 2021). Maior parte dessa riqueza está representada pelo gênero tipo da família e da ordem, *Ulva* L. com 132 espécies válidas até o momento (Guiry & Guiry 2021). O gênero possui representantes estruturalmente simples, com morfologia variada, sendo diferenciados entre si pela forma das lâminas, margens, presença de denteações, presença de perfurações e forma das células em corte anatômico. Entretanto, possui histórico de classificação taxonômica complexo, devido à sobreposição de caracteres e amplo espectro de plasticidade fenotípica, dificultando a distinção entre espécies (Woolcott & King 1999; Hayden & Waaland 2002, 2004; Miladi *et al.* 2018b).

O uso de marcadores moleculares tem sido uma importante ferramenta no conhecimento da diversidade de *Ulva*, especialmente *tufA*, já que muitas vezes a simplicidades estrutural acaba mascarando a presença de espécies crípticas ou pseudocrípticas (Kraft *et al.* 2010; Wolf *et al.* 2012; Chen *et al.* 2015; Steinhagen 2018; Chávez-sánchez *et al.* 2019; Lee *et al.* 2019). Outros marcadores, como *rbcL* e ITS, foram utilizados também na identificação de espécies, resultando no diagnóstico de espécies crípticas (Kraft *et al.* 2010; Wolf *et al.* 2012; Masakiyo & Shimada 2014; Matsumoto & Shimada 2015; Kazi *et al.* 2016).

Um exemplo da complexidade do gênero é o caso de *Enteromorpha* Link 1820 que abrigava organismos de talos filamentosos e tubulares, estes distribuídos em ambientes marinhos, salobros e de água doce. Esses organismos foram inicialmente designados como representantes do gênero *Ulva* por Linnaeus 1753 e posteriormente atribuídos a outro gênero, *Enteromorpha*. Entretanto, estudos moleculares com sequências de rDNA (ITS1, 5.8S e ITS2) mostraram que a separação entre *Ulva* e *Enteromorpha* necessitava revisão, uma vez que os cladogramas reconstruídos não mostravam suporte (Woolcott & King 1999). A reestabilização de *Enteromorpha* e *Chloropelta* Tanner como sinônimo de *Ulva* só foi realizada por Hayden *et al.* (2003), com base em sequências de *rbcL* e SSU rDNA, validando o delineado por Linnaeus para o gênero.

Outro importante exemplo de diversidade pouco conhecida é caso de *Ulvella* P. Crouan & H. Crouan. Nielsen *et al.* (2013) utilizaram morfologia e sequências de *tufA* em revisão do gênero que resultou na descrição de 10 novas espécies de *Ulvella* e realocação de *Acrochaete* Pringsheim e *Pringsheimiella* Höhnelt como sinônimos de *Ulvella*. Mais recentemente, Soares *et al.* (2021) referiram *Ulvella endozoica* (W.Goldberg, Makemson & S.Colley) R. Nielsen, C.J. O'Kelly & B.Wysor como espécie críptica presente na costa do Brasil, a partir de investigações moleculares e ontogenia. Ainda dentro de Ulvellaceae, os dados de marcadores moleculares permitiram a reavaliação de gêneros já existentes, bem como a proposição de novos gêneros, como *Ruthnielsenia* O'Kelly, Wynsor proposta por O'Kelly *et al.* (2004).

A aplicação de nomes indevidamente também é comum e recorrente nos organismos da ordem. Os primeiros estudos moleculares foram realizados por Blomster *et al.* (1999) com o intuito de confirmar as espécies de *Ulva* L. (como *Enteromorpha*) das Ilhas Britânicas utilizando sequências de ITS1 e ITS2. Apesar da plasticidade morfológica observada, os autores levantaram táxons já referidos para a região, confirmando a composição da flora.

Os avanços no conhecimento da diversidade de espécies da ordem caminham com a revisão de floras locais ou de gêneros, bem como a descrição de novas espécies como *Ulva adhaerens* Matsumoto & Shimada, *Ulva shanxiensis* L.Che, J. Feng & S.L.Xie, *Ulva pseedoohnoi* H.W.Lee, J.C.Kang & M.S. Kim e *Ulva chaugulii* M.G.Kavale & M.A.Kazi (Chen *et al.* 2015; Matsumoto & Shimada 2015; Kazi *et al.* 2016; Lee *et al.* 2019). Entretanto, alguns táxons ainda necessitam de revisão, uma vez que apresentam

um amplo espectro de variação morfológica, frequentemente se sobrepondo a outras espécies, como o observado para o complexo *Ulva flexuosa* por Rybak (2015, 2018).

A integração de dados morfológicos com dados moleculares também vem sendo aplicada no monitoramento e identificação de espécies invasoras e formadoras de marés verdes (Cui *et al.* 2018; Chávez-sánchez *et al.* 2019; Steinhagen *et al.* 2019b, a). Liu *et al.* (2019) desenvolveram pesquisa com genoma mitocondrial e propuseram o uso do *rps2-trnL* como marcador mais rápido e com menor custo de aplicação para identificação de espécies de *Ulva* formadoras de floração no Mar Amarelo.

### **3.2.2. Ulotrichales Borzì**

A ordem Ulotrichales é caracterizada por representantes microscópicos e macroscópicos, variando de cocoides unicelulares, sarciniformes, filamentosos à laminar, células com um único cloroplasto parietal e um número variável de pirenídes (Cocquyt *et al.* 2010; Škaloud *et al.* 2018a). A ordem é composta por 12 famílias, cerca de 204 espécies distribuídas mundialmente, com maioria em ambientes marinhos e dulcícolas. Entretanto, quatro famílias possuem representantes terrestres, sendo mais diversas em ambientes temperados (Škaloud *et al.* 2018c; Guiry & Guiry 2021).

Conforme citado anteriormente, Ulotrichales se distingue de Ulvales pela presença de um ciclo de vida heteromórfico, com fase microscópica conhecida como *Codiolum*, entretanto a separação entre as ordens é considerada artificial (Cocquyt *et al.* 2010; Leliaert *et al.* 2012; Leliaert & Lopez-bautista 2015). A diversidade de Ulotrichales é subestimada, uma vez que estudos com representantes do grupo ainda são escassos, com diversos gêneros e espécies sem caracterização molecular (Škaloud *et al.* 2018c).

Os primeiros estudos moleculares com Ulotrichales foram realizados por Friedl & O'Kelly (2002), com a proposição da filogenia do gênero *Planophila* Gerneck a partir de sequências do 18S rDNA. Esse estudo demonstrou maior suporte nas relações filogenéticas entre os membros de Ulvophyceae, bem como resultou na proposição dos gêneros *Dangemannia* Friedl & O'Kelly, *Floydiella* Friedl & O'Kelly e *Pabia* Friedl & O'Kelly. Posteriormente, O'Kelly *et al.* (2004) inferiram a partir de análises de SSU que *Collinsiella* Setchell & Gard compõe um grupo monofilético junto com outros gêneros e estes compartilham de uma fase críptica em seus ciclos de vida, reafirmando o delineamento do gênero.

Lindstrom & Hanic (2005) realizaram estudo filogenético do gênero *Urospora* Aresch. utilizando todo o cístron ribossomal (SSU, LSU rRNA e ITS) a partir do qual os autores reconheceram a necessidade de estabelecimento da família Acrosiphonaceae para abrigar os gêneros *Chlorothrix* Berger-Perrot, *Urospora* Aresch., *Spongomorpha* Kütz. e *Acrosiphonia* J.Agardh. A análise e sequenciamento do genoma plastidal de *Tupiella akineta* (Tupa) Darienko & Pröschold (como *Pseudodendroclonium akinetum* Tupa), realizado por Pombert *et al.* (2005), deu suporte ao posicionamento de Ulvophyceae como grupo-irmão de Chlorophyceae, resultado este fortemente corroborado por caracteres estruturais independentes, como a perda de genes compartilhados e alterações em genes conservados.

A partir de sequências de SSU rRNA de material cultivado e isolado de poças de região entremarés, Wetherbee & Verbruggen (2016) descreveram o gênero e a espécie nova *Kraftionema allantoideum* Wetherbee & Verbuggen bem como reconheceram a necessidade do estabelecimento de uma nova família Kraftionemaceae para abrigar o gênero.

De acordo com a recente filogenia feita por Skaloud *et al.* (2018c), utilizando *rbcL*, SSU rDNA, ITS rDNA e *tufA*, foram propostas cinco famílias dentro da ordem, evidenciando a necessidade de maiores investigações nesse grupo.

### **3.2.3. Cladophorales Haeckel**

Cladophorales é caracterizada por organismos de talo do tipo sifonocladado, multicelular, se dividindo por mitose desacoplada, com células multinucleadas e núcleos com domínios citoplasmáticos bem definidos, morfologia variando de filamentosa, redes tridimensionais com anastomoses a células gigantes (Leliaert *et al.* 2012; Škaloud *et al.* 2018a).

A ordem atualmente é composta por oito famílias válidas e 485 espécies distribuídas mundialmente em ambientes marinhos, salobros e de água doce (Guiry & Guiry 2021). Contudo, a riqueza conhecida é provavelmente subestimada, uma vez que a simplicidade estrutural dos organismos, associada ao endemismo, presença de espécies crípticas e a dificuldade na aplicação de métodos moleculares, são os principais desafios no conhecimento da diversidade (Leliaert *et al.* 2007; Boedeker *et al.* 2016). Essa dificuldade reside na falta de protocolos que resultem na extração e amplificação de DNA de forma satisfatória para a maioria dos marcadores utilizados para algas verdes, dado

que marcadores plastidiais e mitocondriais demonstraram ineficiência para as Cladophorales (Saunders & McDevit 2012). Os marcadores moleculares nucleares são os únicos, até o momento, cujos protocolos demonstraram eficácia, sendo LSU e SSU rDNA, bem como os espaçadores intergênicos ITS1 e ITS2, os mais utilizados (Saunders & Kucera 2010; Boedeker *et al.* 2012, 2016).

Diferente das demais, a ordem possui histórico mais complexo, tendo sido classificada no passado como Siphonocladales, baseando-se na organização e complexidade do talo e tipo de divisão celular (Jónsson 1965; Floyd & O’Kelly 1984). A ordem foi ainda separada em duas, Siphonocladales e Cladophorales, baseadas na complexidade do talo dos organismos (Bold & Wynne 1978; Womersley 1984). Ao longo dos anos diversos estudos com complexos de espécies foram realizados com o intuito de resolver problemáticas taxonômicas dentro da ordem (Bakker *et al.* 1994; Van Der Strate *et al.* 2002; Leliaert & Coppejans 2007a; Verbruggen *et al.* 2007; Leliaert *et al.* 2009b).

Bakker *et al.* (1994), em estudo do complexo “*Cladophora*”, baseado no gene ribossômico (SSU rDNA), inferiram que *Cladophora* é parafilético e Siphonocladales se tratava de um grupamento polifilético. Leliaert *et al.* (2007) propuseram a filogenia dos representantes da então válida Siphonocladales a partir de sequências dos genes rDNA LSU e SSU, confirmando que a ordem provém originalmente de uma linhagem tropical, além de relatarem que toda a arquitetura da ordem teve origem a partir de um ancestral de estrutura semelhante à de *Cladophora*. Adicionalmente, os autores notaram que diversos caracteres morfológicos são resultado de evolução convergente e paralela, dessa forma alguns táxons assinalados com base em morfologia não correspondem a entidades monofiléticas.

Estudos filogenéticos e filogenômicos recentes tem demonstrado que Cladophorales é mais proximamente relacionada ao gênero de posição incerta *Blastophyta* Reinke e a Trentepohliales, além de reforçar Cladophorales dentro de Ulvophyceae (Cocquyt *et al.* 2010; Leliaert & Lopez-bautista 2015; Del Cortona *et al.* 2019). É importante ressaltar que devido à escassez de dados moleculares dos representantes, muito provavelmente por dificuldades metodológicas, o posicionamento e delineamento da ordem necessite posteriores alterações (Saunders & Kucera 2010; Rindi & Verbruggen 2016).

Até o dado momento, o uso de dados moleculares promoveu a resolução do estado da ordem, uma vez que sequências de LSU e SSU rDNA mostraram suporte ao reconhecimento de uma única ordem com cinco linhagens (Hanyuda *et al.* 2002; Leliaert *et al.* 2003, 2007; Boedeker *et al.* 2012, 2016).

A necessidade de resolução também é encontrada em níveis de gêneros e família. Hanyuda *et al.* (2002) investigaram as relações filogenéticas entre *Aegagropila linnaei* Kütz. e as demais espécies de *Cladophora* a partir de sequências de SSU rDNA, gênero a qual espécie foi inicialmente atribuída. Os autores observaram que a espécie agrupava com *Pithophora* Wittrock, *Wittrockiella* Wille, *Arnoldiella* Miller e que o gênero *Cladophora* e *Rhizoclonium* Kütz. não eram monofiléticos. Em um estudo mais específico, Leliaert & Coppejans (Leliaert & Coppejans 2007b) analisaram em profundidade as espécies *Struvea gardineri* e *Phyllodictyon orientale*, e, a partir de sequências de SSU rDNA, observaram que esses gêneros não são monofiléticos.

Boedeker *et al.* (2012) realizaram estudo filogenético com os genes SSU e LSU rDNA. A partir dos resultados, os autores propuseram duas novas famílias e dois gêneros, Pseudocladophoraceae e Pithophoraceae, assim como *Pseudocladophora* Boedeker & Leliaert e *Aegagropiliopsis* Boedeker. Boedeker *et al.* (2016) utilizaram sequências de SSU e LSU rDNA para construção da filogenia dos membros de Cladophoraceae, família que possui histórico de classificação taxonômica complexa. Assim, os autores observaram que *Cladophora*, *Chaetomorpha* Kütz. e *Rhizoclonium* Kütz. não são gêneros monofiléticos e propuseram o restabelecimento de *Acrocladus* C. Nägeli e *Willella* Borgesen, bem como descreveram *Pseudorhizoclonium* Boedeker e *Lurbica* Boedeker.

Diversos autores realizaram estudo biogeográficos com representantes de Cladophorales com o intuito de entender os processos de dispersão, buscando evidências que auxiliassem na resolução de algumas espécies. Kooistra *et al.* (1992) utilizaram sequências de ITS1 para levantar hipóteses sobre os eventos biogeográficos que resultaram na descoberta da ampla distribuição de *Cladophoropsis membranacea* (Hofman Bang ex C. Agardh) Børgesen. Os dados analisados mostraram grupos biogeográficos geneticamente distintos entre si e deram subsídios para afirmar que a dispersão da espécie se deu a partir do Caribe e oceano Atlântico Oeste para as demais regiões.



Bakker *et al.* (1992) utilizaram sequências de regiões espaçadoras (ITS1 e ITS2) em estudo biogeográfico de *Cladophora albida* (Huds.) Kütz. e concluíram que tais regiões são úteis para identificação de grupos populacionais. Porém, é problemática em nível interespecífico para o gênero *Cladophora* Kutz. em função da presença de repetições e mutações.

Bakker *et al.* (1995) utilizaram os marcadores ITS1 e ITS2 rDNA em estudo filogeográfico com *Cladophora vagabunda* (L.) Hoek. A partir dos dados moleculares, os autores observaram que apesar da espécie formar um grupo monofilético, havia formação de grupos biogeográficos que poderiam ser separados em espécies mantendo o monofiletismo dos clados. Assim os autores optaram por manter a espécie e apenas assinalaram que o táxon possui grupos com fortes sinais de vicariância e outros não. Posteriormente, Van Der Strate *et al.* (2002) realizaram um estudo filogeográfico com *Cladophoropsis membranacea* (C.Agardh) Borgesen com base em sequências de ITS1, 5.8S e ITS2 revelando a presença de um complexo composto por três espécies crípticas.

A presença de táxons crípticos vem sendo repetidamente reportada. Leliaert *et al.* (2009b) combinaram dados morfológicos às análises de sequências de ITS1, ITS2 e 5.8s rDNA com o intuito de realizar a delimitação das espécies do complexo “*Boodlea*”. Assim, foram observados conflitos entre a identificação com base na morfologia e dados moleculares, bem como inúmeras espécies crípticas. Para a resolução desse complexo, os autores sugerem a realização de estudos multigênicos e até que se tenha um novo posicionamento, recomendam referir as espécies dentro do complexo de acordo com o clado.

Leliaert *et al.* (2011) realizaram estudo filogenético com objetivo de confirmar a identificação de uma espécie microfilamentosa coletada crescendo sobre *Chaetomorpha veillardii* (Kütz.) M.J.Wynne. As análises filogenéticas do gene 18S rRNA e das regiões ITS1 e ITS2 demonstraram que o táxon correspondia à espécie críptica *Chaetomorpha phillippinensis* Leliaert, morfológicamente indistinguível da já conhecida *Chaetomorpha norvegica* Leliaert & Rueness.

Mais recentemente, o sequenciamento do genoma plastidial de *Boodlea composita* realizado por Del Cortona *et al.* (2017) permitiu observar que, diferentemente da maioria dos organismos fotossintetizantes, o genoma plastidial dessa espécie é fragmentado em diversos cromossomos lineares em forma de grampos. Os autores sugerem que este tipo

de estrutura, que é frequente em Cladophorales, esteja relacionado ao processo de transferência de genes plastidiais para o núcleo.

A partir de estudos com *Cladophora* de ambientes continentais da China, Zhu *et al.* (2018) discutem que a plasticidade fenotípica, a presença de espécies crípticas e ausência de caracteres diagnósticos no gênero dificultam a tomada de decisões taxonômicas. Essa problemática foi levantada anteriormente por Leliaert *et al.* (2009b) em estudo filogenético do complexo *Boodlea*, uma vez que por um lado a identificação genética é confiável, por outro a evolução convergente, plasticidade fenotípica e presença de espécies críptica impede a aplicação de nomenclatura Linnaeana. Isso se dá por não se poder relacionar os táxons assinalados geneticamente com nenhum tipo assinalado anteriormente por ausência de dados moleculares destes, além do delineamento de caracteres diagnósticos frequentemente ausentes nas espécies do grupo.

#### **3.2.4. Bryopsidales J.H.Schaffner**

A ordem Bryopsidales é caracterizada por organismos de talo sifonáceo, consistindo em uma única célula tubular, multinucleada e com inúmeros cloroplastos que são transportados pelo talo (Cocquyt *et al.* 2010). Os representantes apresentam ampla diversidade morfológica com organismos simples, ramificados a talos mais complexos, calcificados ou não (Leliaert *et al.* 2012). A ordem abriga 12 famílias e cerca de 594 espécies, majoritariamente marinhos, com poucas exceções em água salobra e doce (Guiry & Guiry 2021). Apesar de distribuídas mundialmente, a maior diversidade é encontrada nos trópicos, onde desempenham papel importante nos ecossistemas recifais (Lam & Zechman 2006; Leliaert *et al.* 2012).

A posição filogenética de Bryopsidales dentro de Ulvophyceae ainda é incerta, uma vez que filogenias utilizando vários *loci* ou mesmo o genoma plastidial reconstróem a ordem formando um clado com Cladophorales e Dasycladales, proximalmente relacionado a Trentepohliales (Cocquyt *et al.* 2010; Fucikova *et al.* 2014). Em contrapartida, outras filogenias a partir dos genomas plastidiais ou nucleares de representantes da ordem, a reconstróem como grupo mais próximo de Chlorophyceae (Fucikova *et al.* 2014; Leliaert & Lopez-bautista 2015; Fang *et al.* 2018; Del Cortona *et al.* 2019).

Lam & Zechman (2006) produziram filogenia dos representantes da ordem Bryopsidales baseados em sequências de *rbcL*. Estes estabeleceram que Bryopsidales é

composta por duas linhagens monofiléticas, Halimedineae composta por Halimedaceae, Udoteaceae e Caulerpáceae, e Bryopsidíneae composta por Bryopsídaceae, Derbesiáceae e Codiáceae. Além disso os autores também inferiram que Udoteaceae não é monofilética. Já filogenias realizadas a partir de dados multigênicos reconstruíram Bryopsídais como um grupo monofilético de alto suporte, além da reconstrução de dois cladós principais chamados de Halimedineae e Bryopsidíneae e uma terceira linhagem composta por *Ostreobium*

Mais recentemente Cremen *et al.* (2019) realizaram revisão na classificação infraordinal de Bryopsídais baseada no genoma plastídial de 65 táxons, estabelecendo três subordens Ostreobíneae, Bryopsidíneae e Halimedíneae, assim como a transferência de Pseudocodiáceae, Rhipiliáceae e Udoteaceae para categoria de tribos inclusas em Halimedaceae.

É importante ressaltar que estudos moleculares pioneiros realizados com táxons de Bryopsídais representaram um importante passo no estudo das macroalgas verdes. O uso de sequências do gene plastídial que codifica o fator de alongação TU (*tufA*) foi proposto primariamente por Famá *et al.* (2002), a partir do qual os autores fizeram inferências filogenéticas de *Caulerpa*. O marcador posteriormente foi proposto como marcador molecular padrão para identificação dos táxons de macroalgas marinhas verdes por Saunders & Kucera (2010). De forma semelhante, a eficiência do gene *rbcL* foi testada por Woolcott *et al.* (2000) em estudo filogenético da família Bryopsídaceae. Nesse caso, os autores sugeriram que combinando dados morfológicos às informações moleculares do gene seria possível elucidar as relações entre diferentes grupos de algas verdes.

Algumas relações dentro de Bryopsídais permanecem necessitando resolução. Kooistra (2002) realizou estudo de *Udotea* J.V.Lamour, *Penicillus* Lam. e *Chlorodesmis* Harvey & Bailey e, a partir da filogenia gerada com base em sequências de LSU e SSU rDNA e ITS1 e ITS 2, mostrou que os gêneros estabelecidos com base em morfologia eram polifiléticos. Em estudo mais recente com toda a família Udoteaceae do Caribe, Lagourgue *et al.* (2018), com base em filogenia usando os marcadores *tufA*, *rbcL* e SSU rDNA, reiteraram que *Udotea*, *Penicillus* e *Rhipocephalus* Kütz. são polifiléticos e necessitam de posteriores revisões. Em contrapartida, observaram que os caracteres morfológicos são suficientemente eficazes na identificação e delimitação de espécies na família.

Os representantes da ordem apresentam ampla diversidade críptica. Verbruggen *et al.* (2005a) reconheceram a presença de mais espécies no gênero *Halimeda* J.V.Lamour. que as reconhecidas pela taxonomia tradicional, a partir de sequências de DNA plastidal do marcador UCP7, que codifica proteínas, e nuclear da região espaçadora (ITS), assim como levantaram hipóteses acerca dos fenômenos de vicariância do táxon.

Verbruggen *et al.* (2007), com base em sequências de *rbcL*, estudaram os limites de espécies de representantes de *Codium* Stackh. em escala global e discutiram acerca da evolução de caracteres morfológicos do gênero. Os autores observaram mais uma vez a presença de espécies crípticas, assim como uma alta taxa de endemismo local do gênero e adicionalmente discutem que possíveis eventos recentes de dispersão mascaram os eventos mais antigos responsáveis pela sua distribuição nos oceanos.

Algumas espécies da ordem também possuem limites taxonômicos problemáticos formando complexos de espécies, diversos desses encontrados no gênero *Caulerpa* J.V.Lamour. Sauvage *et al.* (2013) realizaram estudo molecular dos representantes do complexo “*Caulerpa racemosa-peltata*” da Nova Caledônia a partir de sequências de *tufA* e identificaram seis linhagens, entre elas *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, espécie exótica de rápida dispersão. Belton *et al.* (2014) também desenvolveram amplo estudo taxonômico esse complexo, utilizando sequências de DNA plastidal (*rbcL* e *tufA*), combinado a análises morfológicas. A identificação molecular apontou a presença de 11 espécies, destas cinco apresentavam ampla variedade fenotípica que resultava em problemas taxonômicos, além do reestabelecimento de *Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V.Lamour. e *Caulerpa macra* (Weber Bosse) Draisma & Prud’homme, e descrição de *Caulerpa megadisca* Belton & Gurgel.

Adicionalmente, a descrição de táxons crípticos e pseudocrípticos, integrando morfologia e dados moleculares dentro da ordem é frequente. Dijoux *et al.* (2012) reavaliaram a diversidade do gênero *Halimeda* da Nova Caledônia, agregando observações morfológicas com análises filogenéticas dos marcadores *rbcL* e *tufA*. A partir dos resultados, os autores sugeriram a presença de 22 espécies, sendo uma dessas críptica na região. Também para os representantes de *Halimeda*, da costa Japão, Kojima *et al.* (2015) utilizaram os marcadores *rbcL* e *tufA* em estudo taxonômico que resultou na confirmação de ocorrência de nove táxons e descrição de uma nova espécie, *Halimeda ryukyuensis* Kojima, Hanyuda & Kawai.

Belton *et al.* (2019) realizaram levantamento das espécies de *Caulerpa* do Sul Austrália utilizando sequências de *rbcL* e *tufA*. Os autores encontraram 28 espécies e duas variedades, e combinando dados morfológicos e filogenéticos descreveram *Caulerpa crispata* (Harv.) Belton & Gurgel, *C. copejanssi* Belton & Prud'homme e *Calerpa perplexa* Huisman, Belton, Draisma, Gurgel & Prud'homme, além de alterações nomenclaturais de alguns táxons. Lagourgue *et al.* (2020) em revisão do gênero monoespecífico *Tydemania* Weber Bosse, combinaram dados de morfologia e análises filogenéticas de sequências de *tufA*, *rbcL* e SSU rDNA para estabelecer que o gênero é composto por duas espécies, *Tydemania gardinerii* Weber Bosse e *Tydemania expeditiones* Gepp & Gepp.

### 3.2.5. Dasycladales Pascher

A ordem Dasycladales abriga representantes de talo sifonáceo, calcificado, de simetria radial e que se mantém grande parte do ciclo de vida com um único núcleo gigante, exceto quando está reprodutivo (Leliaert *et al.* 2012). O grupo possui registro fóssil bem conservado e é composto por três famílias e 203 espécies, estas exclusivamente tropicais (Zechman 2003; Guiry & Guiry 2021).

Estudos filogenéticos têm reconstruído as relações de Dasycladales de forma variável, com alguns trabalhos multiloci mostrando a relação mais próxima com Bryopsidales, também sifonácea (Cocquyt *et al.* 2010). Enquanto análises filogenômicas, com base no genoma plastidial, reconstruíram a ordem como mais proximamente relacionada de Trentepohliales (Fucikova *et al.* 2014; Leliaert & Lopez-bautista 2015) e Scotinosphaerales (Fang *et al.* 2018; Del Cortona *et al.* 2019). Por outro lado, a ordem é frequentemente reconstruída como um grupo monofilético com suporte moderado a alto, a partir de estudos multi-*loci* e com base no genoma nuclear (Verbruggen *et al.* 2009a; Cocquyt *et al.* 2010; Del Cortona *et al.* 2019).

Com relação às famílias, Zechman (2003) realizou o estudo filogenético com sequências de *rbcL*, concluindo que Polysphysaceae e Acetabulariaceae são monofiléticas, enquanto Dasycladaceae é parafilética. Mais recentemente, filogenias a partir de análises multigênicas reiteraram Polyphysaceae como um grupo monofilético, enquanto Dasycladaceae foi reconstruído como parafilético (Verbruggen *et al.* 2009a).

Por possuir talos calcificados, os representantes de Dasycladales possuem registro fóssil muito conservado. Olsen *et al.* (1994) utilizaram o SSU rDNA em uma investigação

sobre evolução da ordem, por meio do qual estimaram o período em que o grupo irradiou. A principal alteração foi realizada por Berger *et al.* (2003) em estudo filogenético e de evolução estrutural sobre Polyphysaceae. A partir das sequências de SSU rDNA, os autores propuseram alterações nomenclaturais de algumas espécies dos gêneros *Acetabularia* J.V.Lamour. e *Parvocaulis* Lam.

### 3.3. Estudos moleculares com Ulvophyceae marinhos no Brasil

O primeiro trabalho realizado com macroalgas verdes utilizando marcadores moleculares para acessar a biodiversidade brasileira foi realizado por Gestinari *et al.* (2004), que utilizou a região SSU para realizar análises filogenéticas de *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek. A análise, que incluiu exemplares coletados no Rio de Janeiro, Espírito Santo, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, foi o marco inicial para os estudos com o táxon, que culminou com a publicação de Gestinari *et al.* (2009), em que os autores concluíram que tanto o gênero *Cladophora* Kütz. quanto a espécie *Cladophora vagabunda* correspondem a táxons parafiléticos.

Posteriormente, Barata (2008) utilizou sequências de *tufA* e de ITS1 e ITS2 em estudo com o gênero *Caulerpa* J.V.Lamour. no litoral do Brasil. Para tal, foram incluídos exemplares coletados na Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As análises demonstraram que *Caulerpa verticillata* J. Agardh e *Caulerpa scalpelliformis* (R. Br. ex Turner) C. Agardh constituíam clados parafiléticos, enquanto *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh seria polifilético. A autora também pontuou a baixa eficácia do ITS enquanto marcador molecular por ser muito variado, dificultando o alinhamento.

Para o gênero *Codium*, Oliveira-Carvalho *et al.* (2012) utilizou sequências de *rbcL* para desenvolver estudo filogenético. Para as análises, foi coletado material no litoral da Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os resultados combinando análises morfológicas e moleculares, confirmaram a presença de sete espécies na costa brasileira, entre essas *C. pernambucensis* Oliveira-Carvalho & S.M.B. Pereira, espécie endêmica descrita neste último trabalho.

Pellizari *et al.* (2013) realizaram estudo extenso com exemplares do gênero de morfologia simples *Gayralia* K.L.Vinogr. Integrando morfologia, ontogenia e análise molecular de sequências de ITS, os autores descreveram *Gayralia brasiliensis* Pellizari,

M.C. Oliveira & N.S. Yokoya para a costa brasileira, assim como confirmaram a presença de *Gayralia oxyperma* (Kütz.) K.L.Vinogr. ex Scagel et al. para a regiões sul e sudeste do Brasil.

Alves (2015) produziu a filogenia dos representantes do gênero *Cladophora* da costa do Brasil produzida com base LSU rDNA, dos quais a autora referiu 19 espécies para a costa. Dentre as espécies referidas, os autores referem 4 novas espécies, sendo 3 crípticas. Além dos novos táxons, os autores também discutem a necessidade da proposição de um novo gênero para acomodar as espécies referidas como *C.catenata*, bem como a necessidade de alterações nomenclaturais em *C. coelothrix*, *C. laetevirens*, *C. prolifera* e *C. rupestris*.

Sena (2016) utilizou a ferramenta de “DNA barcode” para estudar a diversidade de macroalgas da região de manguezal da Ilha Barnabé (São Paulo, Brasil), utilizando os marcadores plastidiais *tufA* e *rbcL* para as algas verdes, análise na qual o primeiro marcador falhou. O autor confirmou a presença de *Boodleopsis vaucherioidea* Calderon-Saenz & Schnetter, assim como observou que as sequências de *Cladophoropsis membranacea* do Brasil não agrupam com nenhuma outra do mesmo gênero.

Ximenes *et al.* (2017) realizaram amplo estudo taxonômico e filogenético dos representantes de *Halimeda* J.V.Lamour. do Brasil, a partir de sequências de *tufA* e *rbcL*. Nos resultados, os autores observaram a presença de espécies crípticas na costa brasileira, além de confirmar a presença de *Halimeda incrassata* (J.Ellis) J.V.Lamour., *Halimeda opuntia* (L.) J.V.Lamour. e *Halimeda simulans* M. Howe. Com base nos dados os autores descreveram a espécie críptica e endêmica *H. jolyana* Ximenes, Bandeira-Pedrosa, Cassano, Oliveira-Carvalho & Pereira, cuja morfologia é indistinguível de *H. cuneata* K. Hering. Ainda para o mesmo gênero, Ximenes *et al.* (2019) descreveram para a secção Pseudo-opuntia a espécie críptica *H. sonieae* Ximenes, Oliveira-Carvalho, Bandeira-Pedrosa & Cassano, anteriormente identificada como *H. gracilis* Harv. Ex J. Agardh.

Já Batista (2018) utilizou sequências de *rbcL* para a realização de estudos biogeográficos com alguns gêneros de macroalgas, entre esses *Ulva*. A análise das sequências confirma a presença de problemas taxonômicos dentro do complexo *Ulva lactuca/Ulva fasciata* e uma espécie críptica. Não obstante, o material analisado proveniente da Arquipélago Fernando de Noronha revelou a presença da espécie exótica

*U. ohnoi* M.Hiraoka & S.Shimada, considerada invasora e oportunista em algumas áreas do globo.

Oliveira *et al.* (2021) realizaram o primeiro estudo molecular com o gênero *Bryopsis* utilizando os marcadores *tufA* e *rbcL*. No referido estudo foi evidenciado o polimorfismo dos representantes na costa brasileira causando, frequentemente, identificações equivocadas. Além disso os autores discutem que *Bryopsis pennata* e *B. pennata* var. *secunda* do Brasil podem representar espécies crípticas, necessitando ainda posteriores análises.

### **3.4. A costa alagoana e estudos com macroalgas verdes**

A costa de Alagoas possui 220 km de extensão e abriga também cerca de 80% dos 120 km da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, de Maceió até o município de Maragogi, a maior unidade de conservação (UC) marinha do Brasil (Ferreira & Maida 2006). A área foi criada em 1997 e visa a proteção dos recifes da região, altamente ameaçados por atividades humanas como de exploração pesqueira, turismo, processos acelerados de urbanização costeira que promovem eutrofização (Steiner *et al.* 2015).

A flora de macroalgas é escassamente caracterizada, sendo a primeira referência Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira (1969a) que citaram a ocorrência de *Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V.Lamour. (*Caulerpa racemosa* var. *laetevirens* (Mont.) Weber Bosse) e *C. denticulata* (*C. scalpelliformis* var. *denticulata* (Dec.) Weber Bosse).

Em seguida, Oliveira-Filho (1977) realizou revisão da flora de algas bentônicas do litoral do Brasil, citou 18 *taxa* de macroalgas verdes para o estado de Alagoas. Muniz (1993) em trabalho de novas ocorrências que referiu então 34 espécies para a localidade.

Bandeira-Pedrosa *et al.* (2004) caracterizaram os representantes do gênero *Halimeda* J.V.Lamour. da costa brasileira e pontuaram a presença de *H. incrassata* (J.Ellis) J.V.Lamour., *H. opuntia* (L.) J.V.Lamour. e *H. tuna* (J.Ellis & Sol.) J.V.Lamour. na costa de Alagoas. Posteriormente, Oliveira-Carvalho (2008) realizou um estudo taxonômico do gênero *Codium* Stack. e referiu para a costa de Alagoas a presença de *C. decorticutum* (Woodw.) M.Hower, *C. intertextum* Collins & Herv., *C. isthmocladum* Vickers e *C. taylorii* P.C.Silva, sendo *C. intertextum* e *C. taylorii* citados pela primeira vez para a costa do estado, resultados publicados posteriormente por Oliveira-Carvalho *et al.* (2010).



Para o gênero *Cladophora* Kütz. Gestinari *et al.* (2010) referiram *Cladophora coelothrix* Kütz., *C. prolifera* (Roth) Kütz. e *C. vagabunda* (L.) Hoek para Alagoas, sendo essas primeiras citações desses táxons para a região. Alves (2015) também incluiu espécimes provenientes do litoral de Alagoas em análises filogenéticas do gênero *Cladophora* Kütz. no litoral brasileiro. A autora citou pela primeira vez para o litoral de Alagoas *C. brasiliana* G. Martens, *C. corallicola* Borgesen, *C. laetevirens* (Dillwyn) Kütz., *C. socialis* Kütz. e *Willeella brachycladus* (Mont.) M.J. Wynne (como *C. montagneana* Kütz.), assim como *Cladophora* sp.

Já em estudo taxonômico de *Udotea* J.V.Lamour., Rocha (2016), relatou a presença de *U. dixonii* D.S.Littler & Littler e *U. flabellum* (J.Ellis & Sol.) J.V. Lamour. para a costa Alagoana. De forma semelhante, Ximenes (2015), em estudo taxonômico e filogenético do gênero *Halimeda*, confirmou a presença de *H. opuntia* e discutiu que *H. aff tuna* da costa brasileira, incluindo espécimes de Alagoas constituíra espécie críptica, em seguida publicado por Ximenes *et al.* (2017). Tais resultados foram reforçados com expansão da amostragem realizada posteriormente por Ximenes (2019).

A partir da revisão do acervo de macroalgas do Herbário do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (MAC), Lemos *et al.* (2017) referiu 23 táxons de macroalgas verdes para a costa de Alagoas, esses referentes à coletas realizadas entre 1981 e 1987. Em levantamento da flora de macroalgas do recife da Piscina do Amor, área de exclusão, Carneiro *et al.* (2018) levantaram 23 espécies de Ulvophyceae. Os autores discutiram ainda que a localidade abrigava a maior riqueza de espécies quando comparada com a flora das localidades circunvizinhas e não protegidas, ressaltando a importância da área de exclusão.

Mais recentemente em estudo com representantes do gênero *Caulerpa* J.V.Lamour. da costa de Alagoas, Carneiro *et al.* (2019) referiram 12 espécies e 3 variedades para a localidade, sendo *Caulerpa cupressoides* var. *flabellata* Borgesen, *C. kempfi* A.B.Joly & S.Pereira, *C. mexicana* Sond. ex Kütz., *C. microphysa* (Weber Bosse) Feldmann e *C. verticillata* J.Agardh referidas pela primeira vez para a região.

No que se refere à composição da flora do litoral de Alagoas, o mais recente checklist realizado por Menezes *et al.* (2015) listaram 39 espécies e 18 gêneros de Ulvophyceae. Em comparação com flora dos estados vizinhos, a riqueza é muito menor que a referida pelos mesmos autores para o estado de Pernambuco, sendo 93 espécies e

29 gêneros e maior que a listada para Sergipe, com 20 espécies e 10 gêneros (Menezes *et al.* 2015).

Se considerada a menor extensão de litoral do estado de Pernambuco, 180 km, e as semelhanças do litoral de Alagoas com este, a diferença na riqueza conhecida pode ser justificado pela lacuna de conhecimento da flora de macroalgas verdes marinhas do litoral de Alagoas (Horta 2001; Macêdo *et al.* 2004). A flora de Alagoas também tende a ser mais rica que a de Sergipe, uma vez que esta última sofre influência do Rio São Francisco, possuindo águas com baixa transparência e salinidade (Pereira *et al.* 2014).

#### 4. REFERÊNCIAS

- Acosta-Calderón JA, Hernández-Rodríguez C, Mendoza-González AC, Mateo-Cid LE (2018) Diversity and distribution of *Udotea* genus J.V. lamouroux (Chlorophyta, Udoteaceae) in the yucatan peninsula Littoral, Mexico. *Phytotaxa* 345:179–218. doi: 10.11646/phytotaxa.345.3.1
- Almeida WR de (2013) Macroalgas Marinhas Bentônicas da Ilha Bimarras, Região Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Almeida WR De, Alves AM, Guimarães SMPDB, Moura CW do N (2012) Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimarras Island, Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Iheringia - Ser Bot* 67:149–164
- Almeida WR de, Alves AM, Moura CW do N, et al (2014a) *Boodlea composita* (Harv.) F.Brand (Chlorophyta) no litoral nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26:476–480. doi: 10.1590/s0102-33062012000200023
- Almeida WR De, Maria S, Beauclair P De, Wallace C (2014b) Novas adições à flora marinha bentônica da costa nordeste do Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 69:97–106
- Altamirano M, Nunes JM de C (1997) Contribuciones al macrofitobentos del municipio de Camacari (Bahía, Brasil). *Acta Botanica Malacitana* 22:211. doi: 10.24310/abm.v22i0.8639
- Alves AM (2015) O Gênero *Cladophora* ( Chlorophyta ) no Litoral do Brasil: Estudos morfotaxonômico e molecular. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Feira de Santana
- Alves AM (2008) Estudo morfo-taxonômico de Cladophorophyceae(Chlorophyta) do litoral do estado da Bahia, Brasil. Dissertação de Metrado, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.
- Alves AM, De Souza Gestinari LM, Do Nascimento Moura CW (2011a) Morphology and taxonomy of *Anadyomene* species (Cladophorales, Chlorophyta) from Bahia, Brazil. *Botanica Marina* 54:135–145. doi: 10.1515/BOT.2011.015
- Alves AM, Gestinari L, Moura C (2010) The family Valoniaceae (Chlorophyta) in the state of Bahia, Brazil: morphological aspects and geographical distribution.. *Hidrobiologica* 20:171–184
- Alves AM, Gestinari LM de S, de Oliveira IS, et al (2012a) The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95:337–372. doi: 10.1127/0029-

- Alves AM, Gestinari LM de S, Moura CW do N (2012b) Flora da Bahia: Boodleaceae. SITIENIBUS série Ciências Biológicas 12:179. doi: 10.13102/scb128
- Alves AM, Gestinari LM de S, Moura CW do N (2011b) *Microdictyon* (Chlorophyta, Anadyomenaceae) do Estado da Bahia, Brasil. SITIENIBUS série Ciências Biológicas 11:57–61. doi: 10.13102/scb88
- Alves AM, Gestinari LMDS, Moura CWDN (2012c) Flora da Bahia: Siphonocladaceae. Sitenibus série Ciências Biológicas 12:167. doi: 10.13102/scb126
- Alves AM, Moura CWN, Alves GL, Gestinari LM de S (2009) The genera *Chaetomorpha* Kütz. nom. cons. and *Rhizoclonium* Kütz. (Chlorophyta) from the littoral of Bahia State, Brazil. Revista Brasileira de Botânica 32:545–570
- Amado-Filho GM, Manevelt GW, Pereira-Filho GH, et al (2010) Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. Ciencias Mar 36:371–391
- Bakker FT, Olsen JL, Stam WT (1995) Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. European Journal of Phycology 30:197–208. doi: 10.1080/09670269500650981
- Bakker FT, Olsen JL, Stam WT, Hoek C Van Den (1994) The *Cladophora* complex (Chlorophyta): New Views Based on 18s rDNA gene sequences. Molecular phylogenetics and Evolution 3:365–382
- Bakker FT, Olsen JL, Stam WT, Hoek C Van Den (1992) Nuclear Ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer Regions (ITS1 and ITS2) Define Discrete Biogeographic Groups in *Cladophora albida* (Chlorophyta). Journal of Phycology 28:839–845
- Bandeira-Pedrosa ME, Pereira SMB, Oliveira EC (2004) Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. Revista Brasileira Botânica 27:363–377. doi: 10.1590/s0100-84042004000200015
- Barata D (2008) Taxonomia e Filogenia do Gênero *Caulerpa* J . V . Lamour . (Bryopsidales , Chlorophyta) no Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo.
- Barata D (2004) Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo Clorofíceas Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo.
- Bast F, John AA, Bhushan S (2014) Strong endemism of bloom-forming tubular *Ulva* in Indian west coast, with description of *Ulva paschima* sp. nov. (Ulvales, chlorophyta). PLoS One

9:1–8. doi: 10.1371/journal.pone.0109295

- Bast F, Rani P (2019) First Report of *Ulva sapora* (Ulvales, Chlorophyta) from Indian Subcontinent. *International Journal of Plant Environment* 5:50–56. doi: 10.18811/ijpen.v5i01.9
- Batista MB (2018) Aspectos biogeográficos e filogenéticos de macroalgas marinhas no Atlântico Sudoeste. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina
- Batista MB (2012) Macrófitas Marinhas da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina
- Belton GS, Draisma SGA, Prud'homme van Reine WF, et al (2019) A taxonomic reassessment of *Caulerpa* (Chlorophyta, Caulerpaceae) in southern Australia, based on tufA and rbcL sequence data. *Phycologia* 58:234–253. doi: 10.1080/00318884.2018.1542851
- Belton GS, van Reine WFPP homme, Huisman JM, et al (2014) Resolving phenotypic plasticity and species designation in the morphologically challenging *Caulerpa racemosa-peltata* complex (Chlorophyta, Caulerpaceae). *Journal of Phycology* 50:32–54. doi: 10.1111/jpy.12132
- Berger S, Fettweiss U, Gleissberg S, et al (2003) 18S rDNA phylogeny and evolution of cap development in Polyphysaceae (formerly Acetabulariaceae; Dasycladales, Chlorophyta). *Phycologia* 42:506–561. doi: 10.2216/i0031-8884-42-5-506.1
- Bernardi J, Pellizzari F (2013) Morfologia comparada e mapeamento latitudinal de clorófitas monostromáticas (Ulotrichales) do Atlântico Sul e Península Antártica. *Acta Botanica Venezuelana* 36:269–286
- Blomster J, Maggs CA, Stanhope MJ (1999) Extensive Intraspecific Morphological Variation in *Enteromorpha muscoides* (Chlorophyta) Revealed By Molecular Analysis. *Journal of Phycology* 35:575–586. doi: 10.1046/j.1529-8817.1999.3530575.x
- Boedeker C, Kelly CJ, 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* 48:808–825. doi: 10.1111/j.1529-8817.2012.01145.x
- Boedeker C, Leliaert F, Timoshkin OA, et al (2018) The endemic Cladophorales (Ulvophyceae) of ancient Lake Baikal represent a monophyletic group of very closely related but morphologically diverse species. *Journal of Phycology* 54:616–629. doi: 10.1111/jpy.12773
- Boedeker C, Leliaert F, Zuccarello GC (2016) Molecular phylogeny of the Cladophoraceae

- (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of *Acrocladus* Nägeli and *Willeella* Børgesen, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov. *J Phycol* 52:905–928. doi: 10.1111/jpy.12457
- Bold CH, Wynne MJ (1978) Introduction to the Algae: structure and reproduction
- Bot PVM, Stam WT, van den Hoek C (1990) Genotypic Relations between Geographic Isolates of *Cladophora laetevirens* and *C. vagabunda*. *Botanica Marina* 33:441–446
- Braga M do R de A, Fujii MT, Cordeiro-Marino M (1997) Monostromatic green algae (Ulvales, Chlorophyta) of São Paulo and Paraná states (Brazil): distribution, growth, and reproduction. *Revista Brasileira de Botânica* 20:197–203. doi: 10.1590/s0100-84041997000200010
- Brasileiro PS, Yoneshigue-Valentin Y, Bahia RG, et al (2009) Algas Marinhas Bentônicas Da Região De Cabo Frio E Arredores: Síntese Do Conhecimento. *Rodriguésia* 60:39–66
- Brayner S, Pereira SMB, Bandeira-Pedrosa ME (2009) Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales - Chlorophyta) na costa de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:914–928. doi: 10.1590/s0102-33062008000400003
- Brayner SG (2007) Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales-Chlorophyta) no litoral de Pernambuco. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco
- Bula-Meyer G (1982) Adiciones a Las Cloroficeas Marinas del Caribe Colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones del Mar* 12:127–136
- Cabrera R, Alfonso Y (2009) Notas sobre el género *Penicillus*(Udoteaceae, Chlorophyta) para Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nac* 30:239–244
- Carl C, De Nys R, Lawton RJ, Paul NA (2014) Methods for the induction of reproduction in a tropical species of filamentous *Ulva*. *PLoS One* 9:2–11. doi: 10.1371/journal.pone.0097396
- Carneiro VAR, Brito JOF, Lemos RPL, Guedes ÉAC (2018) Macroalgas marinhas bentônicas da Piscina do Amor, Enseada de Pajuçara, Alagoas - Brasil. *AmbientAL* 2:41–68
- Carneiro VAR, Oliveira-carvalho MDF De, Brito JOF, et al (2019) Ocorrência e distribuição do gênero *Caulerpa* J . V . Lamour . ( Bryopsidales - Chlorophyta ) no Estado de Alagoas , Nordeste Brasileiro. *Hoehnea* 46:1–18
- Chávez-sánchez T, Piñón-gimate A, Iii JTM, et al (2019) First report , along with nomenclature adjustments , of *Ulva ohnoi* , *U . tepida* and *U . torta* ( Ulvaceae , Ulvaes , Chlorophyta )

from northwestern Mexico. *Bot Mar* 62:113–123

- Chen L, Feng J, Xie S (2015) *Ulva shanxiensis* (Ulvaceae), a New Species from Shanxi, China . *Novon A Journal of Botanic Nomenclature* 23:397–405. doi: 10.3417/2013021
- Clerck O De, Kao SM, Bogaert KA, et al (2018) Insights into the Evolution of Multicellularity from the Sea Lettuce Genome. *Current Biology* 28:1–13. doi: 10.1016/j.cub.2018.08.015
- Cocentino ALM, Fujii MT, Reis TN V, et al (2010) Diversity and distribution Patterns of the infralittoral green macroalgae from Potiguar basin, Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24:986–996. doi: 10.1590/S0102-33062010000400014
- Cocquyt E, Verbruggen H, Leliaert F, De Clerck O (2010) Evolution and cytological diversification of the green seaweeds (Ulvophyceae). *Molecular Biology and Evolution* 27:2052–2061. doi: 10.1093/molbev/msq091
- Collado-Vides L, Avila C, Blair S, et al (2013) A persistent bloom of *Anadyomene* J.V. Lamouroux (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in Biscayne Bay, Florida. *Aquatic Botany* 111:95–103. doi: 10.1016/j.aquabot.2013.06.010
- Collins FS, Hervey AB (1917) The algae of Bermuda. *Proceedings of American Academy of Arts and Sciences* 53:1–195. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Copejans E, Leliaert F, Verbruggen H, et al (2004) The marine green and brown algae of Rodrigues (Mauritius, Indian Ocean). *J Nat Hist* 38:2959–3019. doi: 10.1080/00222930410001695024
- Cordeiro-Marino M (1993) Monostromatic green algae from Espírito Santo State, Brazil: life-history, growth and reproduction in culture. *Revista Brasileira de Biologia* 53:285–293
- Costa IO, Caires TAC, Pereira-Filho GH, Nunes JMDC (2012) Macroalgas bentônicas associadas a bancos de *Hypnea musciformis*(Wulfen) J.V. Lamour.(Rhodophyta - Gigartinales) em duas praias do litoral baiano. *Acta Botanica Brasilica* 26:493–507
- Costa OSJ, Attrill MJ, Pedrini AG, De-Paula JC (2002) Spatial and Seasonal Distribution of Seaweeds on Coral Reefs from Southern Bahia, Brazil AN - prod.academic\_MSTAR\_289061800; 5468102. *Botanica Marina* 45:346–355
- Coto ACSP (2007) Biodiversidade de Clorófitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de São Paulo . Tese de Doutorado, Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente.
- Coto ACSP, Pupo D (2009) Flora ficológica do estado de São Paulo. vol. 3–Ulvophyceae. Ed Rima, São Paulo

- Cremer MCM, Leliaert F, West J, et al (2019) Reassessment of the classification of Bryopsidales (Chlorophyta) based on chloroplast phylogenomic analyses. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 130:397–405
- Cui J, Monotilla AP, Zhu W, et al (2018) Taxonomic reassessment of *Ulva prolifera* (Ulvophyceae, Chlorophyta) based on specimens from the type locality and Yellow Sea green tides. *Phycologia* 57:692–704. doi: 10.2216/17-139.1
- Curtis NE, Dawes CJ, Pierce SK (2008) Phylogenetic analysis of the large subunit rubisco gene supports the exclusion of *Avrainvillea* and *Cladocephalus* from the Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 44:761–767. doi: 10.1111/j.1529-8817.2008.00519.x
- De Clerck O, Verbruggen H, Huisman JM, et al (2008) Systematics and biogeography of the genus *Pseudocodium* (Bryopsidales, Chlorophyta), including the description of *P. natalense* sp. nov. from South Africa. *Phycologia* 47:225–235. doi: 10.2216/07-79.1
- de Oliveira Filho EC, Ugadim Y (1976) A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). *Phycologia* 15:41–44. doi: 10.2216/i0031-8884-15-1-41.1
- De Szechy MTM, Nassar CAG, Falcão C, Maurat MCS (1989) Contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas de Fernando de Noronha. *Rodriguesia* 41:53–61
- Del Cortona A, Jackson C, Buchheim MA, et al (2019) Neoproterozoic origin and multiple transitions to macroscopic growth in green seaweeds. *Proceeding of National Academy of Sciences*. doi: 10.1073/pnas.1910060117
- Del Cortona A, Leliaert F, Bogaert KA, et al (2017) The Plastid Genome in Cladophorales Green Algae Is Encoded by Hairpin Chromosomes. *Current Biology* 27:3771-3782.e6. doi: 10.1016/j.cub.2017.11.004
- Dickie G (1873) XV. Enumeration of Algae from Bahia, collected by H.N.Moseley, M.A., Naturalist to H.M.S. “Challenger” (Sept. 25th, 1873). In: Mr. H.N. Moseley on Plants from Tristan Island D’Acunha
- Dijoux L, Verbruggen H, Mattio L, et al (2012) Diversity of *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in New Caledonia: A Combined Morphological and Molecular Study. *Journal of Phycology* 48:1465–1481. doi: 10.1111/jpy.12002
- Doyle JJ, Doyle JL (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue
- Draisma SGA, van Reine WFP, Sauvage T, et al (2014) A re-assessment of the infra-



- generic classification of the genus *Caulerpa* (Caulerpaceae, Chlorophyta) inferred from a time-calibrated molecular phylogeny. *Journal of Phycology* 50:1020–1034. doi: 10.1111/jpy.12231
- Famà P, Wysor B, Kooistra WHCF, et al (2002) Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from Chloroplast *tufA* gene. *Journal of Phycology* 38:1040–1050
- Fang L, Leliaert F, Novis PM, et al (2018) Improving phylogenetic inference of core Chlorophyta using chloroplast sequences with strong phylogenetic signals and heterogeneous models. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 127:248–255. doi: 10.1016/j.ympev.2018.06.006
- Ferreira-Correia MM, Brandão MD. (1974) Flora ficológica marinha da Ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). I-Chlorophyta. *Arquivos Ciências do Mar* 14:67–89
- Ferreira-Correia MM, Pinheiro-Vieira F (1969a) Estudos taxonômicos sobre o gênero *Caulerpa* Lamouroux, no Nordeste Brasileiro (Chlorophyta: Caulerpaceae). *Arquivos Ciências do Mar* 9:147–161
- Ferreira-Correia MM, Pinheiro-Vieira F (1969b) Terceira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste Brasileiro. *Arquivos de Ciências do Mar* 9:21–26
- Ferreira BP, Maida M (2006) Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil. Brasília
- Ferreira MM, Pinheiro FC (1966) Primeira contribuição ao inventário das macroalgas marinhas bentônicas do Nordeste Brasileiro. *Arquivos Est Biologia da Universidade Federal do Ceará* 6:59–66
- Flagella MM, Andreakis N, Hiraoka M, et al (2010) Identification of cryptic *Ulva* species (Chlorophyta, Ulvales) transported by ballast water. *Journal do Biological Research* 13:47–57
- Floyd GL, O’Kelly CJ (1984) Motile Cell Ultrastructure and the Circumscription of the Orders Ulotrichales and Ulvales (Ulvophyceae, Chlorophyta). *American Journal of Botany* 71:111. doi: 10.2307/2443630
- Friedl T, O’Kelly CJ (2002) Phylogenetic relationships of green algae assigned to the genus *Planophila* (Chlorophyta): Evidence from 18S rDNA sequence data and ultrastructure. *European Journal of Phycology* 37:373–384. doi: 10.1017/S0967026202003712
- Fucikova K, Leliaert F, Cooper ED, et al (2014) New phylogenetic hypotheses for the core Chlorophyta based on chloroplast sequence data. 2:1–12. doi: 10.3389/fevo.2014.00063
- García M, Vera B, Gómez S (2003) *Acetabularia myriospora* Joly & Cordeiro-Marino (

- Chlorophyta , Polyphysaceae ) a new record for the Venezuelan Coast. *Acta Botánica Venezuélica* 26:231–236
- Gepp A, Gepp ES (1911) The Codiaceae of the Siboga-Expedition including a Monograph of *Flabellarieae* and *Udoteae*, 62nd edn.
- Gestinari LM de S, Pereira SMB, Yoneshige-Valentin Y, et al (2009) Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32:531–538. doi: 10.1590/s0100-84042009000300012
- Gestinari LMDS (2004) Taxonomia e distribuição do gênero *Cladophora* Kützing (Cladophorales, Chlorophyta) no litoral brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco
- Gestinari LMDS, Pereira SMB, Yoneshigue-Valentin Y (2010) Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14:22. doi: 10.11646/phytotaxa.14.1.2
- Guiry GM, Guiry MD (2021) AlgaeBase. In: World-wide Electron. Publ. Natl. Univ. Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>
- Hall JD, Fucikova K, Lo C, et al (2010) An assessment of proposed DNA barcodes in freshwater green algae. *Cryptogam Algologie* 31:529–555
- Hanyuda T, Arai S, Ueda K (2000) Variability in the rbcL Introns of Caulerpalean Algae ( Chlorophyta , Ulvophyceae ). *Journal of Plant Research* 113:403–413
- Hanyuda T, Wakana I, Arai S, et al (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. doi: 10.1046/j.1529-8817.2002.01151.x
- Hayakawa Y ichiro, Ogawa T, Yoshikawa S, et al (2012) Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) in various salinity regimes. *Phycological Research* 60:86–97. doi: 10.1111/j.1440-1835.2012.00641.x
- Hayden HS, Blomster J, Maggs CA, et al (2003) Linnaeus was right all along: *Ulva* and *Enteromorpha* are not distinct genera. *European Journal of Phycology* 38:277–294. doi: 10.1080/1364253031000136321
- Hayden HS, Waaland JR (2002) Phylogenetic systematics of the Ulvaceae (Ulvales, Ulvophyceae) and the genus *Ulva* L. using on chloroplast and nuclear sequences. *Journal of*

Phycology 38:1200–1212

Hayden HS, Waaland JR (2004) A molecular systematic study of *Ulva* ( Ulvaceae , Ulvales ) from the northeast Pacific. *Phycologia* 43:364–382

Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, et al (2003) Biological identifications through DNA barcodes. *Proceeding of Royal Society of Botany Biol Sci* 270:313–321. doi: 10.1098/rspb.2002.2218

Hebert PDN, Ratnasingham S, de Waard JR (2006) Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species . *Proceedings of Royal Society of London Ser B Biol Sci* 270:. doi: 10.1098/rsbl.2003.0025

Hiraoka M, Shimada S, Uenosono M, Masuda M (2004) A new green-tide-forming alga, *Ulva ohnoi* Hiraoka et Shimada sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae) from Japan. *Phycological Research* 52:17–29. doi: 10.1111/j.1440-1835.2004.tb00311.x

Hoek C Van Den, Chihara M (2000) A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far East. *National Sciences Museum Monogr* 19:1–242

Hoek C Van Den, Mann DG, Jahns HM (1995) *Algae: an introduction to phycology*

Horta PA (2000) *Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: taxonomia e biogeografia*. PhD Thesis Universidade de Sao Paulo

Horta PA (2001) Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28:243–265

Howe MA (1918) Class 3. Algae. In: Britton NL (ed) *Flora of Bermuda*. Charles Scribner's Sons, New York, pp 489–540

Howe MA (1909) *Phycological Studies-IV . The Genus Neomeris and Notes on Other Siphonales*. *Bulletin of Torrey Botany Club* 36:75–104

Huang B, Teng L, Ding L (2016) Morphological and molecular discrimination of green macroalgae *Chaetomorpha aerea* and *C . linum*. *Acta Oceanol Sin* 35:118–123. doi: 10.1007/s13131-016-0841-x

Joly A, Marino M, Ugadim Y, et al (1965) *New Marine Algae From Brazil*. *Arquivos de Ciências do Mar* 5

Joly AB (1964) *Flora Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo e Regiões Circunvizinhas*. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo* 21:3, 7, 9, 11–13, 15–259, 261–268, 270–389, 391–393

- Joly AB, Pereira SMB (1973) A New *Anadyomene* From The Tropical American South Atlantic. Boletim Botânica da Universidade de São Paulo 1:79–83
- Jónsson S (1965) La validité et la délimitation de l'ordre des Siphonocladales. Trav dédiés a Lucien Plantefol, Masson Cie, Paris 391–406
- Jorge RR, Harari J, Fujii MT (2012) Macroalgal composition and its association with local hydrodynamics in the Laje de Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic, São Paulo, Brazil. Brazilian J Oceanogr 60:405–419. doi: 10.1590/S1679-87592012000300012
- Kanagawa AI (1983) Ulvales (Chlorophyta) Marinhas do Estado de São Paulo, Brasil. Universidade de São Paulo
- Kanagawa AI (1984) Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba - Brasil. Universidade de São Paulo, São Paulo
- Kazi MA, Kavale MG, Singh V V. (2016) Morphological and molecular characterization of *Ulva chaugulii* sp. nov., *U. lactuca* and *U. ohnoi* ( Ulvophyceae , Chlorophyta ) from India. Phycologia 55:45–54. doi: 10.2216/15-11.1
- Kazi MA, Reddy CRK, Jha B (2013) Molecular phylogeny and barcoding of caulerpa (bryopsidales) based on the *tufA*, *rbcL*, 18S rDNA and ITS rDNA genes. PLoS One 8:. doi: 10.1371/journal.pone.0082438
- Kirkendale L, Saunders GW, Winberg P (2013) A Molecular Survey of *Ulva* (Chlorophyta) in Temperate Australia Reveals Enhanced Levels of Cosmopolitanism. Journal of Phycology 49:69–81. doi: 10.1111/jpy.12016
- Kojima R, Hanyuda T, Kawai H (2015) Taxonomic re-examination of Japanese *Halimeda* species using genetic markers, and proposal of a new species *Halimeda ryukyuensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). Phycological Research 63:178–188. doi: 10.1111/pre.12095
- Kooistra WHCF (2002) Molecular phylogenies of Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta) reveal nonmonophyly for *Udotea*, *Penicillus* and *Chlorodesmis*. Phycologia 41:453–462
- Kooistra WHCF, Stam WT, Olsen JL, Hoek C Van Den (1992) Biogeography of *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophyta) based on comparison of nuclear rDNA ITS sequences. Journal Phycology 28:660–668
- Kornmann P, Sahling PH (1983) Meeresalgen von Helgoland: Ergänzung. Helgoländer Meeresuntersuchungen 36:1–65. doi: 10.1007/BF01995795
- Kraft GT, Wynne MJ (1996) Delineation of the genera *Struvea* Sonder and *Phyllocladon* J.E.Gray (Cladophorales, Chlorophyta). Phycological Research 44:129–142

- Kraft LGK, Kraft GT, Waller RF (2010) Investigations into southern Australian *Ulva* (ulvophyceae, chlorophyta) taxonomy and molecular phylogeny indicate both cosmopolitanism and endemic cryptic species. *Journal of Phycology* 46:1257–1277. doi: 10.1111/j.1529-8817.2010.00909.x
- Krellwitz EC, Kowalik K V, Manos PS (2001) Molecular and morphological analyses of *Bryopsis* ( Bryopsidales , Chlorophyta ) from the western North Atlantic and Caribbean. *Phycologia* 40:330–339
- Krupnik N, Paz G, Douek J, et al (2018) Native, invasive and cryptogenic *Ulva* species from the Israeli Mediterranean Sea: risk and potential. *Mediterranean Marine Sciences* 19:132. doi: 10.12681/mms.2104
- Labanca L (1967) Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do Nordeste Brasileiro. *Trabados do Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco* 9:325–436
- Lagourgue L, Puillandre N, Payri CE (2018) Exploring the Udoteaceae diversity ( Bryopsidales , Chlorophyta ) in the Caribbean region based on molecular and morphological data. *Mol Phylogenetics and Evolution* 127:758–769. doi: 10.1016/j.ympev.2018.06.023
- Lagourgue L, Verbruggen H, Ampou EE, Payri CE (2020) One hundred years later, resurrection of *Tydemaniania gardineri* A. Gepp & E. Gepp (Udoteaceae, Chlorophyta) based on molecular and morphological data. *European Journal of Phycology* 55:89–99. doi: 10.1080/09670262.2019.1654618
- Lam DW, Zechman FW (2006) Phylogenetic analyses of the Bryopsidales (Ulvophyceae, Chlorophyta) based on rubisco large subunit gene sequences. *Journal of Phycology* 42:669–678. doi: 10.1111/j.1529-8817.2006.00230.x
- Lee HW, Kang JC, Kim MS (2019) Taxonomy of *Ulva* causing blooms from Jeju island, Korea with new species, *U. pseudo-ohnoi* sp. nov. (ulvales, chlorophyta). *Algae* 34:253–266. doi: 10.4490/algae.2019.34.12.9
- Lee RE (2008) *Phycology*, 4th edn. Cambridge University Press, New York
- Leliaert F (2004) Taxonomic and phylogenetic studies in the Cladophorophyceae (Chlorophyta). *Vakgr Biol* 302
- Leliaert F, Boedeker C, Peña V, et al (2009a) *Cladophora rhodolithicola* sp. nov. (Cladophorales, Chlorophyta), a diminutive species from European maerl beds. *European Journal of Phycology* 44:155–169. doi: 10.1080/09670260802573113
- Leliaert F, Clerck O De, Verbruggen H, et al (2007) Molecular phylogeny of the Siphonocladales

- ( Chlorophyta : Cladophorophyceae ). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44:1237–1256. doi: 10.1016/j.ympev.2007.04.016
- Leliaert F, Coppejans E (2006) A revision of *Cladophoropsis* Børgesen ( Siphonocladales , Chlorophyta ). *Phycologia* 45:657–679. doi: 10.2216/06-07.1.A
- Leliaert F, Coppejans E (2007a) Morphological re-assessment of the *Boodlea composita* – *Phyllodictyon anastomosans* species complex ( Siphonocladales : Chlorophyta ). *Australian Systematics Botany* 20:161–185
- Leliaert F, Coppejans E (2007b) Systematics of two deep-water species from the Indo-West Pacific : *Struvea gardineri* A . Gepp & E . Gepp and *Phyllodictyon orientale* ( A . Gepp & E . Gepp ) Kraft & M . J . Wynne ( Siphonocladales , Chlorophyta ). *Botanical Journal Linnean Society* 153:115–132
- Leliaert F, Coppejans E (2003) The marine species of *Cladophora* ( Chlorophyta ) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76:. doi: 10.1127/0029-5035/2003/0076-0045
- Leliaert F, Lopez-bautista JM (2015) The chloroplast genomes of *Bryopsis plumosa* and *Tydemania expeditiones* ( Bryopsidales , Chlorophyta ): compact genomes and genes of bacterial origin. *BMC Genomics* 1–20. doi: 10.1186/s12864-015-1418-3
- Leliaert F, Lopez-Bautista JM, De Clerck O (2015) Class Ulvophyceae KR Mattox & KD Stewart. In: *Syllabus of plant families: A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, part 2/1: photoautotrophic eukaryotic algae*. Schweizerbart, pp 247–281
- Leliaert F, Payo DA, Calumpong HP, De Clerck O (2011) *Chaetomorpha philippinensis* (Cladophorales, Chlorophyta), a new marine microfilamentous green alga from tropical waters. *Phycologia* 50:384–391. doi: 10.2216/10-76.1
- Leliaert F, Rousseau F, Reviere B De, et al (2003) Phylogeny of the Cladophorophyceae ( Chlorophyta ) inferred from partial LSU rRNA gene sequences : is the recognition of a separate order Siphonocladales justified ? *European Journal Phycology* 38:233–246. doi: 10.1080/1364253031000136376
- Leliaert F, Smith DR, Moreau H, et al (2012) Phylogeny and Molecular Evolution of the Green Algae. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences* 31:1–46. doi: 10.1080/07352689.2011.615705
- Leliaert F, Verbruggen H, Vanormelingen P, et al (2014) DNA-based species delimitation in algae. *European Journal of Phycology* 49:179–196. doi: 10.1080/09670262.2014.904524
- Leliaert F, Verbruggen H, Wysor B, Clerck O De (2009b) DNA taxonomy in morphologically

- plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta: Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53:122–133. doi: 10.1016/j.ympev.2009.06.004
- Lemos RPL, Carneiro VAR, Guedes ÉAC, Costa MM da S (2017) Macroalgas marinhas do Estado de Alagoas: coleção histórica e perspectivas. *AmbientAL* 1:122–140
- Lewis LA, McCourt RM (2004) Green algae and the origin of land plants. *American Journal of Botany* 91:1535–1556
- Lindstrom SC, Hanic LA (2005) The phylogeny of North American *Urospora* (Ulotrichales, Chlorophyta) based on sequence analysis of nuclear ribosomal genes, introns and spacers. *Phycologia* 44:194–201
- Littler DS, Littler MM (1990) Systematics of *Udotea* species (Bryopsidales, Chlorophyta) in the tropical western Atlantic. *Phycologia* 29:206–252. doi: 10.2216/i0031-8884-29-2-206.1
- Littler DS, Littler MM (2000) Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics, Inc, Washington, DC 542:
- Littler DS, Littler MM (1991) Systematic of *Anadyomene* species (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in the Tropical Western Atlantic. *Journal of Phycology* 101–118
- Liu J, Zhao X, Kang X, et al (2019) Good news: we can identify *Ulva* species erupted in the Yellow Sea more easily and cheaply now. *Conservation and Genetic Resources* 1–3. doi: 10.1007/s12686-019-01114-x
- Macêdo SJ, Muniz K, Montes MJF (2004) Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. *Oceanogr um cenário Trop Recife Bagaço* 255–258
- Martins NTM (2016) Physiological responses of *Ulva fasciata* Delile (Ulvales, Chlorophyta): comparison of two populations from thermally distinct sites from Brazilian coast. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo
- Masakiyo Y, Shimada S (2014) Species Diversity of the Genus *Ulva* (Ulvothyceae, Chlorophyta) in Japanese Waters, with Special Reference to. *Bulletin of National Museum of Natural Sciences* 40:1–13
- Matsumoto K, Shimada S (2015) Systematics of green algae resembling *Ulva conglobata*, with a description of *Ulva adhaerens* sp. nov. (Ulvales, Ulvothyceae). *European Journal of Phycology* 50:100–111. doi: 10.1080/09670262.2014.994189
- Matteucci SD, Colma A (1982) Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General

de la Organización de los Estados Americanos Washington, DC

- Mattox KR, Stewart KD (1984) Systematics of the green algae. *Classif. green algae a concept based Compared Cytology*. pp-29
- Mattox KR, Stewart KD (1977) Cell division in the scaly green flagellate *Heteromastix angulata* and its bearing on the origin of the Chlorophyceae. *American Journal of Botany* 64:931–945
- McDevit DC, Saunders GW (2009) On the utility of DNA barcoding for species differentiation among brown macroalgae (Phaeophyceae) including a novel extraction protocol. *Phycological Research* 57:131–141. doi: 10.1111/j.1440-1835.2009.00530.x
- Melton JT, Collado-Vides L, Lopez-Bautista JM (2016) Molecular identification and nutrient analysis of the green tide species *Ulva ohnoi* M. Hiraoka & S. Shimada, 2004 (Ulvophyceae, chlorophyta), a new report and likely nonnative species in the Gulf of Mexico and Atlantic Florida, USA. *Aquatic Invasions* 11:225–237. doi: 10.3391/ai.2016.11.3.01
- Menezes M, Bicudo CEM, Moura CWN, et al (2015) Update of the Brazilian floristic list of algae and cyanobacteria. *Rodriguesia* 66:1047–1062. doi: 10.1590/2175-7860201566408
- Miladi R, Manghisi A, Armeli Minicante S, et al (2018a) A DNA Barcoding Survey of *Ulva* (Chlorophyta) in Tunisia and Italy Reveals the Presence of the Overlooked Alien *U. ohnoi*. *Cryptogamie Algologie* 39:85–107. doi: 10.7872/crya/v39.iss1.2018.85
- Miladi R, Manghisi A, Minicante SA, National I (2018b) A DNA Barcoding Survey of *Ulva* (Chlorophyta) in Tunisia and Italy Reveals the Presence of the Overlooked Alien *U. ohnoi*. *Cryptogamie Algologie* 39:85–107. doi: 10.7872/crya/v39.iss1.2018.85
- Muniz JA (1993) Enumeração de novas ocorrências de algas marinhas bêntônicas para o estado de Alagoas, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 8:1–4
- Nascimento Moura CW do, Romualdo de Almeida W, Araújo dos Santos A, et al (2014) Polyphysaceae (Dasycladales, Chlorophyta) in Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 28:147–164
- Nielsen R, Pitsersen G, Seberg O, et al (2013) Revision of the genus *Ulvella* (Ulvellaceae, Ulvophyceae) based on morphology and *tufA* gene sequences of species in culture, with *Acrochaete* and *Pringsheimiella* placed in synonymy. *Phycologia* 52:37–56. doi: 10.2216/11-067.1
- Norris JN (2010) *Marine Algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae*. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, D.C.



- Nunes JM de C (1998a) Catálogo De Algas Marinhas Bentônica do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 23:5–21
- Nunes JM de C (1998b) Rodofíceas Marinhas Bentônicas Da Orla Oceânica De Salvador, Estado Da Bahia, Brasil. *Insula* 27–37
- Nunes JM de C, Santos ACC, Santana LC (2005) Novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado da Bahia , Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 60:99–106
- O’Kelly CJ, Kurihara A, Shipley TC, Sherwood AR (2010) Molecular assessment of *Ulva* spp. (Ulvophyceae, Chlorophyta) in the Hawaiian islands. *Journal of Phycology* 46:728–735. doi: 10.1111/j.1529-8817.2010.00860.x
- O’Kelly CJ, Wysor B, Bellows WK (2004) *Collinsiella* (Ulvophyceae, Chlorophyta) and other ulotrichalean taxa with shell-boring sporophytes form a monophyletic clade. *Phycologia* 43:41–49
- Oliveira-Carvalho M de F, Oliveira MC, Pereira SMB, Verbruggen H (2012) Phylogenetic analysis of *Codium* species from Brazil, with the description of the new species *C. pernambucensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 47:355–365. doi: 10.1080/09670262.2012.718363
- Oliveira-Carvalho M de F, Pereira SMB, Pedroche FF (2010) Taxonomy and distribution of the green algal genus *Codium* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. *Nova Hedwigia* 91:87–109. doi: 10.1127/0029-5035/2010/0091-0087
- Oliveira-Carvalho MDF (2008) Taxonomia, distribuição geográfica e filogenia do gênero *Codium* Stackhouse ( Bryopsidales-Chlorophyta) no litoral brasileiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Oliveira-Filho EC (1977) Algas Marinhas Bentônicas do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira-Filho EC, Ugadim Y (1974) New References Of Benthic Marine Algae To Brazilian Flora. *Boletim de Botânica* 2:71–91
- Oliveira EC de (2002) Macroalgas marinhas da costa brasileira-estado do conhecimento, usos e conservação biológica. Araújo EL al 122–127
- Oliveira MGT, Pereira SMB, Benko-Iseppon AM, et al (2021) First molecular analysis of the genus *Bryopsis* ( Bryopsidales , Chlorophyta ) from Brazil , with an emphasis on the Pernambuco coast. *Acta Botanica Brasilica* 1–18. doi: 10.1590/0102-33062020abb0154
- Olsen JL, Stam WT, Berger S, Menzel D (1994) 18S rDNA and Evolution in The Dasycladales

- (Chlorophyta): Modern Living Fossils. *Journal of Phycology* 30:729–744
- Papenfuss GF (1958) Notes on algal nomenclature IV. Various genera and species of Chlorophyceae, Phaeophyceae and Rhodophyceae. *Taxon* 104–109
- Pedrini A de G, Gonçalves JEA, Fonseca MCS, et al (1989) A Survey of the marine algae of Trindade Island, Brazil. *Botanica Marina* 32:97–99
- Pellizzari F, Oliveira EC, Yokoya NS (2008) Life-history, thallus ontogeny, and the effects of temperature, irradiance and salinity on growth of the edible green seaweed *Gayralia* spp. (Chlorophyta) from Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology* 20:75–82. doi: 10.1007/s10811-007-9183-6
- Pellizzari F, Oliveira MC, Da Silva Medeiros A, et al (2013) Morphology, ontogeny, and phylogenetic position of *Gayralia brasiliensis* sp. nov. (Ulotrichales, Chlorophyta) from the southern coast of Brazil. *Botanica Marina* 56:197–205. doi: 10.1515/bot-2012-0197
- Pereira SMB (1974) Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e Arredores. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo
- Pereira SMB, Accioly M da C (1998) 25 Clorofíceas marinhas bentônicas da praia de Serrambi, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12:25–51
- Pereira SMB, Alves F, Elizabeth M (2007) Algas Pluricelulares do Infralitoral da Praia de Gaibú. *Gayana* 951–953
- Pereira SMB, Torres J, Gestinari LM de S (2014) Composition and distribution of deep water macroalgae species from the continental shelf of Sergipe State, Brazil. *Phytotaxa* 190:250–267. doi: 10.11646/phytotaxa.190.1.15
- Pinheiro-Vieira F, Ferreira-Correia MM, Pinheiro-Vieira F (1970) Quarta Contribuição Ao Inventário Das Algas Marinhas Bentônicas Do Nordeste Brasileiro. *Arquivo Ciências do Mar* 10:189–192. doi: 10.32360/acmar.v10i2.32770
- Pinheiro-Vieira F, Ferreira MM (1968) Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste Brasileiro. *Arquivos Est. Biologia da Universidade Federal do Ceará* 8:75–82
- Pirian K, Piri K, Sohrabipour J, et al (2016) Molecular and morphological characterisation of *Ulva chaugulii*, *U. paschima* and *U. ohnoi* (Ulvophyceae) from the Persian Gulf, Iran. *Botanica Marina* 59:147–158. doi: 10.1515/bot-2016-0009
- Pombert J-F, Otis C, Lemieux C, Turmel M (2005) The Chloroplast Genome Sequence of the Green Alga *Pseudendoclonium akinetum* (Ulvophyceae) Reveals Unusual Structural

- Features and New Insights into the Branching Order of Chlorophyte Lineages. *Molecular Biology and Evolution* 22:1903–1918. doi: 10.1093/molbev/msi182
- Pupo D (2011) Marine benthic algae from Santa Catarina state, Southern Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica*; No 20
- Pupo D, Coto ACSP (2011) Lista de Ulvophyceae do estado de São PAULO. *Biota Neotropica* 11:137–142
- Rambaut A, Drummond AJ, Xie D, et al (2018) Posterior summarization in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67:901–904. doi: 10.1093/sysbio/syy032
- Rindi F, Verbruggen H (2016) Taxonomic Reshuffling of the Cladophoraceae. *Journal of Phycology* 52:901–904. doi: 10.1111/jpy.12459
- Robba L, Russell SJ, Barker GL, Brodie J (2006) Assessing the use of the mitochondrial *cox1* marker for use in DNA barcoding of red algae (Rhodophyta). *American Journal of Botany* 93:1101–1108. doi: 10.3732/ajb.93.8.1101
- Robuchon M, Valero M, Gey D, Le Gall L (2015) How does molecular-assisted identification affect our estimation of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  biodiversity? An example from understory red seaweeds (Rhodophyta) of *Laminaria* kelp forests in Brittany, France. *Genetica* 143:207–223. doi: 10.1007/s10709-014-9796-z
- Rocha MCB dos S (2016) Taxonomia e distribuição do gênero *Udotea* J. V. Lamour. (Bryopsidales- Chlorophyta) no litoral brasileiro. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco
- Rudorff FDM, Gherardi DFM (2008) Coral reef detection using SAR/RADARSAT-1 images at Costa dos Corais, PE/AL, Brazil AN - prod.academic\_MSTAR\_20174098; 8373983. *Brazilian Journal Oceanography* 56:85–96
- Ruggiero MA, Gordon DP, Orrell TM, et al (2015) A higher level classification of all living organisms. *PLoS One* 10:1–60. doi: 10.1371/journal.pone.0119248
- Rybak AS (2015) Revision of herbarium specimens of freshwater *Enteromorpha*-like *Ulva* (Ulvaceae, Chlorophyta) collected from Central Europe during the years 1849–1959. *Phytotaxa* 218:1–29
- Rybak AS (2018) The *Ulva flexuosa* complex (Ulvaceae, Chlorophyta): an updated identification key with special reference to the freshwater and hyperhaline taxa. *Phytotaxa* 345:83–103
- Santiago J de AS (2016) Macroalgas marinhas do litoral piauiense: taxonomia e caracterização

- molecular. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará
- Santos AA, Cocentino AMM, Reis TN de V (2006) Macroalgas Como Indicadoras Da Qualidade Ambiental Da Praia De Boa Viagem – Pernambuco, BRASIL. Bol Técnico-Científico do CEPENE 14:25–33
- Santos G do N, Nunes JM de C (2013) O gênero *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. SITIENBIBUS série Ciências Biológicas 15:. doi: 10.13102/scb695
- Santos G do N, Nunes JM de C (2015a) True identity of *Avrainvillea* and *Rhipilia* (Bryopsidales, Chlorophyta) from the Coast of Bahia, Brazil. Phytotaxa 213:71–86. doi: 10.11646/phytotaxa.213.2.1
- Santos G do N, Nunes JMDC (2015b) Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. SITIENBIBUS série Ciências Biológicas 14:. doi: 10.13102/scb436
- Saunders GW (2005) Applying DNA barcoding to red macroalgae: A preliminary appraisal holds promise for future applications. Philos Trans R Soc B Biol Sci 360:1879–1888. doi: 10.1098/rstb.2005.1719
- Saunders GW, Kucera H (2010) An evaluation of *rbcL*, *tufA*, UPA, LSU and ITS as DNA barcode markers for the marine green macroalgae. Algologie 31:487–528
- Saunders GW, McDevit DC (2012) Methods for DNA Barcoding Photosynthetic protists Emphasizing the macroalgae and Diatoms. Life Sciences 858:17–46. doi: 10.1007/978-1-61779-591-6
- Sauvage T, Payri C, Draisma SGA, et al (2013) Molecular diversity of the *Caulerpa racemosa* – *Caulerpa peltata* complex (Caulerpaceae, Bryopsidales) in New Caledonia, with new Australasian records for *C. racemosa* var. *cylindracea*. Phycologia 52:6–13. doi: 10.2216/11
- Scherner F, Horta PA, de Oliveira EC, et al (2013) Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. Marine Pollution Bulletin 76:106–115. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.09.019
- Sears JR, Wilce RT (1970) Reproduction and systematics of the marine alga *Derbesia* (Chlorophyta) in New England. Journal of Phycology 6:381–392
- Sena FS (2016) Diversidade de espécies de macroalgas associadas ao Manguezal da Ilha Barnabé, Baixada Santista, SP, Brasil, com base em DNA Barcode. doi: 10.1007/BF00693765
- Sherwood AR, Boedeker C, Havens AJ, et al (2019) Newly discovered molecular and ecological

- diversity within the widely distributed green algal genus *Pseudorhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae). *Phycologia* 00:1–12. doi: 10.1080/00318884.2018.1517539
- Silva PC, Basson PW, Moe RL (1996) Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. Univ of California Press
- Škaloud P, Rindi F, Boedeker C, et al (2018a) Classification: orders and families. In: Freshwater Flora of Central Europe, Vol 13: Chlorophyta: Ulvophyceae (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 13: Chlorophyta: Ulvophyceae). pp 17–21
- Škaloud P, Rindi F, Boedeker C, et al (2018b) Circumscription of the class Ulvophyceae: ultrastructure and morphology. In: Freshwater Flora of Central Europe, Vol 13: Chlorophyta: Ulvophyceae (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 13: Chlorophyta: Ulvophyceae). pp 3–7
- Škaloud P, Rindi F, Boedeker C, Leliaert F (2018c) Systematic Part. In: Freshwater Flora of Central Europe, Vol 13: Chlorophyta: Ulvophyceae (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 13: Chlorophyta: Ulvophyceae). pp 173–466
- Sluiman HJ, Kouwets FAC, Blommers PCJ (1989) Classification and definition of cytokinetic patterns in green algae: Sporulation versus (vegetative) cell division. *Arch fur Protistenkd* 137:277–290. doi: 10.1016/S0003-9365(89)80010-7
- Soares LP, Carneiro PB de M, Fujii MT (2018) New records of red seaweeds to the coast of Ceará State, Brazil. *Hoehnea* 45:323–347
- Soares LP, Fujii MT (2012a) Epiphytic macroalgae from Boa Viagem Beach, Recife, Pernambuco state, Brazil. *Check List* 8:662–665
- Soares LP, Fujii MT (2012b) Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 63:557–570
- Soares LP, Guimarães SMPB (2021) New insights on the distribution and habitat of *Ulvella endozoica* (Ulvellaceae, Chlorophyta) in the tropical Southwestern Atlantic, based on thallus ontogeny in culture and DNA barcoding. *Marine Biodiversity* 51:1–8
- Stam W, Olsen J, Zaleski S (2006) A forensic and phylogenetic survey of *Caulerpa* species (Caulerpaceae, Chlorophyta) from the Florida coast, local aquarium shops, and e-commerce: establishing a proactive baseline for early detection. *Journal of Phycology* 42:1113–1124. doi: 10.1111/j.1529-8817.2006.0271.x
- Steiner AQ, Amaral FMD, Amaral JR de BC do, et al (2015) Zonação de recifes emersos da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Nordeste do Brasil. *Iheringia Série Zool* 105:184–

192. doi: 10.1590/1678-476620151052184192

- Steinhagen S (2018) A molecular survey of *Ulva* sensu lato on German Baltic- and North Sea coasts: A revision of the species inventory reveals their distribution and contributes new taxonomic insights. Tese de doutorado, Christian-Albrechts-University Kiel,
- Steinhagen S, Barco A, Wichard T, Weinberger F (2019a) Conspecificity of the model organism *Ulva mutabilis* and *Ulva compressa* (Ulvophyceae, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 55:25–36. doi: 10.1111/jpy.12804
- Steinhagen S, Düsedau L (2021) Systematics and phylogeny DNA barcoding of the German green supralittoral zone indicates the distribution and phenotypic plasticity of *Blidingia* species and reveals *Blidingia cornuta* sp. nov. *Taxon* 00:1–17. doi: 10.1002/tax.12445
- Steinhagen S, Karez R, Weinberger F (2019b) Cryptic, alien and lost species: molecular diversity of *Ulva* sensu lato along the German coasts of the North and Baltic Seas. *European Journal of Phycology* 54:466–483. doi: 10.1080/09670262.2019.1597925
- Stewart KD, Mattox KR (1978) Structural evolution in the flagellated cells of green algae and land plants. *BioSystems* 10:145–152. doi: 10.1016/0303-2647(78)90036-9
- Suárez A (2005) Lista de las macroalgas marinas cubanas. *Rev Investig Mar* 26:93–148
- Széchy MTM, Amado Filho GM, Cassano V, et al (2005) Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: Ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. *Acta Bot Brasilica* 19:587–596. doi: 10.1590/S0102-33062005000300020
- Tanner CE (1981) Chlorophyta: life histories. In “The Biology of Seaweeds”(CS Lobban and MJ Wynne, eds.)
- Taylor RL, Bailey JC, Freshwater DW (2017) Systematics of *Cladophora* spp. (Chlorophyta) from North Carolina, USA, based upon morphology and DNA sequence data with a description of *Cladophora subtilissima* sp. nov. *Journal of Phycology* 53:541–556. doi: 10.1111/jpy.12510
- Taylor WR (1960) Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Univ. Mich. Press. Ann Arbor 19631:
- Tufiño-Velázquez RC, Pedroche FF (2019) Las especies del género *Bryopsis* (Chlorophyta) presentes en la costa del Atlántico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90:1–12. doi: doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2679
- Turland NJ, Wiersema JH, Barrie FR, et al (2018) International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical

Congress Shenzhen, China, July 2017. Koeltz Botanical Books

- Turmel M, Otis C, Lemieux C (2017) Divergent copies of the large inverted repeat in the chloroplast genomes of Ulvophycean green algae. *Science Reports* 1–15. doi: 10.1038/s41598-017-01144-1
- Ugadim Y (1973) Algas Marinhas Bentônicas Do Litoral Sul Do Estado De São Paulo E Do Litoral Do Estado Do Paraná . I Divisão Chlorophyta / Benthic Marine Algae From The South Of State Of São Paulo And State Of Paraná — I. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1:11–77
- Van den Hoek C (1963) Revision of the European species of *Cladophora*. Brill Archive
- van den Hoek C, Ichihara 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 Monograph* 19:1–242
- Van Der Strate HJ, Boele-Bos SA, Olsen JL, et al (2002) Phylogeographic studies in the tropical seaweed *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophyta, Ulvophyceae) reveal a cryptic species complex. *Journal Phycology* 38:572–582. doi: 10.1046/j.1529-8817.2002.01170.x
- Verbruggen H, Ashworth M, LoDuca ST, et al (2009a) A multi-locus time-calibrated phylogeny of the siphonous green algae. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50:642–653. doi: 10.1016/j.ympev.2008.12.018
- Verbruggen H, Clerck O De, Schils T, et al (2005a) Evolution and phylogeography of *Halimeda* section *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37:789–803. doi: 10.1016/j.ympev.2005.06.015
- Verbruggen H, De Clerck O, Kooistra WHCF, Coppejans E (2005b) Molecular and morphometric data pinpoint species boundaries in *Halimeda* section *Rhipsalis* (Bryopsidales, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 41:606–621. doi: 10.1111/j.1529-8817.2005.00083.x
- Verbruggen H, De Clerck O, N'Yeurt ADR, et al (2006) Phylogeny and taxonomy of *Halimeda* *incrassata*, including descriptions of *H. kanaloana* and *H. heteromorpha* spp. nov. (Bryopsidales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 41:337–362. doi: 10.1080/09670260600709315
- Verbruggen H, Kooistra WHCF (2004) Morphological characterization of lineages within the calcified tropical seaweed genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 39:213–228. doi: 10.1080/0967026042000202163
- Verbruggen H, Leliaert F, Maggs CA, et al (2007) Species boundaries and phylogenetic

- relationships within the green algal genus *Codium* (Bryopsidales) based on plastid DNA sequences. *Molecular Phylogenetic and Evolution* 44:240–254. doi: 10.1016/j.ympev.2007.01.009
- Verbruggen H, Tyberghein L, Pauly K, et al (2009b) Macroecology meets macroevolution: evolutionary niche dynamics in the seaweed *Halimeda*. *Global Ecology and Biogeography* 18:393–405. doi: 10.1111/j.1466-8238.2009.00463.x
- Verbruggen H, Vlaeminck C, Sauvage T, et al (2009c) Phylogenetic analysis of *Pseudochlorodesmis* strains reveals cryptic diversity above the family level in the siphonous green algae (bryopsidales, chlorophyta). *Journal of Phycology* 45:726–731. doi: 10.1111/j.1529-8817.2009.00690.x
- Villaça R, Pedrini AG, Pereira SMB, Figueiredo MA de O (2006) Flora Marinha Bentonica das Ilhas Oceanicas Brasileiras. In: *Flora Marinha de Ilhas Oceanicas*. pp 106–145
- Wetherbee R, Verbruggen H (2016) *Kraftionella allantoides*, a new genus and family of Ulothrichales (Chlorophyta) adapted for survival in high intertidal pools. *Journal of Phycology* 52:704–715. doi: 10.1111/jpy.12447
- Wolf MA, Sciuto K, Andreoli C, Moro I (2012) *Ulva* (Chlorophyta, Ulvales) Biodiversity in the North Adriatic Sea (Mediterranean, Italy): Cryptic Species and New Introductions. *Journal of Phycology* 48:1510–1521. doi: 10.1111/jpy.12005
- Womersley HBS (1984) The marine benthic flora of Southern Australia. Part 1. Univ Adelaide, South Aust 329pp
- Woolcott GW, King RJ (1999) *Ulva* and *Enteromorpha* (Ulvales, Ulvophyceae, Chlorophyta) in Eastern Australia: Comparison of morphological features and analyses of nuclear rDNA sequence data. *Australian Systematic Botany* 12:709–725
- Woolcott GW, Knöller K, King RJ (2000) Phylogeny of the Bryopsidaceae (Bryopsidales, Chlorophyta): cladistic analyses of morphological and molecular data. *Phycologia* 39:471–481. doi: 10.2216/i0031-8884-39-6-471.1
- Wynne MJ (2017) A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: fourth revision. *Nov. Hedwigia* 145:202
- Wynne MJ (2016) The proposal of *Willeella brachyclados* (Montagne) M.J.Wynne comb. nov. (Ulvophyceae). *Not algarum* 18:1–3
- Xie WF, Wu CH, Zhao J, et al (2020) New records of *Ulva* spp. (Ulvophyceae, Chlorophyta) in China, with special reference to an unusual morphology of *U. meridionalis* forming green



- tides. *European Journal Phycology* 55:412–425. doi: 10.1080/09670262.2020.1740946
- Ximenes CF (2015) Taxonomia e filogenia dos representantes do gênero *Halimeda* J. V. Lamour . ( Bryopsidales , Chlorophyta ) no Brasil. Dissertação de mestrado, f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Ximenes CF (2019) Diversidade do gênero *Halimeda* J.V.Lamour. (Bryopsidales, Chlorophyta) no Oceano Atlântico Ocidental. Tese de doutorado, f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
- Ximenes CF, Cassano V, Oliveira-Carvalho MDF, et al (2017) Systematics of the genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil including the description of *Halimeda jolyana* sp. nov . *Phycologia* 56:369–381. doi: 10.2216/16-77.1
- Ximenes CF, Oliveira-Carvalho M de F, Bandeira-pedrosa ME, et al (2019) Updates on Section *Pseudo-opuntia* of *Halimeda* : phylogenetic analyses of *H. soniae* sp . nov . ( Bryopsidales , Chlorophyta ) along the Brazilian coast Introduction Sequence data. *Bot Mar* 62:327–336. doi: <https://doi.org/10.1515/bot-2018-0094>.
- Yoneshigue-Valentin Y, Loivos AM, De Cássia Couto Silva R, Fernandes DRP (2008) Contribuição ao conhecimento e preservação das algas multicelulares bentônicas do Costão dos Cavaleiros - Macaé, estado do Rio de Janeiro. *Iheringia - Ser Bot* 63:129–134
- Yoneshigue Y (1985) Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil). PhD Thesis, L'Universite d'Aix-Marseille II
- Zechman FW (2003) Phylogeny of the Dasycladales (Chlorophyta, Ulvophyceae) based on analyses of Rubisco large subunit (*rbcL*) gene sequences. *J Phycol* 39:819–827. doi: 10.1111/j.1529-8817.2006.00230.x
- Zhu H, Hu Z-Y, Song H-Y, et al (2018) Molecular phylogeny and morphological diversity of inland *Cladophora* (Cladophorales, Ulvophyceae) from China . *Phycologia* 57:191–208. doi: 10.2216/16-33.1
- Zuccarello GC, Kawai H, Phang S-M, et al (2015) Diversity of *Halimeda* (Chlorophyta) from the Thai–Malay Peninsula . *Phycologia* 54:349–366. doi: 10.2216/14-108.1
- Zuccarello GC, Price N, Verbruggen H, Leliaert F (2009) Analysis of a plastid multigene data set and the phylogenetic position of the marine macroalga *Caulerpa filiformis* (Chlorophyta). *Journal of Phycology* 45:1206–1212. doi: 10.1111/j.1529-8817.2009.00731.x
- (2021) Ulvophyceae in Flora do Brasil 2020. In: *Jard. Botânico do Rio Janeiro*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB98996>. Accessed 6 May 2021

## Capítulo 1

---

### **Novos registros de Bryopsidales e Ulvales (Ulvophyceae) da costa do estado de Alagoas (Brasil): da morfologia ao DNA *'barcoding'***

Artigo a ser submetido na Acta Botanica Brasílica

1 **Novos registros de Bryopsidales e Ulvales (Ulvophyceae) da costa do estado de Alagoas**  
2 **(Brasil): da morfologia ao DNA ‘*barcoding*’**

3  
4 **RESUMO**

---

5 As ordens Ulvales e Bryopsidales estão entre as maiores dentre as macroalgas verdes  
6 (Ulvophyceae), principalmente em áreas tropicais. Todavia, a identificação dos seus  
7 representantes é dificultosa devido à plasticidade morfológica, presença de espécies crípticas e  
8 evolução convergente de caracteres. Assim, técnicas como a de DNA *barcoding* se destacam  
9 pela capacidade de distinguir uma espécie de outra com maior precisão, utilizando-se uma única  
10 sequência de DNA. A costa de Alagoas possui 220 km de extensão, com muitos ecossistemas  
11 recifais, incluindo 80% da APA Costa do Corais, a maior UC marinha do Brasil, e uma  
12 biodiversidade de macroalgas verdes exuberante, porém pouco estudada. Assim, buscou-se  
13 investigar as macroalgas verdes marinhas (Ulvophyceae) das ordens Ulvales e Bryopsidales da  
14 costa de Alagoas (Brasil) numa abordagem integrativa. O material foi coletado em oito pontos  
15 da costa, sendo identificado morfológicamente e analisado quanto aos marcadores moleculares  
16 *tufA* e *rbcL*. Foram identificadas sete espécies, e geradas 17 novas sequências. As identificações  
17 morfológicas de *Ulva* foram incongruentes com a identificação molecular, com *Ul.chaugulii* e  
18 *Ul.tepida* sendo referidas pela primeira para o Brasil. A distribuição de *Udotea dotyi* também  
19 foi ampliada para o Atlântico Sul, enquanto *Ul. ohnoi* foi referida pela primeira vez para a costa  
20 de Alagoas. As incongruências entre morfologia e identidade genética ressaltam a necessidade  
21 da abordagem integrativa para melhor compreensão da biodiversidade dos representantes  
22 dessas ordens.

23

24

25 Palavras-chave: *tufA*, APA Costa dos Corais, *Ulva*, espécie introduzida, *Udotea*, *rbcL*

# 1 INTRODUÇÃO

---

2 A taxonomia de macroalgas marinhas verdes (classe Ulvophyceae) tem-se mostrado  
3 desafiadora, dado que as ferramentas clássicas, como a identificação baseada exclusivamente  
4 em morfologia e anatomia, vem se mostrando limitantes na diferenciação de espécies e gêneros  
5 (Robuchon *et al.* 2015). As principais barreiras encontradas pelos taxonomistas na busca por  
6 identificações confiáveis são a ausência de caracteres diacríticos, plasticidade fenotípica,  
7 evolução convergente e morfologia simples dessas macroalgas (Robba *et al.* 2006, Verbruggen  
8 *et al.* 2007, Leliaert *et al.* 2009).

9 Tendo em vista tais entraves, a inclusão de ferramentas moleculares vem sendo aplicada  
10 pelos taxonomistas na busca por identificações confiáveis e delineamentos taxonômicos que  
11 reflitam à filogenia das espécies (Chávez-sánchez *et al.* 2019, Steinhagen *et al.* 2019, Ximenes  
12 *et al.* 2019, Oliveira *et al.* 2021, Steinhagen & Düsedau 2021). Estudos moleculares com  
13 espécies de ampla distribuição revelaram a presença de espécies crípticas e pseudocrípticas, ou  
14 seja, espécies morfologicamente indistinguíveis ou espécies morfologicamente distinguíveis  
15 quando os caracteres apropriados são diagnosticados, respectivamente (Leliaert *et al.* 2009,  
16 Boedeker *et al.* 2016, Ximenes *et al.* 2017, Cremen *et al.* 2019, Sherwood *et al.* 2019). Dessa  
17 forma, a necessidade da utilização de ferramentas moleculares vem sendo consolidada, com  
18 inúmeros estudos realizados com diferentes grupos de macroalgas, com destaque para as da  
19 classe Ulvophyceae, com diversos táxons não são monofiléticos (Hayden & Waaland 2002,  
20 Van Der Strate *et al.* 2002, Verbruggen, De Clerck, *et al.* 2005, Verbruggen *et al.* 2006).

21 Dentre as técnicas modernas utilizadas para identificação das macroalgas, o DNA  
22 *barcoding* traz um grande avanço para a taxonomia (Hebert *et al.* 2003, Saunders & Kucera  
23 2010). O método *barcoding* utiliza um único fragmento de DNA capaz de distinguir uma  
24 espécie de outra e, nas macroalgas verdes marinhas (classe Ulvophyceae), o gene plastidial *tufA*  
25 tem se mostrado muito eficaz na identificação de espécies, frequentemente combinado com o

1 marcador *rbcL*, para inferências filogenéticas de diversos gêneros, exceto para a ordem  
2 Cladophorales (Famà *et al.* 2002, Stam *et al.* 2006, Verbruggen *et al.* 2006, Ximenes *et al.*  
3 2017, Krupnik *et al.* 2018).

4 As algas verdes marinhas da classe Ulvophyceae, representam um grupo  
5 estruturalmente diverso, com representantes de Bryopsidales macroscópicos de talos  
6 multinucleados formados por uma única célula tubular, enquanto Ulvales abriga organismos  
7 com células uninucleadas e um único cloroplasto parietal (Cocquyt *et al.* 2010, Del Cortona *et*  
8 *al.* 2019). Esses organismos se destacam por sua diversidade em ambientes costeiros, onde  
9 desempenham importante papel enquanto produtores primários, fixação do carbono, além de  
10 realizarem serviços ecossistêmicos (Schermer *et al.* 2013, Del Cortona *et al.* 2019). Além disso  
11 seus representantes podem apresentar respostas a distúrbios ambientais ou até formar florações  
12 (Hiraoka *et al.* 2004, Scherner *et al.* 2013, Lee *et al.* 2019).

13 No Brasil, são referidos 59 gêneros e 223 espécies de ulvofíceas(Ulvophyceae in Flora  
14 do Brasil 2020). Desse total de espécies, 41,2% pertencem às ordens Bryopsidales (71 spp.) e  
15 Ulvales (21 spp.), demonstrando a relevância desses grupos na biodiversidade de macroalgas  
16 verdes no Brasil. Entretanto, a utilização de ferramentas moleculares em estudos com  
17 macroalgas verdes marinhas ainda é escassa no país, tendo sido aplicada para os gêneros  
18 *Codium* Stackhouse, *Halimeda* J.V.Lamour., *Ulva* L., *Cladophora* Kütz., *Gayralia* K.L.Vinogr.  
19 e *Bryopsis* J.V.Lamour. (Gestinari *et al.* 2009, Oliveira-Carvalho *et al.* 2012, Pellizzari *et al.*  
20 2013, Alves 2015, Martins 2016, Ximenes *et al.* 2017, 2019, Batista 2018, Oliveira *et al.* 2021).  
21 Essa situação é ainda mais grave em áreas pobremente caracterizadas, como a costa de Alagoas,  
22 cujo conhecimento sobre a flora ficológica é quase restrito a registros material de herbário e  
23 uma bibliografia reduzida (Muniz 1993, Lemos *et al.* 2017, Carneiro *et al.* 2019).

1 A costa alagoana possui 220 km de extensão e é caracterizada por águas oligotróficas e  
2 pela abundância de ecossistemas recifais paralelos à linha de costa, assim como pela ocorrência  
3 de inúmeras áreas estuarinas (Horta 2001, Rudorff & Gherardi 2008). Essas particularidades  
4 tornam essa região altamente diversa, o que está preservado pela presença da maior UC federal  
5 marinha do Brasil, a APA costa dos Corais, que tem 80% de sua área na costa de Alagoas  
6 (Ferreira & Maida 2006).

7 Assim, tendo em vista a abundância e heterogeneidade de ambientes nessa costa, se  
8 fazem necessários a realização de trabalhos que ampliem o conhecimento acerca da sua  
9 biodiversidade, o que é imprescindível para conservação dos recursos naturais (Steiner *et al.*  
10 2015). Outro ponto importante é a aplicação de novas técnicas que permitam acessar à  
11 biodiversidade com maior precisão e confiabilidade (Leliaert *et al.* 2014). Desta maneira, o  
12 objetivo do presente trabalho foi acessar a biodiversidade de macroalgas verdes marinhas  
13 (Ulvophyceae) das ordens Ulvales e Bryopsidales da costa de Alagoas (Brasil), a partir de uma  
14 abordagem integrando dados moleculares e morfológicos.

## 15 **MATERIAIS E MÉTODOS**

---

### 16 **COLETA E PRESERVAÇÃO DAS AMOSTRAS**

17 Foram amostradas, de forma exploratória, oito estações de coletas em expedições  
18 únicas, sendo seis de ambientes recifais e dois estuários (Tabela 1 – Fig.1), no período entre  
19 maio a agosto de 2019. O material foi coletado durante a baixa-mar em marés de sizígia,  
20 livremente nos recifes de mesolitoral e, quando necessário, a partir de mergulhos utilizando  
21 *snorkel* e máscara de mergulho. Nos estuários, o material foi coletado nas margens e no mangue,  
22 sobre o sedimento ou pneumatóforos.

23 As algas foram coletadas com auxílio de espátulas ou manualmente para garantir que  
24 todas as estruturas do talo (apressório, estipe, ramos e râmulos) não fossem fragmentadas ou

1 perdidas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente triadas em  
2 estereomicroscópio, sendo lavadas para remoção do sedimento e organismos epífitos com  
3 auxílio de pinças metálicas e escovas. Durante a triagem, fragmentos de porções  
4 preferencialmente jovens e livres de epífitas ou sedimento, com pelo menos 5 mm<sup>2</sup>, foram  
5 removidos de cada amostra, sendo secos e preservados em solução de CTAB e sílica gel azul  
6 para posteriores análises moleculares. O restante do material triado foi congelado para posterior  
7 morfometria e identificação taxonômica dos organismos.

## 8 **IDENTIFICAÇÃO MORFOLÓGICA**

9 As amostras foram identificadas a partir dos caracteres morfológicos e anatômicos, com  
10 base na bibliografia especializada, a saber: Almeida (2013), Barata (2004, 2008), Bandeira-  
11 Pedrosa *et al.*(2004), Coto (2007), Kanagawa (1983, 1984), Littler & Littler (1990, 1991, 2000),  
12 Moura *et al.* (2014), Rocha (2016), Santos & Nunes (2013, 2015). Também foi realizada  
13 morfometria dos indivíduos, aonde foram feitas 10 medidas de cada um dos caracteres  
14 relevantes na identificação das espécies utilizando o software ImageJ 1.52. O sistema de  
15 classificação adotado foi o proposto por Ruggiero *et al.* (2015), o *status* das espécies foi  
16 checado na plataforma Algaebase (Guiry & Guiry 2021) e citado de acordo com Wynne(2017).

17 Todo o material identificado foi herborizado seguindo as técnicas usuais para algas  
18 marinhas bentônicas (Nunes 2010) e as exsiccatas depositadas no Herbário Professor  
19 Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

## 20 **ESTUDO MOLECULAR**

21 Para o estudo molecular foram realizadas extrações utilizando o protocolo CTAB de  
22 acordo com Oliveira-Carvalho (2008). As amplificações foram feitas para um volume final de  
23 25 µl, sendo: 6,75 µl de água MiliQ autoclavada, 5 µl de PCR Buffer 5×, 3 µl de MgCl 25 µM,  
24 5 µl de betaína, 4 µl de dNTP 10 µM, 1 µl de primer F, 1 µl primer R, 0,25 de Taq DNA  
25 polymerase e 1 µl de DNA. O primers e ciclos utilizados para amplificação estão referidos nas

1 Tabelas 2 e 3. Para amplificação de *tufA* dos representantes de Ulvales foram utilizados os  
2 ciclos descritos por Saunders & Kucera (2010), enquanto para Bryopsidales foram utilizados  
3 os ciclos descritos por Famá (2002). Para amplificação do marcador *rbcL* foram utilizados o  
4 ciclos descritos por Curtis *et al.* (2008). Em seguida, o sucesso das amplificações foi conferido  
5 por meio de eletroforese em gel de agarose 1%, tampão tris-borato-EDTA e UniSafe Dye  
6 (Invitrogen), comparando com o marcador 1Kb DNA Ladder (Invitrogen) através de  
7 transluminador UV para verificação do tamanho do DNA amplificado.

8 Os produtos de PCR foram purificados utilizando o kit de purificação Illustra GFX PCR  
9 DNA and Gel Band Purification Kit (GE Healthcare) de acordo com as instruções do fabricante.  
10 Os produtos purificados foram sequenciados em ambas as direções utilizando os mesmos  
11 primers da PCR e o Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready to Reaction Kit (Applied  
12 Biosystems, Foster City, EUA) em um ABI PRISM genetic analyzer. As sequências consenso  
13 foram manualmente montadas utilizando BioEdit e comparadas com as sequências depositadas  
14 no GenBank por meio da ferramenta Blast. As sequências obtidas (Material suplementar 1),  
15 juntamente com aquelas recuperadas do GenBank, foram alinhadas por meio do método  
16 ClustalW (Larkin *et al.* 2007). Foram construídos quatro alinhamentos: *tufA* dos representantes  
17 de Bryopsidales (62 OTU's), *tufA* para Ulvales (67 OTU's), *rbcL* dos representantes de *Udotea*  
18 (44 OTU's) e *rbcL* para Ulvales (83 OTU's). O melhor modelo evolutivo foi calculado para  
19 cada um dos alinhamentos e selecionado utilizando o jModel test com base no critério AIC  
20 (Darriba *et al.* 2012). Tanto para o conjunto de sequências do *tufA* como *rbcL* o modelo  
21 selecionado foi o GTR + I + G. Foi realizada a análise de Máxima Verossimilhança (ML),  
22 utilizando o software MEGA 6 (Tamura *et al.* 2013), *bootstrap* de 1.000×, e a Inferência  
23 Bayesiana (BI) no software MrBayes v.3.2.2 (Ronquist *et al.* 2012), com duas corridas e 4  
24 cadeias de Monte Carlo Markov, 5.000.000 de gerações amostradas a cada 1.000 gerações e  
25 valor de *burnin* verificado no software Tracer v1.7 (Rambaut *et al.* 2018) para cada uma das



1 corridas. A árvore consenso gerada pela análise ML foi utilizada como árvore filogenética e os  
2 valores de *bootstrap* e probabilidade posteriori acima de 50% e 0.5, respectivamente, foram  
3 adicionados em cada nó. Nas análises de *tufA* de Bryopsidales, devido às divergências entre os  
4 dois gêneros comparados (*Halimeda* e *Caulerpa*), não foi utilizado um grupo externo. Já para  
5 as análises de *tufA* e *rbcL* de *Ulva* foram incluídas sequências de *Umbraulva*, enquanto nas  
6 análises de *rbcL* de *Udotea* uma sequência de *Tydemanina expeditiones* foi utilizada como grupo  
7 externo.

## 8 **RESULTADOS**

---

### 9 **ESTUDO MORFOLÓGICO**

10 A partir das 27 amostras coletadas (Fig. 2-6) foi possível analisar a morfologia e acessar  
11 o material genético de sete morfotipos distintos (Tabela 5), identificados com base nos traços  
12 morfológicos como: *Caulerpa microphysa.*, *Halimeda incrassata*, *H. opuntia*, *Udotea* cf. *dotyi*,  
13 “*Ulva flexuosa*”, “*Ulva lactuca*” e “*Ulva rigida*”.

14 As identificações morfológicas de *Caulerpa microphysa*, *Halimeda incrassata* e  
15 *Halimeda opuntia* foram de fácil realização, estando de acordo com o descrito por outros  
16 autores para exemplares da costa brasileira (Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Brayner *et al.* 2009,  
17 Santos & Nunes 2013, Carneiro *et al.* 2019). A amostra de *Udotea* cf. *dotyi*, apesar de estar de  
18 acordo com o descrito para a espécie por Little & Littler (1990) e Acosta-Calderón *et al.* (2018)  
19 para exemplares do Caribe quanto à abundância e disposição dos apêndices, também se  
20 assemelhava com o descrito para *U. dixonii* para a costa brasileira, principalmente pela presença  
21 de apêndices abundantes e dispostos em pares (Santos & Nunes 2015, Rocha 2016, Acosta-  
22 Calderón *et al.* 2018).

23 As amostras do gênero *Ulva* foram separadas em dois grandes grupos, de acordo com a  
24 morfologia. Os morfotipos cujos talos formam lâmina expandida foram identificadas como “*Ul.*

1 *lactuca*” e “*Ul. rigida*”. Aqueles com margens lisas e, em corte transversal, células quadráticas,  
2 foram identificadas como *Ul. lactuca*. Em contrapartida, os exemplares com perfurações nas  
3 lâminas, margens com microdenticulações e, em corte transversal, células da base mais altas  
4 que largas e células da porção mediana quadrática, foram identificadas como *Ul. rigida*. Tais  
5 identificações também estão em acordo com o referido para essas espécies na costa brasileira  
6 por outros autores (Kanagawa 1983, Barata 2004, Nunes *et al.* 2005, Coto 2007, Pupo 2011).

7 O segundo grupo compondo o gênero *Ulva* foi formado por espécimes de talos  
8 tubulares, identificados como “*Ul. flexuosa*”. Essa espécie é de difícil identificação, uma vez  
9 que possui caracteres em sobreposição com outras. Os principais critérios observados nos  
10 exemplares analisados para confirmação da identificação como *Ul. flexuosa* foram o talo  
11 abundantemente ramificado ou com proliferações no terço inferior, células em alinhamento  
12 longitudinal mais ou menos distinto e 1-4 pirenídes por célula (Joly 1964, Kanagawa 1984,  
13 Barata 2004, Coto 2007, Pupo 2011, Almeida 2013).

14 Todas as espécies identificadas pela morfologia são previamente reportadas para a costa  
15 brasileira e a variação morfológica observada também está de acordo com o observado para  
16 exemplares da costa do Brasil por outros autores, com exceção de *Udotea cf. dotyi*.

#### 17 **4.1. ESTUDO MOLECULAR**

18 A partir dos morfotipos mencionados, foram geradas 12 novas sequências de *tufA* e  
19 cinco de *rbcL* (Tabela 4). Para a árvore de *tufA*, foi gerado alinhamento final com extensão de  
20 714 pb, para árvores de *Ulva* desse mesmo marcador o alinhamento foi de 636 pb, para a árvore  
21 de *rbcL* de *Udotea* 334 pb, enquanto o alinhamento final de *rbcL* de *Ulva* teve 1.172 pb de  
22 extensão. As análises de ML e BI das sequências de *tufA* confirmaram a identidade de *Caulerpa*  
23 *microphysa* (Weber Bosse) Feld., *Halimeda incrassata* (J.Ellis) J.V.Lamour. e *Halimeda*  
24 *opuntia* (L.) J.V.Lamour. (Fig. 6). A sequência de *C. microphysa* de Alagoas agrupou com alto  
25 suporte (ML=89, PP=0.99) com as sequências da Indonésia, localidade-tipo da espécie (Fig. 6),

1 com divergência genética máxima de 1,22 %. A divergência interespecífica variou de 2,3 – 2,9  
2 % entre as sequências dos clados de *C. microphysa* e *C. cactoides*, intervalo de divergência  
3 interespecífica similar ao encontrado entre *C. microphysa* e *C. geminata* (2,4 – 2,92%).

4 A sequência de *tufA* de *H. incrassata* formou clado com alto suporte (ML=90, PP=0.99)  
5 junto das sequências das Bahamas e Ilhas Virgens (Fig. 6). Estas podem ser consideradas  
6 localidades tipos uma vez que a localidade tipo da espécie é referido como “Índias Ocidentais”  
7 (Silva *et al.* 1996). Para o mesmo marcador, a sequência da amostra identificada como *H.*  
8 *opuntia* teve sua identidade confirmada, uma vez que agrupou com outras sequências da costa  
9 brasileira e sequências do Japão, Polinésia Francesa e Filipinas (Fig. 6), com suporte alto/baixo  
10 (ML=97, PP=0.52). As sequências de *H. opuntia* apresentaram baixa divergência genética  
11 intraespecífica (0 - 0,45%), reforçando a ampla distribuição da espécie. Já a divergência  
12 interespecífica variou entre 1,01-2,89% entre as amostras de *H. opuntia* e *H. distorta*, clados  
13 mais próximos.

14 A sequência de *Udotea* gerada do marcador *rbcL* agrupou (Fig. 7) com suporte  
15 moderado/alto (ML=83, PP=0.98) com as sequências do Caribe identificadas como *Udotea*  
16 *dotyi* D.S.Littler & Littler, incluindo as sequências das Ilhas Granadinas, localidade-tipo dessa  
17 espécie. As sequências de *U. dotyi* da costa Alagoana e do Caribe apresentaram entre 0,4 – 0,8  
18 % de divergência intraespecífica, enquanto a divergência interespecífica entre *U. dotyi* e *U.*  
19 *flabellum* (J.Ellis & Sol.) M.Howe ficou entre 1,9 – 2,3 %. Nas análises realizadas o gênero  
20 *Udotea* foi polifilética, formando clados com sequencias de *Penicillus*, enquanto *U. dotyi*, *U.*  
21 *flabellum* e *U. occidentalis* A. Gepp & E. Gepp formaram clado com alto suporte (ML=93,  
22 PP=0.99).

23 As sequências do gênero *Ulva* foram incongruentes com as identificações morfológicas,  
24 com amostras agrupando em três clados diferentes, com algumas correspondendo a espécies

1 nunca antes referidas para a costa Brasileira. As sequências de *tufA* das amostras identificadas  
2 como *Ul. rigida* C.Agardh agruparam (Fig. 8) com suporte alto/baixo (ML=60, PP=0.99) com  
3 sequências de *Ul. ohnoi* Hiraoka & Shimada incluindo a sequência do material tipo (Fig. 8). As  
4 sequências de *Ul. ohnoi* da costa de Alagoas foram idênticas às sequências da localidade-tipo,  
5 bem como as da Austrália, Estados Unidos, Itália e Venezuela. As sequências identificadas  
6 como *Ul. beytensis* e *Ul. taeniata* formaram clado distinto com alto suporte (ML=99, PP=1)  
7 dentro do clado das *Ul. ohnoi*. Ainda para o *tufA*, as amostras identificadas como *Ul. flexuosa*  
8 Wulfen agruparam com a sequências de *Ul. tepida* com alto suporte (ML=98, PP=1) (Fig. 8).  
9 As sequências da espécie geradas neste estudo foram idênticas a uma das sequências de Israel  
10 (MG976872), com baixa divergência entre as demais sequências do clado (0,13 - 0,55%). Uma  
11 das sequências identificadas como *Ul. flexuosa* nas análises de *tufA*, agrupou com sequências  
12 de *Ul. chaugulii* Kavale & M.A.Kazi com baixo suporte (ML=55, PP=00) (Fig. 8). Apesar do  
13 baixo suporte do clado, a sequência de Alagoas foi idêntica à de Israel (MG976863), com os  
14 representantes do clado apresentando de 0,28 -1,01% de divergência intraespecífica.

15 As análises de *rbcL* de *Ulva* foram congruentes (Fig. 9) com os resultados observados  
16 nas análises com *tufA*. As amostras identificadas como *Ul. ohnoi* para o *tufA* agruparam com  
17 as sequências do material-tipo de *rbcL* com alto suporte (Fig. 9). As sequências da costa de  
18 Alagoas são idênticas às demais sequências de *Ul. ohnoi*. Adicionalmente, foi observada baixa  
19 divergência genética (média 0,37 %) entre *Ul. ohnoi* e as sequências do clado irmão, formado  
20 por *Ul. lactuca* e *Ul. fasciata*. Já as amostras identificadas como *Ul. flexuosa* agruparam com  
21 sequências de *Ul. tepida* com suporte moderado a alto (Fig. 9). As sequências da costa de  
22 Alagoas foram idênticas às sequências de Israel (MG704799), México (MH853474) e Estados  
23 Unidos (MT882768, MT882770). Estas sequências igualmente apresentaram 0,49% de  
24 divergência das sequências da localidade tipo da espécie, enquanto a divergência dentro do  
25 clado formado pelas sequências de *Ul.tepida* variou de 0,32 % a 2% de divergência.

## 1 DISCUSSÃO

2 A identificação morfológica de *Caulerpa microphysa*, *Halimeda incrassata* e *H.*  
3 *opuntia* foram congruentes com a identificação molecular com base no marcador *tufA*. Quanto  
4 à identificação molecular de *H.opuntia*, apesar de não existirem sequências de *H. opuntia* da  
5 localidade-tipo disponíveis, optamos por confirmar a identidade do táxon pelos motivos a  
6 seguir. Estudos anteriores realizados por Verbruggen *et al.* (2005), Dijoux *et al.* (2012),  
7 Zucarello *et al.*(2015) e Ximenes *et al.* (2017) estabeleceram o clado referido como referência  
8 para *H. opuntia*, mesmo sem sequências da localidade tipo. *H. opuntia* tem distribuição  
9 Pantropical e é mais filogeneticamente relacionada a *Halimeda distorta* (Yamada) Hillis-  
10 Colinvaux do Indo-Pacífico (Fig. 6), sendo essas incluídas na seção *Opuntia* com base na  
11 morfologia e dados moleculares (Verbruggen & Kooistra 2004, Verbruggen *et al.* 2009, Dijoux  
12 *et al.* 2012, Zuccarello *et al.* 2015, Ximenes *et al.* 2017). Em contrapartida, *H. incrassata* está  
13 posicionada com alto suporte junto às sequências da localidade-tipo, em um clado irmão de *H.*  
14 *simulans* M.Howe. Esse posicionamento foi também previamente referido por Verbruggen *et*  
15 *al.*(2006) e Ximenes *et al.* (2017), dentro da seção *Rhipsalis*.

16 As sequências de *tufA* de *C. microphysa* do Atlântico apresentaram maiores  
17 divergências genéticas com a da localidade-tipo, variando entre 1,07 – 1,22 %. Essas  
18 divergências são maiores que as referidas por Famá *et al.* (2002) que referem divergência  
19 intraespecífica máxima de 0,4%, enquanto Draisma *et al.* (2014), Sauvage *et al.* (2013) e Kazi  
20 *et al.* (2013) referem distâncias maiores dentro de uma mesma espécie. Kazi *et al.* (2013)  
21 discutiram que a divergência interespecífica média dentro de *Caulerpa* é de 6,3%, mas os  
22 mesmos autores também indicam que a divergência interespecífica varia entre 0,3 – 17,3 %,  
23 dificultando a delimitação da espécies no gênero. Devido à baixa divergência encontrada,  
24 optou-se por confirmar a identidade de do morfotipo encontrado como *C. microphysa*, o que  
25 também tem suporte na morfologia. *C. microphysa* foi reconstruída próxima de *Caulerpa*

1 *sedoides* C.Agardh e *Caulerpa cactoides* (Turner) C.Agardh, espécies incluídas dentro da seção  
2 *Sedoides*, caracterizada pela presença de pirenoide associado aos cloroplastos grandes e  
3 râmulos vesiculados com constrição nos pedicelos (Famà *et al.* 2002, Draisma *et al.* 2014).

4 *Udotea dotyi* foi um táxon de difícil identificação morfológica devido à semelhança dos  
5 sífios da lâmina com *U. dixonii* D.S.Littler & Littler, em ambas as espécies abundantes e  
6 dispostos em duas fileiras (Littler & Littler 1990, Acosta-Calderón *et al.* 2018). Entretanto,  
7 conforme o descrito por Littler & Littler (1990), *U. dixonii* possui apêndices laterais  
8 ramificados e com ápice arredondado, enquanto *U. dotyi* possui apêndices compactos com  
9 ápices trucados. A sequência obtida de Alagoas agrupou com as de *U. dotyii* do Caribe, com  
10 divergência variando de 0,29 a 0,44%, incluindo espécimes da localidade tipo. O clado de *U.*  
11 *dotyii* apresentou intervalo de 1,9-2,3% de divergência genética com *U. flabellum*, sendo esta a  
12 espécie tipo do gênero. *U. cyathiformis* Decne., *U. geppiorum* Yamada, *U. dixonii* e *Udotea* sp.  
13 foram reconstruídas em clados distintos da espécie tipo do gênero, reforçando o discutido por  
14 Kooistra *et al.*(2002) e Lagourgue *et al.*(2018), que demonstraram que *Udotea* é parafilético.  
15 Entretanto, como notado, *U. dotyi* é filogeneticamente relacionada à *U. flabellum*, sendo  
16 reconstruída dentro do clado das verdadeiras *Udotea*.

17 Os resultados mais divergentes foram as identificações moleculares dos representantes  
18 do gênero *Ulva*, as quais foram incongruentes com todas as identificações morfológicas (Fig.  
19 8-9). A análise do *tufA* indicou que morfotipos identificados com base em caracteres  
20 morfológicos como *Ul. rigida*, são de fato *Ul. ohnoi*, espécie esta reportada pela primeira vez  
21 na costa de Alagoas. O material analisado apresenta denticulações na margem, perfurações na  
22 lâmina e em corte transversal células da base mais altas que largas e células da porção mediano-  
23 apical quadráticas (Fig. 5 A-F), características típicas de *Ul. rigida*. Adicionalmente, alguns  
24 morfotipos confirmados como *Ul ohnoi* pela análise do *tufA* possuíam morfologia descrita para  
25 *Ul. lactuca* L., com lâmina expandida sem perfurações e margem sem denticulações (Fig. 5 A-

1 F). Tais observações reforçam a plasticidade de *Ul. ohnoi*, além da dificuldade de identificação  
2 fidedigna dos representantes de *Ulva*.

3 As sequências de *tufA* identificadas como de *Ul. beytensis* e *Ul. taeniata* formaram  
4 clado dentro do grupo de *Ul. ohnoi* indicando a necessidade de revisão das espécies. A  
5 proximidade filogenética de *Ul. beytensis* com *Ul. ohnoi* foi anteriormente referida por Chen *et*  
6 *al.* (2015) para o marcador *tufA* e por Batista (2018) para o marcador *rbcL*.

7 *Ul. ohnoi* foi inicialmente descrita para a costa do Japão como uma espécie formadora  
8 de florações por Hiraoka *et al.* (2004), que referem a forma do talo, das células e histórico de  
9 vida como características que a distingue das demais espécies próximas. Desde então, vem  
10 sendo referida para diferentes partes do mundo como espécie críptica, introduzida  
11 provavelmente por água de lastro (Flagella *et al.* 2010, Kirkendale *et al.* 2013, Melton *et al.*  
12 2016, Pirian *et al.* 2016, Miladi *et al.* 2018). De forma paralela, um amplo espectro de  
13 plasticidade fenotípica vem sendo referido para a espécie, cuja morfologia por vezes se  
14 sobrepõem à descrita para *Ul. lactuca* L., *Ul. reticulata* Forssk. e *Ul. rigida*, em formas  
15 saxícolas ou livres flutuantes (O’Kelly *et al.* 2010, Krupnik *et al.* 2018, Miladi *et al.* 2018,  
16 Chávez-sánchez *et al.* 2019). Krupnik *et al.* (2018) também destacaram que exemplares jovens  
17 de *Ul. fasciata* e *Ul. ohnoi* são indistinguíveis devido à ausência de caracteres diacríticos.

18 Esta não é a primeira vez que *Ul. ohnoi* é referida para a costa brasileira. Batista (Batista  
19 2018) referiu a espécie em estudo molecular com base em material coletado no Arquipélago de  
20 Fernando de Noronha. Os resultados aqui apresentados indicam que a espécie é provavelmente  
21 mais amplamente distribuída na costa brasileira que imaginado e desperta a atenção sobre  
22 espécies introduzidas crípticas e seu caráter oportunista (Melton *et al.* 2016, Krupnik *et al.*  
23 2018).

1            Quanto às amostras de *Ul. tepida*, identificadas morfológicamente com *Ul. flexuosa*, é  
2 importante ressaltar que o número de pirenídes, 1-5 em *Ul. tepida* e 1-4 em *Ul. flexuosa*, bem  
3 como as células arranjadas em fileiras longitudinais, podem causar confusão na identificação  
4 das espécies (Masakiyo & Shimada 2014, Rybak 2018). Dificuldades na delimitação dessas  
5 espécies com base na morfologia também é discutido por Bast *et al.* (2014) para os exemplares  
6 de *Ul. tepida* (como *Ul. paschima* Bast) da Índia, desta vez sendo confundidos com *Ulva*  
7 *compressa* L. e *Ulva intestinalis* L. Chávez-Sánchez *et al.* (2019) também reportaram  
8 sobreposição de caracteres com *Ul. intestinalis*, sugerindo que as citações desta espécie podem  
9 representar identificações equivocadas de *Ul. tepida*.

10            As sequências de *rbcL* do clado *Ul. tepida* apresentaram os maiores intervalos (0,32 –  
11 2 %) divergências intraespecíficas, esse intervalo foi maior que o usual para os representantes  
12 de *Ulva*. Diferentes autores referem baixa divergência intraespecíficas dentro dos clados das  
13 espécies de *Ulva*, referindo para o marcador *rbcL* até 0,55% de divergência dentro dos clados,  
14 ressaltando a necessidade melhor delineamento dentro do clado de *Ul. tepida* (Hayden &  
15 Waaland 2004, Saunders & Kucera 2010, Wolf *et al.* 2012, Kirkendale *et al.* 2013, Pirian *et al.*  
16 2016).

17            *Ul. tepida* é considerada uma espécie subtropical e do Indo-Pacífico, alcançando regiões  
18 temperadas, uma vez que foi primeiro descrita para estas regiões. Desde que foi descrita, *Ul.*  
19 *tepada* vem tendo sua distribuição expandida, sendo ainda referida com espécie invasora e  
20 formadora de florações (Bast *et al.* 2014, Xie *et al.* 2020). A espécie foi descrita para o Japão  
21 (Masakiyo & Shimada 2014) e em seguida referida para Austrália (Carl *et al.* 2014), Índia (Bast  
22 *et al.* 2014, Bast & Rani 2019), Israel (Krupnik *et al.* 2018) e mais recentemente para o litoral  
23 do Pacífico do México (Chávez-sánchez *et al.* 2019). Este é o primeiro registro do táxon para  
24 a costa do Atlântico Sul, levantando questionamentos sobre a origem da espécie na região e  
25 seus fenômenos de dispersão, podendo se tratar de uma introdução na região tropical quente.



1 Uma única amostra incluída neste estudo foi identificada como *Ul. chaugulii* pela  
2 análise do *tufA*. De acordo com a morfologia, a amostra havia sido identificada como *Ul*  
3 *flexuosa*. A sobreposição de características não é desconhecida para *Ul. chaugulii*, uma vez que  
4 Kazi *et al.* (2016), ao proporem esta espécie com base em material da Índia, discutem a  
5 semelhança dela com *Ul. linza* L., *Ul. flexuosa* e outras espécies de *Ulva* tubulares. Pirian *et al.*  
6 (2016) discutem que a plasticidade fenotípica associada à sobreposição de caracteres pode ter  
7 mascarado a presença da espécie na região do Golfo Pérsico, sendo confundida com *Ul. linza* e  
8 *Ul. tepida* (como *Ul. paschima*).

9 Os resultados aqui observados reforçam que nem sempre a biodiversidade pode ser  
10 delineada ou acessada utilizando unicamente caracteres morfológicos. Apesar de ser uma  
11 ferramenta mais acessível, a morfologia sozinha pode mascarar a presença de espécies,  
12 principalmente as crípticas ou de morfologia plástica, construindo um panorama de riqueza  
13 subestimada. Este é o caso de *Ulva*, cuja plasticidade fenotípica e sobreposição de caracteres  
14 levou à visão equivocada da composição das espécies. Estudos realizados em diversas regiões  
15 do mundo reforçam a dificuldade bem como a insuficiência de caracteres morfológicos na  
16 separação das espécies do gênero (Wolf *et al.* 2012, Chen *et al.* 2015, Miladi *et al.* 2018, Lee  
17 *et al.* 2019, Steinhagen *et al.* 2019).

18 Essa dificuldade foi superada para maioria das espécies pela capacidade de delimitação  
19 dos marcadores moleculares *tufA* e *rbcL* no presente estudo. Todavia, os limites de divergência  
20 genética entre as espécies variaram amplamente de acordo com os gêneros, principalmente  
21 quando esses eram de diferentes ordens. A maior divergência foi observada nos representantes  
22 de *Caulerpa* e a menor dentre os representantes de *Ulva*, com esse último gênero necessitando  
23 de maiores investigações e melhor delineamento quanto aos limites de divergência  
24 intraespecífica. Os caracteres morfológicos foram capazes de distinguir as espécies de  
25 *Caulerpa*, *Halimeda* e *Udotea*, sendo congruentes com as identificações moleculares. Em

1    contrapartida os caracteres morfológicos foram insuficientes para identificação das espécies do  
2    gênero *Ulva*, com frequentes sobreposições de caracteres entre diferentes espécies e, por isso,  
3    a identificação molecular foi essencial nesse caso.

4           Além disso, ressaltamos aqui a importância da realização de estudos taxonômicos com  
5    abordagens que integrem dados morfológicos e moleculares para melhor compreensão da  
6    biodiversidade das macroalgas verdes. Isso é evidente na confirmação da presença de *U. dotyi*  
7    na costa Alagoana, o que foi possível apenas a partir da combinação de diferentes ferramentas.  
8    Outro ponto importante é a ocorrência das espécies na APA Costa dos Corais, área que abriga  
9    relevante biodiversidade de organismos marinhos. A citação de *Ul. ohnoi* para a região também  
10   demanda atenção por ser uma espécie invasora causadora de florações, trazendo impactos  
11   negativos à biodiversidade presente na região. Por *Ul. ohnoi* ter plasticidade fenotípica e  
12   morfologia semelhante à *Ul. rigida* e *Ul. lactuca*, estudos populacionais são necessários para  
13   saber a real distribuição dessas três espécies na costa de Alagoas.

14           A partir do dados gerados, o presente estudo contribuiu para primeira citação para a  
15   costa do Brasil das espécies *Udotea dotyi*, *Ulva chaugulii* e *Ul.tepida*, assim como para a  
16   ampliação do conhecimento da distribuição da espécie invasora e capaz de formação de  
17   florações, *Ul. ohnoi* para Alagoas. Esta última necessita de maiores estudos para compressão  
18   da sua origem e ecologia na costa brasileira, o que inclui medidas para o seu monitoramento.  
19   Além desses, também confirmamos a identidade de *Caulerpa microphysa*, *Halimeda incrassata*  
20   e *Halimeda opuntia* na costa de Alagoas. Dessa forma, o presente estudo expande o  
21   conhecimento acerca da diversidade dos representantes de Bryopsidales, bem como revela um  
22   cenário muito diferente do referido anteriormente para os representantes de Ulvales, com a  
23   ampla ocorrência de *Ul. ohnoi* e questionamentos sobre a real distribuição de *Ul. rigida* e *Ul.*  
24   *lactuca* para região.

## REFERÊNCIAS

---

- 1 Acosta-Calderón JA, Hernández-Rodríguez C, Mendoza-González AC, & Mateo-Cid LE.  
2 2018. Diversity and distribution of *Udotea* genus J.V. lamouroux (Chlorophyta,  
3 Udoteaceae) in the yucatan peninsula Littoral, Mexico. *Phytotaxa* 345: 179–218.
- 4 Almeida WR de. 2013. Macroalgas Marinhas Bentônicas da Ilha Bimarras, Região Norte da  
5 Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. MSc Thesis, Universidade Estadual de Feira de  
6 Santana, Feira de Santana.
- 7 Alves AM. 2015. O Gênero *Cladophora* ( Chlorophyta ) no Litoral do Brasil: Estudos  
8 morfotaxonômico e molecular. PhD Thesis, Universidade Estadual de Feira de Santana,  
9 Feira de Santana.
- 10 Bandeira-Pedrosa ME, Pereira SMB, & Oliveira EC. 2004. Taxonomy and distribution of the  
11 green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. *Revista Brasileira de*  
12 *Botânica* 27: 363–377.
- 13 Barata D. 2004. Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo Clorofíceas  
14 Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo. MSc Thesis, Instituto de Botânica da  
15 Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, São Paulo.
- 16 Barata D. 2008. Taxonomia e Filogenia do Gênero *Caulerpa* J . V . Lamour . (Bryopsidales ,  
17 Chlorophyta) no Brasil. PhD Thesis, Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente  
18 de São Paulo, São Paulo.
- 19 Bast F, John AA, & Bhushan S. 2014. Strong endemism of bloom-forming tubular *Ulva* in  
20 Indian west coast, with description of *Ulva paschima* sp. nov. (Ulvales, chlorophyta).  
21 PLoS ONE 9: 1–8.
- 22 Bast F & Rani P. 2019. First Report of *Ulva sapor* (Ulvales, Chlorophyta) from Indian  
23 Subcontinent. *International Journal of Plant and Environment* 5: 50–56.

- 1 Batista MB. 2018. Aspectos biogeográficos e filogenéticos de macroalgas marinhas no  
2 Atlântico Sudoeste. PhD Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 3 Boedeker C, Leliaert F, & Zuccarello GC. 2016. Molecular phylogeny of the Cladophoraceae  
4 (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of *Acrocladus* Nägeli and *Willeella*  
5 Børgesen, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov.  
6 Journal of Phycology 52: 905–928.
- 7 Brayner S, Pereira SMB, & Bandeira-Pedrosa ME. 2009. Taxonomia e distribuição do gênero  
8 *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales - Chlorophyta) na costa de Pernambuco e  
9 Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Acta Botanica Brasilica 22: 914–928.
- 10 Carl C, Nys R De, Lawton RJ, & Paul NA. 2014. Methods for the induction of reproduction in  
11 a tropical species of filamentous *Ulva*. PLoS ONE 9: 2–11.
- 12 Carneiro VAR, Oliveira-carvalho MDF De, Brito JOF, Lima FEGQ, & Guedes ÉAC. 2019.  
13 Ocorrência e distribuição do gênero *Caulerpa* J . V . Lamour . ( Bryopsidales -  
14 Chlorophyta ) no Estado de Alagoas , Nordeste Brasileiro. Hoehnea 46: 1–18.
- 15 Chávez-sánchez T, Piñón-gimate A, Iii JTM, López-bautista JM, & Casas-valdez M. 2019. First  
16 report , along with nomenclature adjustments , of *Ulva ohnoi* , *U . tepida* and *U . torta* (  
17 Ulvaceae , Ulvales , Chlorophyta ) from northwestern Mexico. Botanica Marina 62: 113–  
18 123.
- 19 Chen L, Feng J, & Xie S. 2015. *Ulva shanxiensis* (Ulvaceae), a New Species from Shanxi,  
20 China . Novon: A Journal for Botanical Nomenclature 23: 397–405.
- 21 Cocquyt E, Verbruggen H, Leliaert F, & Clerck O De. 2010. Evolution and cytological  
22 diversification of the green seaweeds (Ulvophyceae). Molecular Biology and Evolution  
23 27: 2052–2061.

- 1 Cortona A Del, Jackson C, Buchheim MA, Bel M Van, D'Hondt S, Skaloud P, Delwiche CF,  
2 Knoll AH, Raven JA, Verbruggen H, Vandepoele K, Clerck O De, & Leliaert F. 2019.  
3 Neoproterozoic origin and multiple transitions to macroscopic growth in green seaweeds.  
4 – Proceedings of National Academy Sciences.
- 5 Coto ACSP. 2007. Biodiversidade de Clorófitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de  
6 São Paulo MSc Thesis, Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo.
- 7 Cremen MCM, Leliaert F, West J, Lam DW, Shimada S, Lopez-Bautista JM, & Verbruggen H.  
8 2019. Reassessment of the classification of Bryopsidales (Chlorophyta) based on  
9 chloroplast phylogenomic analyses. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 397–405.
- 10 Curtis NE, Dawes CJ, & Pierce SK. 2008. Phylogenetic analysis of the large subunit rubisco  
11 gene supports the exclusion of *Avrainvillea* and *Cladocephalus* from the Udoteaceae  
12 (Bryopsidales, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 44: 761–767.
- 13 Darriba D, Taboada GL, Doallo R, & Posada D. 2012. JModelTest 2: More models, new  
14 heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9: 772.
- 15 Dijoux L, Verbruggen H, Mattio L, Duong N, & Payri C. 2012. Diversity of *Halimeda*  
16 (Bryopsidales, Chlorophyta) in New Caledonia: A Combined Morphological and  
17 Molecular Study. *Journal of Phycology* 48: 1465–1481.
- 18 Draisma SGA, Reine WFP homme van, Sauvage T, Belton GS, Gurgel CFD, Lim PE, & Phang  
19 SM. 2014. A re-assessment of the infra-generic classification of the genus *Caulerpa*  
20 (Caulerpaeae, Chlorophyta) inferred from a time-calibrated molecular phylogeny.  
21 *Journal of Phycology* 50: 1020–1034.
- 22 Famà P, Wysor B, Kooistra WHCF, Zuccarello GC, Paula D, & Oliveira D. 2002. Molecular  
23 phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from Chloroplast

- 1 tufA gene. J. Phycol. 38: 1040–1050.
- 2 Ferreira BP & Maida M. 2006. Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil. Brasília. p. .
- 3 Flagella MM, Andreakis N, Hiraoka M, Verlaque M, & Buia MC. 2010. Identification of  
4 cryptic *Ulva* species (Chlorophyta, Ulvales) transported by ballast water. Journal of  
5 Biological Research 13: 47–57.
- 6 Gestinari LM de S, Pereira SMB, Yoneshige-Valentin Y, Oliveira MC, & Milstein D. 2009.  
7 Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek (Cladophorales,  
8 Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. Revista Brasileira de Botânica  
9 32: 531–538.
- 10 Guiry GM & Guiry MD. 2021. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National  
11 University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>:
- 12 Hayden HS & Waaland JR. 2002. Phylogenetic systematics of the Ulvaceae (Ulvales,  
13 Ulvophyceae) and the genus *Ulva* L. using on chloroplast and nuclear sequences. Journal  
14 of Phycology 38: 1200–1212.
- 15 Hayden HS & Waaland JR. 2004. A molecular systematic study of *Ulva* ( Ulvaceae , Ulvales )  
16 from the northeast Pacific. Phycologia 43: 364–382.
- 17 Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, Jeremy R, & DeWaard JR. 2003. Biological identifications  
18 through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 270:  
19 313–321.
- 20 Hiraoka M, Shimada S, Uenosono M, & Masuda M. 2004. A new green-tide-forming alga, *Ulva*  
21 *ohnoi* Hiraoka et Shimada sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae) from Japan. Phycological  
22 Research 52: 17–29.
- 23 Horta PA. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas

- 1           brasileiras. *Hoehnea* 28: 243–265.
- 2   Joly AB. 1964. Flora Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo e Regiões  
3           Circunvizinhas. – Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade  
4           São Paulo.
- 5   Kanagawa AI. 1983. Ulvales (Chlorophyta) Marinhas do Estado de São Paulo, Brasil. MSc  
6           Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 7   Kanagawa AI. 1984. Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba - Brasil. PhD  
8           Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- 9   Kazi MA, Kavale MG, & Singh V V. 2016. Morphological and molecular characterization of  
10           *Ulva chaugulii* sp. nov., *U. lactuca* and *U. ohnoi* ( Ulvophyceae , Chlorophyta ) from  
11           India. *Phycologia* 55: 45–54.
- 12   Kazi MA, Reddy CRK, & Jha B. 2013. Molecular phylogeny and barcoding of caulerpa  
13           (bryopsidales) based on the *tufA*, *rbcL*, 18S rDNA and ITS rDNA genes. *PLoS ONE* 8:.
- 14   Kirkendale L, Saunders GW, & Winberg P. 2013. A Molecular Survey of *Ulva* (Chlorophyta)  
15           in Temperate Australia Reveals Enhanced Levels of Cosmopolitanism. *Journal of*  
16           *Phycology* 49: 69–81.
- 17   Kooistra WHCF. 2002. Molecular phylogenies of Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta)  
18           reaveal nonmonophyly for *Udotea*, *Penicillus* and *Chlorodesmis*. *Phycologia* 41: 453–462.
- 19   Krupnik N, Paz G, Douek J, Lewinsohn E, Israel A, Carmel N, Mineur F, & Maggs CA. 2018.  
20           Native, invasive and cryptogenic *Ulva* species from the Israeli Mediterranean Sea: risk  
21           and potential. *Mediterranean Marine Science* 19: 132.
- 22   Lagourgue L, Puillandre N, & Payri CE. 2018. Exploring the Udoteaceae diversity (   
23           Bryopsidales , Chlorophyta ) in the Caribbean region based on molecular and

- 1 morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 127: 758–769.
- 2 Larkin MA, Blackshields G, Brown NP, Chenna R, Mcgettigan PA, McWilliam H, Valentin F,  
3 Wallace IM, Wilm A, Lopez R, Thompson JD, Gibson TJ, & Higgins DG. 2007. Clustal  
4 W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 23: 2947–2948.
- 5 Lee HW, Kang JC, & Kim MS. 2019. Taxonomy of *Ulva* causing blooms from Jeju island,  
6 Korea with new species, *U. pseudo-ohnoi* sp. nov. (Ulvales, Chlorophyta). *Algae* 34: 253–  
7 266.
- 8 Leliaert F, Verbruggen H, Vanormelingen P, Steen F, López-Bautista JM, Zuccarello GC,  
9 Clerck O De, Lopez-Bautista JM, Zuccarello GC, & Clerck O De. 2014. DNA-based  
10 species delimitation in algae. *European Journal of Phycology* 49: 179–196.
- 11 Leliaert F, Verbruggen H, Wysor B, & Clerck O De. 2009. DNA taxonomy in morphologically  
12 plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta:  
13 Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53: 122–133.
- 14 Lemos RPL, Carneiro VAR, Guedes ÉAC, & Costa MM da S. 2017. Macroalgas marinhas do  
15 Estado de Alagoas: coleção histórica e perspectivas. *AmbientAL* 1: 122–140.
- 16 Littler DS & Littler MM. 1990. Systematics of *Udotea* species (Bryopsidales, Chlorophyta) in  
17 the tropical western Atlantic. *Phycologia* 29: 206–252.
- 18 Littler DS & Littler MM. 1991. Systematic of Anadyomene species (Anadyomenaceae,  
19 Chlorophyta) in the Tropical Western Atlantic. – *Journal of Phycology*.
- 20 Littler DS & Littler MM. 2000. Caribbean reef plants. An identification guide to the reef plants  
21 of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Offshore Graphics. – Inc.,  
22 Washington, DC.
- 23 Martins NTM. 2016. Physiological responses of *Ulva fasciata* Delile (Ulvales, Chlorophyta):



- 1 comparison of two populations from thermally distinct sites from Brazilian coast.
- 2 Masakiyo Y & Shimada S. 2014. Species Diversity of the Genus *Ulva* ( Ulvophyceae ,  
3 Chlorophyta ) in Japanese Waters , with Special Reference to. Bulletin of the National  
4 Museum of Nature and Science 40: 1–13.
- 5 Melton JT, Collado-Vides L, & Lopez-Bautista JM. 2016. Molecular identification and nutrient  
6 analysis of the green tide species *Ulva ohnoi* M. Hiraoka & S. Shimada, 2004  
7 (Ulvophyceae, chlorophyta), a new report and likely nonnative species in the Gulf of  
8 Mexico and Atlantic Florida, USA. Aquatic Invasions 11: 225–237.
- 9 Miladi R, Manghisi A, Armeli Minicante S, Genovese G, Abdelkafi S, Morabito M, Manghisi  
10 A, Miladi R, Morabito M, Abdelkafi S, & Genovese G. 2018. A DNA Barcoding Survey  
11 of *Ulva* (Chlorophyta) in Tunisia and Italy Reveals the Presence of the Overlooked Alien  
12 *U. ohnoi* . Cryptogamie, Algologie 39: 85–107.
- 13 Muniz JA. 1993. Enumeração de novas ocorrências de algas marinhas bêntônicas para o estado  
14 de Alagoas, Brasil. Revista Nordestina de Biologia 8: 1–4.
- 15 Nascimento Moura CW do, Romualdo de Almeida W, Araújo dos Santos A, Cosme de Andrade  
16 Junior J, Miranda Alves A, & Moniz-Brito KL. 2014. Polyphysaceae ( Dasycladales ,  
17 Chlorophyta ) in Todos os Santos Bay , Bahia , Brazil. Acta Botanica Brasilica 28: 147–  
18 164.
- 19 Nunes JM de C. 2010. Taxonomia morfológica: metodologia de trabalho. In Macroalgas, uma  
20 introdução à taxonomia., pp. 54–70. Technical Books, Rio de Janeiro. pp. .
- 21 Nunes JM de C, Santos ACC, & Santana LC. 2005. Novas ocorrências de algas marinhas  
22 bentônicas para o estado da Bahia , Brasil. Iheringia, Série Botânica 60: 99–106.
- 23 O’Kelly CJ, Kurihara A, Shipley TC, & Sherwood AR. 2010. Molecular assessment of *Ulva*

- 1 spp. (ulvophyceae, chlorophyta) in the hawaiian islands. Journal of Phycology 46: 728–  
2 735.
- 3 Oliveira-Carvalho M de F, Oliveira MC, Pereira SMB, & Verbruggen H. 2012. Phylogenetic  
4 analysis of *Codium* species from Brazil, with the description of the new species *C.*  
5 *pernambucensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). European Journal of Phycology 47: 355–  
6 365.
- 7 Oliveira-Carvalho MDF. 2008. Taxonomia, distribuição geográfica e filogenia do gênero  
8 *Codium* Stackhouse ( Bryopsidales-Chlorophyta) no litoral brasileiro. PhD Thesis,  
9 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- 10 Oliveira MGT, Pereira SMB, Benko-Iseppon AM, Balbino VQ, Silva Junior WJ, Ximenes CF,  
11 Oliveira-Carvalho MDF, & Cassano V. 2021. First molecular analysis of the genus  
12 *Bryopsis* ( Bryopsidales , Chlorophyta ) from Brazil , with an emphasis on the Pernambuco  
13 coast. – Acta Botanica Brasilica.
- 14 Pellizzari F, Oliveira MC, Silva Medeiros A Da, Yokoya NS, & Oliveira EC. 2013.  
15 Morphology, ontogeny, and phylogenetic position of *Gayralia brasiliensis* sp. nov.  
16 (Ultrichales, Chlorophyta) from the southern coast of Brazil. Botanica Marina 56: 197–  
17 205.
- 18 Pirian K, Piri K, Sohrabipour J, Tamadoni Jahromi S, & Blomster J. 2016. Molecular and  
19 morphological characterisation of *Ulva chaugulii*, *U. paschima* and *U. ohnoi*  
20 (Ulvophyceae) from the Persian Gulf, Iran. Botanica Marina 59: 147–158.
- 21 Pupo D. 2011. Marine benthic algae from Santa Catarina state, Southern Brazil. – Boletim do  
22 Instituto de Botânica; No. 20.
- 23 Rambaut A, Drummond AJ, Xie D, Baele G, & Suchard MA. 2018. Posterior summarization

- 1 in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67: 901–904.
- 2 Robba L, Russell SJ, Barker GL, & Brodie J. 2006. Assessing the use of the mitochondrial *cox1*  
3 marker for use in DNA barcoding of red algae (Rhodophyta). *American Journal of Botany*  
4 93: 1101–1108.
- 5 Robuchon M, Valero M, Gey D, & Gall L Le. 2015. How does molecular-assisted identification  
6 affect our estimation of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  biodiversity? An example from understory red seaweeds  
7 (Rhodophyta) of Laminaria kelp forests in Brittany, France. *Genetica* 143: 207–223.
- 8 Rocha MCB dos S. 2016. Taxonomia e distribuição do gênero *Udotea* J. V. Lamour.  
9 (Bryopsidales- Chlorophyta) no litoral brasileiro. MSc Thesis, Universidade Federal Rural  
10 de Pernambuco, Recife.
- 11 Ronquist F, Teslenko M, Mark P Van Der, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L,  
12 Suchard MA, & Huelsenbeck JP. 2012. Mrbayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic  
13 inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61: 539–542.
- 14 Rudorff FDM & Gherardi DFM. 2008. Coral reef detection using SAR/RADARSAT-1 images  
15 at Costa dos Corais, PE/AL, Brazil AN - prod.academic\_MSTAR\_20174098; 8373983.  
16 *Brazilian Journal of Oceanography* 56: 85–96.
- 17 Ruggiero MA, Gordon DP, Orrell TM, Bailly N, Bourgoïn T, Brusca RC, Cavalier-Smith T,  
18 Guiry MD, & Kirk PM. 2015. A higher level classification of all living organisms. *PLoS*  
19 *ONE* 10: 1–60.
- 20 Rybak AS. 2018. The *Ulva flexuosa* complex (Ulvaceae, Chlorophyta): an updated  
21 identification key with special reference to the freshwater and hyperhaline taxa. *Phytotaxa*  
22 345: 83–103.
- 23 Santos G do N & Nunes JM de C. 2013. O gênero *Halimeda*(Bryopsidales, Chlorophyta) no

- 1 litoral do estado da Bahia, Brasil. – SITIENTIBUS série Ciências Biológicas.
- 2 Santos G do N & Nunes JMDC. 2015. Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta) no litoral do  
3 estado da Bahia, Brasil. – SITIENTIBUS série Ciências Biológicas.
- 4 Saunders GW & Kucera H. 2010. An evaluation of *rbcL* , *tufA* , UPA , LSU and ITS as DNA  
5 barcode markers for the marine green macroalgae. *Algologie* 31: 487–528.
- 6 Sauvage T, Payri C, Draisma SGA, Reine WFP homme Van, Verbruggen H, Belton GS, Gurgel  
7 CFD, Sherwood AR, & Fredericq S. 2013. Molecular diversity of the *Caulerpa racemosa*  
8 – *Caulerpa peltata* complex ( Caulerpáceae , Bryopsidales ) in New Caledonia , with new  
9 Australasian records for *C . racemosa* var . *cylindracea*. *Phycologia* 52: 6–13.
- 10 Scherner F, Horta PA, Oliveira EC de, Simonassi JC, Hall-Spencer JM, Chow F, Nunes JMDC,  
11 & Pereira SMB. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and  
12 community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 76: 106–115.
- 13 Sherwood AR, Boedeker C, Havens AJ, Carlile AL, Wilcox MD, & Leliaert F. 2019. Newly  
14 discovered molecular and ecological diversity within the widely distributed green algal  
15 genus *Pseudorhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae). *Phycologia* 00: 1–12.
- 16 Silva PC, Basson PW, & Moe RL. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian  
17 Ocean. Univ of California Press. p. .
- 18 Stam W, Olsen J, & Zaleski S. 2006. A forensic and phylogenetic survey of *Caulerpa*  
19 species(Caulerpales, Chlorophyta) from the Florida coast, local aquarium shops, and e-  
20 commerce: establishing a proactive baseline for early detection. *Journal of Phycology* 42:  
21 1113–1124.
- 22 Steiner AQ, Amaral FMD, Amaral JR de BC do, Sassi R, & Barradas JI. 2015. Zonação de  
23 recifes emersos da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Nordeste do Brasil.

- 1 Iheringia. Série Zoologia 105: 184–192.
- 2 Steinhagen S & Düsedau L. 2021. Systematics and phylogeny DNA barcoding of the German  
3 green supralittoral zone indicates the distribution and phenotypic plasticity of *Blidingia*  
4 species and reveals *Blidingia cornuta* sp . nov . Taxon 00: 1–17.
- 5 Steinhagen S, Karez R, & Weinberger F. 2019. Cryptic, alien and lost species: molecular  
6 diversity of *Ulva* sensu lato along the German coasts of the North and Baltic Seas.  
7 European Journal of Phycology 54: 466–483.
- 8 Strate HJ Van Der, Boele-Bos SA, Olsen JL, Zande L Van De, & Stam WT. 2002.  
9 Phylogeographic studies in the tropical seaweed *Cladophoropsis membranacea*  
10 (Chlorophyta, Ulvophyceae) reveal a cryptic species complex. Journal of Phycology 38:  
11 572–582.
- 12 Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, & Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular  
13 evolutionary genetics analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution 30: 2725–  
14 2729.
- 15 Ulvophyceae in Flora do Brasil 2020. 2021.Jardim Botânico do Rio de Janeiro.  
16 [http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB98996.:](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB98996.)
- 17 Verbruggen H, Clerck O De, Kooistra WHCF, & Coppejans E. 2005. Molecular and  
18 morphometric data pinpoint species boundaries in *Halimeda* section *Rhipsalis*  
19 (Bryopsidales, Chlorophyta). Journal of Phycology 41: 606–621.
- 20 Verbruggen H, Clerck O De, N'Yeurt ADR, Spalding H, & Vroom PS. 2006. Phylogeny and  
21 taxonomy of *Halimeda incrassata*, including descriptions of *H. kanaloana* and *H.*  
22 *heteromorpha* spp. nov. (Bryopsidales, Chlorophyta). European Journal of Phycology 41:  
23 337–362.

- 1 Verbruggen H, Clerck O De, Schils T, Kooistra WHCF, & Coppejans E. 2005. Evolution and  
2 phylogeography of *Halimeda* section *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). – Mol.  
3 Phylogenet. Evol.
- 4 Verbruggen H & Kooistra WHCF. 2004. Morphological characterization of lineages within the  
5 calcified tropical seaweed genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). European  
6 Journal of Phycology 39: 213–228.
- 7 Verbruggen H, Leliaert F, Maggs CA, Shimada S, Schils T, Provan J, Booth D, Murphy S,  
8 Clerck O De, Littler DS, Littler MM, & Coppejans E. 2007. Species boundaries and  
9 phylogenetic relationships within the green algal genus *Codium* (Bryopsidales) based on  
10 plastid DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 44: 240–254.
- 11 Verbruggen H, Tyberghein L, Pauly K, Vlaeminck C, Nieuwenhuyze K Van, Kooistra WHCF,  
12 Leliaert F, & Clerck O De. 2009. Macroecology meets macroevolution : evolutionary  
13 niche dynamics in the seaweed *Halimeda*. – Global Ecology and Biogeography.
- 14 Wolf MA, Sciuto K, Andreoli C, & Moro I. 2012. *Ulva* (Chlorophyta, Ulvales) Biodiversity in  
15 the North Adriatic Sea (Mediterranean, Italy): Cryptic Species and New Introductions.  
16 Journal of Phycology 48: 1510–1521.
- 17 Wynne MJ. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western  
18 Atlantic: fourth revision. Nova Hedwigia. 202.
- 19 Xie WF, Wu CH, Zhao J, Lin XY, & Jiang P. 2020. New records of *Ulva* spp. (Ulvophyceae,  
20 Chlorophyta) in China, with special reference to an unusual morphology of *U.*  
21 *meridionalis* forming green tides. European Journal of Phycology 55: 412–425.
- 22 Ximenes CF, Cassano V, Oliveira-Carvalho MDF, D.Bandeira-Pedrosa ME, Gurgel CF,  
23 Verbruggen H, & Pereira SMB. 2017. Systematics of the genus *Halimeda* (Bryopsidales,

- 1 Chlorophyta) in Brazil including the description of *Halimeda jolyana* sp. nov . Phycologia  
2 56: 369–381.
- 3 Ximenes CF, Oliveira-Carvalho M de F, Bandeira-pedrosa ME, Cassano V, & Bryopsidales  
4 HJVL. 2019. Updates on Section *Pseudo-opuntia* of *Halimeda* : phylogenetic analyses of  
5 *H . soniae* sp . nov . ( Bryopsidales , Chlorophyta ) along the Brazilian coast Introduction  
6 Sequence data. Botanica Marina 62: 327–336.
- 7 Zuccarello GC, Kawai H, Phang S-M, Prathep A, Hanyuda T, & Pongparadon S. 2015.  
8 Diversity of *Halimeda* (Chlorophyta) from the Thai–Malay Peninsula . Phycologia 54:  
9 349–366.
- 10

Tabela 1. Praias e estuários amostrados ao longo da costa de Alagoas.\* Localidades inseridas na APA Costa dos Corais.

Setor do estado	Localidade	Município	Tipo de ambiente	Data de Coleta	Coordenadas
Norte	Praia de Barreiras do Boqueirão	Japaratinga	Marinho	30/08/2019	9°7'29.809" S 35°16'37.242" O
Norte	Tatuamunha	Porto de Pedras	Estuário	04/08/2019	9°13'44.238" S 35°20'17.181" O
Norte	Praia de São Miguel dos Milagres	São Miguel dos Milagres	Marinho	04/08/2019	9°16'7.901" S 35°21'59.882" O
Norte	Praia de Sonho Verde	Paripueira	Marinho	02/08/2019	9°27'725" S 35°31'48.023" O
Centro	Praia do Mirante da Sereia	Maceió	Marinho	18/04/2019	9°34'02.3" S 35°38'50.2" O
Centro	Praia de Riacho Doce	Maceió	Marinho	19/04/2019	9°34'51.9" S 35°39'25.8" O
Centro	Complexo Estuarino Laguna Mundaú-Manguaba	Maceió	Estuário	17/05/2019	9°41'16.948" S 35°46'09.647" O
Sul	Praia do Pontal do Coruripe	Coruripe	Marinho	17/05/2019	10°9'03.739" S 36°8'05.308" O



Tabela 2. Primers utilizados nas análises moleculares para as macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.

Marcador	Primer	Sequência	Referência
<i>tufA</i>	<i>tufAF</i>	5'-TGAAACAGAAMAWCGTCATTATGC-3'	Famá <i>et al.</i> (2002)
<i>tufA</i>	<i>tufAR</i>	5'CCT TCN CGA ATM GCR AAW CGC-3'	Famá <i>et al.</i> (2002)
<i>rbcL</i>	<i>rbcL</i> F2241	5'-AAAGCNGGKGTWAAAGAYTA-3'	Curtis <i>et al.</i> (2008)
<i>rbcL</i>	<i>rbcL</i> F623-603	5'- TCWCAACCHTYTATGCGTTGG-3'	Curtis <i>et al.</i> (2008)
<i>rbcL</i>	<i>rbcL</i> R689-667	3'-GCTTGWGMTTTTRTARATWGCTTC-5'	Dijoux <i>et al.</i> (2012)
<i>rbcL</i>	<i>rbcL</i> R1396-	3'-AATTTCTTTCCAAACTTCACAAGC-5'	Dijoux <i>et al.</i> (2012)

1372

Tabela 3. Ciclos de PCR utilizados para amplificação dos fragmentos dos marcadores moleculares utilizados para as macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.

Marcador	Desnaturação Inicial	Desnaturação	Anelamento	Extensão	Extensão Final	Ciclos	Referência
<i>tufA</i>	94° C por 3'	94° C por 1'	45°C por 1'	72°C por 2'	72°C por 7'	40x	Famá <i>et al.</i> (2002)
<i>tufA</i>	94° C por 4'	94° C por 1'	45°C por 30"	72°C por 1'	72°C por 7'	38x	Saunders & Kucera (2010)
<i>rbcL</i>	94° C por 4'	94° C por 30"	45°C por 1'	72°C por 1'	72°C por 4'	35x	Curtis <i>et al.</i> (2008)

Tabela 4. Amostras sequenciadas para estudo molecular das macroalgas verdes marinhas do estado de Alagoas.

<b>Táxon</b>	<b>Voucher do Herbário</b>	<b><i>tufA</i></b>	<b><i>rbcL</i></b>
<i>Ulva ohnoi</i>	PEUFR55518		x
<i>U. ohnoi</i>	PEUFR55528	x	
<i>U. ohnoi</i>	PEUFR55529	x	
<i>U. ohnoi</i>	PEUFR55534	x	
<i>U. ohnoi</i>	PEUFR55592	x	x
<i>U. tepida</i>	PEUFR55514	x	x
<i>U. tepida</i>	PEUFR55531	x	x
<i>U. tepida</i>	PEUFR55591	x	x
<i>U. chaugulii</i>	PEUFR55530	x	
<i>Caulerpa microphysa</i>	PEUFR55674	x	
<i>Halimeda opuntia</i>	PEUFR55726	x	
<i>H. incrassata</i>	PEUFR55725	x	
<i>Udotea dotyi</i>	PEUFR55552		x

1 Tabela 5. Distribuição das macroalgas verdes marinhas amostrados em Alagoas e analisadas no presente estudo.

Táxon	Localidades amostradas							
	Celmm	Japaratinga	Mirante da Sereia	Pontal do Coruripe	Riacho Doce	Sonho Verde	Tatuamunha	São Miguel dos Milagres
<i>Caulerpa microphysa</i>			X	X		X		
<i>Halimeda opuntia</i>		X			X	X		X
<i>Halimeda incrassata</i>								X
<i>Udotea cf. dotyi</i>		X						
<i>Ulva chaugulii</i>						X	X	
<i>Ulva ohnoi</i>		X			X	X		
<i>Ulva tepida</i>		X	X			X		

2

## 1 LEGENDAS DE FIGURAS

2 Figura 1. Mapa da costa de Alagoas com pontos de coleta assinalados. 1. Barreiras do  
3 Boqueirão; 2. Tatuamunha; 3. São Miguel dos Milagres; 4. Sonho Verde; 5. Mirante da Sereia;  
4 6. Riacho Doce; 7. Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM); 8. Pontal do  
5 Coruripe.

6 Figura 2. A-B *Caulerpa microphysa*. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe dos ramulos globosos  
7 pequenos. *Halimeda incrassata*. C-F. Aspecto geral do talo. E. Detalhe da fusão nodal dos  
8 utrículos. F-G. Detalhe dos utrículos primários e secundários. Barras Fig A = 2,5 cm; B = 5mm;  
9 C, F = 2cm; E,F e G = 100µm.

10 Figura 3. A – E *Halimeda opuntia*. A-B. Aspecto geral do talo, presença de diversos apressórios  
11 (setas). C. Detalhe da fusão nodal. D. Vista superficial dos utrículos primários com aspecto  
12 hexagonal. E. Detalhe dos utrículos primários e secundários. F-H *Udotea dotyi*. F. Aspecto  
13 geral do talo. G-H. Detalhe da disposição e forma dos utrículos. Barra: Fig. A, B = 1,5 cm;  
14 C,G,H = 100 µm; D,E = 50 µm; F=1cm.

15 Figura 4. A – E . *Ulva chaugulii*. A - B. Aspecto geral do talo. C. Porção basal do tubo com  
16 células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. D. Vista superficial das células da  
17 porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinais. E. Corte  
18 transversal do tubo. Barra: Fig. A, B = 2mm; C = 200 µm; D = 50 µm; E = 100 µm.

19 Figura 5. *Ulva ohnoi*. A - F. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe das denticulações  
20 microscópicas na margem. C. Detalhe das margens sem denticulações. D. Corte transversal da  
21 porção basal com células mais altas que largas. E. Corte da porção apical com células  
22 quadráticas. F. Vista superficial das células da lâmina. G-I. *Ulva tepida*. G. Aspecto geral do  
23 talo. H. Porção basal com células em fileiras longitudinais. I. Corte transversal da porção  
24 mediano-apical. Barra: Fig. A,G = 1cm; B, F, I = 100 µm; C, H = 200 µm; D, E = 50 µm.

25 Figura 6. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de  
26 *Halimeda* e *Caulerpa*. Árvore com 62 sequências, com um alinhamento final de 714 pb. Valores  
27 de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas  
28 neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

29 Figura 7. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *rbcL* de *Udotea*.  
30 Árvore com 44 sequências em alinhamento final de 334pb. Valores de ML/PP indicados nos

1 ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em  
2 negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

3 Figura 8. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de *Ulva*.  
4 Árvore com 67 sequências, em alinhamento final de 636 pb. Valores de ML/PP indicados nos  
5 ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em  
6 negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

7 Figura 9. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *rbcL* de *Ulva*.  
8 Árvores com 83 sequências, em alinhamento final de 1.172pb. Valores de ML/PP indicados  
9 nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em  
10 negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

## 11 MATERIAL SUPLEMENTAR

12 Material Suplementar 1 – Sequências dos marcadores moleculares *rbcL* e *tufA* utilizadas no  
13 estudo.

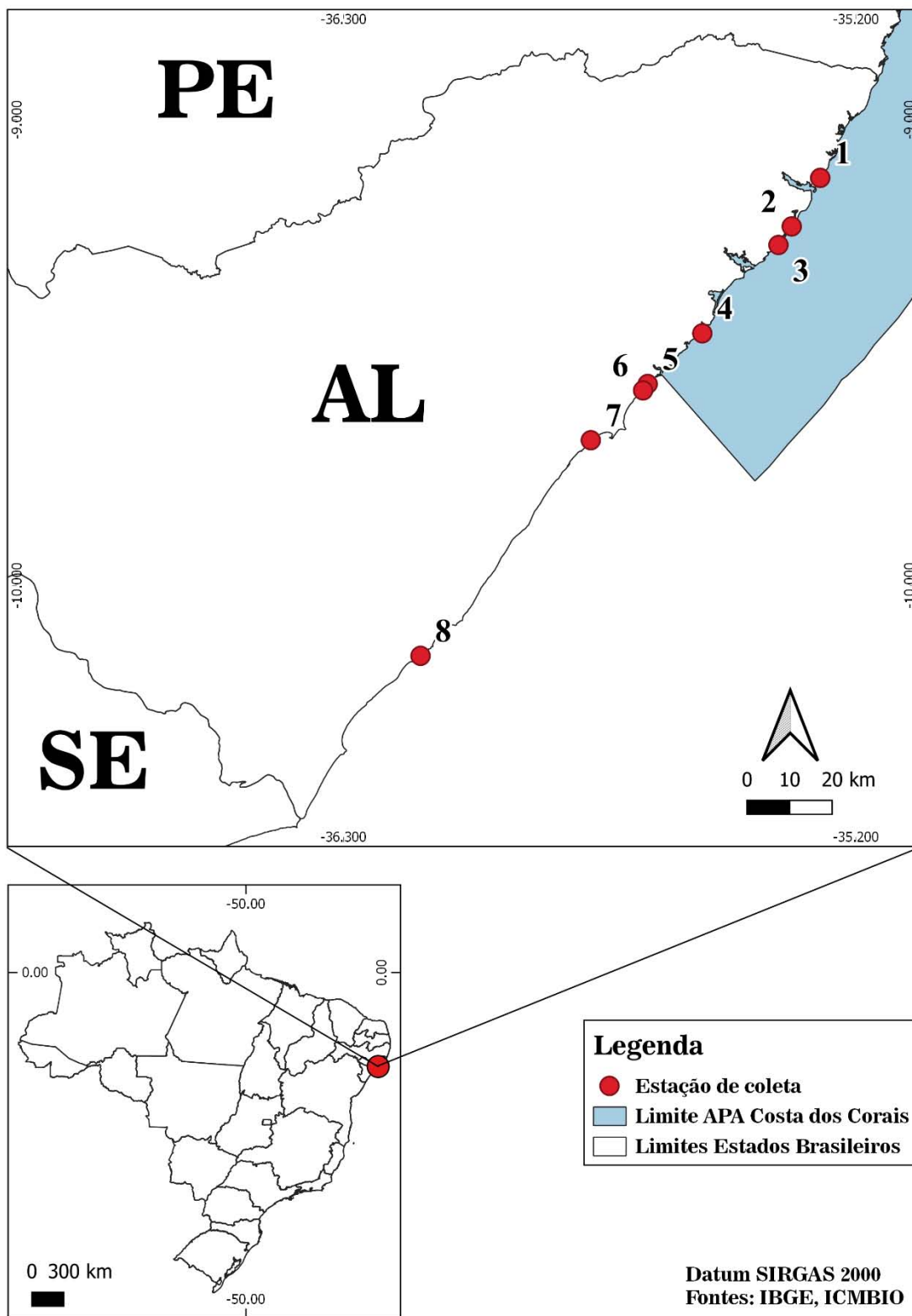


Figura 1. Mapa da costa de Alagoas com pontos de coleta assinalados. 1. Barreiras do Boqueirão; 2. Tatuamunha; 3. São Miguel dos Milagres; 4. Sonho Verde; 5. Mirante da Sereia;

6. Riacho Doce; 7. Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba (CELMM); 8. Pontal do Coruripe.



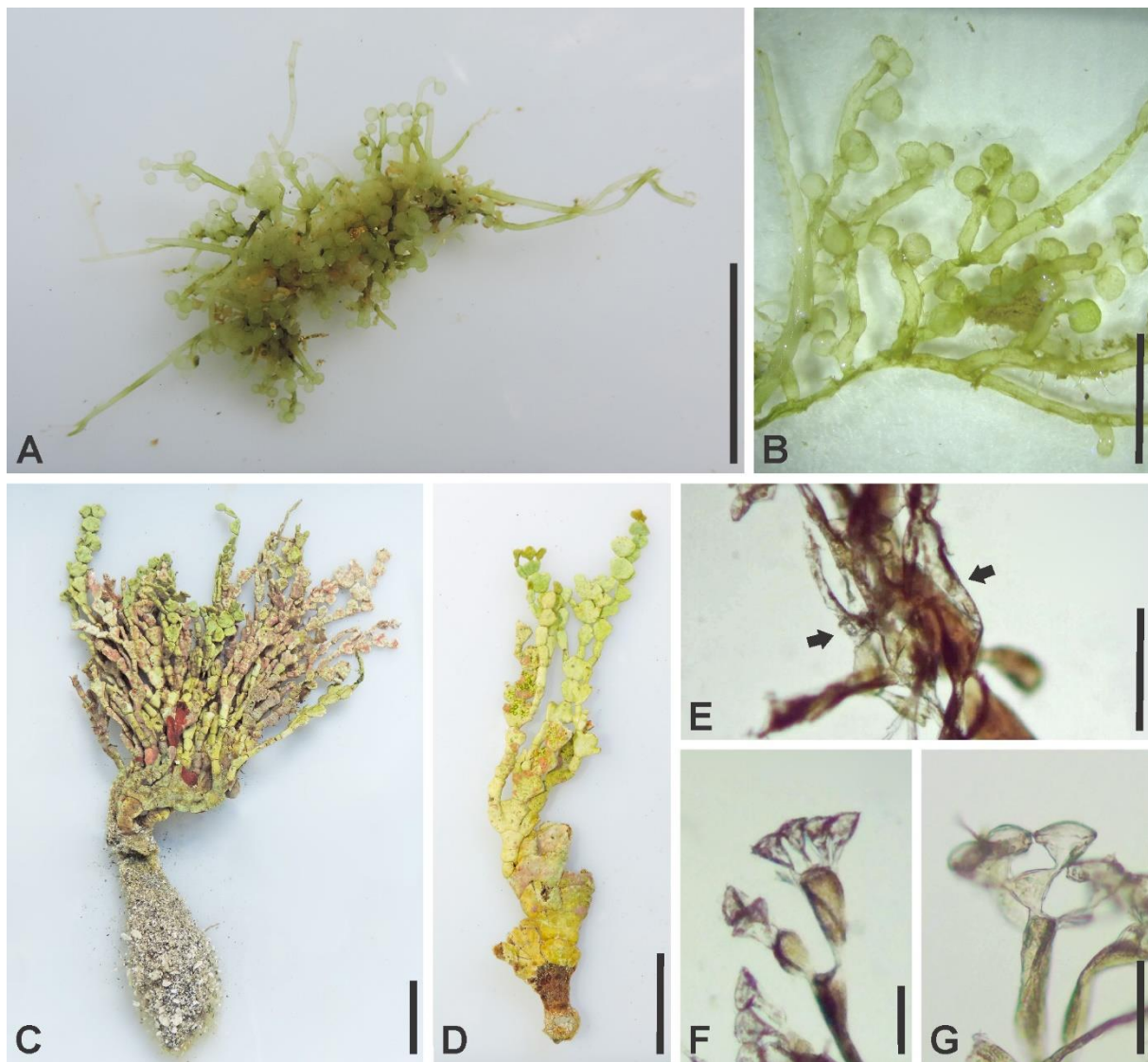


Figura 2. A-B *Caulerpa microphysa*. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe dos râmulos globosos pequenos. *Halimeda incrassata*. C-F. Aspecto geral do talo. E. Detalhe da fusão nodal dos utrículos. F-G. Detalhe dos utrículos primários e secundários. Barras Fig A = 2,5 cm; B = 5mm; C, F = 2cm; E,F e G = 100 $\mu$ m.

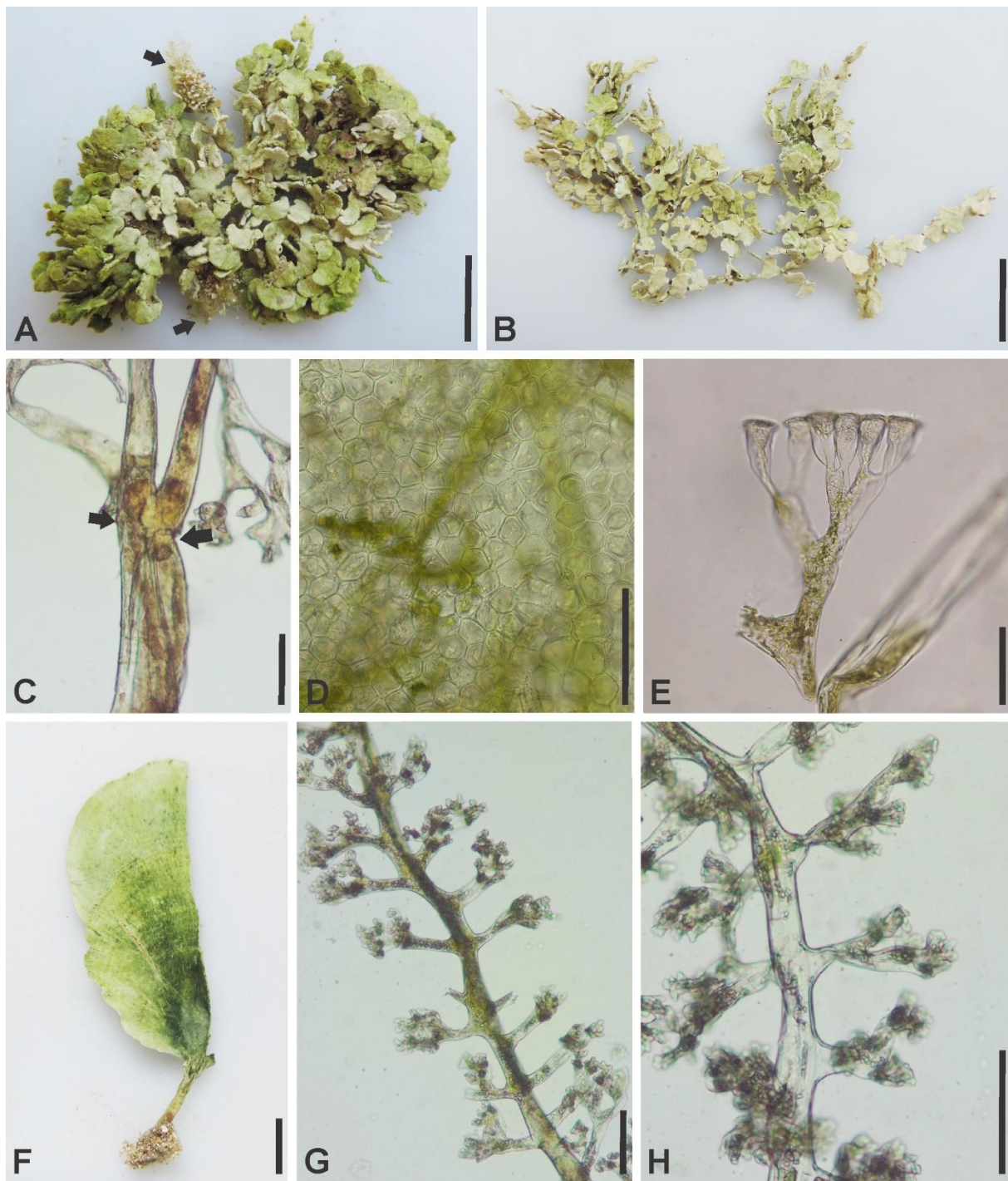


Figura 3. A – E *Halimeda opuntia*. A-B. Aspecto geral do talo, presença de diversos apertórios (setas). C. Detalhe da fusão nodal. D. Vista superficial dos utrículos primários com aspecto hexagonal. E. Detalhe dos utrículos primários e secundários. F-H *Udotea dotyi*. F. Aspecto geral do talo. G-H. Detalhe da disposição e forma dos utrículos. Barra: Fig. A, B = 1,5 cm; C,G,H = 100  $\mu$ m; D,E = 50  $\mu$ m; F=1cm.

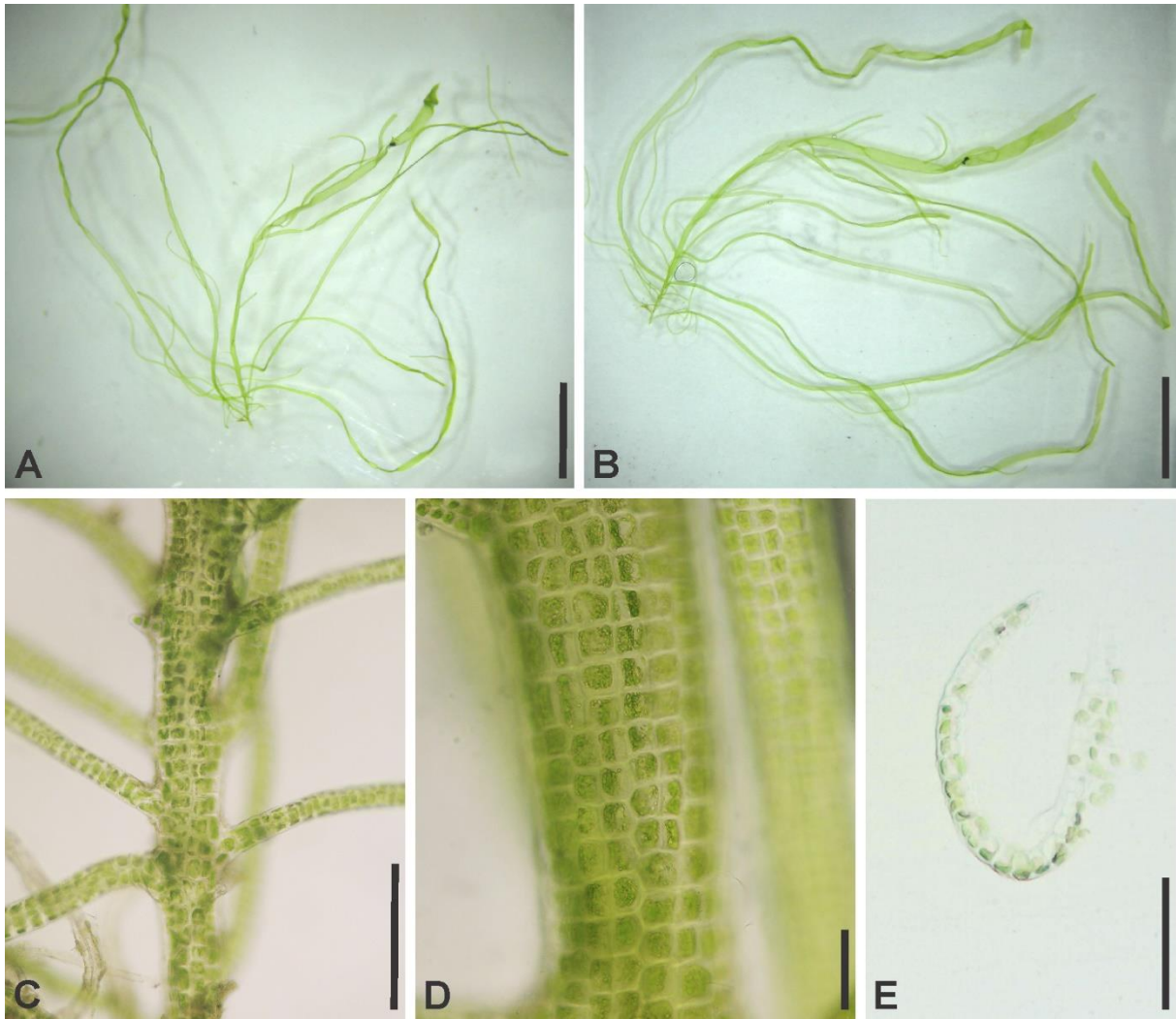


Figura 4. A – E . *Ulva chaugulii*. A - B. Aspecto geral do talo. C. Porção basal do tubo com células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. D. Vista superficial das células da porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinais. E. Corte transversal do tubo. Barra: Fig. A, B = 2mm; C = 200  $\mu$ m; D = 50  $\mu$ m; E = 100  $\mu$ m.



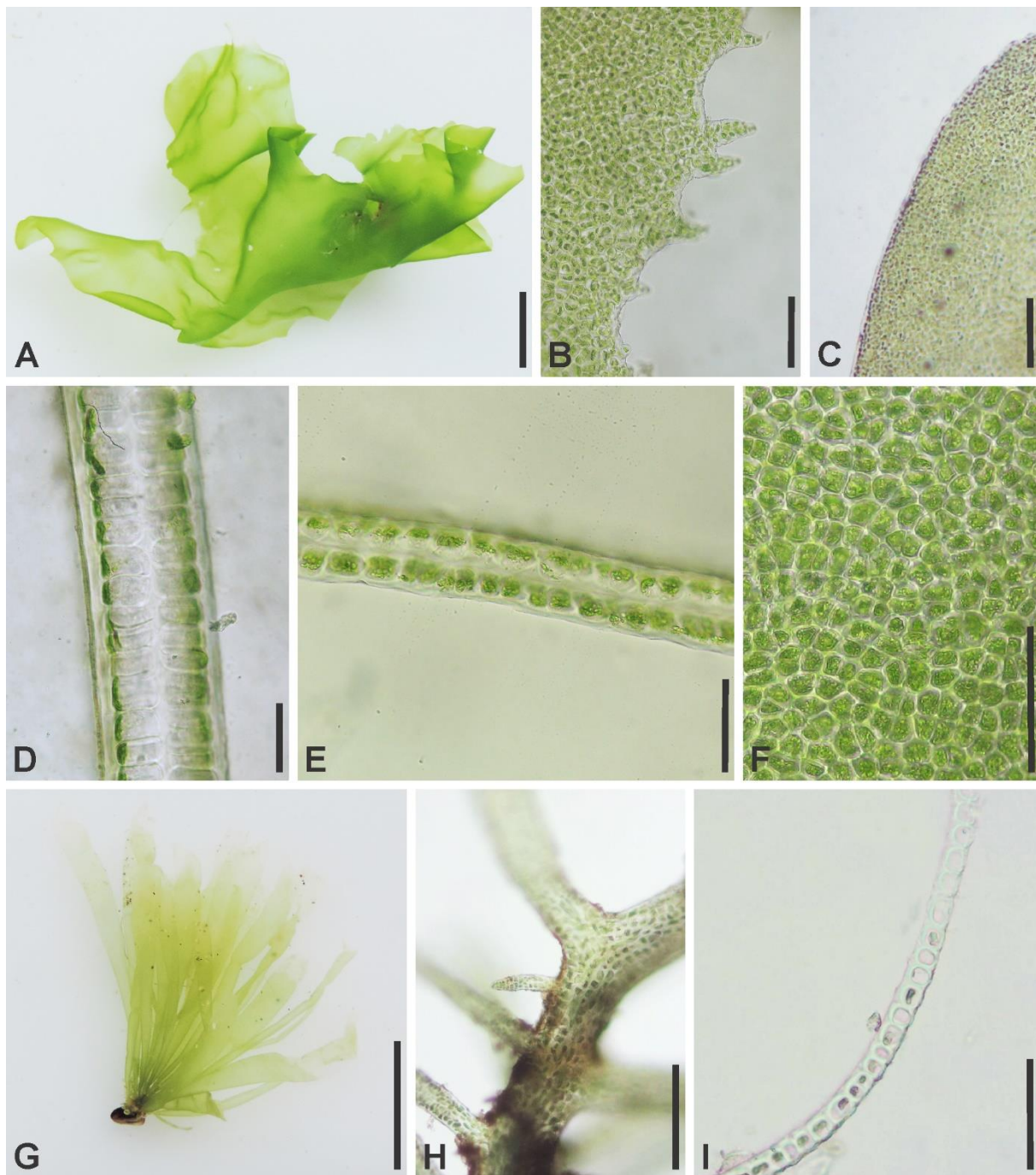


Figura 5. *Ulva ohnoi*. A - F. A. Aspecto geral do talo. B. Detalhe das denticulações microscópicas na margem. C. Detalhe das margens sem denticulações. D. Corte transversal da porção basal com células mais altas que largas. E. Corte da porção apical com células quadráticas. F. Vista superficial das células da lâmina. G-I. *Ulva tepida*. G. Aspecto geral do talo. H. Porção basal com células em fileiras longitudinais. I. Corte transversal da porção mediano-apical. Barra: Fig. A,G = 1cm; B, F, I = 100  $\mu$ m; C, H = 200  $\mu$ m; D, E = 50  $\mu$ m.



0.05

Figura 6. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de *Halimeda* e *Caulerpa*. Árvore com 62 sequências, com um alinhamento final de 714 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

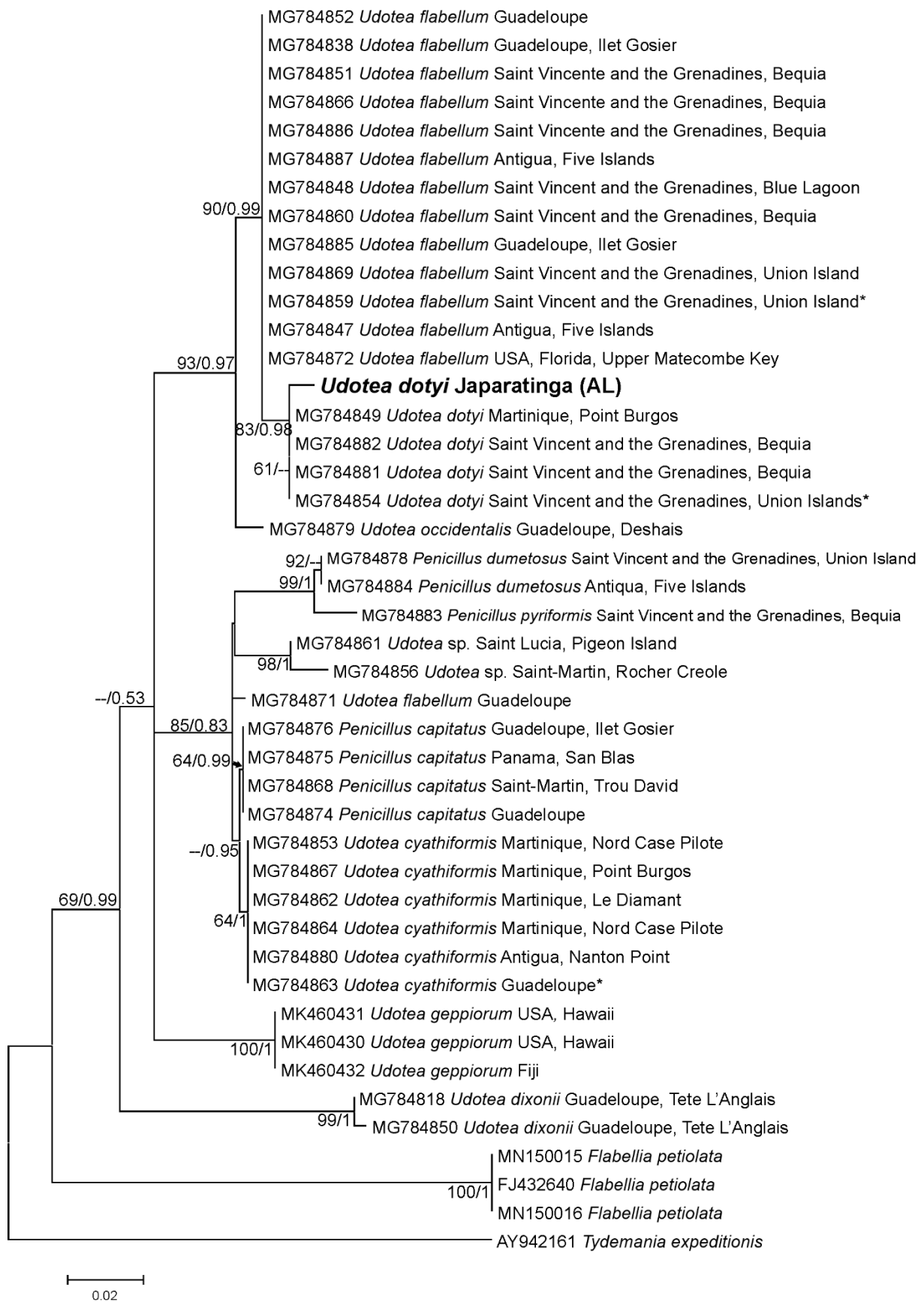


Figura 7. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de seqüências de *rbcL* de *Udotea*. Árvore com 44 seqüências em alinhamento final de 334pb. Valores de ML/PP indicados nos

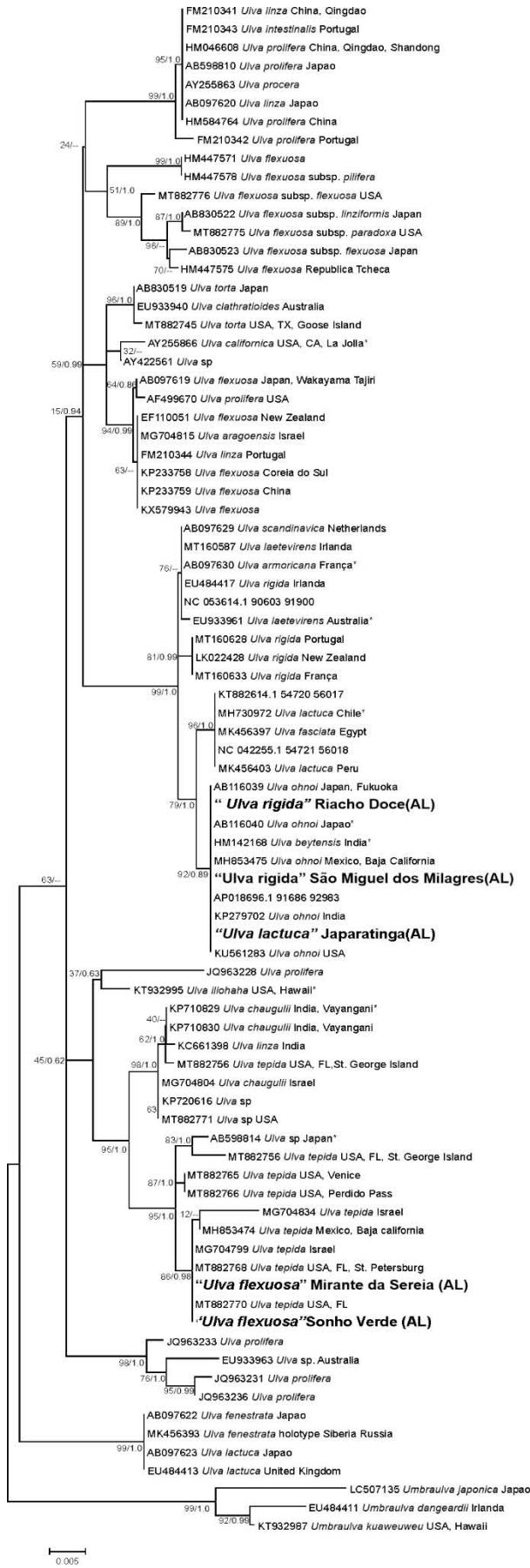
ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.





Figura 8. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *tufA* de *Ulva*. Árvore com 67 sequências, em alinhamento final de 636 pb. Valores de ML/PP indicados nos

ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.



*Ulva rigida*

*Ulva ohnoi*

*Ulva tepida*

Figura 9. Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) de sequências de *rbcL* de *Ulva*. Árvores com 83 sequências, em alinhamento final de 1.172pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Amostra geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade-tipo.

## Capítulo 2

---

### **Novidades na ordem Cladophorales (Ulvophyceae) baseadas em representantes do Atlântico Sul**

Artigo a ser submetido na revista Phycologia

## Novidades na ordem Cladophorales (Ulvophyceae) baseadas em representantes do Atlântico Sul

### RESUMO

Os representantes da ordem Cladophorales possuem histórico taxonômico complexo com famílias e gêneros polifiléticos de acordo com dados moleculares. Adicionalmente, ainda se conhece muito pouco do posicionamento filogenético dos representantes dessa ordem para a costa brasileira. Assim, o presente estudo tem como objetivo de analisar representantes de Cladophorales da costa do Brasil com base em uma abordagem integrativa. Os exemplares foram obtidos na costa do estado de Alagoas, sendo caracterizados pela morfologia e com base em sequências de SSU rDNA e LSU rDNA, por meio de máxima verossimilhança e inferência Bayesiana. Os resultados indicaram que os morfotipos *Cladophora vagabunda* do Brasil estão distribuídos em dois clados, assim como confirmam a presença de *Anadyomene stellata*, *Chaetomorpha antennina*, *Ch. gracilis* e *Dictyosphaeria versluysii* para a costa brasileira. *Cladophora coelothrix* representa um complexo de espécies e com base em dados moleculares (LSU e SSU rDNA) propomos Anadyomenaceae 'gen et sp. nov.'. As análises de sequências de LSU de *C. prolifera* indicam que esta é uma espécie críptica. *Pseudorhizoclonium mangroviorum* teve sua distribuição ampliada para a costa nordeste do Brasil os morfotipos do Complexo *Boodlea composita* estão posicionados em três clados diferentes (SSU) ou um único clado (LSU), ressaltando a dificuldade de delimitação das espécies desse grupo. O presente estudo traz novas informações dos representantes de Cladophorales do Brasil, confirmando a complexidade tanto morfológica como filogenética dos gêneros e espécies dessa ordem.

### PALAVRAS-CHAVE

Complexo *Boodlea*; *Cladophora*; Espécies crípticas; Brasil; LSU rDNA

## INTRODUÇÃO

---

A costa do Atlântico Sul abriga uma biodiversidade de organismos marinhos distintos, essa altamente influenciada pelas características biogeográficas da região, tais quais transparência da água, abundância de substratos e variações de temperatura (Horta 2001, Spalding et al. 2007). Nesses ambientes, as macroalgas marinhas realizam importante papel ecológico e desempenham serviços ecossistêmicos fundamentais (Schnerer et al. 2013, Del Cortona et al. 2019, Vasconcelos et al. 2019). Nos últimos anos, estudos taxonômicos realizados com os diversos grupos macroalgas marinhas vêm promovendo melhor compreensão acerca da composição e distribuição das espécies, especialmente com o uso de sequências de DNA, permitindo a descrição de novas espécies (Nauer et al. 2016, Jesus et al. 2018, Guimarães et al. 2019, Ximenes et al. 2019, Gomes et al. 2020, Jesionek et al. 2020, Soares et al. 2020, Oliveira et al. 2021). Apesar dos avanços no conhecimento acerca das espécies do Atlântico Sul, os estudos taxonômicos que incluem dados moleculares ainda são incipientes, especialmente com representantes de macroalgas verdes marinhas.

Dentre as macroalgas marinhas verdes, a ordem Cladophorales é amplamente diversa, sendo composta por organismos com talo do tipo sifonocladado, que consistem de corpos multicelulares compostos de células multinucleadas e núcleos com domínios citoplasmáticos bem definidos (Cocquyt *et al.* 2010). A ordem possui um dos históricos taxonômicos mais complexos dentre as algas verdes, sendo inicialmente considerada um complexo junto a então válida Siphonocladales (Bakker *et al.* 1994), posteriormente elevada à categoria de

classe (Hoek *et al.* 1995), seguida da separação das duas ordens, até o atual consenso de um única ordem dentro de Ulvophyceae (Leliaert *et al.* 2003, 2007).

A classificação de gêneros e espécies em Cladophorales ainda necessita de revisões, tanto pelo amplo espectro de plasticidade fenotípica e evolução convergente de caracteres como pela presença de táxons crípticos (Gestinari *et al.* 2009, Leliaert *et al.* 2009). Nesse contexto, o uso de sequências de DNA ribossomal, SSU (18S) e LSU (28S) permitiu um melhor entendimento das relações filogenéticas entre os táxons. Entretanto, as primeiras filogenias produzidas com os marcadores moleculares demonstraram incongruências em todas as famílias, com um grande número de gêneros sendo polifiléticos (Hanyuda *et al.* 2002, Leliaert *et al.* 2009, Boedeker *et al.* 2012).

Adicionalmente, existem poucos estudos moleculares dos representantes de Cladophorales da costa brasileira e esses poucos estudos indicam uma biodiversidade pouco conhecida, com a presença espécies crípticas (Gestinari *et al.* 2009, Sherwood *et al.* 2019). Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo trazer novidades acerca dos representantes de Cladophorales na costa brasileira com base em dados moleculares e morfológicos.

## **MATERIAL & MÉTODOS**

---

As amostras foram coletadas em sete localidades da costa do estado de Alagoas, nordeste do Brasil (Tabela 1). Os espécimes destinados ao estudo morfológico foram fixados em etanol ou congelados, examinados e morfológicamente identificados de acordo com a bibliografia específica disponível (Littler & Littler 1991, Hoek & Chihara 2000, Leliaert & Coppejans 2003, 2006, Gestinari *et al.* 2010, Alves *et al.* 2011, Almeida *et al.* 2012, Alves,



Gestinari, & Moura 2012a, 2012b, Alves, Gestinari, de Oliveira, *et al.* 2012). Para observação da estrutura macroscópica foi utilizado microscópio estereoscópico, além da observação de anatômica em microscopia. Para identificação dos representantes de talos laminares foram realizadas observações da disposição das células e dos rizoides, sendo realizados cortes anatômicos para observação do número de camadas de células (Littler & Littler 1991, Alves *et al.* 2011). Para os representantes de talo globosos foram realizados cortes anatômicos para observação da estrutura interna (Almeida *et al.* 2012). Ainda para estudo morfológico foram feitas dez medidas dos principais caracteres utilizados para identificação dos táxons. Foram realizados registros fotográficos dos espécimes utilizando câmera digital (Canon Digital, SD950IS) manualmente ajustada ao microscópio (Zeiss, Axioplan). Após identificação morfológica os espécimes foram depositados no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Para o estudo molecular, os espécimes foram limpos e fixados em sílica gel ou em solução CTAB. As extrações de DNA totais foram realizadas utilizando o protocolo CTAB de acordo com Doyle & Doyle (1987), excluindo-se a incubação com RNAase. Para análise molecular, foram utilizados os marcadores nucleares SSU (18S) e LSU (28S) rDNA. As sequências de SSU foram amplificadas utilizando uma combinação de dois pares de primer, enquanto para LSU foram utilizados apenas um par de primers (Tabela 2). Os fragmentos foram amplificados por PCR utilizando os ciclos especificados na Tabela 3. O volume da reação foi de 25µl: 6,75 µl de H<sub>2</sub>O miliQ, 5 µl de PCR Buffer 5x, 3 µl de MgCl 25 µM, 5 µl de Betaína, 4 µl de dNTP 10 µM, 1 µl de primer, 0,25 µl de Taq DNA polymerase e 1 µl de DNA total extraído. Após a reação de PCR, o sucesso da

amplificação foi conferido em eletroforese em gel de agarose, tampão tris-borato-EDTA e UniSafe Dye (Invitrogen), comparando com o marcador 1Kb DNA Ladder(Invitrogen) através de transluminador UV para verificação do tamanho DNA amplificado. Os produtos da PCR foram purificados com o Kit de purificação Illustra GFX PCR DNA and Gel Purification Kit (GE Healthcare) seguindo as instruções do fabricante. O produto purificado foi sequenciado utilizando os mesmos primers da PCR (Tabela 2) e o Big Dye Terminator Cycle Sequencing Ready to Reaction Kit (Applied Biosystems Foster City, EUA) no ABI PRISM genetic Analyser.

As sequências foram montadas utilizando o BioEdit e comparadas com sequências depositadas no GenBank utilizando a ferramenta BLAST. As sequências geradas (Tabela 3) neste estudo junto com as sequências do GenBank (Material Suplementar) foram alinhadas utilizando o ClustalW (Larkin et al. 2007). O melhor modelo evolutivo foi calculado para cada um dos alinhamentos e selecionado utilizando o jModel Test com base critério AIC (Darriba et al. 2012). Foi realizada a análise Máxima Verossimilhança (ML), utilizando o software MEGA 6 (Tamura et al. 2013), *bootstrap* de 1000x, e a Inferência Bayesiana (BI) no software MrBayes v. 3.2.2 (Ronquist et al. 2012), com duas corridas e 4 cadeias de Monte Carlo Markov, com 5.000.000 de gerações amostradas a cada 1.000 gerações e valor de *burnin* verificado no software Tracer v1.7 (Rambaut et al. 2018). A árvore consenso gerada pela análise ML foi utilizada como árvore filogenética e os valores de *bootstrap* e probabilidade posteriori acima de 50% e 0.5, respectivamente, foram adicionados em cada nó. Nas análises de LSU do complexo *Cladophora vagabunda* as sequências de *Chaetomorpha* foram utilizadas com grupo

externo; nas análises de SSU de *Pseudorhizoclonium*, sequências de *Ulva* foram o grupo externo, enquanto nas análises de LSU dos representantes de *Chaetomorpha* e *Pseudorhizoclonium*, sequências de *Lychaete* formaram o grupo externo. Sequências de representantes de *Ulva* também foram grupo externo nas análises de SSU dos representantes do clado *Siphonocladus* (complexo *Boodlea*, *Dictyosphaeria* e *Anadyomene*). Nas árvores de SSU/LSU de *Cladophora prolifera/Cladophora coelothrix* sequências de representantes de Cladophoraceae foi grupo externo, assim como na árvore de LSU do clado *Siphonocladus*.

## RESULTADOS

Foram geradas 28 novas sequências no presente estudo, das quais 12 foram sequências de SSU e 16 de LSU rDNA (Tabela 3). As sequências geradas confirmaram a presença de *Anadyomene stellata* (Wulfen in Jacq.) C. Agardh, *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kütz. e *Pseudorhizoclonium mangroviolum* Boedeker, Leliaert & A.R.Sherwood, bem como indicam a presença de prováveis espécies crípticas na costa brasileira.

Para o marcador LSU, o gênero *Cladophora* consistiu de dois clados (Fig.1), o das *Cladophora* marinhas (*albida/sericea*), reconstruído com moderado/baixo suporte (ML=84, PP=0.7), e o clado de espécies marinhas (*vagabunda/columbiana*) / água doce (*rivularis/globulina/glomerata/fracta*) (ML=94, PP=1). As sequências morfológicamente identificadas como *Cladophora vagabunda*, *Cladophora* cf. *laetevirens* e *Cladophora* sp. (Figura 4-6), agruparam com alto suporte em dois clados do complexo *Cladophora vagabunda*. O primeiro clado (ML=96, PP=1) formado por sequências do Panamá, Belize, EUA e Filipinas teve baixa divergência intraespecífica (0 –

0,2%). O segundo clado (ML=97, PP=0.99) foi formado por sequências do Atlântico, Pacífico e Índico, também com divergência baixa (0 – 0,19%). Mais dois clados de *C. vagabunda* com suporte moderado a alto foram reconstruídos, um clado (ML=91, PP=0.97) com sequências da Europa e uma sequência dos Estados Unidos, e o segundo (ML=87, PP=0.99) com apenas sequências dos Estados Unidos. Os diferentes clados do Complexo *Cladophora vagabunda* apresentaram 1 – 1,23 % de divergência genética entre si, e foram reconstruídos como proximamente relacionados ao clado das *Cladophora* de água doce (*Cladophora rivularis/glomerata*), que inclui a espécie-tipo do gênero (*Cladophora rivularis*), com alto suporte (ML=94, PP=1).

As sequências de *Pseudorhizoclonium* agruparam entre si com moderado a alto suporte (Fig. 2), com a sequência de SSU da amostra identificada como “*Rhizoclonium riparium*” (Figura 7-9) formando clado com as sequências de *Pseudorhizoclonium mangroviorum* com suporte baixo a alto (ML=74, PP=0.94). A sequência gerada é idêntica às sequências de Madagascar e de Florianópolis, esta última localidade-tipo de *P. mangroviorum*. A divergência genética interespecífica com a espécie mais próxima, *P. umbraticum*, para o SSU, foi baixa (0,37%). Para LSU a sequência gerada agrupou mais uma vez com alto suporte (ML=100, PP=0.99) com as demais sequências de *P. mangroviorum* (Fig.3), e apresentaram baixa divergência genética entre si (0-0,73 %). A divergência interespecífica entre *P. mangroviorum* e *P. umbraticum*, por outro lado, para LSU foi mais alta (4,6 – 5,1 %) que para SSU. Estes resultados confirmam a identificação como *P. mangroviorum* e bem como sua primeira ocorrência na costa nordeste do Brasil.

Nas análises de LSU para as espécies de *Chaetomorpha* (Fig.3), a sequência gerada neste estudo e identificada morfológicamente como “*Ch. aerea*” (Fig. 13-14), agrupou com suporte máximo (ML=100, PP=1) formando linhagem irmã com a sequência identificada como *Ch. gacilis*. Foi observada 2,32% de divergência entre as duas sequências, considerada alta, indicando se tratarem de espécies distintas. Ambas formaram clado irmão (Fig.3) das sequências das demais *Chaetomorpha* disponíveis. *Ch. anteninna* da costa brasileira agrupou com as demais sequências dessa espécie com baixa divergência entre elas (0 - 0,58%), incluindo sequências de Madagascar, próximo à localidade tipo de *Ch. anteninna* (Fig. 3), formando clado irmão de *Ch. vieilardi*, *Ch. spiralis*, *Ch. basiretrorsa* e *Ch. clavata*.

As sequências de SSU de *Cladophora coelothrix* do Brasil foram reconstruídas dentro do clado *Siphonocladus* (Fig.15), com alto suporte (ML=90, PP=0.86) junto de sequências de *C. coelothrix* das Filipinas e *C. socialis* do Panamá e da Tailândia. A sequência da costa brasileira foi idêntica às sequências de *C. coelothrix* das Filipinas e *C. socialis* do Panamá, estas divergindo apenas 0,12% de *C. socialis* da Tailândia, e 0,38 % do grupo mais próximo formado *C. socialis* da Austrália. Adicionalmente, essas sequências foram reconstruídas distantes de *Cladophora*, com divergência genética variando entre 4,1 – 4,3%, sendo reconstruídas mais próximas dos representantes de Anadyomenaceae, com apenas 1,28% de divergência com *Microdictyon japonicum* e *Anadyomene saldanhae*. Nas análises de LSU, *C. coelothrix* foi reconstruída em dois cladogramas distintos (Fig.16). O primeiro, com máximo suporte (ML=100, PP=1), incluiu a sequência da costa de Alagoas e sequências do Panamá, Brasil, Tanzânia, Madagascar, Oman, Filipinas e Indonésia, com clado irmão formado por

sequências de *C. socialis*. As sequências desse clado de *C. coelothrix* foram idênticas entre si, exceto pela sequência gerada no presente estudo que apresentou 0,18% de divergência genética com as demais. A divergência genética entre as *Cladophora* típicas (*C. rivularis* e *C. glomerata*) e *C. coelothrix* 2 variou entre 15,4 – 15,6 %. Já o segundo clado (Fig.16) de *C. coelothrix*, reconstruído com alto suporte (ML=100, PP=0.99) e com baixa divergência genética interna (< 0,19%), contém sequências da França, Espanha e Cabo Verde, tendo representantes de *C. prolifera* como clado irmão. O dois cladros de *C. coelothrix* apresentaram alta divergência entre si (6,87 – 7,06 %), indicando que, apesar da similaridade morfológica, podem ser separados em gêneros distintos.

A única sequência de LSU gerada para a amostra identificada morfológicamente como *C. prolifera*, assim como *C. coelothrix*, foi reconstruída dentro do clado *Siphonocladus* (Fig.16), distante das demais *Cladophora*. *C. prolifera* da França, Espanha e Austrália foram reconstruídas em clado com alto a moderado suporte, além de possuírem baixa divergência (0 – 0,18%) entre si. A sequência da costa do Brasil formou ramo distinto e clado irmão com moderado a alto suporte das demais sequências de *C. prolifera*, com divergência de 1,48 % das demais sequências de *C. prolifera*, indicado se tratar de uma espécie distinta.

Para as sequências de SSU de *Anadyomene* geradas no presente estudo, as identificadas como *Anadyomene stellata* agruparam (Fig.17) com baixo e alto (ML=76, PP=0.90) suporte com sequências de *Anadyomene stellata*, *A. saldanhae*, *Microdictyon japonicum*, *M. boergesenii*, *Boodlea montagnei* e *Cladophoropsis macromeres*, indicando baixo poder de resolução do marcador SSU rDNA para esse grupo. As sequências da costa brasileira foram idênticas à

sequência de *A. saldanhae* das Ilhas Virgens, com a divergência variando entre 0 – 0,7 %. Já para o marcador LSU, a sequência identificada morfológicamente como “*A. rhizoidifera*” (PEUFR55554) (Fig. 19, 21-22) agrupou (Fig.18) com baixo a moderado suporte (ML=76, PP=0.90) com sequências de *A. stellata* do Atlântico Norte e do Mar Mediterrâneo, com divergência entre as sequências do clado variando entre 0 – 0,37%, indicando que a sequência se trata de *A. stellata*.

A única sequência de *Dictyosphaeria* gerada para o marcador SSU agrupou (Fig.17) com suporte moderado a alto (ML=87, PP=0.96) com sequências identificadas como *Dictyosphaeria cavernosa*, mas morfológicamente a identificação é similar à *Dictyosphaeria versluysii* (Fig 24-26). As sequências da costa brasileira apresentaram 0,38% e 0,51% de divergência das sequências de *D. cavernosa* da costa do Japão e de Seicheles, respectivamente. Já para o marcador LSU as sequências de *D. versluysii* do Brasil agruparam (Fig.18) com alto suporte com as demais sequências do gênero, e formou clado com baixo a moderado (ML=57, PP=0.8) suporte com a sequência de *D. versluysii* da Tanzânia, próximo a localidade-tipo da espécie. Para este segundo marcador a divergência entre todas as sequências do gênero variou entre 0,63 – 3,8 %, sendo a divergência entre a sequência do Brasil e da Tanzânia de 1,9%, considerada alta, indicando que se tratam de espécies distintas.

As sete sequências de SSU identificadas morfológicamente como *Cladophoropsis membranacea* (Fig.27-28), *Boodlea composita* (Fig.29-30), *B. struveoides* (Fig.31-32), *Phyllodictyon anastomosans* (Fig.33-34) e *Phyllodictyon* sp. (Fig.35) foram reconstruídas (Fig.17) dentro do Complexo *Boodlea composita* em três clados diferentes. O primeiro clado possui suporte baixo e alto (ML=56, PP=0.99), sendo formado por sequências de indivíduos com morfologia de *Cl.*

*membranacea* (PEUFR55676), de *B. composita* (PEUFR55723) e uma sequência do Panamá assinalada como *Cl. sundanensis*. Todas essas três sequências foram idênticas. O segundo clado (Fig.17) foi reconstruído com baixo suporte (ML=69, PP=0.73), composto por sequência gerada nesse estudo com indivíduo identificado como *Phyllodictyon* sp. (PEUFR55558) e sequências de *Cl. membranacea* do Caribe, com divergência genética variando entre 0,06% - 1,86 %. O terceiro clado (Fig.17), sustentado com baixo a moderado suporte (ML=55, PP=0.58), foi formado por sequências identificadas como *B. composita* (PEUFR55722), *B. struveoides* (PEUFR55545) e *P. anastomosans* (PEUFR55546, PEUFR55667), junto a sequências assinaladas como *B. composita* e *P. anastomosans* do Havaí e do Panamá, respectivamente. As sequências desse clado foram idênticas, exceto por *B. struveoides* (PEUFR55545) que apresentou 0,25% de divergência das demais sequências.

Para LSU, as sequências geradas dos morfotipos *B. struveoides* (PEUFR55545), *P. anastomosans* (PEUFR55546, PEUFR55668) e *Phyllodictyon* sp. (PEUFR55558) formaram clado (Fig.18) com baixo suporte (ML=52) com sequências dos gêneros *Cladophoropsis*, *Boodlea* e *Phyllodictyon*. As sequências desse clado provenientes tanto do Atlântico, quanto do Pacífico e do Índico foram completamente idênticas.

## TRATAMENTO TAXONÔMICO

Anadyomenaceae 'gen. nov.'

Anadyomenaceae 'sp. nov.'

Fig. 36-44

Descrição: Talo verde escuro, filamentos unisseriados, firmes, semiprostrados, densamente emaranhados, formando almofadas, de até 8,24



cm de diâmetro e 11,13 mm de altura. Rizoides multicelulares ramificados na porção ventral, intercalares, em qualquer porção do talo e/ou células tentaculares auxiliando na fixação. Eixos prostrados formado por células cilíndricas, 285,3 – 1619,88 µm de comprimento, 80,59 – 138,58 µm de diâmetro, densamente ramificados unilateralmente., até 2 ordens de ramificação. Ramos laterais pouco ramificados, com formação tardia de septos, pouco distintos do eixo principal, com células tenaculares longas ligando ramos diferentes. Células apicais cilíndricas, retas, raramente recurvadas, de 416,02 – 1.809,49 µm de comprimento, 66,32 – 126,42 (149,19) µm de diâmetro.

Habitat: substrato arenoso sob fendas próximas à área de supralitoral, expostos à dessecação em áreas de recifes, ou em substrato arenoso próximo ou sobre pneumatóforos em estuário.

Diagnose: similar a *Cladophora coelothrix* quanto à morfologia (gêneros e espécies crípticos), diferindo desta em 6,87-7,03% no marcador LSU e 1,4 – 1,9% no marcador SSU.

Holótipo: PEUFR55536, coletado em 04 de agosto de 2019, depositado no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

Localidade-tipo: Substrato arenoso sob pneumatóforos, estuário do rio Tatuamunha, Porto de Pedras, Alagoas, Brasil (9°13'44.238" S; 35°20'17.181" O).

Distribuição: Sequências disponíveis confirmam a presença da espécie no Brasil, Indonésia, Filipinas, Madagascar, Omã, Panamá e Tanzânia.

Dados de sequência: submetidas no Genbank - PEUFR55536 (LSU), PEUFR 55536 (SSU). Outros espécimes:

Notas: Gênero e espécie crípticos indicados nas árvores como *Cladophora coelothrix* II, distinto de *Cladophora coelothrix* apenas em com base em dados moleculares.

## DISCUSSÃO

---

Para *Cladophora vagabunda*, Bakker *et al.*(1995) foi o primeiro trabalho a discutir a validade da espécie e as diferentes linhagens dentro do complexo com base em sequências de ITS. No estudo, os autores discutem que *C. vagabunda* poderia ser mantida como uma única espécie monofilética ou ser separada em várias. Entretanto, atualmente se sabe que *C. vagabunda* não é monofilética, e sim polifilética, consistindo quatro linhagens de espécies crípticas que também apresentam amplo espectro de plasticidade fenotípica (Gestinari *et al.* 2009, Hayakawa *et al.* 2012, Boedeker *et al.* 2016).

As quatro linhagens dentro de *C. vagabunda* foram reconstruídas nas análises filogenéticas realizadas no presente estudo. Diferentemente do discutido inicialmente conduzido por Bakker *et al.*(1995), as linhagens não corresponderam a grupos biogeográficos bem definidos. As análises das sequências (Fig. 1) do Brasil demonstram a presença de pelo menos duas espécies crípticas que ocorrem tanto no Atlântico quanto no Pacífico, com uma dessas ocorrendo também no Índico. A terceira linhagem é formada por uma espécie que parece ter distribuição restrita à costa da Carolina do Norte (EUA), enquanto a quarta se distribui no Atlântico norte dos EUA até a Europa. Não existem sequências disponíveis originárias de Sussex na Inglaterra, localidade-tipo de *C. vagabunda*, mas as sequências da França, localidade mais próxima do tipo, foram reconstruídas no quarto clado acima mencionado.

Ainda na árvore de LSU de Cladophoraceae (Fig.1), de forma similar ao referido por Boedeker *et al.* (2016), as espécies de *Cladophora* de água doce formaram clado com baixo suporte, sendo o clado de *C. vagabunda* + *Cladophora* de água doce irmão do clado de *Cladophora* marinha (clado *Cladophora albidal sericea*).

Hayakawa *et al.* (2012) também referiram o mesmo posicionamento em estudo com base em sequências de ITS de indivíduos *Cladophora* do Japão em diferentes regimes de salinidade.

Ainda na família Cladophoraceae, as sequências do gênero críptico *Pseudorhizoclonium* agruparam entre si com moderado a alto suporte nas análises dos dois marcadores (LSU e SSU) (Fig. 2,3), ampliando a distribuição de *Pseudorhizoclonium mangroviorum* para a costa nordeste do Brasil. Do ponto de vista morfológico, as amostras foram muito similares as referida na costa brasileira para *Rhizoclonium riparium* (Fig.7-9), tendo sido encontradas em áreas de mangues se desenvolvendo junto de *Bostrychia*, semelhante ao material tipo de *Pseudorhizoclonium mangroviorum* (Sherwood *et al.* 2019). *Pseudorhizoclonium* representa um dos desafios taxonômicos encontrados dentre os representantes da ordem, por ser um gênero críptico de ampla distribuição composto por espécies também delineáveis apenas a partir de sequências de DNA (Boedeker *et al.* 2016, Sherwood *et al.* 2019).

Para as sequências de LSU de *Chaetomorpha*, os resultados indicam que a amostra identificada morfológicamente como *Ch. aerea* se trata de espécie nova e filogeneticamente próxima de *Ch. gracilis*. Os resultados ressaltam a problemática encontrada nos representantes desse gênero, uma vez que o material foi identificado morfológicamente como "*Ch. aerea*". Os principais caracteres utilizados na separação das espécies do gênero são a célula basal e o diâmetro das células da porção mediano-apical. Entretanto, o diâmetro da amostra estudada se sobrepôs aos diâmetros descritos por Alves *et al.* (2009) e Barata(2004) para *Ch. aerea*, e para *Ch. gracilis* para o Caribe por Littler & Littler (2000), porém se desenvolvendo fixo a substrato rochoso(Fig. 13-14).

A dificuldade na separação de *Ch. aerea*, *Ch. linum*, *Ch. brachygonia* e *Ch. gracilis* não é nova para bibliografia dos representantes do gênero. Boedeker *et al.* (2016) discutem que a presença de formas fixas e formas livres associadas à baixa quantidade de caracteres diacríticos, principalmente diâmetro das células, acaba por causar equívocos de identificação.

A sequência gerada (Fig.3) confirmou a identidade de *Ch. antennina* para a costa brasileira. *Ch. antennina* é amplamente distribuída no globo e se distingue das demais pela presença de constrições anelares na célula basal (Fig. 10-12). Estudos moleculares vem demonstrando que além da ampla distribuição, a espécie é monofilética (Hanyuda *et al.* 2002, Boedeker *et al.* 2016, 2018).

Conforme o reportado anteriormente por Hanyuda *et al.* (2002) e Leliaert *et al.* (2003, 2007) nas filogenias da ordem, *Cladophora coelothrix*, *C. socialis* e *C. prolifera* foram reconstruídas dentro do clado *Siphonocladus* (Fig.15, 16) distante das demais *Cladophora*, constituindo um complexo de espécies crípticas. As sequências de SSU de *C. coelothrix 2* agruparam com sequências identificadas como *C. socialis* (Fig. 15), incluindo sequências do Panamá, idêntica à sequência da costa brasileira, e da Austrália, que apresenta baixa divergência (0,38%) com a sequência de Alagoas, indicando que essas são indicações equivocadas de *C. socialis*. As sequências de LSU (Fig. 16) forneceram melhor resolução quanto ao delineamento de *Cladophora coelothrix*, demonstrando que, na verdade, a sequências atribuídas a essa espécie representam duas espécies crípticas. As sequências de *C. coelothrix* da Europa, onde fica a localidade-tipo da espécie, foram reconstruídas em clado mais próximo de *C. prolifera*.

O clado de *C. coelothrix 2* é filogeneticamente próximo de *C. socialis* (Fig.15-16). A proximidade morfológica de *C. coelothrix* e *C. socialis* é conhecida, uma vez

que são caracterizadas por talos formando tapetes, emaranhados, com divisão intercalar, ramos lateralmente inseridos e rizoides unicelulares partindo dos polos basais, entretanto *C. socialis* difere de *C. coelothrix* por apresentar diâmetros de células apicais menores (25-50 $\mu$ m) (Leliaert & Coppejans 2003, Coppejans *et al.* 2004, Almeida *et al.* 2012, Alves *et al.* 2012). De acordo com essas características, as espécies são agrupadas dentro seção *Repentes* (Hoek & Chihara 2000, Gustinari *et al.* 2010, Almeida *et al.* 2012, Alves *et al.* 2012). Apesar de *C. socialis* ser reconstruída em clado próximo de *C. coelothrix*, a polifilia de *C. coelothrix* reforça a não validade da seção, conforme o observado por Hanyuda *et al.* (2002) e Leliaert *et al.* (2007). Adicionalmente, a alta divergência genética (6,87 – 7,06 %) para LSU entre *C. coelothrix* I e *C. coelothrix* 2 ressalta o posicionamento enquanto gêneros distintos, distâncias similares e até menores (5-6%) são referidas por Boedeker *et al.* (2016) para o mesmo marcador na separação de gêneros.

Os resultados obtidos indicam que *Cladophora prolifera* também representa um complexo de espécies crípticas. A amostra analisada é similar ao descrito para *C. prolifera* do Brasil, sendo morfológicamente indistinguível do material da Europa. Entretanto, a sequência apresentou divergência muito alta (1,48%) quando comparada à divergência intraespecífica (0 – 0,18%) observada para o clado de *C. prolifera* (Fig. 16). Essa divergência indica também que os indivíduos de *Cladophora* aff. *prolifera* da costa de Alagoas correspondem a uma espécie críptica, morfológicamente indistinguível e geneticamente distinta, sendo necessários maiores estudos para melhor compreensão de sua distribuição na costa do Brasil. Apesar de não existirem sequências de Miramare na Itália,

localidade-tipo de *C. prolifera*, as sequências da Europa agrupam em um único clado, distinto do material brasileiro.

O posicionamento de *C. prolifera* fora de Cladophoraceae já havia sido referido na bibliografia por Bakker *et al.*(1994), Hanyuda *et al.*(2002), Leliaert *et al.*(2007) e Taylor *et al.* (2017). Tendo em vista o posicionamento de *C. prolifera* e *C. coelothrix* dentro do clado *Siphonocladus*, sugere-se que as espécies sejam transferidas para outro gênero, junto com *C. aokii* reconstruída como clado próximo (Fig.15), o que também foi apontado em outros estudos (Leliaert *et al.* 2007).

Quanto ao posicionamento e classificação em Família, ainda é necessária revisão. De acordo com Leliaert *et al.* (2007), o clado de *C. socialis* e *C. coelothrix* II são mais relacionados à família Anadyomenaceae, sendo filogeneticamente próximo de *Microdictyon*, *Anadyomene*, *Cladophora catenata* e *C. liebetruithii*. Esses mesmos autores discutem que o clado formado por *C. prolifera*, *C. aokii* e *C. coelothrix* também pertençam a essa família, dado que por vezes são reconstruídas próximas aos representantes de Anadyonemaceae ou como clado distinto entre representantes das famílias Siphonocladaceae e Anadyomenaceae.

As sequências de SSU demonstraram baixa resolução para os táxons da família Anadyomenaceae, agrupando em um mesmo clado sequências de diferentes espécies de *Anadyomene*, *Microdictyon*, *Cladophoropsis* e até *Boodlea* (Fig.17,18). Já para o marcador LSU, as sequências de “*Anadyomene rhizoidifera*” agruparam com *A. stellata*, revelando plasticidade de *A. stellata* nunca antes referida para espécie na costa brasileira. O material analisado foi identificado morfológicamente como *A. rhizoidifera* pela presença de rizoides

difusos e presença de duas a três camadas de células formando a lâmina (Fig. 19-23) (Joly & Pereira 1973, Littler & Littler 1991, Alves *et al.* 2011). *A. rhizoidifera* é uma espécie rara, descrita por Joly & Pereira (1973) para a costa brasileira e difere de *A. stellata* por formar talo com de duas a cinco camadas de células e rizoides difusos em ambas as faces da lâmina. De acordo com Littler & Littler (1991), os caracteres que distinguem *A. rhizoidifera* podem ocorrer em *A. stellata*, entretanto é constante nos exemplares de *A. rhizoidifera* e raro em *A. stellata*. Dessa forma, os resultados indicam que os exemplares estudados são *A. stellata* e revelam plasticidade não antes referida para a espécie na costa brasileira.

*Anadyomene*, *Microdictyon* e *Boodlea vanbosseae* agruparam em um mesmo clado, reforçando a relação entre os representantes dentro da família. Porém, esses posicionamentos suscitam a necessidade de revisão da delimitação no nível de gênero dentro de Anadyomenaceae, uma vez que espécies de diferentes gêneros formaram clados com suporte moderado a alto. Diferente do observado por Collado-Vides *et al.* (2013), na análises aqui realizadas *Anadyomene stellata* não foi reconstruída como clado-irmão de *A. saldanhae*, enquanto *A. pavonina* foi mais uma vez reconstruída como mais próxima de *Microdictyon boergesenii*, reforçando a parafilia de *Anadyomene*. A reconstrução de representantes laminares (*Anadyomene*), reticulados (*Microdictyon*) e filamentosos (*Boodlea vanbosseae*, *Cladophora catenata*) em estudos filogenéticos supõem que os representantes de Anadyomenaceae divergiram seguindo a redução do talo a partir da morfologia laminar, formando talos reticulados e filamentosos (Leliaert *et al.* 2003, 2007).

Para as *Dictyosphaeria*, a situação é agravada devido ao número reduzido de sequências disponíveis no GenBank, o que impede a melhor compreensão da situação das espécies do gênero. Leliaert *et al.* (2007) discutem que as informações atuais indicam que *D. versluysii* e *D. cavernosa* são táxons distintos e que *D. cavernosa* constitui um complexo de espécies crípticas. Apesar da monofilia do gênero referida por Leliaert *et al.* (2007) ser reforçada pelas análises aqui apresentadas, e a separação das espécies ser suportada por dados moleculares, existe a necessidade de revisões dos representantes do gênero, baseada numa ampla amostragem. As sequências aqui inseridas apresentaram divergências genéticas intraespecíficas maiores que o usual para os representantes de Cladophorales, indicando que "*D. versluysii*" da costa é provável espécie distinta e críptica uma vez que é morfologicamente indistinguível. Entretanto é necessário um arcabouço maior de informações e sequências para a tomada de decisão taxonômica, o que poderá ser respondido com estudos futuros e uma amostragem maior.

O Complexo *Boodlea composita* é um dos casos mais desafiadores do ponto de vista taxonômico. Os resultados aqui apresentados reforçam a dificuldade em assinalar um padrão morfológico aos clados desses complexos, dado que as sequências geradas agruparam em diferentes clados (Fig.6,7) com diferentes padrões morfológicos (Fig.27-35). van der Strate (2002) foi um dos primeiros a indicar a presença desse complexo de espécies em estudo biogeográfico com sequências de ITS de *Cladophoropsis membranacea*. O autor indicou que as sequências dessa espécie possuíam baixa divergência genética, além de observar a presença de espécies crípticas ocorrendo de maneira simpátrica. Já Leliaert *et al.* (2009) observaram que a situação é ainda mais interessante, uma



vez que o autores, com base em sequências de ITS e diferentes algoritmos de separação de espécies, identificaram a presença de 13 espécies dentro do complexo, essas com baixa divergência intraespecífica (<0,4%). Em contraste com a delimitação molecular, não foi possível assinalar caracteres morfológicos exclusivos às espécies, isso porque morfotipos distintos de *Boodlea*, *Cladophoropsis*, *Phyllodictyon* ou *Struveopsis* foram reconstruídos dentro de um mesmo clado. Assim, Leliaert *et al.* (2009) discutem que a atribuição de nomes através da taxonomia Linneana seria muito pouco provável para esse grupo, sendo a solução mais prática atribuir números aos clados do complexo.

Os resultados observados no presente estudo demonstraram maior poder de resolução filogenética de LSU em detrimento de SSU rDNA, tanto dentre as espécies quanto em categorias taxonômicas superiores. Além disso os resultados representam novas informações quanto ao *status* dos representantes de Cladophorales do Atlântico Sul. A partir das análises dos marcadores moleculares foi possível ampliar a distribuição de *Pseudorhizoclonium mangroviorum* para a costa nordeste do Brasil. Adicionalmente, foi possível confirmar a identidade de *Chaetomorpha antennina*, *Ch. gracilis*, *Anadyomene stellata* e *Dictyosphaeria versluysii*. No caso de *A. stellata* também foi possível ampliar a delineamento morfológico e reforçar a necessidade de revisão com dados moleculares de *A. rhizoidifera*. Os representantes de *Dictyosphaeria* também necessitam revisão do delineamento de suas espécies. *Cladophora coelothrix* necessita de alterações nomenclaturais visto que a espécie é polifilética e claramente pertence a um gênero (e família) distinto de *Cladophora*. Outra espécie polifilética é *Cl. vagabunda*, composto várias linhagens de espécies crípticas de ampla distribuição, cuja resolução ainda não é possível

com base nos dados existentes. Além disso, as análises das sequências do morfotipo *Cladophora* aff. *prolifera* indicam que os representantes da costa brasileira representam uma espécie críptica, distinta de *Cladophora prolifera* que aparenta ser restrita ao continente europeu.

## 5. REFERÊNCIAS

---

- Almeida W.R. De, Alves A.M., Guimarães S.M.P.D.B., & Moura C.W. N. 2012. Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimbarras Island, Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Iheringia - Serie Botanica* 67: 149–164.
- Alves A.M., Gestinari L.M.S., & Moura C.W.N. 2012a. Flora da Bahia: Boodleaceae. *SITIENTIBUS série Ciências Biológicas* 12: 179.
- Alves A.M., Gestinari L.M. S., Oliveira I.S., Brito K.L.M., & Moura C.W.N. 2012. The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95: 337–372.
- Alves A.M., Gestinari L.M.D.S., & Moura C.W.D.N. 2012b. Flora da Bahia: Siphonocladaceae. *SITIENTIBUS série Ciências Biológicas* 12: 167.
- Alves A.M., Moura C.W.N., Alves G.L., & Gestinari L.M. S. 2009. The genera *Chaetomorpha* Kütz. nom. cons. and *Rhizoclonium* Kütz. (Chlorophyta) from the littoral of Bahia State, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 545–570.
- Alves A.M., Souza Gestinari L.M., & Moura C.W.N. 2011. Morphology and taxonomy of *Anadyomene* species (Cladophorales, Chlorophyta) from Bahia, Brazil. *Botanica Marina* 54: 135–145.
- Bakker F.T., Olsen J.L., & Stam W.T. 1995. Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. *European Journal of Phycology* 30: 197–208.
- Bakker F.T., Olsen J.L., Stam W.T., & Hoek C. Van Den. 1994. The *Cladophora* complex(Chlorophyta): New Views Based on 18s rDNA gene sequences. *Molecular phylogenets and evolution* 3: 365–382.
- Barata D. 2004. Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo.
- Boedeker C., 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: 808–825.

- Boedeker C., Leliaert F., Timoshkin O.A., Vishnyakov V.S., Díaz-Martínez S., & Zuccarello G.C. 2018. The endemic Cladophorales (Ulvophyceae) of ancient Lake Baikal represent a monophyletic group of very closely related but morphologically diverse species. *Journal of Phycology* 54: 616–629.
- Boedeker C., Leliaert F., & Zuccarello G.C. 2016. Molecular phylogeny of the Cladophoraceae (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of *Acrocladus* Nägeli and *Willeella* Børgesen, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov. *Journal of Phycology* 52: 905–928.
- De Clerck O., Kao S.M., Bogaert K.A., Peer Y. Van De, Wichard T., Bothwell J.H., Bogaert K.A., Blomme J., Foflonker F., Kwantes M., Vancaester E., Vanderstraeten L., Aydogdu E., Boesger J., Califano G., Charrier B., Clewes R., Cortona A. Del, D'Hondt S., Fernandez-Pozo N., Gachon C.M., Hanikenne M., Lattermann L., Leliaert F., Liu X., Maggs C.A., Popper Z.A., Raven J.A., Bel M. Van, Wilhelmsson P.K.I., Bhattacharya D., Coates J.C., Rensing S.A., Straeten D. Van Der, Vardi A., Sterck L., Vandepoele K., Peer Y. Van de, Wichard T., & Bothwell J.H.. 2018. Insights into the Evolution of Multicellularity from the Sea Lettuce Genome. *Current Biology* 28: 1–13.
- Cocquyt E., Verbruggen H., Leliaert F., & Clerck O. De. 2010. Evolution and cytological diversification of the green seaweeds (Ulvophyceae). *Molecular Biology and Evolution* 27: 2052–2061.
- Collado-Vides L., Avila C., Blair S., Leliaert F., Rodriguez D., Thyberg T., Schneider S., Rojas J., Sweeney P., Drury C., & Lirman D. 2013. A persistent bloom of *Anadyomene* J.V. Lamouroux (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in Biscayne Bay, Florida. – *Aquat. Bot.*
- Coppejans E., Leliaert F., Verbruggen H., Clerck O. De, Schils T., Vriese T. De, & Marie D. 2004. The marine green and brown algae of Rodrigues (Mauritius, Indian Ocean). *Journal of Natural History* 38: 2959–3019.
- Cortona A. Del, Jackson C., Buchheim M.A., Bel M. Van, D'Hondt S., Skaloud P., Delwiche C.F., Knoll A.H., Raven J.A., Verbruggen H., Vandepoele K., Clerck O. De, & Leliaert F. 2019. Neoproterozoic origin and multiple transitions to macroscopic growth in green seaweeds. – *Proceedings of National Academy Sciences*.
- Darriba D., Taboada G.L., Doallo R., & Posada D. 2012. JModelTest 2: More models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9: 772.
- Doyle J.J. & Doyle J.L. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue.
- Gestinari L.M.S., Pereira S.M.B., Yoneshige-Valentin Y., Oliveira M.C., & Milstein D. 2009. Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 531–538.
- Gestinari L.M.D.S., Pereira S.M.B., & Yoneshigue-Valentin Y. 2010. Distribution

of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14: 22.

Gomes F.P., Maggs C.A., & Barros-Barreto M.B. 2020. Integrative approach reveals four new cryptic species in the genus *Gayliella* (Ceramiaceae, Rhodophyta). – *Journal of Phycology*.

Guimarães S.M.P.B., Soares L.P., Fujii M.T., & Díaz-tapia P. 2019. *Alsidium oliveiranum* sp. nov. (Rhodomelaceae, Rhodophyta) an overlooked species from the southwestern Atlantic based on morphology and DNA sequence data. *Algae* 34: 187–198.

Hanyuda T., Wakana I., Arai S., Miyaji K., Watano Y., & Ueda K. 2002. Phylogenetic relationships within Cladophorales (Ulvothyxales, Chlorophyta) inferred from 18S rRNA gene sequences, with special reference to *Aegagropila linnaei*. *Journal of Phycology* 38: 564–571.

Hayakawa Y. I., Ogawa T., Yoshikawa S., Ohki K., & Kamiya M. 2012. Genetic and ecophysiological diversity of *Cladophora* (Cladophorales, Ulvothyxales) in various salinity regimes. *Phycological Research* 60: 86–97.

Hoek C. Van Den & 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. Monogr.

Hoek C. Van Den, Mann D.G., & Jahns H.M. 1995. *Algae: an introduction to phycology*.

Horta P.A. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28: 243–265.

Jesionek M.B., Bahia R.G., Lyra M.B., Leão L.A.B., Oliveira M.C., Amado-Filho G.M., Jesionek M.B., Bahia R.G., Lyra M.B., & Leão L.A.B. 2020. Newly discovered coralline algae in Southeast Brazil: *Tectolithon fluminense* gen. et sp. nov. and. *Phycologia* 00: 1–15.

Jesus P.B. De, Costa A.L., Nunes J.M.C., Manghisi A., Genovese G., Morabito M., & Schnadelbach AS. 2018. Species delimitation methods reveal cryptic diversity in the *Hypnea cornuta* complex (Cystocloniaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 00: 1–19.

Joly A.B. & Pereira S.M.B. 1973. A New Anadyomene From The Tropical American South Atlantic. – *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*.

Larkin M.A., Blackshields G., Brown N.P., Chenna R., Mcgettigan P.A., McWilliam H., Valentin F., Wallace I.M., Wilm A., Lopez R., Thompson J.D., Gibson T.J., & Higgins D.G. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 23: 2947–2948.

Leliaert F., Clerck O. De, Verbruggen H., Boedeker C., & Coppejans E. 2007. Molecular phylogeny of the Siphonocladales (Chlorophyta):

- Cladophorophyceae ). – Molecular Phylogenetics Evolution.
- Leliaert F. & Coppejans E. 2003. The marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia*.
- Leliaert F. & Coppejans E. 2006. A revision of *Cladophoropsis* Børgesen (Siphonocladales, Chlorophyta). *Phycologia* 45: 657–679.
- Leliaert F., Rousseau F., Reviere B. De & Coppejans E. 2003. Phylogeny of the Cladophorophyceae (Chlorophyta) inferred from partial LSU rRNA gene sequences: is the recognition of a separate order Siphonocladales justified? – *Eur. J. Phycol.*
- Leliaert F., Verbruggen H., Wysor B., & Clerck O. De. 2009. DNA taxonomy in morphologically plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta: Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53: 122–133.
- Littler D.S. & Littler M.M. 1991. Systematic of *Anadyomene* species (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in the Tropical Western Atlantic. – *Journal of Phycology*.
- 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. Offshore Graphics. – Inc., Washington, DC.
- Nauer F., Cassano V., & Oliveira M.C. 2016. *Hypnea wynnei* and *Hypnea yokoyana* (Cystocloniaceae, Rhodophyta), two new species revealed by a DNA barcoding survey on the Brazilian coast. *Phytotaxa* 268: 123–134.
- Oliveira M.G.T., Pereira S.M.B., Benko-Iseppon A.M., Balbino V.Q., Silva Junior W.J., Ximenes C.F., Oliveira-Carvalho M.D.F., & Cassano V. 2021. First molecular analysis of the genus *Bryopsis* (Bryopsidales, Chlorophyta) from Brazil, with an emphasis on the Pernambuco coast. – *Acta Botanica Brasiliica*.
- Rambaut A., Drummond A.J., Xie D., Baele G., & Suchard M.A. 2018. Posterior summarization in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67: 901–904.
- Ronquist F., Teslenko M., Mark P. Van Der, Ayres D.L., Darling A., Höhna S., Larget B., Liu L., Suchard M.A., & Huelsenbeck J.P. 2012. Mrbayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61: 539–542.
- Scherner F., Horta P.A., Oliveira E.C. de, Simonassi J.C., Hall-Spencer J.M., Chow F., Nunes J.M.D.C., & Pereira S.M.B. 2013. Coastal urbanization leads to remarkable seaweed species loss and community shifts along the SW Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 76: 106–115.
- Sherwood A.R., Boedeker C., Havens A.J., Carlile A.L., Wilcox M.D., & Leliaert F. 2019. Newly discovered molecular and ecological diversity within the

widely distributed green algal genus *Pseudorhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae). *Phycologia* 00: 1–12.

- Soares L.P., Beauclair Guimarães S.M.P. de, Fujii M.T., Yoneshigue-Valentin Y., Batista M.G.S., & Yokoya N.S. 2020. *Rhodachlya westii* sp. nov. (Rhodachlyales, Rhodophyta), a new species from Brazil, revealed by an integrative taxonomic approach. *Phycologia* 59: 346–354.
- Spalding M.D., Fox H.E., Allen G.R., Davidson N., Ferdaña Z.A., Finlayson M., Halpern B.S., Jorge M.A., Lombana A., Lourie S.A., Martin K.D., McManus E., Molnar J., Recchia C.A., & Robertson J. 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience* 57: 573–583.
- Strate H.J. Van Der, Boele-Bos S.A., Olsen J.L., Zande L. Van De, & Stam W.T. 2002. Phylogeographic studies in the tropical seaweed *Cladophoropsis membranacea* (Chlorophyta, Ulvophyceae) reveal a cryptic species complex. *Journal of Phycology* 38: 572–582.
- Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., & Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular Biology and Evolution* 30: 2725–2729.
- Taylor R.L., Bailey J.C., & Freshwater D.W. 2017. Systematics of *Cladophora* spp. (Chlorophyta) from North Carolina, USA, based upon morphology and DNA sequence data with a description of *Cladophora subtilissima* sp. nov. *Journal of Phycology* 53: 541–556.
- Vasconcelos E.R.T.P.P., Vasconcelos J.B., Reis T.N.V.R., Cocentino A.L.M., Mallea A.J.A., Martins G.M., Neto A.I., & Fujii M.T. 2019. Macroalgal responses to coastal urbanization: relative abundance of indicator species. – *Journal of Applied Phycology*.
- Ximenes C.F., Oliveira-Carvalho M.F., Bandeira-Pedrosa M.E. & Cassano V. 2019. Updates on Section *Pseudo-opuntia* of *Halimeda*: phylogenetic analyses of *H. soniae* sp. nov. (Bryopsidales, Chlorophyta) along the Brazilian coast Introduction Sequence data. *Botanica Marina* 62: 327–336.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Praias e estuários amostrados ao longo da costa de Alagoas.

Localidade	Município	Tipo de Ambiente	Data de coleta	Coordenadas
Praia de Barreiras do Boqueirão	Japaratinga	Marinho	30/08/2019	9°7'29.809" S 35°16'37.242" O
Tatuamunha	Porto de Pedras	Estuário	04/08/2019	9°13'44.238" S 35°20'17.181" O
Praia de São Miguel dos Milagres	São Miguel dos Milagres	Marinho	04/08/2019	9°16'7.901" S 35°21'59.882" O
Praia de Sonho Verde	Paripueira	Marinho	02/08/2019	9°27'725" S 35°31'48.023" O
Praia do Mirante da Sereia	Maceió	Marinho	18/04/2019	9°34'02.3" S 35°38'50.2" O
Praia de Riacho Doce	Maceió	Marinho	19/04/2019	9°34'51.9" S 35°39'25.8" O
Praia do Pontal do Coruripe	Coruripe	Marinho	17/05/2019	10°9'03.739" S 36°8'05.308" O

**Tabela 2.** Primers utilizados nas análises moleculares de Cladophorales de Alagoas.

Marcador	Primer	Sequência	Referência
SSU	SR1	5'-TACCTGGTTGATCCTGCCAG-3	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)
SSU	SS11H	3'-CCTTAAGTTTCAGCCTTCGCACC-5'	Leliaert <i>et al.</i> (2007)
SSU	SSU897	GGTGAAATTCTTGGATTTGCGAAAGACG	Leliaert <i>et al.</i> (2007)
SSU	18SC2	TCCGCAGGTTACCTACGGAG	Bakker <i>et al.</i> (1994)
LSU	C1FL	5'-ACCCGCTGAACTTAAGCATATC-3'	Leliaert <i>et al.</i> (2007)
LSU	D2FL	3'-GGTCCGTGTTTCAAGACGG-5'	Leliaert <i>et al.</i> (2007)



**Tabela 3.** Ciclos para amplificação dos marcadores moleculares utilizados nos representantes de Cladophorales de Alagoas.

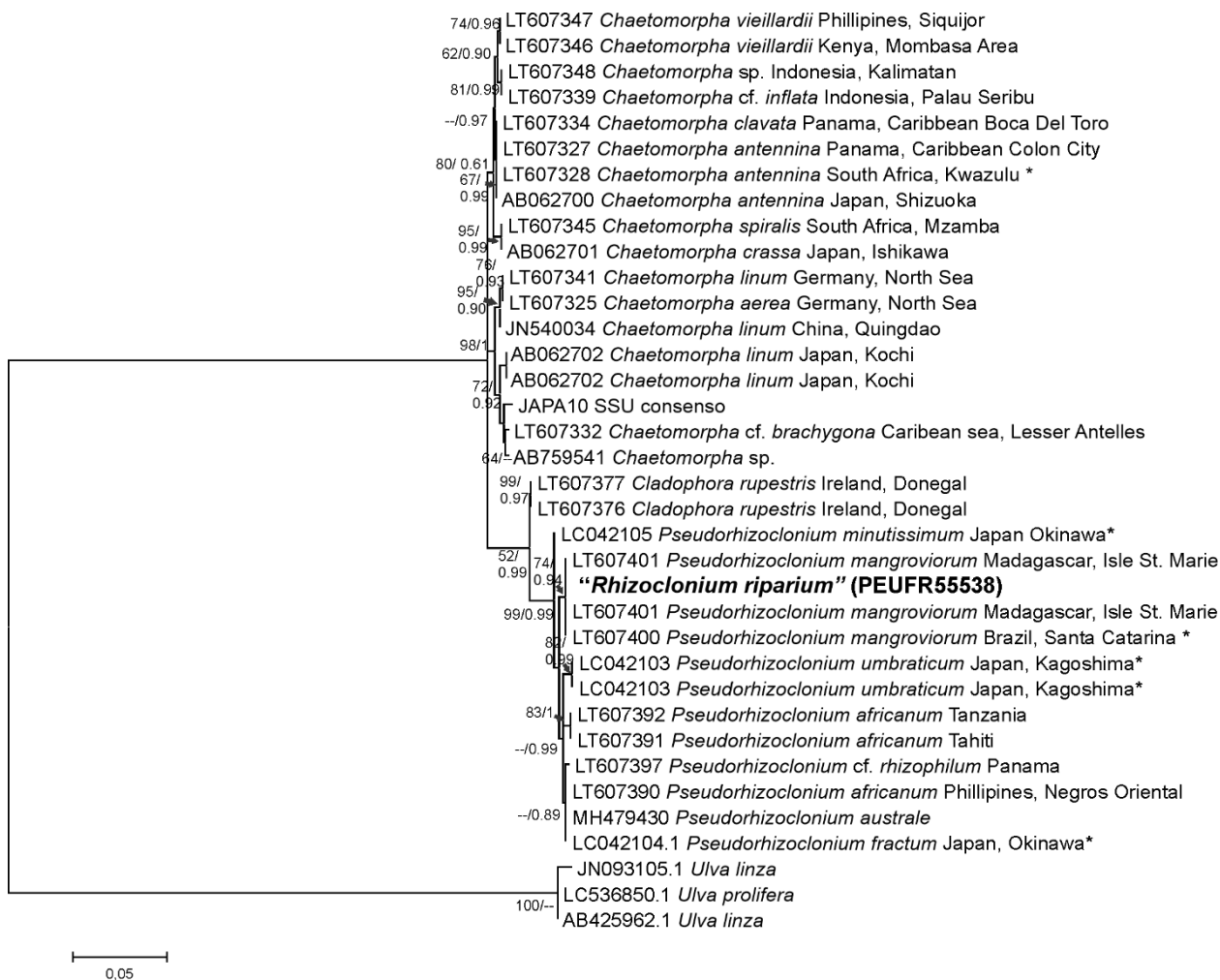
Marcador	Desaturação Inicial	Desnaturação	Anelamento	Extensão	Extensão Final	Ciclos	Referência
SSU	94°C por 3'	94°C por 1'	55° C por 1'	72°C por 1'30	72°C por 1'	35x	Leliaert <i>et al.</i> (2009)
LSU	94°C por 3'	94°C por 30"	53° C por 30"	72°C por 30"	72°C por 3'	35x	Leliaert <i>et al.</i> (2003)

**Tabela 4.** Amostras sequenciadas para estudo molecular dos representantes de Cladophorales de Alagoas.

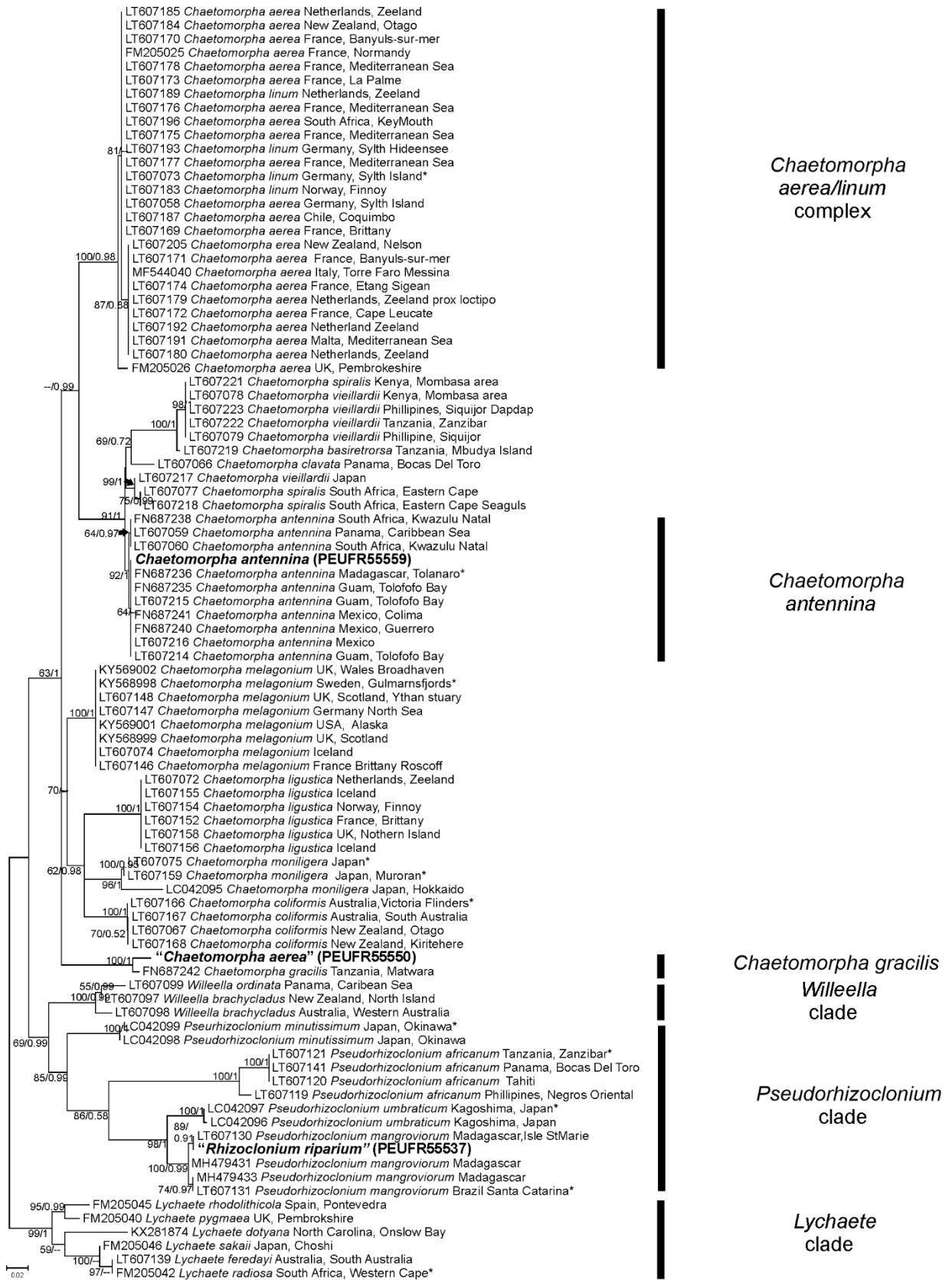
Voucher	Identificação Morfológica	Identificação Molecular	SSU rDNA	LSU rDNA
PEUFR55554	<i>Anadyomene rhizoidifera</i>	<i>Anadyomene stellata</i>		X
PEUFR55670	<i>Anadyomene stellata</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	X	
PEUFR55673	<i>Anadyomene stellata</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	X	
PEUFR55723	<i>Boodlea composita</i>	<i>Boodlea composita</i>	X	
PEUFR55722	<i>Boodlea composita</i>	<i>Boodlea composita</i>	X	
PEUFR55545	<i>Boodlea struveoides</i>	<i>Boodlea struveoides</i>	X	
PEUFR55559	<i>Chaetomorpha antennina</i>	<i>Chaetomorpha antennina</i>		X
PEUFR55550	<i>Chaetomorpha aerea</i>	<i>Chaetomorpha gracilis</i>		X
PEUFR55541	<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		X
PEUFR55519	<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		X
PEUFR55520	<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		X
PEUFR55526	<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		X
PEUFR55544	<i>Cladophora vagabunda</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		X
PEUFR55536	<i>Cladophora coelothrix</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	X	X
PEUFR55515	<i>Cladophora prolifera</i>	<i>Cladophora aff. prolifera</i>		X
PEUFR55676	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	X	
PEUFR55557	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>		X
PEUFR55596	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	X	
PEUFR55547	<i>Phyllodictyon anastomosans</i>	<i>Phyllodictyon anastomosans</i>	X	X

PEUFR55667	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	X	
PEUFR55668	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>		X
PEUFR55558	<i>Phyllocladon</i> sp.	<i>Phyllocladon</i> sp.	X	X
PEUFR55537	<i>Rhizoclonium riparium</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviarum</i>	X	X



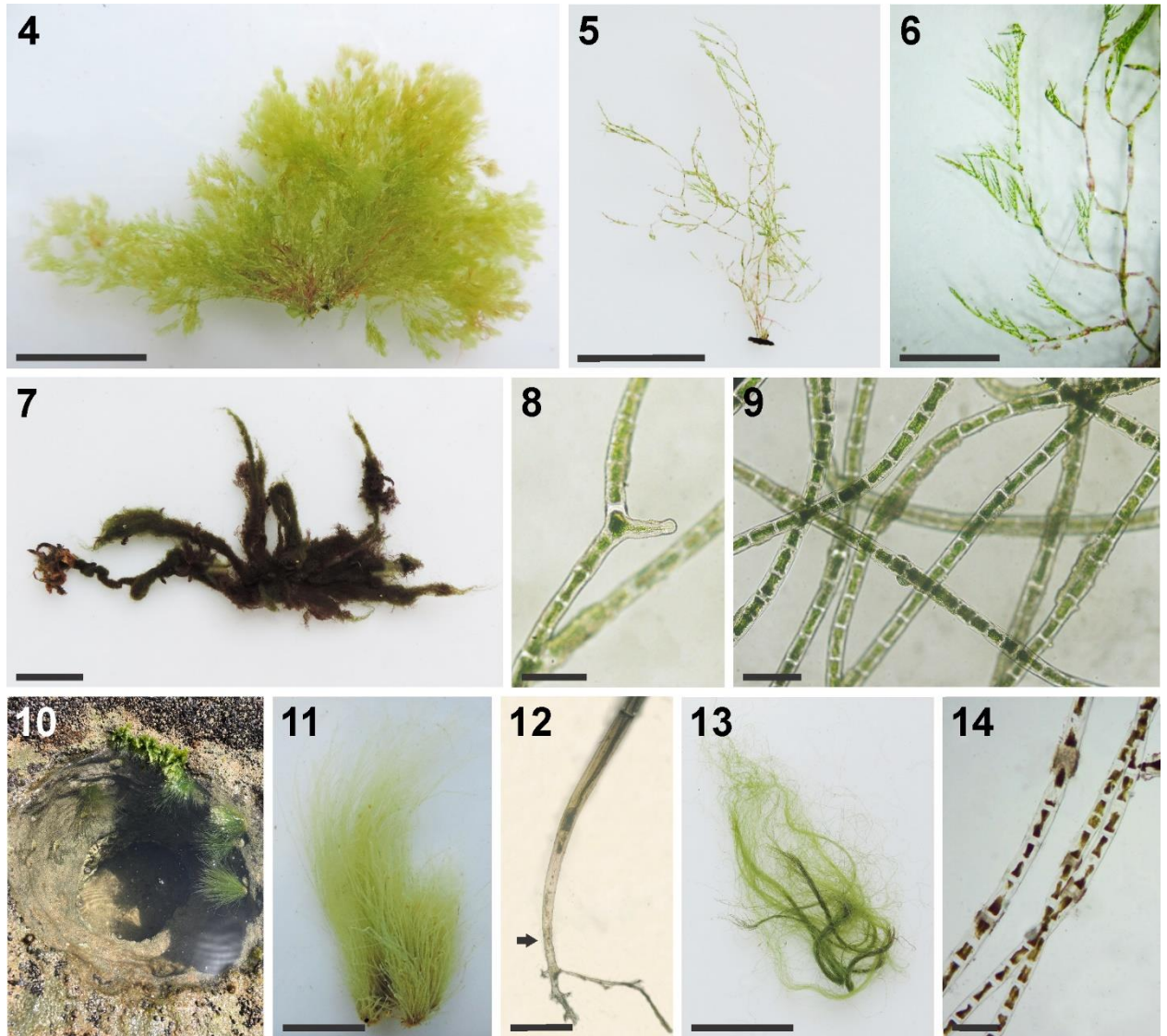


**Fig. 2.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de SSU de Cladophoraceae. Árvore com 36 sequências, com alinhamento final de 776pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo.



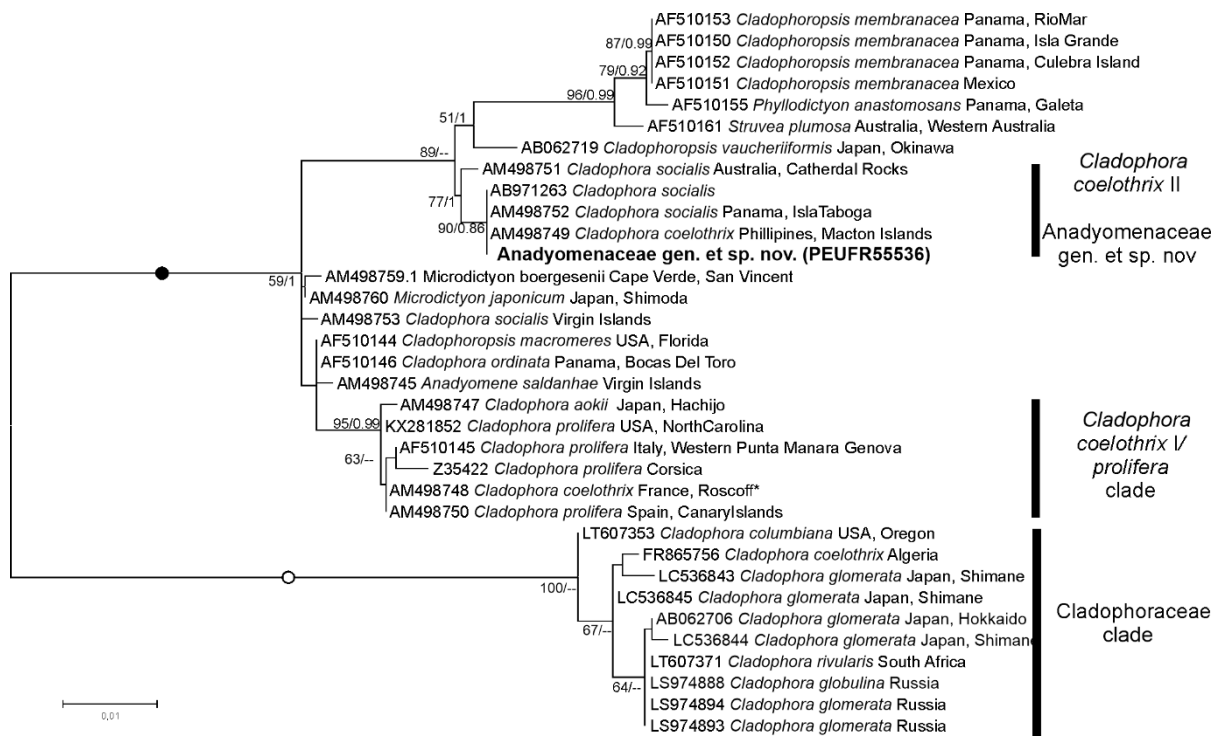
**Fig. 3.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de Cladophoraceae. Árvore com 93 sequências, com alinhamento final de

508pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo

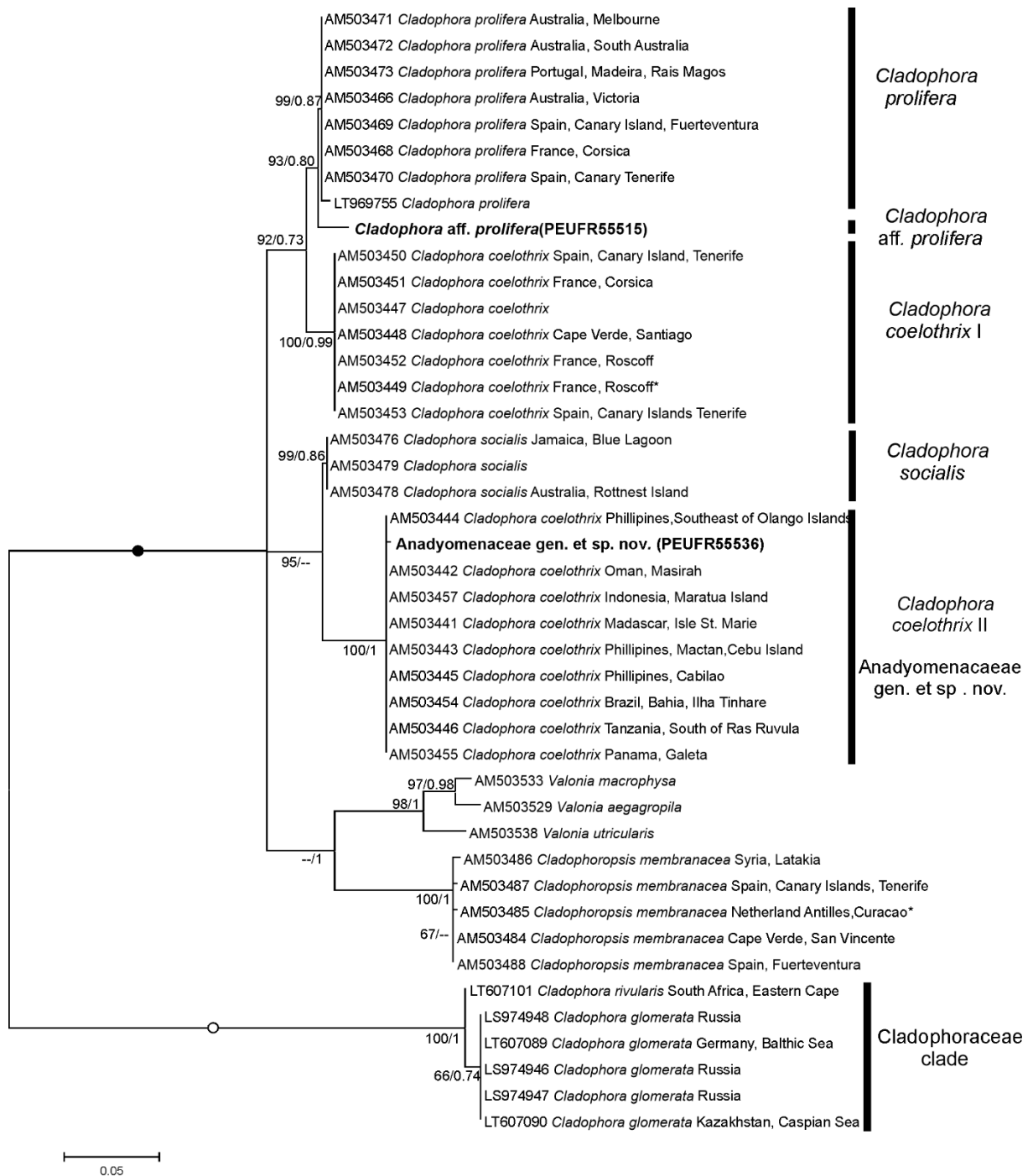


**Fig. 4-6.** Hábito e morfologia de *Cladophora vagabunda* s.l. **Fig.4-5.** Hábito de *C. vagabunda*. Barra = 2cm **Fig.6.** Arranjo acrópeto dos ramos de *C. vagabunda*. Barra = 2,5mm **Fig. 7-9.** Hábito e anatomia de *Pseudorhizoclonium mangroviorum*. **Fig.7.** Talo emaranhado associado a *Bostrychia tenella*. Barra = 2cm **Fig. 8.** Filamentos não ramificados com rizoides intercalares. Barra = 100µm **Fig. 9** Detalhe dos filamentos. 100µm **Fig. 10-13.** Hábito e estrutura de *Chaetomorpha antennina*. **Fig. 10** Habitat natural das amostras de *Ch. antennina*. **Fig. 11.** Morfologia dos tufos de *Ch. antennina*. Barra = 2 cm **Fig. 12.** Célula basal com constrições anelares. Barra = 500µm **Fig. 13-14.** Hábito e morfologia de *Ch. gracilis*. **Fig. 13.** Hábito dos representantes. Barra = 2 cm **Fig. 14.** Detalhe dos filamentos de *Ch. gracilis*. Barra = 500µm.

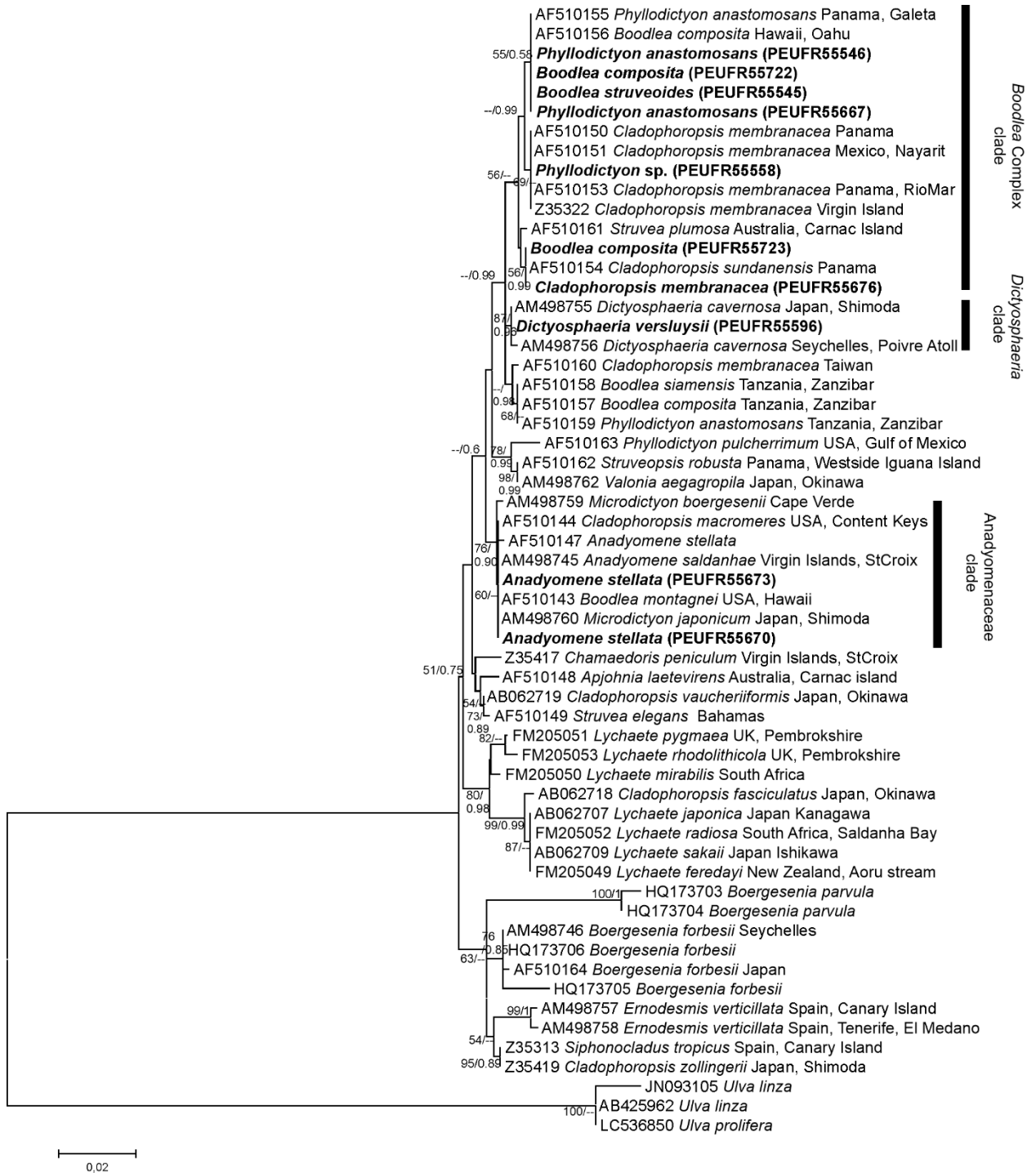




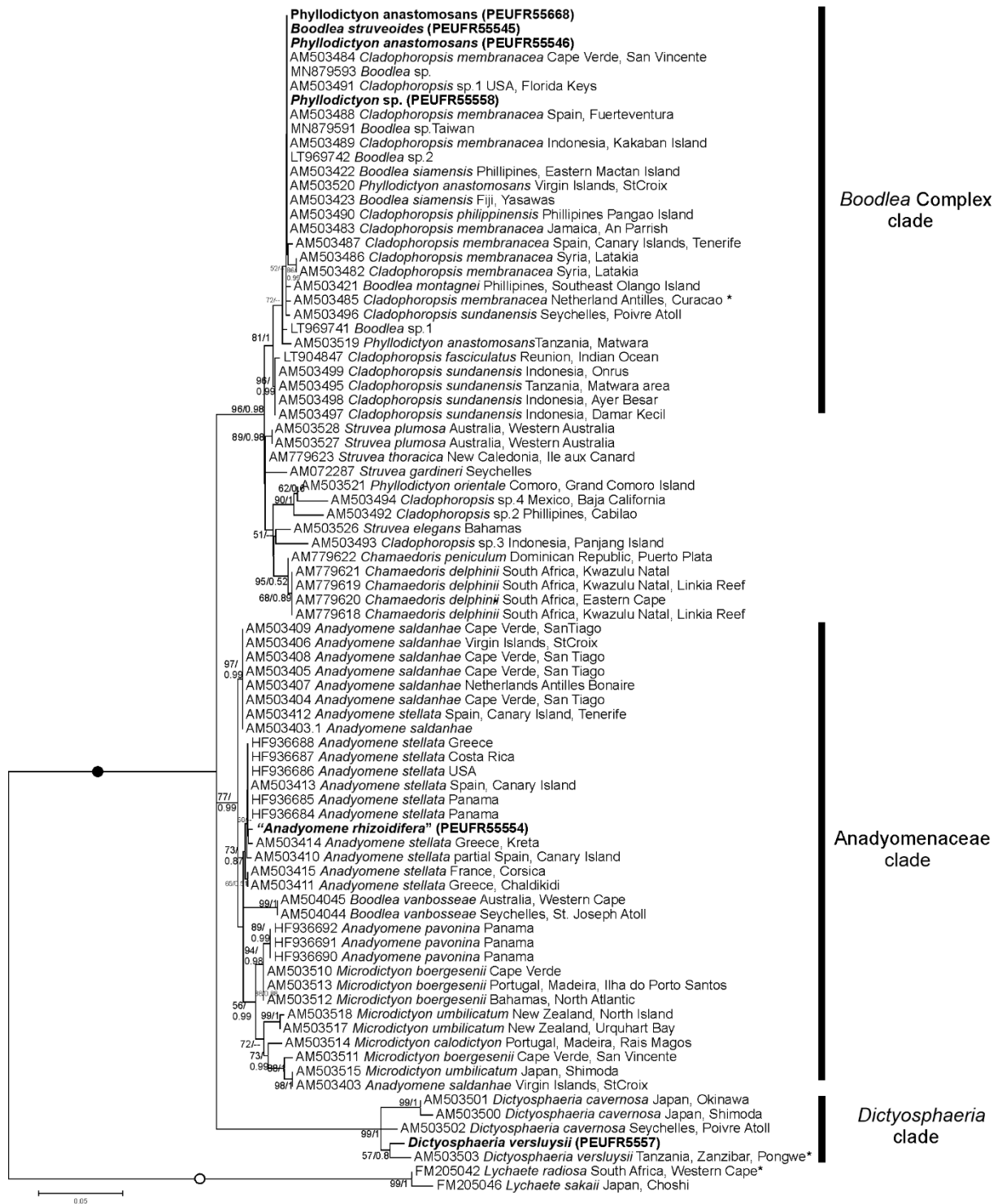
**Fig. 15.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de SSU do clado *Siphonocladus*. Árvore com 34 sequências, com alinhamento final de 753 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo.



**Fig. 16.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de Cladophoraceae/ clado *Siphonocladus*. Árvore com 43 sequências, com alinhamento final de 535pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio indica o clado Cladophoraceae. \* Indica sequências da localidade tipo.

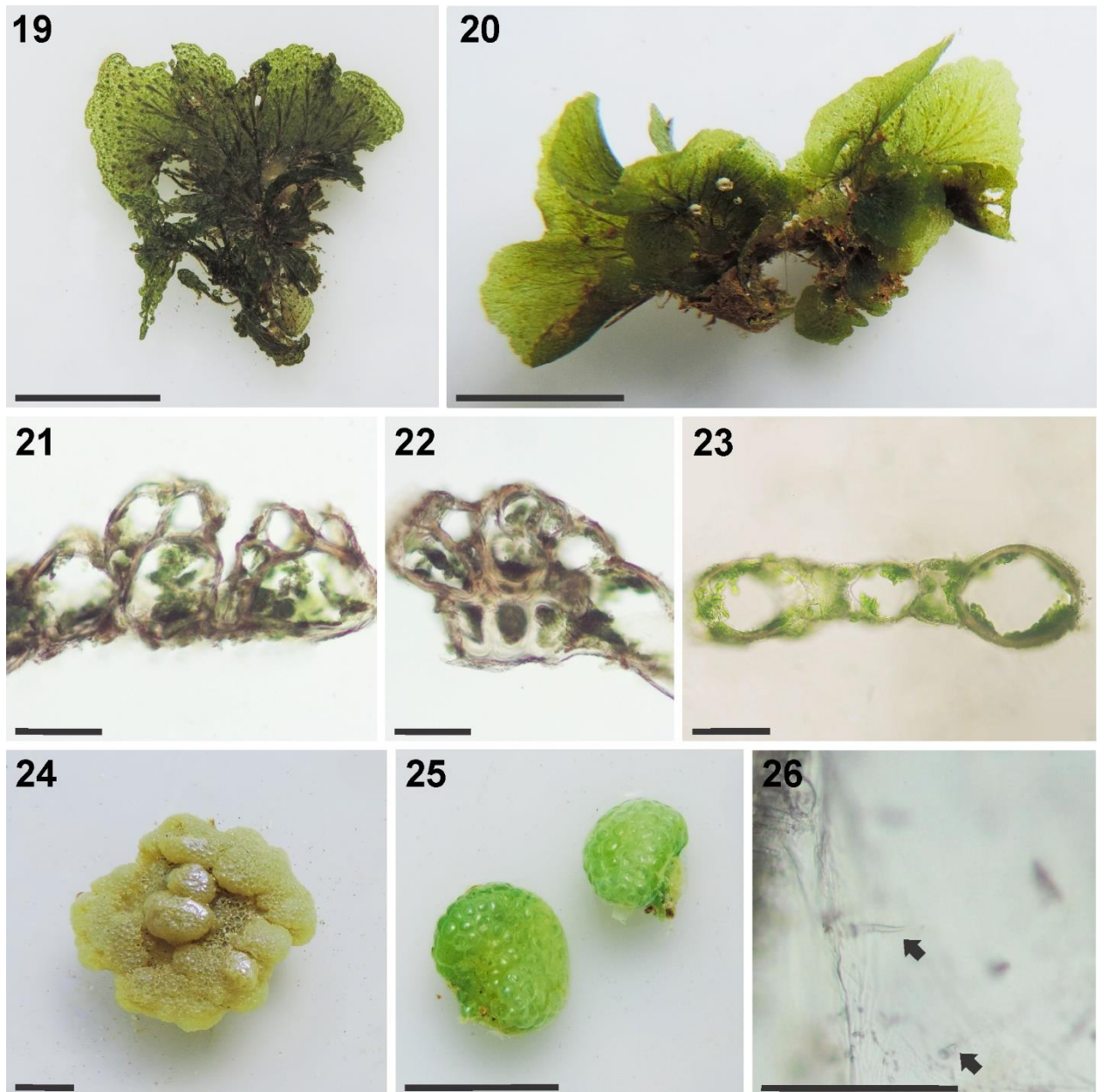


**Fig. 17.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das seqüências de SSU do clado *Siphonocladus*. Árvore com 68 seqüências, com alinhamento final de 751 pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica seqüências da localidade tipo.



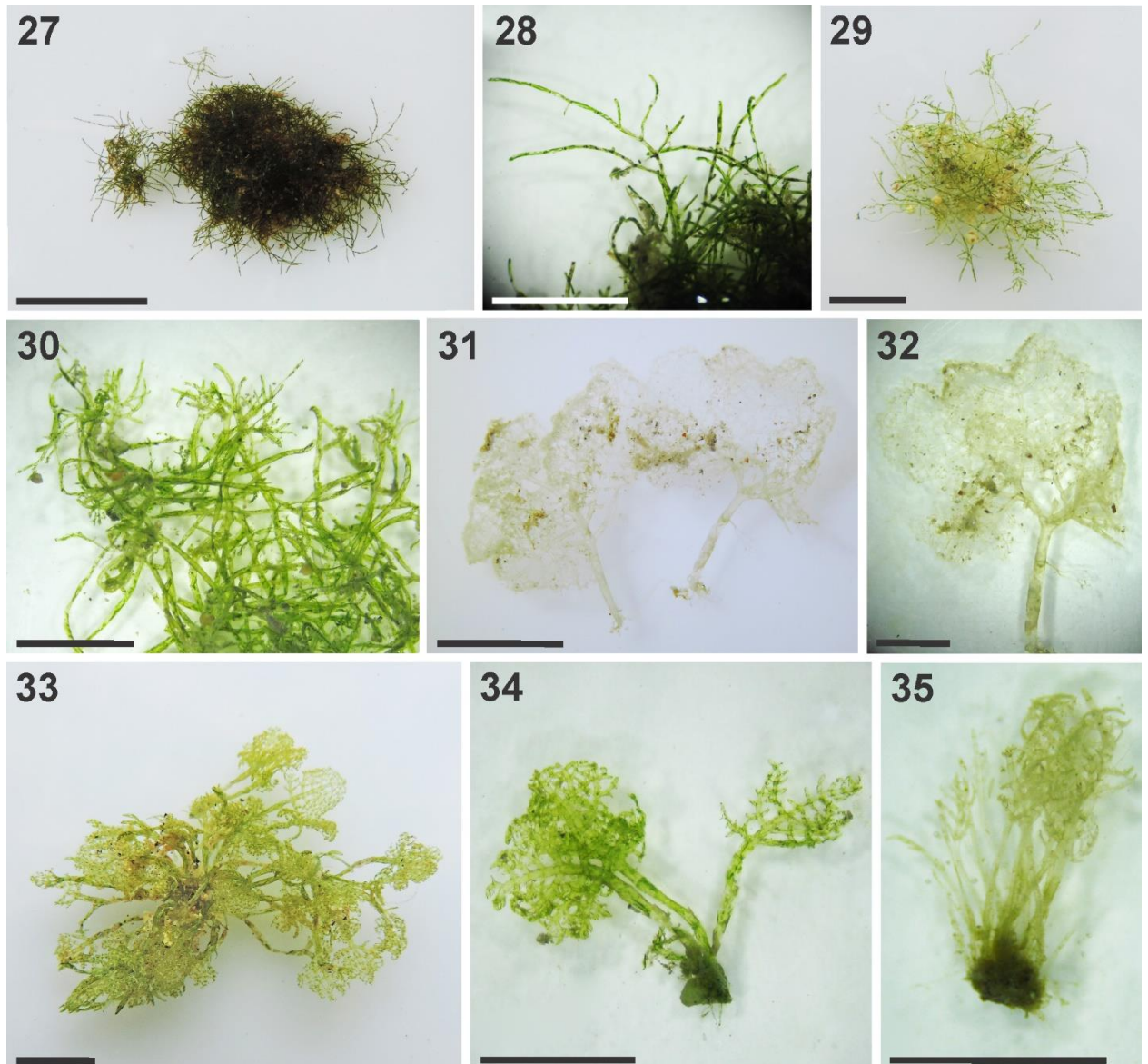
**Fig. 18.** Árvore consenso da Máxima Verossimilhança (ML) das sequências de LSU de clado *Siphonocladus*. Árvore com 83 sequências, com alinhamento final de 520pb. Valores de ML/PP indicados nos ramos, incluídos apenas valores acima de 50/0.5. A identificação morfológica das espécies foi mantida para fins comparativos. Círculo preenchido indica o clado *Siphonocladus*, círculo vazio

indica o clado Cladophoraceae. Sequências geradas neste estudo estão em negrito. \* Indica sequências da localidade tipo.

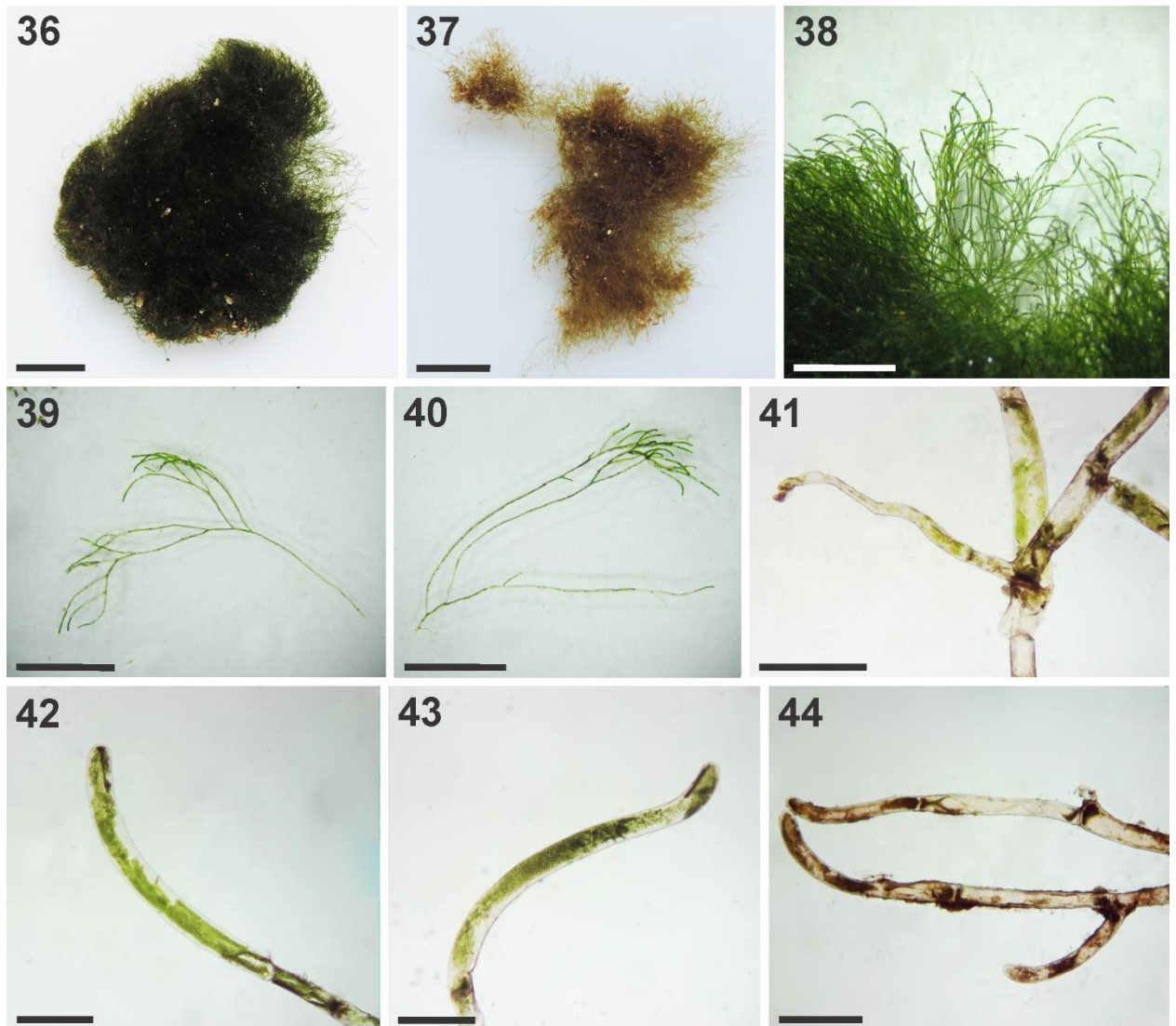


**Fig. 19-23.** Hábito e anatomia dos representantes de *Anadyomene stellata*. Fig. 19-20. Morfologia do talo dos representantes de *A. stellata*. Barra = 1cm Fig. 21-23. Corte anatômico dos representantes de *A. stellata* com uma a três camadas de células. Barra = 100μm Fig. 24-26. Hábito e anatomia dos representantes de *Dictyosphaeria versluysii*. Fig. 24-25. Morfologia dos talos globosos de *D. versluysii*. Barra = 1cm. Fig 26. Corte anatômico de *D. versluysii* com espinhos na parede interna (setas). Barra = 50μm.





**Fig. 27-28.** Hábito e morfologia de *Cladophoropsis membranacea*. Fig. 27. Hábito dos tufos de *C. membranacea*. Barra = 1,5cm Fig.28. Detalhe dos ramos de *C. membranacea*. Barra = 2,5mm Fig. 29-30. Hábito e morfologia de *Boodlea composita*. Fig. 29. Hábito dos tufos de *B. composita*. Barra = 1cm. Fig. 30. Detalhe dos ramos semiprostrados de *B.composita*. Barra = 1cm Fig. 31-32. Hábito e morfologia de *B. struveoides*. Fig.31. Aspecto geral do talo estipitado de *B.struveoides*. Barra = 1cm Fig. 32. Detalhe da lamina ramificada de *B.struveoides*. Barra = 2,5mm Fig. 33. Hábito de *Phyllodictyon anastomosans*. Barra = 5mm. Fig. 34. Morfologia de *Phyllodictyon anastomosans*. Barra = 2,5mm. Fig. 35. Hábito dos representantes de *Phyllodictyon* sp. Barra = 2,5mm.



**Fig. 36-44.** Hábito e morfologia de Anadyomenaceae gen et sp. nov. Fig. 36 - 37. Aspecto geral dos tufos. Barra = 1cm. Fig. 38. Detalhe do crescimento semiprostrado do ramos. Barra = 2,5 mm. Fig. 39-40. Detalhe dos ramos semiprostrados. Barra = 2,5 mm. Fig. 41. Rizoide com conexão aberta. Barra = 200µm Fig. 42 -43. Células apicais cilíndricas. Barra = 200 µm. Fig. 44. Ramos laterais semiprostrados. Barra = 150 µm.



### Capítulo 3

---

#### **Flora de Macroalgas Verdes (Ulvophyceae) da costa de Alagoas**

Artigo a ser submetido na revista Iheringia

2  
3 **Resumo**

4 A costa de Alagoas é caracterizada pelos abundantes ecossistemas recifais, abrigando  
5 80% da maior Unidade de Conservação (UC) marinha do Brasil, a APA Costa dos Corais.  
6 Um ambiente naturalmente rico em macroalgas, Alagoas tem o registro de apenas cinco  
7 trabalhos reportando as macroalgas verdes, com o registro de 39 espécies, mas nenhum  
8 contemplando toda a flora desse grupo para o estado. O objetivo do presente estudo foi  
9 realizar o levantamento taxonômico das macroalgas marinhas verdes (Ulvophyceae) de  
10 Alagoas. Foram realizadas coletas únicas em recifes de mesolitoral de 6 praias, além de  
11 2 estuários, do sul ao norte da costa, de abril a agosto de 2019. O material coletado foi  
12 fixado em formol 4% e identificado a partir de caracteres morfológicos e anatômicos em  
13 microscopia óptica, sendo herborizado e depositado no Herbário PEUFR (216 novos  
14 acessos). Foram registradas 54 espécies de macroalgas marinhas verdes distribuídas em  
15 14 famílias e 21 gêneros. Dezesete táxons tiveram sua distribuição ampliada e  
16 constituem novas ocorrências para a costa de Alagoas. *Udotea dotyi*, *Ulva chaugulii*, *Ulva*  
17 *ohnoi* e *U.tepida* tiveram sua distribuição ampliada para o Atlântico Sul, enquanto  
18 *Pseudorhizoclonium mangroviorum* teve sua distribuição ampliada para costa nordeste  
19 do Brasil, ressaltando a importância de levantamentos florísticos.

20 Palavras-chave: Algas verdes, Nordeste, Novos registros

21 **Abstract**

22 Alagoas coast is characterized by the highly abundant coastal reef ecosystems and the  
23 state coast houses around 80% of the biggest federal marine Protected Area, the APA  
24 Costa dos Corais. A naturally seaweed rich environment, Alagoas has only 5 papers  
25 referring its green seaweed, with 39 species, but none accessing the entire flora for the  
26 region. The aim of this study was to carry a taxonomic assessment of the marine green  
27 seaweeds (Ulvophyceae) of Alagoas. Were performed single collections in 6 beaches and  
28 2 estuaries, from south to north of the coast, between April to August 2019. The samples  
29 were conserved in formalin 4% and identified based on anatomical and morphological  
30 traits in optical microscopy, followed by its incorporation on Herbarium PEUFR (216  
31 new accesses). Were referred 54 species of green seaweed from 14 families and 21  
32 genera. Seventeen taxa had its distribution extended and are new occurrences for Alagoas

33 coast. *Udotea dotyi*, *Ulva chaugulii*, *U. ohnoi* and *U. tepida* distribution were extended  
34 for the South Atlantic, thus *Pseudorhizoclonium mangroviorum* had its distribution  
35 extended for Brazilian northeast, reinforcing the relevance of floristic assessments.

36 Key words: Green seaweeds, Northeast, New occurrences

## 37 **Introdução**

38 Situado no Nordeste do Brasil, o estado de Alagoas possui 220 km de costa e está  
39 situado na província ficoflorística tropical quente, caracterizada por suas águas  
40 oligotróficas e abundância de recifes de arenito, constituindo um ambiente favorável ao  
41 desenvolvimento das macroalgas (Horta 2001). Os ecossistemas recifais da região  
42 formam longos bancos paralelos à linha da costa, sendo esses heterogêneos com  
43 formações compostas de recifes de corais e, mais abundantemente, formações de recifes  
44 de arenito com predominância de cobertura de macroalgas (Rudorff & Gherardi 2008).

45 A região também inclui cerca de 96 km da Área de Proteção Ambiental Costa dos  
46 Corais, de Maceió até o município de Maragogi, a maior unidade de conservação (UC)  
47 marinha do Brasil (Ferreira & Maida 2006). A área foi criada em 1997 e visa a proteção  
48 dos recifes da região, altamente ameaçados por atividades humanas como as de  
49 exploração pesqueira, turismo e processos acelerados de urbanização costeira que  
50 promovem eutrofização (Steiner *et al.* 2015).

51 A classe de algas verdes Ulvophyceae destaca-se pela diversidade de espécies  
52 macroscópicas em ambientes marinhos, principalmente tropicais (Škaloud *et al.* 2018a,  
53 Guiry & Guiry 2021). Esses organismos desempenham importante papel na base da  
54 cadeia trófica, além de serem estruturalmente muito diversos, com representantes  
55 variando desde unicelulares, coloniais, multicelulares com células uninucleadas,  
56 multicelulares do tipo sifonocladado ou até uma única célula tubular gigante  
57 multinucleada (Cocquyt *et al.* 2010, Del Cortona *et al.* 2019).

58 Para a costa brasileira são referidas cerca de 223 espécies de macroalgas verdes  
59 marinhas (Flora do Brasil 2020). Porém, apesar da relevante riqueza já conhecida,  
60 algumas regiões do país são pobremente caracterizadas (Flora do Brasil 2020). Para a  
61 costa de Alagoas, são relatadas apenas 39 espécies (Menezes *et al.* 2015), cujos registros  
62 são majoritariamente de material de herbário e um número restrito de trabalhos  
63 publicados (Muniz 1993, Lemos *et al.* 2017, Carneiro *et al.* 2018, 2019). Tendo em vista

64 a lacuna de conhecimentos acerca da flora de macroalgas marinhas da costa de Alagoas,  
65 o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento, distribuição e  
66 caracterização das macroalgas verdes marinhas da costa de Alagoas.

## 67 **Materiais e Métodos**

### 68 **Coleta e fixação do material**

69 As coletas de material foram efetuadas em oito localidades (Tabela 1; Fig. 1)  
70 selecionadas com base em levantamento prévio, tendo em vista áreas com grande riqueza  
71 de espécies. O material foi coletado de forma exploratória, entre maio de 2019 até agosto  
72 de 2019, em coletas únicas. No ambiente marinho, a coleta foi feita sobre os recifes de  
73 mesolitoral expostos pela maré ou com mergulhos livres utilizando snorkel e máscara  
74 quando necessário. Nas áreas de estuário, o material foi coletado nas margens, em  
75 substratos arenosos ou sobre pneumatóforos. As coletas foram realizadas durante os  
76 períodos de baixamar, preferencialmente em marés de sizígia.

77 O material foi coletado com auxílio de espátulas ou manualmente para garantir  
78 que todas as estruturas do talo (apressório, estipe, ramos e râmulos) não fossem  
79 fragmentadas ou perdidas. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos  
80 plásticos, etiquetados de acordo com a região recifal encontrada, bem como foram feitas  
81 observações acerca do ambiente e substrato em que as amostras foram coletadas.

82 Tabela 1. Informações sobre as estações de coletas de material ficológico ao longo  
83 da costa de Alagoas. \* Localidades inseridas dentro da área da APA Costa dos Corais.

Setor do estado	Localidade	Município	Tipo de ambiente	Data de Coleta	Coletores	Coordenadas
Norte	Praia de Barreiras do Boqueirão*	Japaratinga	Marinho	30/08/2019	J.O.F.Brito	9°7'29.809" S 35°16'37.242" O
Norte	Tatuamunha*	Porto de Pedras	Estuário	04/08/2019	J.O.F.Brito	9°13'44.238" S 35°20'17.181" O
Norte	Praia de São Miguel dos Milagres*	São Miguel dos Milagres	Marinho	04/08/2019	J.O.F.Brito	9°16'7.901" S 35°21'59.882" O

Setor do estado	Localidade	Município	Tipo de ambiente	Data de Coleta	Coletores	Coordenadas
Norte	Praia de Sonho Verde*	Paripueira	Marinho	02/08/2019	J.O.F.Brito	9°27'725" S 35°31'48.023" O
Centro	Praia do Mirante da Sereia*	Maceió	Marinho	18/04/2019	J.O.F.Brito	9°34'02.3" S 35°38'50.2" O
Centro	Praia de Riacho Doce*	Maceió	Marinho	19/04/2019	J.O.F.Brito	9°34'51.9" S 35°39'25.8" O
Centro	Complexo Estuarino Laguna Mundaú-Manguaba	Maceió	Estuário	17/05/2019	J.O.F.Brito	9°41'16.948" S 35°46'09.647" O
Sul	Praia do Pontal do Coruripe	Coruripe	Marinho	17/05/2019	J.O.F.Brito	10°9'03.739" S 36°8'05.308" O

84

85 Após coletado o material foi triado em etapas de lavagem e remoção de sedimento  
86 e epífitas com auxílio de pinças metálicas e escovas. Subsequentemente, o material  
87 coletado foi congelado para posterior identificação taxonômica e morfometria, com  
88 exceção de exemplares de *Caulerpa*, *Dictyosphaeria* e *Valonia*, que foram fixados em  
89 álcool absoluto para conservação de suas características estruturais.

### 90 **Identificação morfológica**

91 A identificação se baseou na análise de caracteres morfológicos como: hábito,  
92 tamanho, tipo de talo, tipo de apressório, presença de calcificação, padrão de ramificação,  
93 forma e tamanho dos râmulos; e anatômicos: forma das células, número de camadas de  
94 células, forma e tamanho dos utrículos. As algas com algum grau de calcificação, foram  
95 submetidas à descalcificação com HCl (5%), para dissecação dos filamentos internos,  
96 seguindo bibliografia pertinente (Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Santos & Nunes 2015a,  
97 Rocha 2016).

98 A identificação foi feita com base na bibliografia pertinente como: Taylor (1960),  
99 Littler & Littler (2000), Bandeira-Pedrosa *et. al* (2004), Coto (2007), Barata (2008),  
100 Oliveira-Carvalho (2008), Alves (2008, 2015), Alves *et. al* (Alves *et al.* 2009, 2011b,

101 2012a, b, c), Brayner (2009), Gestinari *et. al* (2010), Norris (2010), Oliveira-Carvalho *et.*  
102 *al* (2010), Pupo (2011), Almeida *et. al* (2012, 2014b), Almeida (2013), Moura & Almeida  
103 (2014), Santos & Nunes (2013, 2015a, b), Rocha (2016) e Acosta- Calderón (2018). O  
104 sistema de classificação adotado foi o proposto por Skaloud *et. al* (2018b) e a validade  
105 das espécies foram revisadas utilizando Guiry & Guiry (2021).

106 Todo o material identificado foi herborizado seguindo as técnicas usais para algas  
107 marinhas bentônicas e as exsiccatas estão tombadas e incorporadas ao Herbário Professor  
108 Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco e  
109 duplicatas no Herbário da Universidade de São Paulo (SP). Os dados de distribuição e  
110 ocorrência das espécies foram tabulados e com base em Matteucci & Colmo (1982) foram  
111 calculadas a frequência dos táxons, sendo: muito frequentes >70%, frequente > 40% ≤  
112 70%, pouco frequente > 10% ≤ 40%, e raras <10%.

### 113 **Resultados**

114 No litoral alagoano foram identificados 54 táxons de macroalgas verdes, sendo 48  
115 espécies, duas variedades, quatro mantidas em cf. e duas mantidas em nível de gênero,  
116 distribuídos nas cinco ordens, 14 famílias e 21 gêneros. A partir das amostras estudadas,  
117 foram gerados 218 novos acessos no Herbário da Universidade Federal Rural de  
118 Pernambuco PEUFR. A maior riqueza de táxons foi encontrada na praia de Japaratinga,  
119 com 25 espécies referidas, seguida de Riacho Doce com 24, Mirante da Sereia com 21,  
120 Pontal do Coruripe com 17 e São Miguel dos Milagres 14. As menores riquezas foram  
121 referidas para as áreas de estuário com quatro espécies para cada um, sendo eles o  
122 Estuário do Rio Tatuamunha e o Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba. A  
123 praia de Riacho Doce abrigou maior número de espécies exclusivas, com cinco espécies,  
124 seguida da praia do Mirante da Sereia com quatro, São Miguel dos Milagres e Japaratinga  
125 com três, Sonho Verde e Pontal do Coruripe com duas e Estuário do Rio Tatuamunha  
126 com apenas uma espécie exclusiva.

127 *Anadyomene stellata* (Wulfen in Jacq.) C.Agardh, *Cladophora prolifera* (Roth)  
128 Kütz., *Dictyosphaeria versluysii* Weber Bosse, *Halimeda opuntia* (L.) J.V.Lamour. e  
129 *Ulva ohnoi* M.Hiraoka & S. Shimada foram as espécies consideradas muito frequentes na  
130 costa Alagoana, correndo em seis dos pontos amostrados. Além dessas, 12 espécies foram  
131 consideradas frequentes, enquanto as demais foram consideradas como pouco frequentes.  
132 As famílias mais representativas foram Cladophoraceae e Caulerpaceae, com 15 e 11

133 espécies referidas, respectivamente. A família Ulvaceae está representada por oito  
 134 espécies e Boodleaceae com cinco. As famílias com menor representatividade foram  
 135 Codiaceae, Dasycladaceae, Gayraliaceae, Polyphysaceae e Valoniaceae, com apenas um  
 136 representante cada. *Caulerpa* foi o gênero com maior número táxons, com 12 espécies e  
 137 duas variedades.

138 **Chaves de identificação e descrições das macroalgas verdes marinhas de Alagoas**

139 **Bryopsidales**

140 1. Algas calcificadas ..... 4

141 1. Algas não calcificadas ..... 2

142 2. Algas de talo esponjoso e incrustante..... *Codium*

143 2. Algas de talo filamentosos e ereto..... 3

144 3. Algas de talo filamentosos simples com aspecto penado ..... *Bryopsis*

145 3. Algas de talo filamentosos ou diferenciado em porção estolonífera, rizoides e ramos

146 assimiladores ..... *Caulerpa*

147 4. Algas de talo composto de segmentos articulados ..... *Halimeda*

148 4. Algas de talo não articulado e estipitado ..... 5

149 5. Talo estipitado formando lâmina terminal flabeliforme ramificada ou não ..... *Udotea*

150 5. Talo estipitado formando capítulo terminal formado por filamentos ..... *Penicillus*

151 **Bryopsidaceae**

152 *Bryopsis* J.V.Lamour.

153 1. Frondes com aspecto linear lanceolados, pínulas dispostas disticamente e menos

154 frequente unilateralmente ..... *B. pennata*

155 1. Frondes com aspecto rômboico, pínulas dispostas disticamente ..... *B. plumosa*

156 *Bryopsis pennata* J.V.Lamour.

157 Figura 2 a-d

158 Talo verde escuro, filamentosos, flácido, ereto, formando tufos cespitosos, cerca  
159 de até 25 cm de altura. Fixos ao substrato através de rizoides ramificados, frequentemente  
160 emaranhados. Frondes de aspecto linear lanceolado, de até 4,97 mm de largura, eixos  
161 ramificados com 130,99-450,8 µm de diâmetro, estipitados, com pínulas decíduas, em  
162 disposição oposta dística, reduzindo de tamanho próximo ao ápice. Pínulas constrictas na  
163 base com 179,93-2497,9 µm de comprimento e 83,63-180,8 µm de largura, e ápices  
164 arredondados.

165 Hábital: substrato rochoso ou como epífita de outras algas, em poças ou lagunas  
166 recifais com baixa a intensa ação de ondas.

167 Material examinado: PEUFR55556, PEUFR55608, PEUFR55632, PEUFR676 e  
168 55680.

169 Comentários: os espécimes de *B. pennata* foram frequentemente encontrados  
170 formando extensos tufos emaranhados. Espécie morfológicamente muito próximo de *B.*  
171 *plumosa* (Huds.) C. Agardh e de difícil identificação quando as pínulas estão ausentes,  
172 mas, quando presentes, as espécies são facilmente reconhecidas pelo aspecto linear-  
173 lanceolado de *B. pennata* (Tabela 4).

174 Também foram observados ramos com pínulas em apenas um dos lados,  
175 correspondente a *B. pennata* var. *secunda* (Harv.) Collins & Herv., e ramos com pínulas  
176 em ambos os lados em um mesmo indivíduo. A inconsistência dessa morfologia ressalta  
177 as observações de Coppejans *et. al* (2004) que sugerem que a variedade é um táxon  
178 artificial.

179 Em recente estudo molecular com exemplares de *Bryopsis* da costa de  
180 Pernambuco, Oliveira *et al.* (2021) confirmaram a presença de *B. pennata* e *B. pennata*  
181 var. *secunda* para este estado com base nos marcadores *tufA* e *rbcL*. Os autores referem  
182 também amplo espectro de plasticidade fenotípica em *B. pennata*, sobrepondo-se as  
183 características referidas para *B. plumosa* e causando confusões taxonômicas.

184 O material concorda em linhas gerais com o descrito por Joly (1964), Pereira &  
185 Accioly (1998), Barata (2004), Coto (2007), Norris (2010), Pupo (2011) e Oliveira *et al.*  
186 (2021). Entretanto, os exemplares encontrados na costa alagoana eram maiores aos  
187 descritos por estes autores, alcançando até 25 cm com comprimento. A iridescência das  
188 frondes foi observada ocasionalmente similarmente ao descrito por Pereira & Accioly



189 (1998). Outra característica nos exemplares estudados foi que estes se desenvolviam  
190 formando emaranhados de tufos, enquanto Coppejans *et. al* (2004) e Norris (2010)  
191 descrevem indivíduos se desenvolvendo de estipes diretamente de apressórios.

192 Krellwitz *et. al* (2001) e Tufiño-Velázquez & Pedroche (2019) combinaram dados  
193 moleculares e morfológicos e observaram confusões taxonômicas com exemplares do  
194 gênero. Tufiño-Velázquez & Pedroche (2019) também sugeriram que *B. ramulosa* Mont.  
195 e *B. halliae* W.R. Taylor podem ser sinônimos de *B. pennata*.

196 Espécie comum na costa de Alagoas, encontrada nas praias de Barreira do  
197 Boqueirão, Sonho Verde, Mirante da Sereia e Pontal do Coruripe.

198 Distribuição no litoral do Brasil: Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte,  
199 Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa  
200 Catarina e Rio Grande do Sul (Ferreira-Correia & Brandão 1974, Altamirano & Nunes  
201 1997, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Brasileiro  
202 *et al.* 2009, Cocentino *et al.* 2010, Pupo 2011, Soares & Fujii 2012a, Oliveira *et al.* 2021).

203 Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993) e Lemos *et al.* (2017).

204 *Bryopsis plumosa* (Huds.) C. Agardh

205 Figura 2 e-g

206 Talo verde escuro, filamentoso, flácida, ereto, se desenvolvendo formando tufos  
207 cespitosos com cerca de 7,11 cm de altura. Fixos ao substrato através de rizoides  
208 ramificados emaranhados. Frondes de aspecto rômboico, de até 6,45 mm de largura, eixos  
209 ramificados com 179,05 - 491,44 µm de diâmetro, estipitados, com pínulas decíduas, em  
210 disposição oposta dística, reduzindo de tamanho próximo ao ápice. Pínulas constrictas na  
211 base com 78,26 - 3484,15 µm de comprimento e 78,73 - 245,32 µm de largura, ápice  
212 arredondado.

213 Hábitat: substrato rochoso ou associada a *Hypnea pseudomusciformis* Nauer,  
214 Cassano & M.C.Oliveira em poças com baixa ação de ondas.

215 Material examinado: PEUFR55615 e PEUFR55718.

216 Comentários: Espécimes encontrados formando tufos grandes. Exemplares muito  
217 variáveis, frequentemente encontrados ramos com pínulas ausentes. A semelhança  
218 morfológica com *B pennata* pode levar a confusões taxonômicas, estas são reduzidas

219 quando as pínulas estão presentes exibindo o aspecto rômbo do talo. Oliveira *et al.*  
220 (2021) discutiram a semelhança entre *B. pennata* e *B. plumosa* (Tabela 4) e a dificuldade  
221 na separação das espécies. Todavia, devido à falta de análises moleculares no presente  
222 estudo, optou-se por manter a identificação como *B. plumosa*. O material concorda em  
223 linhas gerais com o descrito por Joly (1964), Coto (2007) e Almeida (2013), porém  
224 formando tufos de até 7 cm de altura, similarmente aos descritos por Pereira & Accioly  
225 (1998) e Barata (2004).

226           Espécie encontrada em apenas duas estações de coleta, as praias de Riacho e São  
227 Miguel dos Milagres.

228           Distribuição no Brasil: Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito  
229 Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Taylor  
230 1960, Joly 1964, Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira 1969, Ferreira-Correia & Brandão  
231 1974, Oliveira-Filho 1977, Kanagawa 1984, De Szechy *et al.* 1989, Muniz 1993, Nunes  
232 1998a, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Coto 2007, Batista 2012,  
233 Jorge *et al.* 2012, Almeida 2013, Oliveira *et al.* 2021).

234           Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993) e Lemos *et al.* (2017).

Tabela 4. Comparação morfológica das espécies de *Bryopsis* na costa de Alagoas.

Táxon	Aspecto das frondes	Largura das frondes	Diâmetro do eixo	Comprimento das pínulas
<i>Bryopsis pennata</i>	Linear-lanceolado	0,7 – 4,97 mm	130,99-450,8 µm	179,93-2.497,9 µm
<i>Bryopsis plumosa</i>	Rômbico	1,72 – 6,45 mm	179,05 - 491,44 µm	78,26 – 3.484,15 µm

## Codiaceae

*Codium* Stackh.

*Codium intertextum* Collins & Herv.

Figura 2 h-j

Talo verde escuro, crostoso, esponjoso, prostrado. Aderido ao substrato por tufo rizoidais na face ventral da crosta. Crostas irregulares, lobadas, expandidos livres, de até 2,03 cm de diâmetro. Utrículos compactos, cilíndricos a clavados, 381,73 – 498,82 µm de comprimento, 57,72 – 92,42 µm de diâmetro, ápices truncados a arredondados. Filamentos medulares cilíndricos, finos, 37,14 – 46,28 µm de diâmetro, incolores. Estruturas reprodutivas não observadas.

Habitat: substrato rochoso, nas paredes do recife expostos à dessecação e sob forte ação de ondas.

Material examinado: PEUFR55630.

Comentários: espécie de identificação simples em função do crescimento prostrado e irregular, fortemente aderido ao substrato. Também foi notado aspecto enrugado do talo, igualmente ao referido por Carvalho *et. al* (2010) para indivíduos encontrados se desenvolvendo em áreas sob ação de ondas. *C. intertextum* se assemelha, quanto ao crescimento prostrado, à *C. adherens* C. Agardh, entretanto conforme Oliveira-Carvalho *et. al* (2010) discutem, podem ser distinguidos uma vez que *C. intertextum* possui talo lobado fortemente aderido, coloração verde escuro e utrículos clavados, enquanto *C. adhaerens* possui talo irregularmente expandido frouxamente aderido, coloração verde clara e utrículos cilíndricos.

As análises filogenéticas do gênero *Codium*, realizadas por Oliveira-Carvalho *et. al* (2012) utilizando o marcador plastidial *rbcL*, reavaliaram o *status* das espécies encontradas no litoral brasileiro. Foi confirmado que os representantes identificados como *C. intertextum* coletados na costa brasileira e exemplares do Caribe, próximos à localidade tipo, representavam todos a mesma espécie.

Os indivíduos aqui observados também concordam com o descrito por Joly (1964), Pereira & Accioly (1998), Barata (2004), Coto (2007), Oliveira-Carvalho (2008), Oliveira-Carvalho *et. al* (2010), Pupo (2011) e Batista (2012). Entretanto os exemplares

coletados na costa alagoana apresentaram utrículos com diâmetros mínimos sutilmente inferiores aos descritos pelos referidos autores.

Distribuição no Brasil: Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (Oliveira-Filho 1977, Nunes 1998a, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Oliveira-Carvalho 2008, Oliveira-Carvalho *et al.* 2010, Costa *et al.* 2012).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Carvalho (2008) e Oliveira-Carvalho *et al.* (2010).

### Caulerpaceae

#### *Caulerpa* J.V.Lamour.

1. Talo filamentosos com pouca distinção entre porção prostrada e porção assimiladora ..... *Caulerpa fastigiata*
1. Talo com porção prostrada e porção ereta morfologicamente distintos ..... 2
2. Ramos assimiladores folhosos achatados ..... 3
2. Ramos cilíndricos, subcilíndricos, globosos ..... 5
3. Ramos com lâmina inteira e margem lisa ..... *C. prolifera*
3. Ramos com lâmina fendida e margem variada ..... 4
4. Râmulos falciformes, voltados para cima, ápice mucronado, frequentemente sobrepostos ..... *C. mexicana*
4. Râmulos arredondados a falciformes, voltados para cima, ápices com denticulações menos frequentemente lisos, nunca sobrepostos ..... *C. denticulata*
5. Râmulos cilíndrico, subcilíndricos ou mamiliformes ..... 6
5. Râmulos globosos ..... 7
6. Râmulos cilíndricos dispostos disticamente ..... *C. sertularioides*
6. Râmulos mamiliformes ou espinescentes dispostos de forma variada ..... *C. cupressoides*

7. Talo densamente intricado formando almofadas, râmulos esféricos reduzidos ..... *C. microphysa*
7. Talo pouco ou não intricado, com râmulos esféricos grandes ..... 8
8. Râmulos com ápices arredondados a peltados, curtos cujo comprimento é cerca do dobro do diâmetro, pouco abundantes ..... *C. chemnitzia*
8. Râmulos piriformes, longos, abundantes ..... *C. racemosa*

*Caulerpa chemnitzia* (Esper) J.V.Lamour.

Figura 3 a-b

Talo verde claro á escuro, carnosos, com até 11,27 cm de altura. Estolão glabro, cilíndrico, irregularmente ramificado, até 19,75 cm de comprimento, 1,7 - 4,89 mm de diâmetro, de onde partem rizoides ramificados de até 3 cm de comprimento. Ramos eretos com estipe curto, eixo central raramente ramificado, 2,3 – 8,87 cm de altura, inteiramente recoberto por râmulos distribuídos irregularmente. Râmulos clavados com (2,1) 3,25 – 8,29 mm de comprimento, com pedúnculos alongados, ápices globosos de 2,32 - 4,28mm de diâmetro, aspecto clavado a peltados.

Hábitat: substrato rochoso na porção frontal do recife sob moderado a intenso efeito do movimento das ondas.

Material examinado: PEUFR55599, PEUFR711, PEUFR55652 e PEUFR55569.

Comentários: os espécimes encontrados na costa alagoana apresentaram um amplo espectro de variação morfológica com râmulos peltados à subglobosos assemelhando-se às variedades anteriormente assinaladas como *C. racemosa* var. *occidentalis* (J. Agardh) Boergesen e *C. racemosa* var. *peltata* (J.V.Lamour.) Eubank. Carneiro *et al.* (2019) descrevem e discutem a mesma plasticidade fenotípica para os exemplares da costa de Alagoas, sugerindo que tais sejam respostas às variáveis ambientais, principalmente movimento de ondas.

As duas variedades e forma típica da espécie compunham o complexo *C. racemosa/peltata*, cuja situação foi mais bem elucidada por Belton *et. al* (2013). Os autores, a partir de análises filogenéticas, transferiram diversos táxons anteriormente descritos como variedades e/ou formas de *C. racemosa* para a *C. chemntzia*, inclusive as variedades anteriormente citadas.

Os exemplares observados concordam com as descrições de Barata (2008), Brayner (2007), Coto (2007) e Brayner *et al.* (2009) para os espécimes assinalados como *C. racemosa* var. *occidentalis*, e com Carneiro *et al.* (2019) como *C. chemnitzia*. Na costa de Alagoas, a espécie possui ampla distribuição segundo Carneiro *et al.* (2019), entretanto neste trabalho foi encontrada apenas nas praias do Pontal do Coruripe, Riacho Doce e Sonho Verde.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Joly 1964, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Kanagawa 1984, Coto 2007, Barata 2008, Brayner *et al.* 2009, Cocentino *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Almeida 2013, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993), Barata (2008) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa cupressoides* Borgesen

Figura 3 c-f

Talo verde escuro, diferenciado, rígido com até 11,3 cm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, até 66,14 cm de comprimento e, 1,4 – 3,1 mm de largura, de onde partem filamentos rizoidais ramificados de até 45,01 mm de comprimento. Ramos eretos esparsos, sésseis ou com estipe cilíndrico, com eixo principal frequentemente ramificado, 1,85 – 6,44 mm de largura, com 3 fileiras longitudinais de râmulos. Râmulos dispostos de maneira trística a dística, curtos a longos, 0,86 – 5,71 mm de comprimento, 0,5-1,1 mm de diâmetro, espiniformes, ligeiramente curvados para cima, pouco desenvolvidos próximo a base, com ápices mucronados.

Hábitat: substrato arenoso em lagunas recifais parcialmente enterrados, com apenas ramos assimiladores emergindo do substrato em áreas calmas sem a ação de ondas.

Material examinado: PEUFR55644, PEUFR55688 e PEUFR55573.

Comentários: os exemplares de *C. cupressoides* encontrados apresentaram variações quanto ao comprimento dos râmulos, de longos a ramos quase mamiliformes, dispostos de maneira trística e menos frequentemente dística. Essas mesmas variações foram também observadas por Barata (2008), Almeida (2013) Carneiro *et al.* (2019) para exemplares da costa brasileira.

Diversas variedades e formas intermediárias são descritas dentro das espécies de *Caulerpa*, sendo essas chamadas de ecads. Barata (2008) discute que a presença de ecads de *Caulerpa cupressoides* forma típica e *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium* f. *disticha* são comumente encontrados na costa brasileira. Aqui optou-se por designar ambas as formas como *C. cupressoides* forma típica, observado que o comprimento dos râmulos sozinho não constitui um caráter forte o suficiente para separação.

Os indivíduos estudados concordam com o material descrito por Littler & Littler (2000), Barata (2008), Almeida (2013) e Carneiro *et al.* (2019). Os exemplares diferem de Barata (2008) apenas quanto ao hábito, uma vez que na costa alagoana foram encontrados em substrato arenoso parcialmente enterrados.

Os indivíduos foram encontrados apenas nas praias do litoral norte de Alagoas: Sonho Verde, São Miguel dos Milagres e Barreiras do Boqueirão. Adicionalmente, Carneiro *et al.* (2019) registraram a espécie em praias do litoral central, como praia de Riacho Doce e Pajuçara.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo (Oliveira-Filho 1977, De Szechy *et al.* 1989, Nunes 1998b, Pereira *et al.* 2007, Barata 2008, Amado-Filho *et al.* 2010, Almeida 2013, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Filho (1977), Muniz (1993), Lemos *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium* Weber Bosse

Figura 4 a-c

Talo verde escuro, diferenciado, carnoso, com até 22,31 cm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, até 22,87 cm de comprimento, 1,63 – 2,62 mm de largura, de onde partem filamentos rizoidais ramificado de até 2,48 cm de comprimento. Ramos eretos, esparsos, com estipe cilíndrico, ramificado, 4,73 mm de largura, eixos recobertos por râmulos dispostos irregularmente. Râmulos cilíndricos, curvados para cima, de 1,69 – 2,41 mm de comprimento, 0,72-1,08 mm de diâmetro, ápices mucronados.

Hábitat: submersos em substrato rochoso em lagunas e poças recifais.



Material examinado: PEUFR55690, PEUFR55655, PEUFR55679 e PEUFR55671.

Comentários: os exemplares encontrados foram de fácil identificação e apresentaram pouca variação morfológica. O material examinado concorda com o descrito por Pereira & Accioly (1998), Littler & Littler (2000), Barata (2004, 2008), Brayner (2007), Brayner *et al.* (2009), Santiago (2016) e Carneiro *et al.* (2019).

Espécie comum na costa Alagoana tendo sido encontrada nas praias de São Miguel do Milagres, Sonho Verde, Mirante da Sereia e Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Espírito Santo (Pinheiro-Vieira *et al.* 1970, Barata 2004, 2008, Villaça *et al.* 2006, Brayner *et al.* 2009, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Barata(2008), Lemos *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa cupressoides* var. *mamillosa* (Mont) Weber Bosse

Figura 5 a-b

Talo verde escuro, diferenciado, carnosos, com até 12,62 cm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, com até 21,1 mm de comprimento, 2,4 – 3,04 mm de largura, de onde partem filamentos rizoidais ramificados, de até 4,78 mm comprimento. Ramos eretos, esparsos, densamente ramificados, sésseis ou com estipe liso, até 4,62 mm de largura, com 4 fileiras longitudinais de râmulos. Râmulos curtos, espiniformes levemente dilatados, curvados para cima, menos desenvolvidos próximos à base, 1,63 – 2,35 mm de comprimento, 0,82 – 1,22 mm de diâmetro, ápices mucronados.

Hábitat: substrato arenoso em áreas sombreadas do recife, submersas em lagunas recifais.

Material examinado: PEUFR55691.

Comentários: espécimes de fácil identificação por possuírem râmulos abundantes e curtos. O material concorda em linhas gerais com o descrito por Barata (2008), entretanto se assemelha mais ao material descrito por Pinheiro-Vieira & Ferreira (1968) para a costa do Ceará devido à presença de abundante ramificação.

A espécie pode ser considerada pouco frequente, observado que foi encontrada apenas na praia de São Miguel dos Milagres. Esta é a primeira referência desta variedade para o litoral de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Espírito Santo (Taylor 1960, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Barata 2004, 2008).

*Caulerpa denticulata* Decne.

Figura 5 c-g

Talo verde escuro à amarelado, diferenciado, membranáceo, se desenvolvendo formando extensos colchões ou não, de até 10,95 cm de altura. Estolão glabro, densamente ramificado, de até 34,14 cm de comprimento, com 1,15 – 2,14 mm de largura, de onde partem rizoides longos, ramificados, de até 2,05 mm de comprimento. Ramos eretos achatados, folhosos, esparsos, sésseis ou subsésseis, com eixo central evidente, com até 14,45 mm de largura. Râmulos fastigiados, pinada, voltados para o ápice, de (2,39) 3,33 – 8,76 mm de comprimento, 1,95 - 3,85 mm de diâmetro, ápices dos râmulos arredondados com denteações curtas até 0,35 mm de comprimento, mais raramente ápices mucronados, sem denteações, fendido.

Hábitat: substrato rochoso e arenoso, em áreas protegidas do recife sob moderada a baixa ação de ondas.

Material examinado: PEUFR55610, PEUFR55683 e PEUFR55577.

Comentários: espécie muito plástica cuja identificação foi às vezes problemática, observada a presença de indivíduos com râmulos pouco dilatados, às vezes reto e de ápice afilado quase mucronado, semelhante à *C scalpelliformis*. Entretanto, com a observação mais minuciosa dos espécimes, bem como maior amostragem, foram observados ramos curvados, dilatados e com denticulos, e râmulos quase retos, pouco dilatados, de ápice mucronado até fendidos em um mesmo indivíduo.

Essa plasticidade morfológica foi anteriormente observada por Ferreira-Correia & Pinheiro – Vieira (1968), bem como por Barata (2008) para exemplares da Bahia. Esta última autora sugere que a plasticidade está relacionada com respostas ao ambiente em que o indivíduo se desenvolve.

Barata(2008) produziu filogenia das espécies do gênero *Caulerpa* e observou que os exemplares identificados como *C. scalpelliformis* agrupavam com o *C. scalpelliformis* var. *denticulata*. Posteriormente, Draisma *et al.* (2014) realizaram a filogenia com base em *tufA* e *rbcL*, na qual a variedade teve o *status* alterado para espécie, tornando-se *C. denticulata* Decne.

Em linhas gerais, os exemplares estudados concordam com o descrito por Barata (2004, 2008), Coto (2007) e Almeida (2013), como *C. scalpelliformis*, Santiago (2016) e Carneiro *et al.* (2019), como *C. denticulata*.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Joly *et al.* 1965, Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira 1969, Pinheiro-Vieira *et al.* 1970, Barata 2008, Almeida 2013, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz(1993), Barata (2008), Lemos *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa fastigiata* Mont.

Figura 6 a-d

Talo verde escuro, filamentosos, emaranhados, semiprostrado, formando tufos de até 18 cm de diâmetro, sem distinção entre estolão e ramos eretos, de até 9,64 mm de altura. Rizoides longos ramificados, 1,42 mm de comprimento, a partir de ramos prostrados. Ramos prostrados glabros, 89 – 127 µm de diâmetro, irregularmente ramificados, emaranhados. Ramos eretos cilíndricos, com ramificação irregular, com râmulos opostos, alternos à irregulares, com 197 – 620 µm de comprimento, 57,84 – 102,77 µm de diâmetro, com ápice truncado, levemente dilatado.

Hábitat: formando extensas almofadas em substrato arenoso - lodoso em áreas submersas dos recifes.

Material examinado: PEUFR55648 e PEUFR55701.

Comentários: espécie de fácil identificação, porém pouco frequente. Os indivíduos encontrados concordam em linhas gerais com o descrito por Barata (2004, 2008), Coto (2007), Brayner (2007), Brayner *et al.* (2009), Almeida (2013) e Carneiro *et al.*

*al* (2019). Entretanto, as medidas de diâmetro observadas foram menores do que os descritos por Coto (2007) e Barata (2008).

Exemplares encontrados apenas nas praias de Sonho Verde e Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Taylor 1960, Ferreira & Pinheiro 1966, Ferreira-Correia & Brandão 1974, Nunes 1998a, Barata 2004, 2008, Villaça *et al.* 2006, Coto 2007, Brayner *et al.* 2009, Batista 2012, Almeida 2013, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Barata(2008), Lemos *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa mexicana* Sond. ex Kütz.

Figura 7 a-b

Talo verde claro a escuro, diferenciado, membranáceo, de até 18,03 cm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, de até 23,37mm de comprimento, 0,82 – 2,15 mm de largura, de onde partem filamentos rizoidais de até 26,26 mm comprimento. Ramos eretos, folhosos, achatados, com estipe cilíndrico na base, não ramificados, de até 15,19 cm de comprimento, 1,89 – 10,6 mm de diâmetro, de onde partem râmulos. Râmulos alongados, falciformes, constrictos na base, curvados para cima, 2,09 - 7,6 mm de comprimento, 0,7 – 3,08 mm de largura, frequentemente uns sobrepondo-se aos outros, de ápice mucronado.

Hábitat: submersos em poças e lagunas recifais em substrato rochoso

Material examinado: PEUFR55566, PEUFR55650, PEUFR55658, PEUFR55633 e PEUFR55713.

Comentários: espécie de identificação fácil quando observada a forma e disposição dos râmulos. *C. mexicana* é morfologicamente próxima de *C. scalpelliformes* (Brown ex Turner) C. Agardh e *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh, tendo em comum ramos achatados, râmulos mucronados e mais ou menos falciformes. Entretanto, a dilatação na porção central dos ramos, sobreposição dos râmulos e ausência de denteações no ápice dos râmulos foram capazes de distinguir *C. mexicana* das demais.

Barata (2008) discute que *C. mexicana* já foi considerada uma forma intermediária de *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh, a partir de exemplares com râmulos menos sobrepostos. Por outro lado, apesar das semelhanças morfológicas, estudos moleculares realizados por Famà *et. al* (2002) e Stam *et. al* (2006) demonstraram que *C. mexicana*, *C. scapelliformis* (Brown ex Turner) C. Agardh e *C. taxifolia* formam clados diferentes, conseqüentemente são entidades taxonômicas diferentes.

O material estudado concorda com o descrito por Pereira & Accioly (1998), Barata (2004, 2008), Brayner (2007), Brayner *et. al* (2009), Almeida (2013), Santiago (2016) e Carneiro *et. al* (2019).

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Ferreira & Pinheiro 1966, Altamirano & Nunes 1997, Villaça *et al.* 2006, Barata 2008, Brayner *et al.* 2009, Amado-Filho *et al.* 2010, Cocentino *et al.* 2010, Almeida 2013, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa microphysa* (Weber Bosse) Feldmann

Figura 7 c-d

Talo verde claro, diferenciado, prostrado, intricado, formando almofadas de cerca de até 8 mm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, até 10,4 mm de comprimento, 0,5 – 1 mm de largura, de onde partem rizoides curtos, de até 6,1 mm de comprimento. Ramos eretos, curtos, sésseis à subsésseis, de onde partem de 1-3 râmulos. Râmulos globosos, pequenos, esparsos, pedunculados com 1,44 - 2,72 mm de comprimento e 1,13 - 1,94 mm de diâmetro.

Hábitat: substrato rochoso, submersos em poças ou expostos a dessecação em topo recifal.

Material examinado: PEUFR55674, PEUFR55631, PEUFR55703 e PEUFR55684.

Comentários: os espécimes de *C. microphysa* foram de fácil identificação, uma vez que seus râmulos e talo reduzidos associados à forma de crescimento formando colchões intricados são distintos dentro dos representantes de *Caulerpa*. Os indivíduos estudados

concordam com as descrições de Barata (2008), Brayner *et. al* (2009) e Carneiro *et. al* (2019).

Distribuição no Brasil: Pernambuco e Alagoas (Brayner 2007, Barata 2008, Brayner *et al.* 2009, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa prolifera* (Forssk.) J.V.Lamour.

Figura 7 e-f

Talo verde grama á verde escuro, diferenciado, membranáceo, de até 10,48 cm de altura. Estolão glabro, esparsamente ramificado, 25,28 mm de comprimento, 0,86 – 1,23 mm de largura, de onde partem tufos de filamentos rizoidais de até 4,21 mm de comprimento. Ramos eretos, achatados, folhosos, de até 8,62 cm de comprimento, 5 – 13,95 mm de largura, com estipe cilíndrico na base, com margem lisa, ondulada. Frondes frequentemente com proliferações irregulares originando novos ramos, ápices arredondados.

Hábitat: substrato rochoso parcialmente recoberto por sedimentos, submersos em poças ou lagoas com baixo hidrodinamismo.

Material examinado: PEUFR55646 e PEUFR55584.

Comentários: espécie de identificação fácil uma vez que seus ramos achatados, lisos e com proliferações são muito distintos dos demais. Material examinado concorda com as descrições de Barata (2004), Brayner (2007), Barata (2008), Brayner *et. al* (2009), Santiago (2016) e Carneiro *et. al* (2019).

Espécimes encontrados apenas nas praias de Barreiras do Boqueirão e Sonho Verde.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Ferreira & Pinheiro 1966, Nunes 1998b, Costa *et al.* 2002, Villaça *et al.* 2006, Barata 2008, Brayner *et al.* 2009, Amado-Filho *et al.* 2010, Cocentino *et al.* 2010, Pereira *et al.* 2014, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz(1993) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa racemosa* (Forssk.) J. Agardh

Figura 8 a-b

Talo verde claro, diferenciado, carnoso, de até 4,12 cm de altura. Estolão glabro, crasso, irregularmente ramificado, de até 24,78 cm de comprimento, 1,85 -3,19 mm de largura, de onde partem rizoides longos com até 20,3 mm de comprimento. Ramos eretos com eixo cilíndrico, esparsos, sésseis a subsésseis, não ramificados, de até 6,07 de comprimento, 2,6 – 4,05 mm de largura, cobertos irregularmente por râmulos. Râmulos piriformes, pedunculados, curvados para cima, 3,03 - 5,5 mm de comprimento, ápices globosos de 1,94 – 4,75 mm de diâmetro.

Hábitat: substrato rochoso, na porção frontal do recife expostos à ação de ondas ou em platô recifal.

Material examinado: PEUFR55580, PEUFR55625 e PEUFR55678.

Comentários: Os exemplares identificados como *C. racemosa* possuíam râmulos curtos, de ápice globoso, esparsamente dispostos. Espécie facilmente confundida com *C. chemnitzia* em função da forma dos râmulos, entretanto este difere por possuir râmulos mais longos que largos recobrimdo o eixo do ramo. Diversos táxon assinalados em *C. chemnitzia* já foram anteriormente classificados como variedades de *C. racemosa* conforme o discutidos nos comentários de *C. chemnitzia*.

Os indivíduos estudados concordam com o material descrito por Barata (2004) como *C. racemosa* var. *racemosa*, e com Coto (2007), Barata (2008), Santiago (2016) e Carneiro *et al.* (2019) para os indivíduos assinalados como *C. racemosa*.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Joly *et al.* 1965, Altamirano & Nunes 1997, Barata 2004, 2008, Villaça *et al.* 2006, Brayner 2007, Brayner *et al.* 2009, Cocentino *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Costa *et al.* 2012, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Barata (2008) e Carneiro *et al.* (2019).

*Caulerpa sertularioides* (S.G.Gmel.) Howe

Figura 8 c-d

Talo verde escuro, diferenciado, firme, até 10,9 cm de altura. Estolão glabro, irregularmente ramificado, de até 20,36 mm de comprimento, crasso com cerca de 1,3 – 2,74 mm de largura, de onde partem rizoides longos, ramificados, de até 3,7 cm de comprimento. Ramos eretos, achatados, penado, subsésseis, com 3,3 – 13,08 de largura, de onde partem os râmulos. Râmulos cilíndricos a subcilíndricos, dispostos de forma pinada, menos frequentemente alguns râmulos de arranjo verticilado, curvados para o ápice, de até (1,99) 3,08 - 11,46 mm de comprimento, 0,3 – 0,87 mm de ápices mucronados.

Hábitat: substrato rochoso, em topos recifais geralmente submersos.

Material examinado: PEUFR55570, PEUFR55621, PEUFR55645, PEUFR55657 e PEUFR55707.

Comentários: espécimes com baixa variação morfológica e de fácil identificação. Entretanto, foi observado em indivíduos, mais raramente, ramos ramificados com râmulos de disposição quase verticilada, com râmulos disposto em mais de 2 planos. Optou-se por designar estes exemplares como *C. sertularioides* dado que nas porções mais maduras a disposição dos râmulos correspondia com a forma típica.

Em linhas gerais os espécimes estudados concordam com a morfologia descrita por Barata (2004), Coto (2007), Brayner (2007), Barata (2008), Brayner *et al.* (2009), Almeida (2013), Santiago (2016) e Carneiro *et al.* (2019).

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Ferreira & Pinheiro 1966, Altamirano & Nunes 1997, Brayner 2007, Coto 2007, Barata 2008, Brayner *et al.* 2009, Cocentino *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Almeida 2013, Pereira *et al.* 2014, Santiago 2016, Carneiro *et al.* 2019).

Referências para o litoral de Alagoas: Barata (2008), Lemos *et al.* (2017) e Carneiro *et al.* (2019).



Tabela 5. Comparação morfológica das espécies de *Caulerpa* identificadas para a costa de Alagoas.

Taxa	Forma dos ramos	Forma dos râmulos	Ápice dos râmulos	Comprimento dos râmulos	Diâmetro dos râmulos
<i>Caulerpa chemnitzia</i>	Cilíndrico	Clavados	Arredondados à peltados	(2,1) 3,25 – 8,29 mm	2,32 - 4,28mm
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Cilíndrico	Espiniformes	Mucronados	0,86 – 5,71 mm	0,5-1,1 mm
<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>lycopodium</i>	Cilíndrico	Cilíndrico	Mucronados	1,69 – 2,41 mm	0,72-1,08 mm
<i>Caulerpa cupressoides</i> var. <i>mamillosa</i>	Cilíndrico	Espiniforme	Mucronados	1,63 – 2,35 mm	0,82 – 1,22 mm
<i>Caulerpa fastigiata</i>	Filamentoso	Clavados	Truncado/ arredondado	197 – 620 µm	57,84 – 102,77 µm
<i>Caulerpa mexicana</i>	Achatado	Falciformes	Mucronados	2,09 - 7,6 mm	0,7 – 3,08 mm
<i>Caulerpa microphysa</i>	Cilíndrico	Globosos	Arredondado	1,44 - 2,72mm	1,13 - 1,94mm
<i>Caulerpa prolifera</i>	Achatado	Ausente	Ausente		
<i>Caulerpa racemosa</i>	Cilíndrico	Piriformes	Arredondado	3,03 - 5,5 mm	1,94 – 4,75mm

Taxa	Forma dos ramos	Forma dos râmulos	Ápice dos râmulos	Comprimento dos râmulos	Diâmetro dos râmulos
<i>Caulerpa scalpelliformis</i>	Achatado	Falciformes	Arredondado	(2,39) 3,33 – 8,76 mm	1,95 - 3,85 mm
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Subcilíndrico	Subcilíndrico	Mucronado	(1,99) 3,08 - 11,46 mm	0,3 – 0,87 mm

## Halimedaceae

### *Halimeda Lamour.*

1. Fixos ao substrato por um único apressório bulboso e sífões nodais fusionados em um único grupo ..... *H. incrassata*
1. Fixos ao substrato por um ou mais apressórios não bulbosos e sífões nodais fusionados em grupos de 2 ou 3 ..... 2
2. Talo fortemente calcificado, fixo ao substrato por múltiplos apressórios .... *H. opuntia*
2. Talo com calcificação moderada, fixos ao substrato por um único apressório ..... *H. tuna*

### *Halimeda incrassata* (J. Ellis) J.V.Lamour.

#### Figura 9 a-e

Talo verde claro a esbranquiçado, articulado, áspero, fortemente calcificado, formando tufos eretos, compactos, de até 16,19 cm de altura. Apressório bulboso grande, formado de filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados, seguido de estipe formado por segmentos basais flabeliformes, amplos. Segmentos medianos apicais cilíndricos, cuneados a reniformes, de 2,85 – 5,45 mm de comprimento, 1,98 – 6,62 de diâmetro. Utrículos primários hexagonais em vista superficial, com 40 – 68,8 µm de diâmetro, 42,98 – 91,53 µm de comprimento, com até 4 utrículos primários suportados por utrículos secundários. Utrículos secundários com 31,87 – 85,73 µm de comprimento. Sífões da junção nodal fusionados em um único grupo.

Hábitat: substrato arenoso, submersos em poças recifais.

Material examinado: PEUFR55725.

Comentários: Os exemplares estudados foram de fácil identificação devido a presença de ramos basais cilíndricos à flabelares fusionados, além do distinto apressório. Os indivíduos estudados concordam com a morfologia descrita para o táxon por Bandeira – Pedrosa *et al.* (2004) e Santos e Nunes (2013)

Exemplares pouco frequentes na costa de Alagoas, tendo sido encontrados apenas na praia de São Miguel dos Milagres.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Bahia (Taylor 1960, Joly *et al.* 1965, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Cocentino *et al.* 2010, Costa *et al.* 2012, Santos & Nunes 2013, Ximenes *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993) e Bandeira-Pedrosa *et al.* (2004).

*Halimeda opuntia* (L.) J.V.Lamour.

Figura 9 f-h e 10 a-b

Talo verde claro a esbranquiçado, articulado, áspero, fortemente calcificado, formando tufos prostrados, compactos a frouxos, de até 7,49 cm de altura. Apressórios múltiplos, compactos, formado por filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados produzidos por diversos segmentos ao longo do talo. Segmentos auriculado, trilobados, flabeliformes com margens crenuladas, a mais raramente cilíndricos, com 2,74 – 1,11 cm de comprimento, 2,74 – 7,98 mm de diâmetro. Utrículos primários poligonais em vista superficial, com 19,56-32,09  $\mu\text{m}$  de diâmetro, 28,58 – 55,11  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 2 utrículos primários suportados por utrículos secundários. Utrículos secundários com 20,62 – 50,09  $\mu\text{m}$  de comprimento. Sifões da fusão nodal em grupos de 2 ou 3.

Hábitat: Exemplares encontrados formando extensos tapetes em áreas de platô recifal, expostos ou submersos em poças recifais, às vezes cobertos por sedimento.

Material examinado: PEUFR55587, PEUFR55727, PEUFR55726, PEUFR55616, PEUFR55660 e PEUFR55715.

Comentários: apesar da fácil determinação dos exemplares de *H. opuntia*, foi observada variação no arranjo do talo, com indivíduos formando tufos compactos muito ramificados até tufos expandidos formado por segmentos mais estreitos e alongados. Alguns organismos também apresentaram calcificação mais leve nos segmentos mais apicais. As características anatômicas, entretanto, foram constantes, concordando com material descrito por Bandeira – Pedrosa (2004), Santos & Nunes (2013) e Almeida (2013).

Espécie comumente encontrado na costa de Alagoas, tendo sido coletada nas praias de Barreiras do Boqueirão, São Miguel dos Milagres, Sonho Verde e Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Espírito Santos (Taylor 1960, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, de Oliveira Filho & Ugadim 1976, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Altamirano & Nunes 1997, Pereira & Accioly 1998, Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Villaça *et al.* 2006, Costa *et al.* 2012, Almeida 2013, Ximenes *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Filho (1974), Oliveira-Filho (1977), Muniz (1993), Bandeira-Pedrosa *et al.* (2004), Ximenes (2015, 2019), Lemos *et al.* (2017) e Ximenes *et al.* (2017).

*Halimeda tuna* (Ellis & Sol.) J.V.Lamour.

Figura 10 c-f

Talo verde escuro a verde claro, articulado, áspero, fracamente calcificado, formando tufos eretos, compactos, de até 5,8 cm de altura. Apressório discoide, único, formado por filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados a partir de segmentos basais fusionados. Segmentos mediano apicais, flabeliformes, semitriangulares, reniformes com margens lisas e mais raramente lobados, de 3,75 – 8,76 mm de diâmetro, 5,44 – 13,5 mm de comprimento. Utrículos primários poligonais em vista superficial, com 25,27 – 47,09 µm de diâmetro, 56,26 – 100,15 µm de comprimento, com até 5 utrículos primários suportados por utrículos secundários. Utrículos secundários com 47,83 – 79,31 µm de comprimento. Sifões da fusão nodal em grupos de 2 a 3.

Hábitat: desenvolvendo individualmente submersos em topo recifal, sob forte ação de ondas.

Material examinado: PEUFR55708.

Comentários: Exemplares de fácil identificação devido à presença de ramos fusionados formando a estipe, segmentos arredondados e com calcificação leve. O material estudado concorda com as descrições de Bandeira – Pedrosa (2004) e Santos & Nunes (2013).

Em estudo filogenético do gênero *Halimeda*, Ximenes (2019) observou que *H. tuna* do Atlântico constituía espécie críptica, morfologicamente indistinta de exemplares da localidade típica, porém geneticamente diferente.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Oliveira-Filho 1977, Pereira & Accioly 1998, Bandeira-Pedrosa *et al.* 2004, Villaça *et al.* 2006, Cocentino *et al.* 2010, Santos & Nunes 2013, Ximenes 2015, Lemos *et al.* 2017, Ximenes *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Dickie (1873), Taylor, Oliveira-Filho(1977), Bandeira-Pedrosa *et al.* (2004), Ximenes (2015, 2019), Lemos *et al.* (2017) e Ximenes *et al.*(2017) .

Tabela 6. Comparação morfológica das espécies de *Halimeda* na costa do estado de Alagoas.

Taxa	Fixação	Estipe	Segmentos	Diâmetro dos utrículos primários	Comp. dos utrículos primários	Utrículos primários por utrículos secundários	Sifões da fusão nodal
<i>Halimeda incrassata</i> (J.Ellis) J.V.Lamour.	Apressório único	Flabeliformes com segmentos fusionados	Cuneados, reniformes a cilíndricos	40 – 68,8 $\mu\text{m}$	42,98 – 91,53 $\mu\text{m}$	4	Todos fusionados em grupo
<i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V.Lamour.	Múltiplos apressórios	Irregular a ausente	Auriculados, trilobados ou flabeliformes	19,56-32,09 $\mu\text{m}$	28,58 – 55,11 $\mu\text{m}$	2	Fusionados em grupos de 2 a 3
<i>Halimeda tuna</i> (J.Ellis & Sol.) J.V.Lamour.	Apressório único	Irregular a cilíndrico com segmentos fusionados	Flabeliformes, reniformes ou semi-triangulares	25,27 – 47,09 $\mu\text{m}$	56,26 – 100,15 $\mu\text{m}$	Até 5	Fusionados em grupo de 2 a 3

## Udoteaceae

*Penicillus* Lam.

*Penicillus capitatus* Lam.

Figura 10 g-i

Talo verde escuro a esbranquiçado, em forma de pincel, calcificado, rígido, se desenvolvendo individualmente ou isolado, ereto, com até 8,39 cm de altura. Apressório bulboso grande formado de filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados, de onde parte estipe. Estipe cilíndrico, liso, não ramificado, até 3,88 cm de altura, 3,05 – 4,29 mm de diâmetro. Capítulo terminal arredondado de até 3,45 cm de diâmetro, 3,8 de altura, composto por filamentos, 180-200 µm de diâmetro, dicotomicamente ramificados, com abundantes constrições, até 5 ordens de ramificação, ápice arredondado.

Hábitat: substrato arenoso em laguna recifal, junto com indivíduos de *Udotea flabellum*.

Material examinado: PEUFR55720.

Comentários: espécimes de identificação simples devido à morfologia característica do táxon, tendo como caracteres diacríticos terminação dos filamentos medulares do estipe e diâmetro dos filamentos do capítulo, sendo este último o principal. Foi observado que indivíduos mais jovens possuíam capítulo terminal pouco desenvolvido. O material identificado concorda o descrito por Pereira (1974), Littler & Littler (2000), Cabrera & Alfonso (2009), Almeida (2013) e Santos & Nunes (2015a).

Gepp & Gepp (1911) discutem a classificação de categorias infraespecíficas em *Penicillus capitatus*, sendo a f. *typica* é caracterizada por capítulo globoso com estipe raramente alcançando o meio do capítulo. Já a f. *elongata* é caracterizada por filamento se originando abaixo do capítulo, bem como estipe ultrapassando o meio do capítulo. Entretanto, diversos organismos com morfologia intermediária podem ser encontrados na natureza, colocando assim em cheque a validade da delimitação das formas. Sob esse aspecto os espécimes coletados na costa de Alagoas se assemelham com a f. *typica*.

Segundo também Gepp & Gepp (1911), *P. capitatus* é morfologicamente próximo a *P. dumentosus*, podendo gerar identificações equivocadas. Entretanto, as espécies



podem ser facilmente determinadas a partir da anatomia do estipe com sífões pouco ramificados e delgados em *P.dumentosus*.

Estudos filogenéticos com os representantes da família Udoteaceae mostram que *Penicillus* é polifilético com representantes formando diferentes clados com representantes de *Udotea* e *Rhipocephalus* (Kooistra 2002, Lam & Zechman 2006, Curtis *et al.* 2008, Lagourgue *et al.* 2018). Lagourgue *et al.* (2018) observaram que os representantes de *P. capitatus* do Caribe são filogeneticamente mais próximos de *U. unistratea*, enquanto os demais representantes de *Penicillus* agruparam em clado distinto. Entretanto, nenhum ajuste nomenclatural foi proposto uma vez que seria necessário um estudo amplo, com amostragem global para realização de alterações taxonômicas no gênero e na família.

Espécie encontrada apenas na praia de Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Espírito Santo (Taylor 1960, Pinheiro-Vieira *et al.* 1970, de Oliveira Filho & Ugadim 1976, Oliveira-Filho 1977, Pedrini *et al.* 1989, Nunes 1998a, Cocentino *et al.* 2010, Santos & Nunes 2015a, Lemos *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Lemos *et al.*(2017) .

*Udotea* J.V.Lamour.

*Udotea dotyi*

Figura 11 a-c

Talo verde claro a verde escuro, às vezes esbranquiçados, estipitado com lâmina em forma de leque, calcificado, se desenvolvendo isolado, ereto, com até 8 cm de altura. Apressório bulboso, grande, formado de filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados de onde parte estipe. Estipe cilíndrico, liso, com até 1,32 cm de comprimento, 2,4 mm de diâmetro, que se achata na apical. Lâmina terminal, flabeliforme, sem proliferações, com zonas concêntricas, com até 5,94 cm de altura, 2,7-3,7 de diâmetro, margem arredondada, margem arredondada, lisa e mais raramente ondulada. Sífões da lâmina compactos, de 3,19-5,41 µm de diâmetro, portando apêndices opostos, de ramificação dicotômica, às vezes levemente constrictos, ápices truncados a sutilmente arredondados.

Hábitat: parcialmente enterrados em substrato arenoso de poças e/ou lagunas recifais.

Material examinado: PEUFR55552.

Comentários: espécie morfologicamente muito semelhante a *U. flabellum* D.S.Littler & Littler, quanto ao formato da lâmina e forma de desenvolvimento. Entretanto, essas diferem anatomicamente, uma vez que em *U. flabellum* os apêndices são esparsos e irregulares quanto à disposição. As amostras se assemelham com *U. dotyi* pois possuem apêndices muito abundantes, dispostos opostos e densamente agrupados.

Por outro lado, os exemplares estudados diferem dos referidos por Littler & Littler (1990) e Acosta-Calderón *et al.* (2018), uma vez que os apêndice laterais encontrados na costa de Alagoas não são tão condensados, mas sim dicotomicamente ramificados. Adicionalmente, também diferem quanto ao ambiente, uma vez que os exemplares referidos por Littler & Littler (1990) foram encontrados em profundidades de 15-25m, e os referidos por Acosta-Calderón *et al.* (2018) para a costa mexicana foram coleados em ambientes de 3 m de profundidade.

Estudo filogenético recente realizado por Lagourgue *et al.* (2018) com a família Udoteaceae do Caribe demonstrou que *U. dotyi* forma um clado junto com *U. occidentalis* Gepp & E.S.Gepp, *U. dixonii* e *U. flabellum* D.S., espécie tipo do gênero, clado denominado pelos autores como *Udotea stritu sensu*. Os exemplares da costa brasileira necessitam maiores investigações.

As características observadas são similares ao descrito por Littler & Littler (1990) e Acosta-Calderón *et al.* (2018). Espécie encontra apenas no litoral norte de Alagoas, na praia de Japaratinga.

Distribuição no Brasil: primeira referência para o Brasil.

*Udotea flabellum* (Ellis & Sol.) Lamour.

Figura 11 d-f

Talo verde claro a verde escuro, às vezes esbranquiçados, estipitado com lâmina em forma de leque, calcificado, se desenvolvendo isolado ou em grupo, ereto, com até 12,63 cm de altura. Apressório bulboso, grande, formado de filamentos rizoidais, finos, incolores, ramificados de onde parte estipe. Estipe cilíndrico, liso, com até 1,69 cm de

comprimento, 1,99 - 2,55 de diâmetro, que se achata na porção apical. Lâmina terminal, flabeliforme, às vezes com proliferações, zonas concêntricas, com até 4,85 cm de altura, 2,45 – 3,7 cm de diâmetro, margem arredondada, lisa a ondulada. Sifões da lâmina compactos, de 27,14 -52,92 µm de diâmetro, portando apêndices dispostos alternados ou unilateralmente, de ramificação dicotômica, às vezes levemente constrictos, ápices truncados a arredondados.

Hábitat: parcialmente enterrados em substrato arenoso de poças e/ou lagunas recifais.

Material examinado: PEUFR55721, PEUFR55662, PEUFR55663 e PEUFR55562.

Comentários: espécie morfologicamente muito semelhante à *U. dixonii* D.S.Littler & Littler, por possuir lâmina lobada, lisa, coriácea e estipe cilíndrico não ramificado. Entretanto, diferem anatomicamente, uma vez que *U. dixonii* apresenta apêndices abundantes, dispostos regularmente, enquanto em *U. flabellum* os apêndices são esparsos e irregulares quanto à disposição.

Adicionalmente, Santos & Nunes(2015a) discutem que *U. dixonii* possui lâmina de textura coriácea, enquanto *U. flabellum* é mais rígida e áspera, além de que a primeira ocorre em grupos de 2 a 5 indivíduos partindo da mesma massa rizoidal. Os autores também afirmam que *U. dixonii* é mais abundante em regiões de infralitoral, entre 23 e 50 m de profundidade, enquanto *U. flabellum* é mais comum em regiões do mesolitoral.

Estudo filogenético recente realizado por Lagourgue *et al.*(2018) com a família Udoteaceae do Caribe demonstrou que *U. flabellum*, espécie tipo do gênero, forma um clado junto com *U. occidentalis* Gepp & E.S.Gepp, *U. dixonii* e *U. dotyi* D.S.Littler & Littler, clado denominado pelos autores como *Udotea stritu sensu*. Os autores sugerem a revisão do gênero a partir de abordagem integrativa incluindo amostragem global dos representantes para um melhor delineamento genérico, levando em conta que os representantes agruparam em clados diferentes.

As características observadas estão de acordo com o descrito Pereira (1974), Littler & Littler (2000), Barata (2004), Santos & Nunes (2015a) e Rocha (2016).

Espécie encontra apenas no litoral centro e norte de Alagoas, nas praias de Riacho Doce, Sonho Verde e Japaratinga.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Espírito Santo (Taylor 1960, Pinheiro-Vieira *et al.* 1970, Oliveira-Filho & Ugadim 1974, Oliveira-Filho 1977, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Cocentino *et al.* 2010, Costa *et al.* 2012, Santos & Nunes 2013, Pereira *et al.* 2014, Rocha 2016, Lemos *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Rocha (2016) e Lemos *et al.*(2017).

### Cladophorales

#### Anadyomenaceae

*Anadyomene* J.V.Lamour.

Rizoides partindo apenas da, talo monostromático  
..... *Anadyomene stellata*

Rizoides partindo da porção basal e de outras partes do talo, talo distromático  
..... *A. cf rhizoidifera*

*Anadyomene cf. rhizoidifera* A.B.Joly & S.Pereira

Figura 12 a-g

Talo verde escuro, laminar, robusto, ereto, formando tufo pequenos, de até 3,22 cm de altura. Rizoides unicelulares, numerosos, ramificados, difusos na base do talo, a partir de ramificações das veias principais. Lâminas distromáticas, flabeliforme, às vezes perfuradas, de 1,05 – 5,21 cm de diâmetro, com margens lobadas a onduladas, com 1-3 células longas claviformes (*costae*) na base, 566 – 1.965 µm comprimento, 94,9 – 236,47 µm de diâmetro, formando veias ramificadas em politomias de 2-4(5) células que diminuem de tamanho em direção ao ápice. Células intersticiais esféricas a alongadas, 30,24 – 177,37 µm comprimento, 30,14 – 91,35 µm largura, em arranjo pinado, paralelas ou transversais umas às outras. Células das margens pequenas, esféricas a oblongas. Em corte transversal duas camadas de células e células intersticiais em forma de halter ou sino, além de rizoides formando segunda camada em algumas porções da lâmina.

Habitat: substrato rochoso, expostos ou submersos em topos recifais e áreas protegidas do recife.

Material examinado: PEUFR55554.

Comentários: espécie de difícil identificação uma vez que se assemelha muito com *A. stellata* (Wulfen in Jacq.) C. Agardh. Os exemplares estudados possuíam rizoides que partiam de forma difusa de uma das faces do talo, além de se originarem de outras células que não a nervura principal. Outra característica observada foi a presença de duas a três camadas de células nos exemplares estudados.

*A. rhizoidifera* é espécie endêmica brasileira descrita com base em material coletado na costa de Pernambuco. Distingue-se das demais espécies devido à presença de rizoides na base e em porções jovens, em ambas as faces do talo, assim como a presença de talo poliestromáticos com duas a cinco camadas de células (Joly & Pereira 1973). Littler & Littler (1991), em revisão das espécies de *Anadyomene* do Atlântico, reportaram que rizoides partindo de outras partes do talo podem ocorrer em *A. stellata*, entretanto não é caractere frequente nesta, enquanto é em *A. rhizoidifera*. Além disso, em análise do material tipo, os autores observaram exemplares de *A. rhizoidifera* com apenas uma camada de células, e assim sugerem que *A. rhizoidifera* provavelmente é uma variação de *A. stellata*, mas que pela ausência de dados não podem afirmar com segurança.

Alves *et al.* (2011a), na única referência de *A. rhizoidifera* além da descrição original, também observaram número menor de camadas de células que a descrição original, apenas 3, além de observar rizoides em apenas uma das faces do talo. Os autores também pontuam que a espécie é rara na região, tendo sido encontrada em apenas uma localidade na costa da Bahia.

Na costa Alagoana *A. cf. rhizoidifera* fora encontrada apenas na praia de Japaratinga, litoral norte, ressaltando a raridade da espécie.

Distribuição no Brasil: Pernambuco e Bahia (Joly & Pereira 1973, Alves *et al.* 2011a).

*Anadyomene stellata* (Wulfen in Jacq.) C. Agardh

Figura 12 h-j; 13 a-f

Talo verde escuro, laminar, robusto, eretos, formando tufo de até 7,16 cm de altura. Rizoides unicelulares, numerosos, compactos na base do talo, formando estipe curto a partir de ramificações das veias principais. Lâminas monostromáticas, flabeliforme, eperforadas, de 1,32 - 4,43 cm de diâmetro, com margens lobadas, lisas ou onduladas, com 1-4 células longas claviformes (*costae*) na base, 215 – 2977,59 µm de

comprimento, 51 – 188,28 de diâmetro, formando veias ramificadas em politomias de 2-6 células que diminuem de tamanho em direção ao ápice. Células intersticiais cilíndricas, alongadas, 35,93 – 257,92 de comprimento, 27,14 – 92,34 de diâmetro, em arranjo pinado, paralelas ou transversais umas as outras. Células das margens pequenas, esféricas a oblongas. Em corte transversal uma camada de células e células intersticiais em forma de alter ou sino.

Habitat: substrato rochoso, exemplares expostos ou submersos em topos recifais e áreas protegidas do recife.

Material examinado: PEUFR55673, PEUFR55665, PEUFR55638, PEUFR55716, PEUFR55670 e PEUFR55702.

Comentários: os exemplares de *A. stellata* exibiram ampla plasticidade fenotípica, principalmente acerca do número de ordens de ramificação e forma das células, que iam de curtas a muito longas e segmentadas. Littler & Littler (1991) discutem que variedades foram propostas de acordo com tais variações, entretanto uma avaliação minuciosa levou aos autores a acreditarem que essas estejam relacionadas a idade do talo.

Outra característica observada por Littler & Littler (1991) e por Alves *et al.* (2011a) é a semelhança com *A. lacerata* D.S.Littler & Littler, diferindo pela forma das células marginais, arredondadas em *A. stellata* e longas margeando todo o talo em *A. lacerata*. Os indivíduos observados concordam com Littler & Littler (1991) e Alves *et al.* (2011a). Adicionalmente, *A. stellata* se assemelha a *A. rhizoidifera* conforme o discutido anteriormente.

Espécie comum na costa alagoana, tendo sido encontrada na praia do Pontal do Coruripe, litoral sul, Riacho Doce e Mirante da Sereia, litoral centro e praia de Sonho Verde, litoral norte. Contudo, esta é a primeira citação de *Anadyomene stellata* para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Labanca 1967, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Oliveira-Filho 1977, Altamirano & Nunes 1997, Nunes 1998a, Santos *et al.* 2006, Pereira *et al.* 2007, 2014, Alves 2008, Amado-Filho *et al.* 2010, Cocentino *et al.* 2010).

Tabela 7. Comparação morfológica das espécies de *Anadyomene* encontradas na costa de Alagoas.

Taxa	Posição dos rizoides	Forma das células intersticiais	Número de camadas de células	Forma das células da margem
<i>Anadyomene rhizoidifera</i>	Difusa na base	Halter	2-3 camadas de células	Arredondas
<i>Anadyomene stellata</i>	Base do talo, formando compacto estipe	Halter	1 camada de células	Arredondas

## Boodleaceae

### *Boodlea*

1. Talo estipitado ramificado, formando lâmina em mais de um plano... *B. struveoides*

1. Talo não estipitado, semiprostrado, formando almofadas ...*B.composita*

*Boodlea composita* (Harv.) F. Brand.

Figura 13 g-k; 14 a-d

Talo verde claro a escuro, filamentosos unisseriados, delicados, semiprostrados emaranhados, formando almofadas, de até 3,17 cm de diâmetro e até 5,5 mm de altura. Rizoides multicelulares ramificados na porção ventral do talo e/ou células tenaculares realizando a fixação do talo. Eixos formados por células cilíndricas, 323,85 – 1.234,35 µm de comprimento, 105,65 – 325,06 µm de diâmetro, ramificação unilateral, oposta e menos frequentemente dicotômica. Ramos laterais recurvados, com formação tardia dos septos, presença células tenaculares. Células apicais cilíndricas levemente achatadas, às vezes recurvadas, de 303,2 – 1.831,08 µm de comprimento, 70,12 – 230,28 µm de diâmetro, com ápices arredondados

Habitat: topos recifais, exemplares submersos próximos às lagunas recifais, áreas com baixo grau de hidrodinamismo.

Material examinado: PEUFR55722, PEUFR55723 e PEUFR55642.

Comentários: o gênero *Boodlea* é morfológicamente muito semelhante a *Cladophoropsis*, *Nereodictyon*, *Phyllocladon* e *Struveopsis*, com os representantes desse grupo sendo distinguidos a partir de detalhes morfo-anatômicos, frequentemente sutis. Além disso, em alguns estágios de desenvolvimento as espécies são indistinguíveis, compondo o complexo *Boodlea composita* – *Phyllocladon anastomosans*. Leliaert & Coppejans (2007) fizeram estudo morfológico com os representantes do complexo com base na morfologia do talo, padrão de ramificação, divisão da célula apical, tipo de células tenaculares e diâmetro dos ramos, a partir do qual os autores descrevem sete morfotipos.

Os espécimes encontrados estão no geral de acordo com o morfotipo *siamensis*, uma vez que estes possuíam eixo principal com ramificação oposta a irregular, ramos



terminais com ramificação pseudodicotômica a unilateral e reforço do talo por células tenaculares.

É importante ressaltar também que foram observados organismos com morfologia intermediária entre os morfotipos *composita* e *siamensis*. Leliaert & Coppejans (2007) sugerem que ambos podem representar variações de um mesmo táxon sob diferentes condições ambientais ou até partes diferentes de um mesmo talo. Posteriormente, em estudo filogenético, Leliaert *et. al* (2009) observaram que a situação do gênero é *Boodlea* bem mais complexa, combinando ampla diversidade críptica e plasticidade morfológica. Análises moleculares de sequências de ITS 1 e 2 demonstraram que espécies com morfologia idêntica formaram clados diferentes, assim como espécies com morfologias distintas agrupando em um mesmo clado, de tal forma que impossibilitou aos autores estabelecerem relação com os materiais tipos para os referidos táxons.

Leliaert *et. al* (2009) afirmam ainda que a plasticidade fenotípica, o polimorfismo, ou até mesmo o isolamento reprodutivo incompleto, bem como hibridização, sejam fatores que contribuam para a problemática delimitação das espécies dentro do complexo.

De acordo com a morfologia, Alves (2008) referiu *B. composita* para exemplares com morfotipo *siamensis* encontrados no litoral da Bahia. O material observado concorda com o descrito por esta autora, por Alves *et al.* (2012c), Almeida(2013) e Almeida (2014a), entretanto o material encontrado apresentava intervalo de medidas maior, similarmente ao descrito por Taylor (1960) e por Littler & Littler (2000). Aqui optou-se por designar os exemplares encontrados na costa alagoana como *B. composita*.

Encontrada nas praias de São Miguel dos Milagres e Mirante da Sereia, litoral norte e centro, respectivamente. Esta é a primeira citação do táxon para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Pernambuco, Bahia e Rio de Janeiro (Yoneshigue 1985, Almeida *et al.* 2012, 2014a, Soares & Fujii 2012b).

*Boodlea struveoides* M. Howe

Figura 14 e-l

Talo verde claro, estipitado com lâmina, delicado, ereto á parcialmente recurvado, se desenvolvendo individualmente ou em pequenos grupos, de até 2,21 cm de altura. Rizoides multicelulares, ramificados, septados, frequentemente emaranhados, seguido de estipe cilíndrico, às vezes ramificado, de até 9,23 mm comprimento, 0,4 -0,86 mm de

diâmetro, sem constrições anelares, com lâmina terminal. Lâmina reticulada, aplanada, 9,94 – 15,82 mm de diâmetro, ramificada a partir de um eixo central. Eixo central com 7 a 10 pares de ramos, de células cilíndricas, de 0,21 – 0,49 mm comprimento, com ramificação oposta, com 1 – 5 ordens de ramificação. Ramos com células cilíndricas á cônicas, de 111,26 – 342,37 µm de comprimento, 36,1 – 139,68 µm de diâmetro, de ramificação oposta à unilateral nas margens, margem recurvadas para cima, presença de células tenaculares dando reforço estrutural. Células apicais cônicas, 98,48 – 304,87 µm de comprimento, 54,58– 125,87 de diâmetro, às vezes recurvadas, ápices arredondados.

Habitat: substratos rochosos, em topo recifal exposto à dessecação.

Material examinado: PEUFR55545.

Comentário: Exemplares encontrados muito semelhantes com *P. anastomosans*, entretanto diferem por possuírem estrutura mais delicada, presença de lâmina ramificada se desenvolvendo em mais de um plano. O material observado concorda em linhas gerais com a morfologia descrita por Howe (1918), Taylor (1960) e Littler & Littler (2000).

Leliaert (2004) discutiu que *B. struveoides* possui morfologia intermediária entre *P. anastomosans* e *B. siamensis*. Em estudo morfológico do complexo *Boodlea composita* – *Phyllodictyon anastomosans*, Leliaert *et al.* (2007) classificaram a espécie no morfotipo *anastomosans* de acordo com o hábito, forma do talo, padrão de ramificação, tipo de rizoides e células tenaculares.

Leliaert *et al.* (2007) discutem que o material tipo de *B. struveoides* possui indivíduos estipitados com lâminas em mais ou menos mais de um plano e indivíduos se desenvolvendo formando almofadas com ramos formando sistema de ramos tridimensional.

Distribuição no Brasil: esta é a primeira referência do táxon para a costa brasileira.

Tabela 8. Comparação morfológica das espécies de *Boodlea* para a costa de Alagoas.

Taxa	Morfologia do talo	Hábito	Padrão de ramificação	Tipo de rizoide	Células tenaculares	Células apicais	Diâm. Células apicais
<i>Boodlea composita</i> (Harv.) F.Brand	Formando almofadas ou emaranhados	Prostrado à semiprostrado	Unilateral, oposta e menos frequentemente dicotômica	Tipo 2	Tipo 2 e 3	Cilíndricas	70,12 – 230,28 $\mu\text{m}$
<i>Boodlea struveoides</i> M. Howe	Estipitado	Ereto	ramificação oposta à unilateral	Tipo 1 e 2	Tipo 3	Cônicas	98,48 – 304,87 $\mu\text{m}$

*Cladophoropsis*

*Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Borgesen

Figura 15 a-h

Talo verde escuro, filamento unisseriado, firme, semiprostrado, densamente emaranhados, formando almofadas, de até 2,99 cm de diâmetro e 9,48 mm de altura. Rizóide multicelulares ramificados na porção ventral, intercalares, em qualquer porção do talo e/ou células tenaculares auxiliando na fixação. Eixos formado por células cilíndricas, 311,52 – 923,07 µm de comprimento, 107,08 – 155,07 µm de diâmetro, densamente ramificados unilateralmente., até 2 ordens de ramificação. Ramos laterais pouco ramificados, com formação tardia de septos, Ramos laterais pouco ou nunca ramificados, indistintos do eixo principal, com células tenaculares longas ligando ramos diferentes. Células apicais cilíndricas, retas, raramente recurvadas, de 172,23 – 855,72 µm de comprimento, (79) 120,69 – 141,24 (173,9) µm de diâmetro.

Habitat: substrato arenoso sob rochas em recifes próximos à faixa de areia, sob moderado hidrodinamismo.

Material examinado: PEUFR55666 e PEUFR55692.

Comentário: apesar da semelhança com *C. fasciculata*, aqui considerou-se enquanto *C. membranacea* organismos cujas medidas de diâmetro da célula apical mais frequente estavam entre 100 – 290 µm, conforme o descrito por Taylor (1960), Leliaert & Coppejans (Leliaert & Coppejans 2006), Alves(2008), Pupo *et al.* (2011), Alves *et al.* (2012c) e Almeida(2013). No Brasil, *C. membranacea* possui histórica sobreposição quanto à identificação com *C. macromeres*, entretanto esta segunda espécie possui diâmetro dos filamentos maior, 280-360 µm de acordo com Leliaert & Coppejans (Leliaert & Coppejans 2006).

Espécie registrada apenas nas praias de Sonho Verde e Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina(Joly 1964, Ferreira & Pinheiro 1966, Ferreira-Correia & Brandão 1974, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Villaça *et al.* 2006, Alves *et al.* 2012c, Batista 2012, Almeida 2013).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Filho (1977) e Muniz (1993).

*Phyllocladon*

Lâmina ampla, com células abundantemente ramificadas, numerosas células tenaculares, divisão celular intercalar ..... *P.anastomosans*

Lâminas reduzidas, células pouco ramificadas, células tenaculares ausentes ..... *Phyllocladon* sp.

*Phyllocladon anastomosans*

Figura 16 a-i; 17 a

Talo verde vívido, estipitado com lâmina, robusto, ereto á parcialmente recurvado, formando tufo densos, de até 1,4 cm de altura. Rizoides multicelulares, ramificados, septados, frequentemente emaranhados, seguido de estipe cilíndrico, raramente ramificado, de até 7,4 mm comprimento, 0,3 -0,79 mm de diâmetro, sem constrições anelares, com lâmina terminal. Lâmina reticulada, aplanada, 1,5 – 5,79 mm de diâmetro, ramificada a partir de um eixo central. Eixo central com 2 a 7 pares de ramos, de células cilíndricas, de 0,14 – 1,08 mm comprimento, com ramificação oposta, com 1 – 3 ordens de ramificação. Ramos com células cilíndricas a cónicas, de 53,3 – 458 µm de comprimento, 57,63 – 184,54 µm de diâmetro, de ramificação oposta a unilateral nas margens, presença de células tenaculares dando reforço estrutural. Células apicais cónicas, 101,28 – 291,48 µm de comprimento, 53,3 – 144,78 de diâmetro, às vezes recurvadas, ápices arredondados.

Habitat: substratos rochosos, em topo recifal ou em regiões protegidas do recife, expostos à dessecação e menos frequentemente submersos.

Material examinado: PEUFR55546, PEUFR55668, PEUFR55667 e PEUFR55694.

Comentário: exemplares de *P. anastomosans* de identificação simples devido ao hábito ereto e lâmina não ramificada, concordando com as descrições de Pereira & Accioly (1998), Littler & Littler (2000), Barata (2004), Alves (2008) e Alves *et al.*(2012c).

O gênero é caracterizado por talos estipitados, formando lâminas reticuladas apicalmente e é considerado de taxonomia complicada devido a semelhanças estruturais

com representantes de *Boodlea* e até *Cladophoropsis*, este último em condições de cultivo. Dessa forma, *Phyllocladon* junto com *Boodlea*, *Cladophoropsis* e *Struveopsis* compõem o Complexo *Boodlea composita* – *Phyllocladon anastomosans* conforme o discutido anteriormente (ver comentário de *Boodlea*) (Leliaert & Coppejans 2007).

Entretanto em estudo filogenético realizado por Leliaert *et al.* (2009), foi observado que a situação do grupo é ainda mais confusa. As análises filogenéticas demonstraram que *Phyllocladon* é polifilético, além de que os caracteres morfológicos são incongruentes na separação das espécies e até gêneros. Apesar do resultado, a tomada de decisões taxonômicas no grupo é difícil devido a variedade genética e plasticidade fenotípica, tornando pouco prática a tarefa de assinalar nomes para os táxons.

*P. anastomosans* pode ser considerado comum na costa, tendo sido coletado nas praias de Japaratinga, São Miguel dos Milagres, Sonho verde e Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Espírito Santo (De Szechy *et al.* 1989, Barata 2004, Alves *et al.* 2012c, Menezes *et al.* 2015).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993).

*Phyllocladon* sp.

Figura 17 b-j

Talo verde vívido, estipitado com lâmina, robusto, ereto, se desenvolvendo em tufos densos, de até 4,74 mm de altura. Rizoides multicelulares, ramificados, septados, frequentemente emaranhados, seguido de estipe cilíndrico, não ramificado, de até 3 mm comprimento, 0,15 - 0,17 mm de diâmetro, sem constrições anelares, com lâmina terminal. Lâmina reticulada, aplanada, 1,17– 2 mm de diâmetro, ramificada a partir de um eixo central. Eixo central com 5 a 8 pares de ramos, de células cilíndricas alongadas, de 0,11 – 0,71 mm comprimento, com ramificação oposta, com até 3 ordens de ramificação. Ramos com células cônicas, de 144,09 – 235,88 µm de comprimento, 62,81 – 106,6 µm de diâmetro, de ramificação oposta, com formação tardia de parede, margem recurvadas para cima, celulares tenaculares muito raras. Células apicais cônicas, 154,93 – 403,64 µm de comprimento, 55,22– 82,67 µm de diâmetro, as vezes recurvadas, ápices arredondados.

Habitat: substratos rochosos parcialmente cobertos por sedimento, em porção frontal do recife sob parede do recife.

Material examinado: PEUFR55558.

Comentário: espécimes caracterizados pela ausência de constrições anelares na base do estipe, divisão celular intercalar e ramos se originando em ângulo reto em relação ao eixo, características típicas do gênero *Phyllocladon* conforme o Kraft & Wynne (1996).

Os exemplares diferem dos descritos por Taylor (1960) como *Phyllocladon anastomosans* por possuírem mais que 6 pares de ramos opostos, bem como diâmetro das células da lâmina menores que 100- 140  $\mu\text{m}$  de diâmetro referidos pelo autor. Littler & Littler (2000), por sua vez, descrevem exemplares com entre 4-8 pares de ramos opostos, entretanto os intervalos de diâmetros descritos pelo autor, 100-200  $\mu\text{m}$ , também são maiores que os observados nos exemplares.

Os exemplares encontrados também diferem dos descrito por Alves (2008) e Alves *et al.* (2012c), que apesar de não especificarem o número de pares de ramos opostos que formam a lâmina, estes descrevem espécimes com células da lâmina com 130-210  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Os exemplares de *Phyllocladon* sp. também foram encontrados apresentando desenvolvimento formando tufos eretos, mais numerosos e compactos que dos indivíduos assinalados com *P. anastomosans*. Outra característica que chama atenção é a ausência ou raridade de células tenaculares nas lâminas observadas.

Exemplares encontrados apenas na praia de Barreiras do Boqueirão, se desenvolvendo em fendas na porção frontal do recife sob ação moderada a alta de ondas.

Tabela 10. Comparação morfológica das espécies de *Phyllocladon* na costa de Alagoas.

Táxon	Hábito	Tipo de rizoide	Presença de constrictões anelares	Tipo de lâmina	Células tenaculares
<i>Phyllocladon anastomosans</i>	Ereto, formando tufos laxos	Multicelular	Ausente	Expandida	Frequentes, tipo 2
<i>Phyllocladon</i> sp.	Ereto, formando tufos compactos	Multicelular	Ausente	Compacta	Raras, tipo 2



## Cladophoraceae

### *Chaetomorpha* Kütz.

- 1. Talos flexuosos se desenvolvendo emaranhados em outros indivíduos ou outras algas ..... 2
- 1. Talos eretos se desenvolvendo fixos ao substrato por célula basal ..... 3
- 2. Talos espiralados, com células mediano-apicais com 70-117 de diâmetro ..... *C. brachygona*
- 2. Talos retos, células mediano-apicais com 45,99-67,31 de diâmetro ..... *C. gracilis*
- 3. Célula basal com distintas constrições anelares ..... *C. antennina*
- 3. Célula basal sem constrições anelares ..... 4
- 4. Célula basal medindo mais que 383,91 µm de comprimento ..... *C. aerea*
- 4. Célula basal medindo até 154 µm de comprimento ..... 5
- 5. Células tão altas quanto largas, com 36,07 – 52,64 µm de diâmetro, presença de entumescimento ..... *C. nodosa*
- 5. Células mais altas que largas, com 12,9 – 18,89 µm de diâmetro, sem entumescimentos ..... *C. minima*

### *Chaetomorpha aerea* (Dillwyn) Kütz.

#### Figura 18 a-c

Talo verde escuro, filamentoso unisseriado, não ramificado, não ramificado, delicado, ereto, formando tufos densos, de até 9,02 cm de comprimento. Célula basal longa, 383,91 – 1.256 µm de comprimento, 45,89 – 87,66 µm de diâmetro, não constrita, reta, com prolongamentos rizoidais formando disco basal, não septados. Células mediano-apicais, quadráticas a cilíndricas, formadas por divisão celular intercalar, 54,78 – 168,88 µm de comprimento, 67,05 – 196,64 µm de diâmetro, com constrições nítidas nos septos, parede celular lamelada, espessa, 14,91 – 35,94 (39,68) µm de espessura. Célula apical quando presente cilíndrica com ápice truncado.

Habitat: substrato rochoso em topos recifais, expostos a dessecação às vezes associados a *C. brachygonia* Harv. e *Ulva flexuosa* Wulfen.

Material examinado: PEUFR55550 e PEUFR55698.

Comentários: os exemplares estudados foram de identificação simples, assemelhando-se mais às medidas descritas por Alves (2008), Alves *et al.* (2009), Almeida (2013) e Huand *et al.* (2016), ao passo que são maiores que as descritas por Barata (2004) e Coto (2007). Diferem também do descrito por Taylor (1960), Ugadim (1973) e Littler & Littler (2000) que descrevem organismos com comprimentos e diâmetros muito maiores que os observados.

Alves (2008) discute que a validade da separação dos dois táxons foi muito questionada, mas estudos citológicos e morfológicos mostraram evidências de que correspondem a espécies diferentes. Mais recentemente, Huang *et al.* (2016) realizaram discriminação entre *Chaetomorpha aerea* e *C. linum* (O.F.Müll.) Kütz. a partir de caracteres morfológicos e moleculares, cujos dados validaram a separação dos táxons. Estes autores observaram que *C. aerea* se desenvolve fixa ao substrato e possui diâmetros maiores nas porções apicais, 350-500  $\mu\text{m}$ , enquanto *C. linum* se desenvolve solta ou emaranhada ao talo de outras algas e possui diâmetros menores na porção apical, 100-250  $\mu\text{m}$ .

Parte do conflito anteriormente citado se dá pela ocorrência de formas livres, não fixas ao substrato, o que resulta morfologia distinta observado que os organismos estão sujeitos a condições ambientais distintas. No presente trabalho, não foram encontradas formas livres de *C. aerea* ou de outras espécies de *Chaetomorpha*, o que fez com que os espécimes apresentassem morfologia mais constante.

Exemplares coletados nas praias de Japaratinga e Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Joly *et al.* 1965, Ugadim 1973, Ferreira-Correia & Brandão 1974, Oliveira-Filho 1977, Barata 2004, Alves 2008, Alves *et al.* 2009, Pupo & Coto 2011, Soares & Fujii 2012b, Batista 2012, Almeida 2013, Pereira *et al.* 2014, Menezes *et al.* 2015).

Referências para o litoral de Alagoas: Taylor 31, Oliveira-Filho (1974) e Oliveira-Filho (1977).

*Chaetomorpha anteninna* (Bory) Kütz.

Figura 18 g-i; 19 a-c

Talo verde vívido à escuro, filamentosos unisseriado, não ramificado, rígido, ereto, formando tufo densos em forma de pincel, de até 9,54 cm de altura. Célula basal longa, reta, claviforme, 1,6 – 3,2 mm de comprimento, 78 – 307,32 µm, com constrições anelares, prolongamentos rizoidais, não septados. Células mediano-apicais cilíndricas, mais altas que largas, formadas por divisão celular intercalar, 255,38 – 1096 µm de comprimento, 76 – 307,32 µm de diâmetro parede celular lamelada, com 12,93 – 40,39 µm de espessura. Célula apical cônica.

Habitat: substrato rochoso de topo e platô recifal, menos frequentemente em poças do platô recifal, geralmente expostos ou parcialmente submersos em águas quentes.

Material examinado: PEUFR55559, PEUFR55637 e PEUFR55605.

Comentários: espécie de identificação simples, distinguindo-se das demais de *Chaetomorpha* pela presença de constrições anelares na célula basal. Os exemplares estudados concordam com o descrito por Ugadim (1973), Littler & Littler (2000), Coto (2007), Alves (2008), Alves *et al.* (2009), Coto & Pupo (2011) e Almeida (2013). Coto (2007) não descreve a presença de constrições anelares nas células basais, entretanto Alves (2008) discute que as constrições na célula basal foi caractere comumente negligenciado nas descrições do material brasileiro, porém estudos vem mostrando que esse é constante.

Em Alagoas, os espécimes foram coletados nas praias de Japaratinga, Mirante da Sereia e Pontal do Coruripe, praias do litoral norte, centro e sul, respectivamente. Isto sugere que *Chaetomorpha anteninna* tem distribuição ampla na costa. Apesar de terem sido encontradas em diversas localidades, de acordo com a bibliografia levantada, esta é a primeira referência para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Joly 1964, Ferreira & Pinheiro 1966, Oliveira-Filho 1977, Nunes 1998a, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Coto 2007, Alves 2008, Alves *et al.* 2009, Cocentino *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Batista 2012, Jorge *et al.* 2012).

*Chaetomorpha brachygona* Harv.

#### Figura 19 d-f

Talo verde claro a escuro, filamentosos unisseriados, não ramificados, delicados, prostrados, formando tufos espiralados, emaranhados entre si ou com outras algas. Célula basal ausente ou rara, reta, curta, claviforme, de até 241,34 µm de comprimento, 29,07 – 53,24 µm de diâmetro, sem constrições, prolongamentos rizoidais curtos formando disco basal reduzido. Células mediano- apicais quadráticas, tão altas quanto largas a mais largas que altas, com 46,02 – 135,95 µm de comprimento, 76,84 – 117,25 µm de diâmetro, constrições nos septos, parede celular lamelada, delgada, 5,32 – 12,81 µm de espessura. Células apicais não observadas.

Habitat: substrato arenoso em topo recifal associado a *Ulva tepida* Masakyo & Shimada.

Material examinado: PEUFR55700.

Comentários: o material estudado não foi encontrado formando grandes emaranhados, mas concorda em linhas gerais com o descrito por Taylor (1960), Ugadim (1973), Pereira & Accioly (1998), Barata (2004) e Coto (2007), por apresentar células basais, caractere instável na espécie. Adicionalmente, também concorda com o descrito por Alves (2008) e Alves *et al.* (2009) com base nos talos flexuosos, emaranhados a representantes de *Ulva*. Apesar dos conflitos, as medidas descritas pelos autores anteriormente citados conferem com o material coletado.

Tais observações sugerem que indivíduos de *C. brachygona* podem produzir ou não células basais, estando essa característica mais relacionada às condições ambientais. Assim, é importante também afirmar que a presença ou ausência de célula basal não pode ser utilizado como único caráter diacrítico para diferenciação dessa espécie.

Espécie encontrada apenas na praia de Riacho Doce, sendo esta a primeira citação para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Taylor 1960, Joly *et al.* 1965, Ferreira & Pinheiro 1966, Oliveira-Filho 1977, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Nunes *et al.* 2005, Coto 2007, Alves 2008, Pupo & Coto 2011, Almeida *et al.* 2012, Soares & Fujii 2012b, Almeida 2013).

*Chaetomorpha gracilis* (Kütz.) Kütz.

#### Figura 20 a-d

Talo verde escuro, filamentosos unisseriado, não ramificado, delicado, prostrados, formando tufos livres, frouxos, até 10,91 cm de comprimento. Célula basal reta á sutilmente recurvada, curta, claviforme, 377,95 – 542,33  $\mu\text{m}$  de comprimento, 29 – 72  $\mu\text{m}$  de largura, sem constrições, com prolongamento rizoidais curtos formando disco basal reduzido. Células mediano-apicais cilíndricas, mais altas que largas, 70 – 161  $\mu\text{m}$  de comprimento, 45,99 – 67,31  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sem constrições nos septos, parede celular lamelada, espessa, 7,94 – 14,65  $\mu\text{m}$  de espessura. Célula apical arredondada.

Habitat: exemplares se desenvolvendo soltos em poças rasas do platô recifal.

Material examinado: PEUFR55640.

Comentários: O material encontrado na costa Alagoana concorda com o descrito por Taylor(1960) e Littler & Littler (2000), e são sutilmente maiores que os descritos por Coto (2007) e por Pupo (2011) para a costa de São Paulo.

Coto (2007) discute ainda que Silva *et al.* (1996) e Kanagawa (1984) assinalaram indivíduos de *C. gracilis* como *Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kütz., porém em análise minuciosa mostraram que os espécimes possuíam célula basal e não eram ramificados, não podendo ser classificados como *Rhizoclonium*.

*C. gracilis* foi encontrada apenas na praia do Mirante da Sereia, sendo a primeira citação da espécie para o litoral de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina(Kanagawa 1984, Villaça *et al.* 2006, Coto 2007, Pupo 2011).

*Chaetomorpha minima* Collins & Herv.

#### Figura 20 e-f

Talo verde escuro, filamentosos unisseriado, não ramificado, delicado, ereto se desenvolvendo individualmente, com até 1,67 mm de altura. Célula basal reta, curta, 50,29 – 69,53  $\mu\text{m}$  de comprimento, 14,55 – 20,23  $\mu\text{m}$  de diâmetro, sem constrições, com prolongamentos rizoidais curtos formando disco basal reduzido. Células mediano-apicais até 4 vezes mais longas que largas, 34,91 – 89,33  $\mu\text{m}$  de comprimento, 12,9 – 18,89  $\mu\text{m}$  de diâmetro, parede celular lamelada, 3,26 – 5,36  $\mu\text{m}$  de espessura.

Habitat: exemplares se desenvolvendo associados à *Ulva* cf. *flexuosa* em área de estuário.

Material examinado: CELMM02.

Comentários: os espécimes encontrados na costa Alagoana estão, em linhas gerais, de acordo com o descrito por Collins & Hervey (1917), Taylor (1960), Ugadim (1973), Alves (2008) e Alves *et al.* (2009). Entretanto, os exemplares cresciam isolados e não formando tufos densos, o que os difere do descrito por Ugadim (1973). Além disso, os espécimes apresentavam diâmetros das células mediano-apicais menores (até 15 µm) aos descritos por Ugadim (1973), Alves (2008) e Alves *et al.* (2009), ainda assim o diâmetro das células foi capaz de diferenciar a espécie.

Diferente do registrado pelos autores citados, *Chaetomorpha minima* foi encontrada se desenvolvendo em região de estuário muito próximo ao encontro com oceano. Esta é a segunda referência da espécie para o litoral nordeste do Brasil, anteriormente referida apenas para a costa da Bahia por Alves (2008) e Alves *et al.* (2009). Este é o primeiro registro de *Chaetomorpha minima* para costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Ugadim 1973, Horta 2000, Alves 2008, Alves *et al.* 2009).

*Chaetomorpha nodosa* Kütz.

Figura 20 g-j

Talo verde escuro, filamentosos unisseriados, não ramificados, delicados, eretos, se desenvolvendo individualmente, até 2,44 mm de altura. Célula basal reta, curta, claviforme, 110,73 – 154,23 µm de comprimento, 32 – 46,62 µm de diâmetro, sem constrições, com prolongamentos rizoidais curtos formando disco basal reduzido. Células mediano-apicais quadráticas a retangulares, 28,48 – 64 µm de comprimento, 36,07 – 52,64 µm de diâmetro, com constrições nos septos, presença de intumescimentos, parede celular lamelada, 5,26 – 15,8 µm de espessura. Célula apical truncada, 45 – 56 µm de comprimento.

Habitat: epifíticos sobre apressório de *Gayralia brasiliensis* Pellizzari, M.C.Oliveira & N.S.Yokoya

Material examinado: PEUFR55643.

Comentários: os espécimes encontrados na costa Alagoana estão dentro dos intervalos descritos para *Chaetomorpha nodosa* por Barata (2004), Alves (2008), Alves *et al.* (2009). Por outro lado, os indivíduos estudados apresentaram diâmetros menores que os descritos por Taylor (1960) e Ugadim (1973). Apesar das diferenças, o material descrito por Alves *et al.* (2009) apresenta intervalo de medidas semelhante ao de Taylor (1960), de tal forma que é possível que os dados de ambos representem todo o intervalo de variação de diâmetro do táxon para costa do Atlântico.

*Chaetomorpha nodosa* foi encontrada apenas na praia de Sonho Verde, litoral norte de Alagoas, sendo esta a primeira citação da espécie para costa do estado.

Distribuição no Brasil: Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Ugadim 1973, De Szechy *et al.* 1989, Alves 2008, Alves *et al.* 2009, Soares & Fujii 2012a).

Tabela 10. Comparação morfológica das espécies de *Chaetomorpha* na costa de Alagoas.

Taxa	Hábito	Célula basal	Diâm. Célula basal	Células mediano-apicais	Constricção nas paredes	Presença de espessamentos
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	Ereto	Reta	45,89 – 87,66 µm	67,05 – 196,64 µm	Ausente	Ausente
<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kütz.	Ereto	Reta, com constricções	78 – 307,32 µm	76 – 307,32 µm	Presente	Ausente
<i>Chaetomorpha brachygona</i> Harv.	Prostrado	Reta	29,07 – 53,24 µm	76,84 – 117,25 µm	Presente	Ausente
<i>Chaetomorpha gracilis</i> Kütz.	Prostrado	Reta	29 – 72 µm	45,99 – 67,31 µm	Ausente	Ausente
<i>Chaetomorpha nodosa</i> Kütz.	Ereto	Reta	32 – 46,62 µm	36,07 – 52,64 µm	Presente	Presente



*Cladophora* Kütz.

- 1.Célula basal com constrições anelares ..... *C. prolifera*
- 1.Célula basal sem constrições anelares ..... 2
- 2.Ramos com organização acrópeta ..... 4
- 2.Ramos sem organização acrópeta ..... 3
- 3.Talo de crescimento ereto, delicado ..... *C. brasiliiana*
- 3.Talo de crescimento semiprostrado, firmes ..... *C. coelothrix*
- 4.Célula apical com até 45 µm de diâmetro ..... *C.dalmatica*
- 4.Célula apical com diâmetros maiores que 45 µm ..... 5
- 5.Talos com ramificação densa, de unilateral a politômica ..... *C. vagabunda*
- 5.Talos com ramificação esparsa, pseudodicotômica a unilateral ..... 6
- 6.Ramos laterais unicelulares na região mediano-apical ..... *C. laetevirens*
- 6.Ramos laterais unicelulares ausentes ou raros ..... *Cladophora* sp.

*Cladophora brasiliiana* G. Martens

Figura 21 a-e

Talo verde claro à escuro, filamentoso unisseriado, ramificado, delicado, ereto, formando tufos emaranhados, 18,34 – 20,73 mm de diâmetro, até 7,12 – 9,19 mm altura. Célula basal, reta, sem constrições, 476,58 – 623,7 µm de comprimento, 45,23 – 86,64 µm de diâmetro, produzindo rizoide formando disco basal. Talo com organização irregular, não acrópeta. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais longas que largas, 202,48 – 633,96 µm de comprimento, 31,53 – 76,52 µm de diâmetro, ramificação dicotômica a unilateral, esparsas, alguns ramos basais adjacentes se fundindo. Células apicais cilíndricas, longas, 143 – 322 µm de comprimento, 23,3 – 37,38 µm de diâmetro, ápices arredondados a afilados. Parede celular lamelada, espessa, 8,26 – 19,92 µm de espessura.

Habitat: substrato rochoso em região protegida do recife, ou como epífitas em *Cladophora prolifera* (Roth) Kütz.

Material examinado: PEUFR55597 e PEUFR55628.

Comentários: os espécimes de *C. brasiliiana* puderam ser diferenciados dos demais representantes *Cladophora* por se desenvolverem formando tufo, possuir células cilíndricas longas e ramificação esparsa. As características observadas concordam com o descrito por Gestinari (2004), Gestinari *et al.* (2010), Alves (2008), Alves *et al.* (2012b), Almeida *et al.* (2012), Almeida (2013) e Alves(2015).

De acordo com Alves (2015), a presença de células cilíndricas longas, ramificações esparsas, presença de soldaduras na base das ramificações e sequência acrópeta indistinta, torna a morfologia de *C. brasiliiana* distinta e necessita maiores estudos para compreensão das relações com os demais representantes do gênero. Boedeker *et al.* (2016) discutem que *C. brasiliiana*, *C. chlorocontracta* e *C. jongiorum* são proximamente relacionados a *Willeella brachycladus* devido a sua morfologia distinta, entretanto a ausência de dados moleculares impede a tomada de decisões taxonômicas.

*Cladophora brasiliiana* foi descrita com base no material coletado na lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro, entretanto os registros da espécie são majoritariamente marinhos, sugerindo preferência deste tipo de ambiente. Além disso, *C. brasiliiana* era conhecida apenas para a região sudeste, até que Alves *et al.* (2012b) expandiram a distribuição do táxon para a costa da Bahia. Posteriormente, Alves (2015) referiu-o novamente, desta vez para o Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Na costa alagoana a espécie foi encontrada apenas na praia do Mirante da Sereia e do Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Santa Catarina(de Oliveira Filho & Ugadim 1976, Oliveira-Filho 1977, Gestinari 2004, Coto 2007, Alves 2008, 2015, Gestinari *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Alves *et al.* 2012b, Jorge *et al.* 2012).

Referências para o litoral de Alagoas: Alves (2015).

*Cladophora coelothrix* Kütz.

Figura 21 f-h; 22 a-f

Talo verde escuro, filamentos unisseriados, firmes, semiprostrados, densamente emaranhados, formando almofadas, de até 8,24 cm de diâmetro e 11,13 mm de altura. Rizoides multicelulares ramificados na porção ventral, intercalares, em qualquer porção do talo e/ou células tentaculares auxiliando na fixação. Eixos prostrados formado por células cilíndricas, 285,3 – 1619,88 µm de comprimento, 80,59 – 138,58 µm de diâmetro, densamente ramificados unilateralmente., até 2 ordens de ramificação. Ramos laterais pouco ramificados, com formação tardia de septos, pouco distintos do eixo principal, com células tenaculares longas ligando ramos diferentes. Células apicais cilíndricas, retas, raramente recurvadas, de 416,02 – 1.809,49 µm de comprimento, 66,32 – 126,42 (149,19) µm de diâmetro.

Habitat: substrato arenoso sob fendas próximas à área de supralitoral, expostos à dessecação.

Material examinado: PEUFR55627, PEUFR55664 e PEUFR55536.

Comentários: exemplares de difícil identificação observada à semelhança com *C. fasciculata*. Segundo Leliaert & Coppejans(2006), *Cladophora coelothrix* e *C. fasciculata* são muito semelhantes, entretanto as espécies podem ser distinguidas pela coloração verde mais clara e a divisão celular segregativa, presentes em *C. fasciculata*, enquanto *C. coelothrix* possui coloração mais escura . Alves *et al.* (2012b) também discutem que a presença de inclusões cristalinas de formato hexagonal é um caráter ausente em *C. fasciculata*.

Os espécimes encontrados na costa de Alagoas ocorreram tanto em ambientes estuarinos quanto recifais, característica anteriormente descrita por Alves *et al* (2012b) e Alves (2015). Alves (2015), com base na análise do marcador LSU rDNA, discutiu que os representantes identificados como *C. coelothrix* da costa brasileira formam dois clados distintos, ambos separados do clado formado pelos exemplares da localidade-tipo. Assim, a autora sugere que os representantes de *C. coelothrix* do Brasil representam um complexo de espécies crípticas.

Espécimes encontrados apenas na praia de Sonho Verde e no estuário do Rio Tatuamunha.

Distribuição no Brasil: PI, RN, PB, PE, AL, BA, ES, RJ, SP e SC (Kanagawa 1984, Yoneshigue 1985, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Horta 2000, Gestinari

2004, Széchy *et al.* 2005, Coto 2007, Brasileiro *et al.* 2009, Coto & Pupo 2009, Cocentino *et al.* 2010, Gestinari *et al.* 2010, Pupo 2011, Alves *et al.* 2012b, Alves 2015)

*Cladophora dalmatica* Kütz.

Figura 22 g-i; 23 a-c

Talo verde claro a escuro, filamentosos unisseriados, ramificados, delicados, eretos, solitários, até 5,04 cm de altura. Células basal, retas, sem contrações, até 851,85 µm de comprimento, 76,14 - 132 µm de diâmetro, produzindo rizoides ramificados. Talo com organização acrópeta, ramos com arranjo refrato-falcado. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais longas que largas, 339,32 – 1.370,17 µm de comprimento, 81,28 – 150,03 µm de diâmetro, ramificação dicotômica, politômica a unilateral, esparsas no eixo e densas nas porções apicais. Células apicais cilíndricas, mais altas que largas, 142,26 – 304,91 µm de comprimento, 27,74 – 44-46 µm de diâmetro, ápices arredondados a afilados. Parede celular lamelada, delgada, 6,3 – 9,35 µm de espessura.

Habitat: substrato rochoso submerso na porção frontal do recife, ou sob esponjas associado a *C. aerea* em topo recifal.

Material examinado: PEUFR55541 e PEUFR55697.

Comentários: espécimes de identificação difícil sendo facilitada pela presença de ramificação densa, ramos refrato-falcado formando “pompons”. Por vezes, *Cladophora dalmatica* pode ser muito semelhante a *C. laetevirens* (Dillwyn) Kütz. e *C. vagabunda* (L.) C. Hoek. Entretanto, estas duas últimas diferem por possuírem diâmetros de células apicais maiores que *C. dalmatica*. *C. laetevirens* possui diâmetros maiores que 40 µm, além da presença de abundantes ramos unicelulares na porção mediano apical, enquanto *C. vagabunda* só pode ser distinguida pelas medidas de diâmetro também maiores que 40 µm (Leliaert & Coppejans 2003). Apesar de ser considerado um critério fraco por alguns autores, o diâmetro da célula apical é amplamente utilizado para separação dos táxons. Gestinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012b) observaram que tantos espécimes coexistindo como em sob condições distintas, os diâmetros se mantiveram distintos.

Contudo, em função da semelhança e associada à plasticidade fenotípica das espécies, a distinção desses táxons é difícil, constituindo assim o complexo *Cladophora vagabunda*. Em estudo molecular com representantes do gênero *Cladophora*, Alves (2015) observou que representantes identificados como *C. dalmatica* formaram clado

distinto das demais espécies do complexo, confirmando seu status enquanto uma espécie distinta das demais.

Boedeker *et al.* (2016) discutem, a partir da filogenia da família Cladophoraceae, que *C. dalmatica* forma clado junto com exemplares de *C. vagabunda*, além de serem proximamente relacionados com o clado *Cladophora* de água doce.

O material aqui estudado concorda com o descrito por Barata (2004), Alves Gestinari *et al.* (2010), Alves *et al.* (2012b) e Alves (2015). Esta é a primeira citação de *C. dalmatica* para a costa Alagoas, tendo sido encontrado apenas nas praias de Riacho Doce e Japaratinga.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Gestinari 2004, Coto 2007, Alves 2008, 2015, Cocentino *et al.* 2010, Gestinari *et al.* 2010, Alves *et al.* 2011a, Pupo & Coto 2011).

*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kütz.

Figura 23 d-h

Talo verde escuro a claro, filamentoso unisseriado, ramificado, firme a delicado, isolados, até 6,75 cm de altura. Célula basal, reta, sem constrições, 983,28 – 1079 µm de comprimento, 132 – 336,52 µm de diâmetro, produzindo rizoides ramificados. Talo com organização acrópeta, sem arranjo refrato-falcado. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais longas que largas, 382,65 – 1459,47 µm de comprimento, 74,09 – 324,37 µm de diâmetro, ramificação dicotômica, politômica a unilateral, esparsas no eixo principal e densas nas porções apicais, presença de ramos unicelulares curtos na porção mediano-apicais. Células apicais cilíndricas a cônicas, geralmente mais altas que largas, 155 – 538,54 de comprimento, 53,58 – 122,17 µm de diâmetro, ápices arredondados. Parede celular lamelada, delgada, 8,14 – 25,91 µm de espessura.

Habitat: substrato rochoso submersos sob ação de hidrodinamismo moderado a alto.

Material examinado: PEUFR55544 e PEUFR55710.

Comentários: exemplares de identificação difícil sendo a presença de ramos laterais unicelulares associados às medidas de diâmetro dos exemplares caracteres

diferenciais na determinação do táxon. Os espécimes estudados concordam em linhas com o descrito por Alves (2008), Alves *et al.* (2012b), Almeida *et al.* (2012), Almeida (2013) e Alves(2015), exceto pelas medidas mínimas observadas, que são pouco menores que as descritas pelos autores citados.

Alves (2008) discute que *Cladophora laetevirens* é morfologicamente próxima de *C. dalmatica* por apresentar talo com arranjo acrópeto, com ramos falcados. Entretanto, *C. laetevirens* difere por apresentar ramos laterais curtos e com diâmetro mais amplo. Além disso, a autora também discute que sob determinadas condições, *C. laetevirens* pode apresentar talo similar a *C. vagabunda*, podendo ser diferenciado por apresentar diâmetro de célula apical menores que *C. vagabunda*.

Hoek & Chihara (2000) *apud* Alves (2008) ainda discute que *C. laetevirens* possui hábito e desenvolvimento similar a *C. lehmanniana*, podendo ser diferenciada pelo diâmetro da célula apical, maior *em C. lehmanniana*. Adicionalmente, *C. lehmanniana* apresenta ramos curtos restritos aos ramos apicais, retos e regularmente dispostos.

Estudos filogenéticos realizados por Bot *et al.* (1990) com exemplares de *C. vagabunda* e *C. laetevirens*, demonstraram que dentro do complexo *Cladophora vagabunda* são espécies diferentes, bem como as populações de *C. laetevirens* do Atlântico são geneticamente distintas das populações da Austrália.

Alves (2015), em estudo morfológico e filogenético dos representantes de *Cladophora* do Brasil, observou que os exemplares brasileiros com morfologia semelhantes ao material tipo, agrupavam em diferentes clados. A autora discute a presença de três linhagens morfológicamente atribuídas a *C. laetevirens*, sendo a primeira a formada com exemplares da localidade tipo, a segunda em clado separado e um terceiro clado formado por amostras da costa brasileira e da Tanzânia.

A filogenia da família Cladophoraceae produzida por Boedeker *et al.* (2016) demonstrou que *C. laetevirens* é mais proximamente relacionada a *C. sericea* (Hudson) Kütz., e juntas formam clado com *C. lehmanniana*, *C. capensis* (C. Agardh) De Toni e *C. albida* (Nees) Kütz. Esse clado de baixo suporte filogenético é conhecido como *C. albida/sericea* e abriga cerca de 12 morfoespécies de *Cladophora* com diversas linhagens pouco resolvidas e com baixa divergência genética.

Os exemplares foram encontrados apenas nas praias de Barreiras do Boqueirão e Riacho Doce, litoral norte e centro respectivamente, no litoral de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (Alves 2008, 2015, Yoneshigue-Valentin *et al.* 2008, Almeida *et al.* 2012, Alves *et al.* 2012b, Soares & Fujii 2012b).

Referências para o litoral de Alagoas: Alves(2015).

*Cladophora prolifera* (Roth) Kütz.

Figura 24 a-h

Talo verde escura a amarronzado, filamentosso unisseriado, ramificado, rígido, formando tufos densos, de até 6,78 cm de diâmetro e de até 15,83 cm de altura. Célula basal, reta à levemente recurvadas, com constrições anulares, 965,32 – 1762,1 µm de comprimento, 69,99 – 103,35 µm de diâmetro, produzindo rizoides ramificados, às vezes aderidos às células basais adjacentes. Talo com organização acrópeta, sem arranjo refratofalcado. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais longas que largas, 925,61 – 3.452,65 µm de comprimento, 91 – 291,74 µm de diâmetro, ramificação dicotômica, politômica a unilateral, densamente ramificadas. Células apicais cilíndricas, mais altas que largas, 261,81 – 1.211,57 µm de comprimento, 68,14 – 151,61 µm de diâmetro, ápices arredondados. Parede celular lamelada, 9,23 – 30,46 µm de espessura.

Habitat: substrato rochoso, em platô, topo e poças recifais, expostos ou submersos sob hidrodinamismo fraco a intenso.

Material examinado: PEUFR55542, PEUFR55527, PEUFR55517, PEUFR55641, PEUFR55515 e PEUFR55695.

Comentários: *C. prolifera* demonstrou ser um táxon muito plástico tanto quanto ao diâmetro das células quanto ao comprimento do talo. Foram observados exemplares se desenvolvendo em tufos densamente ramificados e compactos, com até 5 cm de comprimento, bem como exemplares menos densamente ramificados formando ramos muito longos com até 15 cm de comprimento em indivíduos de uma mesma praia.

Essas variações também foram observadas por Gestinari *et al.* (2010), que descreveu a variação do comprimento do talo como muito variável, com indivíduos

coletados no Piauí alcançando 60 cm de comprimento. Nesse contexto, a autora associou tais variações a respostas ao hidrodinamismo das localidades coletadas.

De acordo com Leliaert *et al.* (2003), *C. prolifera* é morfologicamente próxima à *C. rugulosa* por apresentar constrictões anulares e processos rizoidais, bem como semelhanças no hábito. Entretanto, os autores discutem que os exemplares de ambas as espécies da África do Sul são morfologicamente distintos, onde *C. rugulosa* apresenta uma única célula clavada formando estipe basal com constrictões restritas às porções basais.

Para os exemplares de *C. prolifera* da costa do Brasil, Alves (2015) realizou estudos filogenético e observou que os exemplares da costa representam espécies crípticas ou pseudocrípticas, necessitando maiores investigações para elucidação dos seus *status*.

Para além da situação da espécie no Brasil, Leliaert *et al.* (2007) construíram a filogenia da então válida ordem Siphonocladales com base em sequência de DNA das unidades maior e menor do ribossomo, LSU e SSU rDNA, respectivamente. Nesse estudo, os autores observaram que *C. prolifera* e outras espécies da seção *Longi-articulatae* formam clado distante das demais espécies de *Cladophora*.

Essas observações foram reforçadas posteriormente por Boedeker *et al.* (2016) a partir da filogenia da família Cladophoraceae com base em sequências de LSU e SSU rDNA. Os resultados mostram que os exemplares da seção *Longi-articulatae* formam clado distinto das demais *Cladophora*, e proximamente relacionados com os gêneros *Willeella*, *Lurbica* e *Pseudorhizoclonium*. Todavia, os autores optaram por não transferir *C. prolifera* para o gênero *Longiarticulata* pela ausência de sequências de DNA para elucidar a posição dos táxons.

Os indivíduos estudados concordam em linhas gerais com o descritos por Taylor (1960), Joly (1964), Littler & Littler (2000), Barata (2008), Gestinari *et al.* (2010), Coto & Pupo (2011), Alves *et al.* (2012b) e Alves (2015).

*Cladophora prolifera* foi encontrada desde o litoral norte ao sul, nas praias de Barreiras do Baqueirão, Sonho Verde, Mirante da Sereia, Riacho Doce e Pontal do Coruripe.



Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Joly 1964, Ferreira & Pinheiro 1966, Ugadim 1973, Muniz 1993, Nunes 1998a, Barata 2004, Alves 2008, Yoneshigue-Valentin *et al.* 2008, Alves 2015, Gestinari *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Almeida *et al.* 2012, Alves *et al.* 2012b, Batista 2012, Pereira *et al.* 2014).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993), Gestinari *et al.* (2010) e Alves (2015).

*Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek

Figura 25 a-g; 26 a-g

Talo verde claro, filamento unisseriado, ramificado, delicado, formando tufo densos, de até 7,66 cm de diâmetro e até 14 cm de altura. Célula basal reta, sem constrictões anelares, 595,37 – 2487  $\mu\text{m}$  de comprimento, 83,62 – 180  $\mu\text{m}$  de diâmetro, produzindo rizoides ramificados formando disco basal. Talo com organização acrópeta, com arranjo refrato-falcado. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais longas que largas, 388,28 – 3.010,48  $\mu\text{m}$  de comprimento, 67,5 – 278,35  $\mu\text{m}$  de diâmetro, ramificação dicotômica, politômica, a unilateral, ramificações esparsas a abundantes, podendo apresentar ramos laterais unicelulares. Células apicais cilíndricas a cônicas, mais altas que largas, 54,34 – 280,9  $\mu\text{m}$  de comprimento, 31,81 – 85,34  $\mu\text{m}$  de diâmetro, ápices arredondados a afilados. Parede celular lamelada, delgada, 4,9 – 22,38  $\mu\text{m}$  de espessura.

Habitat: substrato rochoso, em platô, topo e poças recifais, expostos e menos frequentemente submersos sob ação de hidrodinamismo fraco a intenso.

Material examinado: PEUFR55526, PEUFR55669, PEUFR55516, PEUFR55519, PEUFR55520 e PEUFR55607.

Comentários: os exemplares de *C. vagabunda* apresentaram amplo espectro de plasticidade fenotípica, com organismos de textura rígida densamente ramificados, a organismos delicados esparsamente ramificados, ramos fasciculados ou pobremente fasciculados. Entretanto, distinto das demais espécies a partir do hábito, arranjo do talo e principalmente diâmetro da célula apical, que por vezes foram menores que os descritos por Gestinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012b), porém mais próximos dos descritos por Barata (2004), Alves (2008) e por Norris (2010).

Essa plasticidade é descrita por Gestinari *et al.* (2010), que descrevem espécimes de ramificação densamente fasciculadas em áreas expostas, além de exemplares mais delicados e menos fasciculados, provenientes de áreas de poças e regiões protegidas do hidrodinamismo da maré. Os autores também discutem que a idade da alga influencia na morfologia de suas células, corroborando com Alves *et al.* (2012b) que descrevem a presença de células infladas e com paredes espessadas, similares a acinetos.

*C. vagabunda* possui um extenso histórico de problemas taxonômicos. Bakker *et al.* (1995), em um dos primeiros estudos filogenéticos realizados com a espécie, utilizaram sequências dos Espaçadores Internos Transcritos (ITS) 18S-5.8S-28S. Com base nos dados, os autores inferem que *C. vagabunda* é composta por quatro linhagens podendo estas serem divididas em duas ou mais espécies.

Posteriormente, em análises filogenéticas de *C. vagabunda* do Brasil utilizando SSU rDNA, Gestinari *et al.* (2009) observaram que a espécie é parafilética, formando dois clados. O primeiro clado formado por *C. vagabunda* do Brasil e *C. albida* e *C. sericea* da Europa, enquanto o segundo clado formado por *C. vagabunda* do Brasil e do Japão. Resultados semelhantes foram observados por Alves (2015) que em filogenia dos representantes do gênero *Cladophora* do Brasil, observou que *C. vagabunda* agrupou em dois clados, um com representantes de *C. vagabunda* da França e da África do Sul, e o segundo com *C. dalmatica* do Brasil.

O polifiletismo de *C. vagabunda* já havia sido anteriormente referido por Leliaert *et al.* (2003) a partir de sequências de LSU rDNA em filogenia da então válida classe Cladophorophyceae. Mais recentemente, esses resultados foram reforçados por Boedeker *et al.* (2016) que em filogenia da família Cladophoraceae inferida também a partir de sequências de LSU rDNA, observando que *C. vagabunda* é polifilética formando quatro linhagens proximalmente relacionados ao clado de *Cladophora* com representantes exclusivamente de água doce. Tais resultados reforçam a problemática taxonômica da espécie e necessidade de maiores investigações em escala mundial para resolução do status do status e posicionamento filogenético.

Em Alagoas, os exemplares foram coletados nas praias de Japaratinga, Sonho Verde, Mirante da Sereia, Riacho Doce e Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina

e Rio Grande do Sul (Joly 1964, Ferreira & Pinheiro 1966, Ugadim 1973, Ferreira-Correia & Brandão 1974, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Coto 2007, Alves 2008, 2015, Yoneshigue-Valentin *et al.* 2008, Cocentino *et al.* 2010, Gestinari *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Jorge *et al.* 2012, Soares & Fujii 2012a, Alves *et al.* 2012b, Batista 2012, Pereira *et al.* 2014).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993), Gestinari *et al.* (2010) e Alves (2015).

Tabela 11. Comparação morfológica das espécies de *Cladophora* do litoral de Alagoas.

Taxa	Diâm. Célula basal	Constrições	Padrão de ramificação	Arranjo acrópeto	Ramos unicelulares	Diâm. célula apical	Forma da célula apical
<i>Cladophora brasiliiana</i> G.Martens	45,23 – 86,64 $\mu\text{m}$	Ausente	Dicotômica a unilateral, esparsas	Ausente	Ausente	23,3 – 37,38 $\mu\text{m}$	Cilíndricas
<i>Cladophora coelothrix</i> Kütz.		Ausentes	Unilateral	Ausente	Ausentes		Cilíndricas
<i>Cladophora dalmatica</i> Kütz.	76,14 - 132 $\mu\text{m}$	Ausentes	dicotômica, politômica a unilateral, densas apenas nos râmulos	Presente, râmulos refrato-falcado	Ausente	27,74 – 44-46 $\mu\text{m}$	Cilíndricas
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	132 – 336,52 $\mu\text{m}$	Ausente	dicotômica, politômica a unilateral, densas	Presente	Presente	53,58 – 122,17 $\mu\text{m}$	Cilíndricas

<i>Cladophora prolifera</i> (Roth) Kütz.	69,99 – 103,35 µm	Presente	dicotômica, politômica a unilateral, densas	Presente	Ausente	68,14 – 151,61 µm	Cilíndricas
<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hoek	83,62 – 161,4 µm	Ausente	dicotômica, politômica, a unilateral, densas a esparsas	Presente, râmulos refrato-falcado	Ausente	31,81 – 85,34 µm	Cilíndricos a cônicos
<i>Cladophora</i> sp.	162 – 180 µm	Ausente	dicotômica a unilateral, esparsas	Presente	Presente	54,06 – 85,34 µm	Cônicas

*Rhizoclonium* Kütz.

*Pseudorhizoclonium mangroviorum* (Roth) Kütz. ex Harv.

Figura 27 a-g

Talo verde escuro, filamentos unisseriados, firmes, espiralados, formando tufos emaranhados, de até 16,25 cm de comprimento. Rizoides laterais unicelulares, retos à encurvados, 127,32 – 308,27  $\mu\text{m}$  de comprimento, 18,63 – 20,98  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Eixo principal formado por células alongadas a quase quadráticas, mais longa que largas, 30,22 – 52,69  $\mu\text{m}$  de comprimento, 27,24 – 40,91  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com divisão celular intercalar, junções intercalares raras. Células apicais não observadas. Parede celular lamelada, espessa, 5,88 – 11,36  $\mu\text{m}$  de espessura.

Habitat: sobre trocos de coqueiros expostos e raízes de mangues, associados à *Bostrychia tenella* (J.V.Lamour.) J. Agardh.

Material examinado: PEUFR55537.

Comentários: O material estudado concorda com o descrito Taylor (1960), Littler & Littler (2000), Barata (2004), Coto (2007), Alves (2008), Alves *et al.* (2009), Coto & Pupo (2009), Almeida *et al.* (2012) e Almeida (2013) para exemplares de *Rhizoclonium riparium* (Roth) Kütz. ex Harv. Entretanto, o comprimento das células do material foi menor que os descritos pelos autores acima citados, sendo mais similares às dimensões do material descrito por Taylor (1960) e Coto & Pupo (2009).

Estudos filogenéticos demonstram que a situação do gênero é complexa, uma vez que possui morfologia simples e abriga espécies com caracteres diagnósticos sobrepostos (Boedeker *et al.* 2016). Adicionalmente, a filogenia produzida por Boedeker *et al.* (2016) expõe que *Rhizoclonium* Kütz. trata-se de um complexo de espécies de ampla distribuição que necessita de maiores estudos para resolução dos táxons.

O material estudado com base em sequências de LSU (28S) e SSU (18S) rDNA (Brito *et al. in prep.*) ressaltou o caráter críptico dos representantes, uma vez que a identificação enquanto *Pseudorhizoclonium mangroviorum* só possível com dados moleculares. *P. mangroviorum* foi descrito por Sherwood *et al.* (2019) com base em indivíduos coletados em Santa Catarina e em Madagascar, em amplo estudo do gênero. Na costa de Alagoas, *Pseudorhizoclonium mangroviorum* foi encontrada apenas no

Estuário do Rio Tatuamunha, sendo este o primeiro registro da espécie para costa Nordeste do Brasil.

Distribuição no Brasil: Santa Catarina (Sherwood *et al.* 2019).

*Willeella* Borgesen

*Willeella brachycladus* (Mont.) M.J.Wynne

Figura 28 a-f

Talo verde escuro, filamentosos unisseriados, rígidos, ramificados, formando tufo reduzidos, de até 1,75 cm de altura. Célula basal reta, sem constrictões, 167,19 – 181,08 µm de comprimento, 30,94 – 37,03 µm de diâmetro, produzindo rizoides ramificados formando disco basal. Talo de organização irregular, sem arranjo refrato falcado. Eixo principal formado por células cilíndricas, mais altas que largas, 64,9 – 178,94 µm de comprimento, 24,36 – 48,27 µm de diâmetro, ramificação dicotômica, politômica a irregular, mais abundantes na porção mediana-apical, presença de células reprodutivas alargadas. Ramos com disposição oposta a unilateral. Células apicais cônicas a cilíndricas, 51,16 – 101,54 µm de comprimento, 18,9 – 26,54 (37,9) µm de diâmetro, ápice afilado. Parede celular lamelada, espessa, 6,19 – 13,31 de espessura.

Habitat: substrato arenoso submerso em laguna recifal, sob baixo hidrodinamismo.

Material examinada: PEUFR55709.

Comentários: espécimes de fácil identificação devido ao aspecto dos ramos. Exemplares estudados concordam com Barata (2004), Pupo & Coto (2009), Gestinari *et al.* (2010), Alves *et al.* (2012b) e Alves (2015). Gestinari *et al.* (2010) e Alves *et al.* (2012b) discutem ainda a semelhança de *Willeella brachycladus* com *C. albida*. Contudo, *C. albida* possui ramos com arranjo refrato-falcado, não observados em *W. brachycladus*.

O gênero *Willeella* Borgesen foi reestabelecido por Boedeker *et al.* (2016) com base na morfologia dos representantes, bem como o seu posicionamento filogenético, com esses autores transferindo *Cladophora montagneana* Mont. e *C. ordinata* (Borgesen) C. Hoek para *Willeella*. Por ser um epíteto mais antigo, M.J.Wynne (2016) propôs nova combinação *W. brachycladus*, respeitando as normas de nomenclatura botânica. O gênero



está atualmente composto por apenas duas espécies, *W. brachycladus* e *Willeella ordinata* Borgesen.

Espécimes encontrados apenas na praia de Riacho Doce. Esta é a primeira citação de *Willeella brachycladus* para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Gestinari *et al.* 2010, Pupo & Coto 2011, Alves *et al.* 2012b, Jorge *et al.* 2012, Soares & Fujii 2012a, Alves 2015).

#### Siphonocladaceae

*Chamaedoris* Mont

*Chamaedoris penicillum* (J.Ellis & Sol.) Kuntze

Figura 29 a-e

Talo verde vívido a escuro, estipitado com capítulo terminal, rígido, levemente calcificado, se desenvolvendo individualmente ou em grupos, de até 2,58 cm de altura. Rizoides ramificados, septados, com até 4,47 mm de comprimento. Estipe cilíndrico, unicelular, com constrições anelares em toda extensão, até 2 mm de comprimento, 570 - 752  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Capítulo achatado, de contorno circular, 4,46 – 6,99 mm de diâmetro, ausente ou reduzido em indivíduos jovens.

Habitat: substrato rochoso de topo recifal parcialmente submerso, sob baixo hidrodinamismo.

Material examinado: PEUFR55696.

Comentários: espécimes de identificação simples por possuírem talo com estipe com constrições anelares e capítulo terminal. Concorda com a morfologia descrita por Barata (2004), Alves (2008), Alves *et al.* (2012a) e Santiago (2016). Os exemplares foram encontrados apenas na praia de Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Taylor 1960, Labanca 1967, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Oliveira-Filho 1977, Cocentino *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012a, Santiago 2016, Lemos *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Filho (1974), Oliveira-Filho (1977), Lemos (2017).

*Dictyosphaeria* Decne.

*Dictyosphaeria verluysii* Weber Bosse

Figura 30 a-e

Talo de coloração verde escuro, globoso, rígido, esférico a achatado, solitário ou em grupos de até 2,62 cm de diâmetro. Rizoides hapteroidais na base do talo, 530 – 1.535 µm de comprimento. Células vesiculares, compondo o talo polistromático, poligonais, 795,26 – 1.336,56 µm de diâmetro, aderidas umas as outra por células tenaculares, com presença de projeções espiniformes, retas, nas paredes internas, voltadas para o centro da célula.

Habitat: incrustados em substrato rochoso em topos, platô e em poças recifais, às vezes parcialmente enterrados.

Material examinado: PEUFR55549, PEUFR55557, PEUFR55619, PEUFR55596, PEUFR55717, PEUFR55634 e PEUFR55609.

Comentários: exemplares muito semelhantes à *D. cavernosa*. Entretanto, *D. verluysii* difere dessa espécie por ocorrer em regiões de mesolitoral, possuir talo preenchido e células com projeções espiniformes na parede. O material analisado concorda com o descrito por Barata (2004), Alves *et al.* (2012a), Almeida *et al.* (2012) e Almeida(2013).

Exemplares coletados nas praias de Barreiras do Boqueirão, São Miguel dos Milagres, Sonho Verde, Mirante da Sereia e Pontal do Coruripe.

Distribuição no Brasil: Rio Grande do Norte, Atol das Rocas, Paraíba, Pernambuco, Arquipélago de Fernando de Noronha, Alagoas e Arquipélago de Martim e Vaz(Taylor 1960, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Pereira 1974, Oliveira-Filho 1977, Villaça *et al.* 2006, Cocentino *et al.* 2010, Alves *et al.* 2012a).

Referências para o litoral de Alagoas: Oliveira-Filho e Ugadim (1974) e Oliveira-Filho(1977).

Valoniaceae

*Valonia* C. Agardh

*Valonia aegagropila* C. Agardh

Figura 31 a-e

Talo verde escuro a verde vívido, vesicular, rígido, agregado, formando tufo arredondados à irregulares, de 3,25 cm de diâmetro. Rizoides hapteroidais septados, ramificados, 149 – 1.085 µm de comprimento, 35,11 – 126 µm de diâmetro. Células do talo cilíndricas a claviformes, emaranhadas, fortemente aderidas umas às outras, 1,6 – 7 mm de comprimento, 523 – 1.540 µm de diâmetro, frequentemente recurvadas, de ápices arredondados.

Habitat: substrato arenoso ou rochoso, em áreas protegidas do recife e em topos recifais, expostos à dessecação.

Material examinado: PEUFR55548, PEUFR55693 e PEUFR55604.

Comentários: *V. aegagropila* possui morfologia muito semelhante à *Valonia utricularis*, com dimensões sobrepostas. Entretanto, Alves *et al.* (2010) discutem que *V. aegagropila* possui talo arqueado, densamente agregado, com células mais estreitas e unidas por células tenaculares, enquanto *V. utricularis* possui talo ereto, frouxamente agregado, formando agregados mais esparsos.

Os espécimes analisados concordam com o descrito por Littler & Littler (2000), Barata (2004), Alves (2008), Alves *et al.* (2010) e Santiago (2016). Exemplares encontrados em praias do litoral sul e norte de Alagoas, a saber: Praia de Japaratinga, Sonho Verde, Pontal do Coruripe, podendo ser considerado comum na região. Entretanto esta é a primeira citação da espécie para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro (Taylor 1960, Ferreira & Pinheiro 1966, Oliveira-Filho 1977, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Barata 2004, Villaça *et al.* 2006, Alves *et al.* 2010, Cocentino *et al.* 2010).

### **Dasycladales**

#### Dasycladaceae

*Neomeris* J.V.Lamour.

*Neomeris annulata* Dickie

Figura 32 a-d

Talo esbranquiçado a verde escuro, cilíndrico, calcificado, não ramificado, se desenvolvendo isolado ou em grupos, 0,76 – 1,5 mm de altura. Eixos cilíndricos com linhas transversais de onde partem filamentos dispostos radialmente. Filamentos primários com 256 – 366  $\mu\text{m}$ , 9,59-23,59  $\mu\text{m}$  de diâmetro na base e 40,94-55,94  $\mu\text{m}$  de diâmetro no ápice. Filamentos secundários com 173 – 334  $\mu\text{m}$  de comprimento, com 12 – 30,14  $\mu\text{m}$  de diâmetro na base e ápice dilatado com 77,45 - 125,12  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Gametângio com 142,44 -213,17  $\mu\text{m}$  de comprimento e 57,88 – 86,68  $\mu\text{m}$  de diâmetro, separado do filamento por tampão celulósico.

Habitat: substrato rochoso em frestas, sobre rochas submersa ou exposta.

Material examinado: PEUFR55719 e PEUFR55590.

Comentários: Os exemplares analisados apresentavam características concordantes com o descrito anteriormente por Howe (1909), Kanagawa (1984) e Almeida(2013). Nos exemplares de Alagoas também foi possível observar o tampão celulósico na base do gametângio (Figura 33d).

Exemplares encontrados apenas nas praias de Japaratinga e Riacho Doce.

Distribuição no Brasil: Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Rio de Janeiro (Taylor 1960, Ferreira-Correia & Pinheiro-Vieira 1969, Pereira 1974, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Almeida 2013)

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz(1993).

#### Polyphysaceae

*Parvocaulis* S. Berge, Fettweiss, Gleissberg, Liddle, Richter, Sawitzky & Zuccarello

*Parvocaulis myriosporus* (A.B.Joly & Cord.-Mar.) C.W.N.Moura & J.C. De Andrade

Figura 32 e-f

Talo verde escuro brilhante, estipitado, calcificado, reduzido, se desenvolvendo isolado, 2,07 mm de altura. Pedúnculo curto, não ramificado, 330  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Disco

único, composto por 11 raios, até 2,28 mm de diâmetro. Raios triangulares a obovoides justapostos, de ápices arredondados, lisos, 790 – 990 µm de comprimento, 320 – 350 µm de diâmetro. Corona arredondada, protuberante, na base dos raios, 69,4 – 80,2 µm de diâmetro.

Habitat: substrato rochoso de topo recifal submerso.

Material examinado: PEUFR55614.

Comentários: *P. myriosporus* difere das demais espécies do gênero por possuir raios do disco triangulares a obovoides, unidos lateralmente e em número de 7-11. Anteriormente classificado no gênero *Polyphysa*, Moura *et al.* (2014) acompanharam o desenvolvimento dos raios gametangiais e observaram que a espécie possuía características descritas que justificavam a transferência para o gênero *Parvocaulis*.

*P. myriosporus* é semelhante à *P. polyphysoides* e *P. parvulus*. Entretanto, *P. polyphysoides* possui raios triangulares e número de raios maior, enquanto *P. parvulus* possui raios cuneiformes com ápice truncado e número de raios maior (Nascimento Moura *et al.* 2014).

Segundo Moura *et al.* (2014), *P. myriosporus* é raro, após a descrição foi posteriormente referido para a costa da Colômbia (Bula-Meyer 1982), depois para diversas áreas do Caribe (Littler & Littler 2000), Venezuela (García *et al.* 2003) e Cuba (Suárez 2005).

A raridade de referências de *Parvocaulis myriosporus* para costa do Brasil levou Oliveira (2002) a considerar a espécie como ameaçada por degradação ambiental. Contudo, Moura *et al.* (2014) sugerem que a distribuição de *Parvocaulis myriosporus* é possivelmente mais ampla na costa do Brasil.

Esta é a primeira referência de *Parvocaulis myriosporus* para o litoral de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Bahia (Nascimento Moura *et al.* 2014)

## **Ulotrichales**

### Gayraliaceae

#### *Gayralia*

#### *Gayralia brasiliensis*

### Figura 33 a-f

Talo verde claro a escuro, foliáceo, lâminas expandidas, irregulares, delicado, se desenvolvendo isolados, até 5,24 cm de altura. Apressório discoide reduzido, formado por prolongamento das células basais. Frondes frequentemente sobrepostas, com perfurações, margens lisas a discretamente serreadas. Em vista superficial, células da região mediana-apical irregulares a poligonais, em pares, com cloroplastos parietais. Em corte transversal, lâmina com 21,8 – 41,59  $\mu\text{m}$  de espessura, com células de 11,1 – 19,27  $\mu\text{m}$  de altura, 7,17 – 15,34  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Presença de um único pirenoide nas células.

Habitat: substrato rochoso de topos recifais expostos durante a maré seca. Em estuários encontrados mais próximos do encontro com o mar, exemplares expostos crescendo sobre raízes e troncos de coqueiros.

Material examinado: PEUFR55595, PEUFR55535, PEUFR55532, EUFR55521 e PEUFR55626.

Comentários: *Gayralia* possui taxonomia complexa, com morfologia simples, frequentemente sobrepondo-se a outros gêneros como *Monostroma*, *Ulvaria* e até *Protomonostroma*. Esses gêneros, entretanto, podem ser separados de acordo com o tipo desenvolvimento do talo, tendo *Monostroma*, *Gayralia* e *Ulvaria* desenvolvimento passando por estágio de saco e em seguida formação do talo laminar. Em contrapartida, *Protomonostroma* que possui desenvolvimento laminar direto (Tanner 1981).

No Brasil Cordeiro-Marino *et al.* (1993), Braga *et al.* (1997), Pellizari *et al.* (2008) e Pellizari *et al.* (2013) descreveram o desenvolvimento de *Monostroma* e principalmente de *Gayralia*, ressaltando a dificuldade de separação dos táxons unicamente baseado em morfologia. Destaque para Pellizari *et al.* (2013) que com base na morfologia, ontogenia e dados filogenéticos descreveu *G. brasiliensis*, esta diferindo de *G. oxysperma* por habitar áreas de maior salinidade e talo laminar após a fase filamentosa nos estágios iniciais do desenvolvimento.

O material estudado concorda em linhas gerais com o descrito para as espécies de *Gayralia* por Barata (2004), Pellizari *et al.* (2008), Almeida (2013), Pellizari *et al.* (2013) e Bernardi & Pellizzari (2013), exceto por apresentar perfurações na lâmina. Também foi observado intervalo de espessura das lâminas maior que o descrito, 25  $\mu\text{m}$  para *G. brasiliensis* e 15  $\mu\text{m}$  para *G. oxysperma*. Bernardi & Pellizzari (2013) encontraram medidas

semelhantes para *Protomonostroma. undulatum* (Wittrock) K.L.Vinogradova, entretanto o táxon possui distribuição restrita a áreas temperadas do Atlântico, além de possuir talo em forma de fita lanceolada.

A identificação realizada no presente estudo só foi possível a partir de identificação molecular com base em sequências de ITS (Silva *et al.*, *in prep.*). Este é o primeiro registro da espécie para a costa de Alagoas, onde o táxon foi encontrado tanto em ambientes de estuários, Estuário do Rio Tatuamunha e Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, quanto em ecossistemas exclusivamente marinhos, nas praias de Japaratinga, Sonho Verde e Mirante da Sereia.

Distribuição: Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Pellizzari *et al.* 2013)

## Ulvales

### Ulvaceae

- 1a. Talo laminar ..... 2
- 1b. Talo tubular ..... 4
- 2a. Lâmina com margem lisa ..... *U. lactuca*
- 2b. Lâminas com margens com denticulações microscópicas ..... *Ulva ohnoi*
- 3a. Talo densamente ramificado, emaranhado, com pouca diferenciação entre ápice e base  
..... *U. chaetomorphoides*
- 3b. Talo ramificado ou não, com base distinta das porções apicais  
..... 5
- 5a. Talo com ramificação restrita a porção basal, proliferações raras ou ausentes  
..... *U. flexuosa* / *U. tepida* \*
- 5b. Talo inteiramente ramificado ..... 6
- 6a. Talo se expandindo em direção ao ápice, mais densamente ramificado na base,  
abundantes proliferações principalmente na base ..... *U.prolifera* / *U. tepida* \*
- 6b. Talo não expandido em direção ao ápice, abundantemente ramificado por todo o talo,  
proliferações ausentes ..... *Ulva* sp.

\* Distingção das espécies só é possível a partir de dados molecular, por se tratar de espécies crípticas/pseudocríptica.

*Ulva* L.

*Ulva chaetomorphoides* (Borgesen) H.S.Hayden, Blomster, Maggs, P.C.Silva, Stanhope & Waaland

Figura 34 a-c

Talo verde claro, filamentosos, tubular, delicado, formando tufo soltos, prostrados, emaranhados, cerca de 2,36 cm de diâmetro. Tubos estreitos, espiralados, 27 – 35,86 µm de diâmetro. Em vista superficial, células quadráticas, 10,67 – 17,24 µm de comprimento, 8,64 – 13,22 µm de diâmetro, arranjadas em fileiras transversais e longitudinais ao longo do talo. Em corte transversal, 3-4 células arredondadas formando tubo.

Habitat: poças do platô recifal parcialmente submersos.

Material examinado: PEUFR55636.

Comentários: exemplares de identificação simples principalmente com base no talo inteiramente filamentosos, soltos e prostrado únicos entre as espécies do mesmo gênero encontrados na costa. O material analisado concorda com as descrições de Taylor (1960), Barata (2004), Littler & Littler (2000), nestes como *Enteromorpha chaetomorphoides* Borgesen, e Almeida (2013). Encontrado apenas na praia do Mirante da Sereia.

Distribuição no Brasil: Maranhão, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Arquipélago de Fernando de Noronha, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Taylor 1960, Pinheiro-Vieira & Ferreira 1968, Ferreira-Correia & Brandão 1974, Oliveira-Filho 1977, Muniz 1993, Villaça *et al.* 2006, Barata 2008, Pupo & Coto 2011, Batista 2012, Almeida 2013).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993).

*Ulva chaugulii* Kavale & Kazi

Figura 34 d-h



Talo verde vívido, achatado a tubular, formando tufos extensos, laxos, eretos, emaranhados, de até 4,57 cm de altura. Apressório discoide, reduzido, formado de prolongamento de células rizoidais. Tubos estreitos na base, se expandindo em direção ao ápice, ramificado quase exclusivamente nas porções basais. Ramos formando tubos mais estreitos que o eixo principal, mais abundantemente ramificados na base, de ápice fechado nos ramos mais jovens e abertos nas porções mais desenvolvidas. Em vista superficial, células arranjadas em fileiras longitudinais, poligonais, 9,3 – 31,4  $\mu\text{m}$  de diâmetro nas porções basais, 87,3 – 22,8  $\mu\text{m}$  nas porções apicais. Em corte transversal da porção mediana, tubos monostromáticos ou formando lâminas com bordas ocas, com 9,2 – 17,6  $\mu\text{m}$  de espessura, células com 6,9 – 19,3  $\mu\text{m}$  de altura.

Habitat: substrato rochoso expostos à dessecação ou submersos, às vezes parcialmente coberto por sedimento.

Material examinado: PEUFR55682, PEUFR55525, PEUFR55530 e PEUFR55617.

Comentários: exemplares de difícil identificação, com características frequentemente sobrepondo-se às descritas para *U. flexuosa* ou mais raramente para *U. prolifera* da costa brasileira. Os exemplares da costa Alagoana diferem do descrito por Kazi *et al.* (2016) por formarem tubos ou lâminas mais estreitas e células em corte transversais retangulares a quadráticas. Os exemplares descritos por Pirian *et al.* (2016) assemelham-se com os aqui descritos devido à presença de ramificações mais abundantes na base e porções distromáticas frouxamente aderidas, entretanto diferem no tamanho e presença de ramificações ao longo do talo.

*U. chaugulii*, assim como diversas espécies do gênero, é plástica, apresentando variações de acordo com o ambiente. Pirian *et al.* (2016) discutem que a ramificação não é um caráter estável no táxon e que há sobreposição na morfologia de *U. chaugulii* com *U. linza* e *U. paschima*. É possível que uma maior amostragem de *U. chaugulii* ajude a compreender o espectro de variação dos indivíduos.

Esta é a primeira citação da espécie para a costa brasileira. Na costa alagoana a morfologia referida como *U. chaugulii* foi encontrada nas praias de São Miguel dos Milagres, Sonho Verde, Mirante da Sereia e Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba.

*Ulva cf. flexuosa* Wulfen

Figura 35 a-e

Talo verde vívido, tubular a achatado, formando tufos extensos, eretos, emaranhados, de até 6,6 cm de comprimento. Apressório discoide, reduzido, formado de prolongamento de células rizoidais. Tubos estreitos na base, se expandindo em direção ao ápice, ramificado quase exclusivamente nas porções basais. Ramos formando tubos semelhantes ao eixo principal, pouco ramificados, de ápice fechado nos ramos mais jovens e abertos nas porções mais desenvolvidas. Em vista superficial, células arranjadas em fileiras longitudinais, poligonais, 6,3 - 53,2  $\mu\text{m}$  de diâmetro nas porções basais, 4,4 - 29,45  $\mu\text{m}$  nas porções apicais. Em corte transversal da porção mediana, tubos monostromáticos, 10,8 – 68,2  $\mu\text{m}$  de espessura, células com 6,2 – 52,1  $\mu\text{m}$  de altura.

Habitat: substrato rochoso expostos à dessecação ou submersos, ou sobre pneumatóforos, às vezes parcialmente coberto por sedimento.

Material examinado: PEUFR55591, PEUFR55530, PEUFR55531, PEUFR55514, PEUFR55706 e PEUFR55523.

Comentários: espécimes de difícil delimitação devido ao amplo espectro de variação morfológica, com organismos muito reduzidos a desenvolvidos, formando tubo expandido, com talo pouco a densamente ramificado. Entretanto, a organização do talo em fileiras longitudinais e transversais foi constante nos indivíduos analisados. As características observadas estão de acordo com Kanagawa (1983), Barata (2004), Coto & Pupo (2009), Norris (2010) e Almeida (2013). Entretanto é importante ressaltar que taxonomia dos exemplares de *Ulva* tubulares é difícil devido à plasticidade, ocorrendo sobreposições com outras espécies. Por essa razão, optou-se por manter *Ulva cf. flexuosa*, uma vez que não foi possível confirmar a identificação com dados moleculares.

*U. flexuosa* pode ser considerada uma espécie comum na costa de Alagoas, tendo sido registrada neste trabalho nas praias de Japaratinga, Sonho Verde, Mirante da Sereia e Riacho Doce, além do Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba.

Distribuição no Brasil: Ceará, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (Taylor 1960, Labanca 1967, Pinheiro-Vieira *et al.* 1970, Altamirano & Nunes 1997, Villaça *et al.* 2006, Batista 2012, Jorge *et al.* 2012, Pereira *et al.* 2014, Lemos *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Lemos *et al.* (2017).

*Ulva cf. lactuca* L.

Figura 35 f-g

Talo verde claro, foliáceo, se desenvolvendo isolados, até 3,7 cm de altura. Lâminas expandidas, irregulares, membranáceas. Apressório discoide, reduzido, formado por prolongamento das células basais. Frondes às vezes sobrepostas, lobadas, sem perfurações, margens lisas, onduladas, com até 4,52 cm de diâmetro. Em vista superficial, células da região mediana-apical irregulares a poligonais, irregulares, com cloroplastos parietais. Em corte transversal, lâmina distromática, 53,85 – 72,09 µm de espessura, formada por células quadráticas na base, com 21,97 – 31,8 µm de altura, 17,27 – 22,48 µm de diâmetro, células da porção mediano-apical quadráticas, 16,28 – 31,48 µm de altura, 15,87 – 24 µm de diâmetro.

Habitat: substrato rochoso em platô recifal, expostos a parcialmente submersos.

Material examinado: PEUFR55681.

Comentários: espécimes estudados concordam com o descrito por Littler & Littler (2000), Barata (2004), Coto (2007), Norris (2010) e Pupo (2011), como *U. lactuca*. A espécie assemelhasse à *U. rigida* no aspecto geral do talo, entretanto difere pela ausência de perfurações no talo, ausência de denteações microscópicas nas margens e em corte anatômico células colunares na base e quadrática na porção mediano-apical.

*U. lactuca* também pode ser confundida com indivíduos jovens de *U. fasciata*, com esta última espécie diferindo pelas células colunares em toda extensão do talo. Recentemente, *U. fasciata* foi considerada sinônimo de *U. lactuca*, com base nos resultados obtidos por O'Kelly *et al.* (2010) em estudo filogenético com representantes do táxon da costa do Havaí. Essa alteração pode ser considerada precipitada e inválida uma vez que Kirkendale *et al.* (2013) demonstraram que *U. lactuca* e *U. fasciata* constituem clados distintos, além das diferenças morfológicas já discutidas.

Indivíduos coletados apenas na praia do Mirante da Sereia.

Distribuição no Brasil: Ceará, Paraíba, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Ferreira & Pinheiro 1966, Oliveira-

Filho 1977, Nunes 1998a, Pereira & Accioly 1998, Villaça *et al.* 2006, Pupo & Coto 2011, Jorge *et al.* 2012, Santiago 2016, Lemos *et al.* 2017).

Referências para o litoral de Alagoas: Muniz (1993) e Lemos *et al.* (2017).

*Ulva ohnoi* Hiraoka & Shimada

Figura 35 e; 36 a-f

Talo verde claro, foliáceo, se desenvolvendo isolado, até 9,2 cm de altura. Lâminas expandidas, irregulares, membranáceas. Apressório discoide reduzido, espesso, formado por prolongamento das células basais. Frondes às vezes sobrepostas, lobadas, com perfurações, margens denteadas a irregulares, onduladas, com até 3,33 cm de diâmetro. Em vista superficial, células da região mediana-apical poligonais, em pares, com cloroplastos parietais. Em corte transversal, lâmina distromática, com 73,18 – 145,67  $\mu\text{m}$  de espessura na base e 23,4 – 66,3  $\mu\text{m}$  na porção mediano-apical. Em corte transversal da base, células mais altas que largas, com 28,55 – 66,68  $\mu\text{m}$  de altura, 14,77 – 28,54  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Porção mediano-apical em corte transversal formada por células quadráticas, 6,47 – 38,11  $\mu\text{m}$  de altura, 7,21 – 24,02  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Habitat: substrato rochoso tanto submerso em poças e lagunas recifais, quanto exposto em topos recifais, às vezes parcialmente coberto por sedimento.

Material examinado: PEUFR55592, PEUFR55635, PEUFR55603, PEUFR55592, PEUFR55534, PEUFR55528, PEUFR55529, PEUFR55635, PEUFR55518 e PEUFR55603.

Comentários: exemplares de *Ulva ohnoi* com morfologia similar à de *U. rigida* pela presença de perfurações nas frondes, denteações microscópicas e, em corte anatômico, células da base mais altas que largas, enquanto nas porções mediano apicais são quadráticas.

Os exemplares encontrados na costa alagoana concordam com o descrito como *U. rigida* por Taylor (1960), Littler & Littler (2000), Barata (2004) , Coto (2007) e Pupo (2011). *U. ohnoi* é uma espécie muito plástica, frequentemente sobrepondo-se às características descritas para *U. rigida*, *U. fasciata* e *U. lactuca*, representando um táxon de difícil identificação. A identificação da espécie na costa de Alagoas só foi possível após estudo molecular (Brito *et al. in prep.*) utilizando os marcadores moleculares *tufA* e *rbcL*.

A espécie foi descrita com base em material formador de florações da costa do Japão, e desde então vem sendo referida para diversas áreas do globo como uma espécie críptica invasora (Hiraoka *et al.* 2004, Krupnik *et al.* 2018, Miladi *et al.* 2018, Chávez-sánchez *et al.* 2019). *Ulva ohnoi* é caracterizada por ser críptica, se distinguindo apenas em estudo molecular (Krupnik *et al.* 2018, Chávez-sánchez *et al.* 2019). Batista (2018) referiu *U. ohnoi* pela primeira vez para a costa do Brasil em estudo molecular de espécies coletados no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Em Alagoas, a espécie foi coletada no litoral norte, nas praias de Barreiras do Boqueirão, São Miguel do Milagres e Sonho Verde, litoral central, nas praias do Mirante da Sereia e Riacho Doce, além da praia do Pontal do Coruripe, no litoral sul.

Distribuição no Brasil: Pernambuco (Batista 2018).

Primeira referência para a costa de Alagoas.

*Ulva cf. prolifera* O.F.Müller

Figura 36 g-i; 37 a-c

Talo verde vívido, tubular a achatado, formando tufo extensos, eretos, emaranhados, de até 3,75 cm. Apressório discoide, reduzido, formado de prolongamento de células rizoidais. Tubos estreitos, se expandindo pouco em direção ao ápice, 28,1 – 187 µm diâmetro, ramificado principalmente nas porções basais. Ramos formando tubos semelhantes ao eixo principal, densamente ramificados, com proliferações por todo talo, ramos jovens com ápice fechado, abertos nos ramos maduros. Em vista superficial, células poligonais, arrançadas em fileiras longitudinais, 10,5 -26,9 µm de diâmetro na porção basal, reduzindo em direção ao ápice. Em corte transversal da porção mediana, tubos monostromáticos, 14,3 – 36 µm de espessura, células com 13,5 – 33,4 µm de altura.

Habitat: troncos de coqueiros e pneumatóforos em áreas de estuários e em substrato rochoso em ambientes recifais.

Material examinado: PEUFR55539, PEUFR55617, PEUFR55682, PEUFR55525 e PEUFR55601.

Comentários: as amostras encontradas estão de acordo com o anteriormente descrito por Kanagawa (1983), Barata (2004) e Coto (2007). Entretanto, os representantes

tubulares de *Ulva* possuem características que frequentemente se sobrepõem, e como não foi possível realizar confirmação da espécie através de dados moleculares optou-se por manter a identificação como a conferir.

*Ulva cf. prolifera* foi encontrada de norte a sul da costa de Alagoas sendo aqui referidos para as praias de São Miguel dos Milagres, Mirante da Sereia e Pontal do Coruripe, além dos estuários do Rio Tatuamunha e Complexo Estuarino Lagunar Mundaú Manguaba. Este é o primeiro registro para a costa de Alagoas.

Distribuição no Brasil: Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, São Paulo e Santa Catarina (Nunes 1998a, Barata 2004, Coto 2007, Pupo & Coto 2011, Batista 2012, Soares & Fujii 2012a).

*Ulva tepida* Masakiyo & Shimada

Figura 37 d-f

Talo verde vívido, tubular a achatado, formando tufos curtos, eretos, mais ou menos isolados de até 2,02 cm de comprimento. Apressório discoide, reduzido, formado de prolongamento de células rizoidais. Tubos estreitos na base, se expandindo em direção ao ápice formando tubos amplos, ramificado quase exclusivamente nas porções basais. Ramos gerados a partir da base semelhantes, não ramificados, de ápice fechado nos ramos mais jovens e abertos nas porções mais desenvolvidas. Em vista superficial, células poligonais, arranjadas em fileiras longitudinais mais ou menos distintas, 7,9 – 26,9  $\mu\text{m}$  de diâmetro nas porções basais, 6,2 - 19,6  $\mu\text{m}$  nas porções apicais. Em corte transversal da porção mediana, tubos monostromáticos, 18,27 – 25,8  $\mu\text{m}$  de espessura, células com 11,1 – 33,7  $\mu\text{m}$  de altura.

Habitat: substrato rochoso tanto submerso em poças quanto exposto em topos recifais.

Material examinado: PEUFR55514, PEUFR55531 e PEUFR55591.

Comentários: exemplares de difícil identificação, se assemelhando a morfologias descritas para *U. compressa* e *U. flexuosa* para a costa brasileira por Barata (2004) e Coto (2007). Os exemplares da costa de Alagoas se assemelham aos descritos por Chávez-Sanchez *et al.* (2019) por formarem tubo expandidos mais amplos com diversas ramos partindo da base. Já os exemplares descritos por Krupnik *et al.* (2018) diferem por formarem tubos laxos, emaranhados e estreitos.

Krupnik *et al.* (2018) também se referem a exemplares de *U. tepida* com morfologia semelhante às formas de *U. compressa* devido à formação de tubos longos, estreitos e de coloração verde clara. Por outro lado, Chávez-Sanchez *et al.* (2019) descrevem sobreposição de caracteres de *U. tepida* com o descrito para *Ulva. intestinalis* L. *U. tepida* é referida como uma espécie invasora formadora de florações em regiões da Índia, chamando atenção para sua citação na costa brasileira, uma vez que é uma espécie de regiões subtropicais (Xie *et al.* 2020).

Os exemplares foram encontrados na costa de Alagoas nas praias de Japaratinga, Sonho Verde e Mirante da Sereia.

Esta é primeira citação da espécie para a costa do Brasil.

*Ulva* sp

Figura 38 a-d

Talo verde claro, inteiramente tubular, formando tufos eretos, parcialmente emaranhados, de até 1 cm de altura. Apressório discoide, formando almofadas, formado por prolongamentos das células rizoidais. Tubos estreitos em toda extensão, 65,91 – 74,18  $\mu\text{m}$ , ramificado em toda extensão do talo. Ramos tubulares mais estreitos que eixo principal, acuminados, ápice fechado. Em vista superficial, células arranjadas em fileiras longitudinais, de aspecto retangulares no eixo principal, 14,47 – 23,31  $\mu\text{m}$  de diâmetro e quadráticas nos râmulos, 12,48 – 17  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Habitat: associados *Cladophora brasiliiana* G. Martens em substrato rochoso.

Material examinado: PEUFR55598.

Comentários: os indivíduos amostrados diferem das demais espécies do gênero *Ulva* por apresentarem talo formado por tubo muito estreito que não se expande em direção ao ápice, bem como a presença de ramificações por toda extensão do talo e a presença de proliferações unisseriadas.

Os indivíduos foram encontrados apenas na praia do Pontal do Coruripe se desenvolvendo associado à *Cladophora brasiliiana*.

Tabela 12. Comparação morfológica dos táxons de *Ulva* na costa do Estado de Alagoas.

Táxon	Tipo de talo	Proliferações	Presença de perfurações	Denticulações	Ramificações	Células na base	Células nas porções mediano-apical
<i>Ulva chaetomorphoides</i>	Filamentoso, tubular	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Densamente ramificado	-	-
<i>Ulva chaugulii</i>	Tubular	Abundantes na base	Ausentes	Ausentes	Apenas na base	Organizadas em fileira longitudinal e transversais	Organizadas em fileira longitudinal e transversais
<i>Ulva cf. flexuosa</i>	Tubular	Raras, apenas na base	Ausentes	Ausentes	Apenas na base	Organizadas em fileira longitudinal e transversais	Organizadas em fileira longitudinal e transversais
<i>Ulva cf. lactuca</i>	Laminar, Fita expandida	Ausentes	Raras	Ausentes	Ausentes	Quadráticas	Quadráticas
<i>Ulva cf. prolifera</i>	Tubular	Abundantes em todo talo	Ausentes	Ausentes	Em toda extensão do talo, mais abundantes na base	Organizadas em fileiras longitudinal e transversais	Organizadas em fileira longitudinal e transversais



Táxon	Tipo de talo	Proliferações	Presença de perfurações	Denticulações	Ramificações	Células na base	Células nas porções mediano-apical
<i>Ulva ohmoi</i>	Laminar, fita expandida	Ausentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Colunares	Quadráticas
<i>Ulva tepida</i>	Filamentoso	Raras, apenas na base	Ausentes	Ausentes	Apenas na base	Organizadas em fileira longitudinais e transversais	Organizadas em fileira longitudinais e transversais
<i>Ulva</i> sp.	Filamentoso	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Em todo talo	Organizada em fileiras longitudinais	Organizadas em fileira longitudinais

## Discussão

Foram registradas para a costa de Alagoas 54 táxons, tendo-se confirmadas 48 espécies, quatro mantidas em *conferatur* e duas em gênero. Como novas citações, quatro espécies são referidas pela primeira vez para Atlântico Sul, uma para a região nordestes e 17 para a costa de Alagoas. Cladophorales foi a ordem com maior riqueza específica, com 26 representantes, seguida por Bryopsidales com 17 representantes, Ulvales com oito, Dasycladales com duas e Ulotrichales com apenas um. A família mais representativa foi Cladophoraceae com 15 táxons, seguida de Caulerpaceae com 11, Ulvaceae com sete e Boodleaceae com seis. As famílias Codiaceae, Dasycladaceae, Gayraliaceae, Polyphysaceae e Valoniaceae tiveram apenas um representante cada.

De acordo com a literatura, 39 espécies de macroalgas marinhas verdes são referidas para a costa Alagoana. Dessas, 17 não foram encontradas no presente estudo. Oliveira- Carvalho *et al.* (2010) referiram *Codium decorticatum* (Woodw.) M.Howe, *C. isthmocladum* Virckers e *C. taylorii* P.C.Silva, entretanto estes não foram encontrados no presente estudo, assim como *C. repens* P. Crouan & H. Crouan in Vickers referido para a região por Taylor (1960) e Oliveira & Ugadim (1974). *Caulerpa lanuginosa* J. Agardh, citada por Barata, *C. pusilla* (Kütz.) J.Agardh, referida por Muniz(1993), assim como *C. kempfi* A.B. Joly & S. Pereira e *C. verticillata* C.Agardh anteriormente referidas por Carneiro *et al.*(2019), também não foram encontradas. A ausência dessas espécies do gênero *Caulerpa*, entretanto, é justificada devido à ocorrência delas exclusivamente em águas profundas, em regiões de infralitoral não amostradas no presente estudo.

Por outro lado, os morfotipos *Boodlea struveoides* M.Howe e *Udotea dotyi* D.S.Littler & Littler são referidos neste trabalho pela primeira para o Atlântico Sul. Dentre morfotipos do gênero *Ulva* encontrados, três foram referidos como a ser conferidos devido à plasticidade e dificuldade na identificação morfológicas dos seus representantes, necessitando futuras investigações com base em dados moleculares. Esses achados reforçam a necessidade de estudos florísticos contínuos, especialmente em áreas pouco caracterizadas. Essa realidade não é nova, mesmo para áreas mais caracterizadas quanto à flora. Soares *et al.* (2018) discutem que espécies filamentosas, pouco conspícuas ou algas *turf*, são facilmente negligenciadas devido tanto à dificuldade de coleta quanto de identificação.

Para as áreas de estuários amostradas no presente estudo, foram referidas apenas seis espécies, sendo *Pseudorhizoclonium mangroviorum* encontrados exclusivamente em áreas de estuário. Entretanto, é possível que a riqueza de macroalgas de estuários esteja subestimada. A costa de Alagoas abriga três principais ecossistemas estuarinos, a saber o Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú Manguaba, de Roteiro e Jequiá, além desses também estão presentes estuários menores ao longo de toda a costa. Contudo, o presente trabalho representa a primeira contribuição ao conhecimento da flora de macroalgas de estuários de Alagoas, ressaltando mais uma vez a relevância de estudar áreas essas áreas no estado.

A maior riqueza foi encontrada nas praias inseridas na APA Costa dos Corais, com cerca de 14 espécies ocorrendo exclusivamente na região. Essa riqueza ressalta a importância da área, bem como dos esforços para conservação da biodiversidade da região. Outro ponto importante é que o presente trabalho é a primeira listagem de espécies de macroalgas verdes da flora da APA.

Tais resultados ampliam a riqueza de macroalgas encontrada na região de Alagoas de 39 para 56 espécies, tal riqueza pode ser considerada intermediária se comparada com a flora de Pernambuco e Sergipe composta por 94 e 20 táxons, respectivamente, de acordo com Menezes *et al.* (2015). Se considerada a menor extensão de litoral do estado de Pernambuco, 180 km, e as semelhanças do litoral de Alagoas com este, a diferença na riqueza conhecida pode ser justificada pela lacuna de conhecimento da flora de macroalgas verdes marinhas do litoral de Alagoas (Horta 2001, Macêdo *et al.* 2004). A flora de Alagoas também tende a ser mais rica que a de Sergipe, uma vez que esta última sofre influência do Rio São Francisco, possuindo águas com baixa transparência e salinidade (Pereira *et al.* 2014).

### **Considerações finais**

---

Foram identificados 54 táxons de macroalgas verdes marinhas, distribuídos em 14 famílias e cinco ordens, a saber Bryopsidales, Cladophroales, Dasycladales, Ulotrichales e Ulvales. Cladophoraceae foi a família mais representativa, com 14 táxons referidos, enquanto o gênero *Caulerpa* foi o mais rico com 11 táxons infraespecíficos. Dezesete espécies tiveram sua distribuição ampliada e constituem novas ocorrências para a costa de Alagoas. *Udotea dotyi*, *Ulva chaugulii*, *Ulva ohnoi* e *U.tepida* tiveram sua distribuição ampliada para o Atlântico Sul. Enquanto *Pseudorhizoclonium mangroviorum* teve sua

distribuição ampliada para costa nordeste do Brasil. A maior riqueza de táxons exclusivos foi encontrada na área da APA Costa do Corais ressaltando a importância da Unidade de Conservação.

### Referências

- 
- Acosta-Calderón J. A., Hernández-Rodríguez C., Mendoza-González Á. C., & Mateo-Cid L. E. 2018. Diversity and distribution of *Udotea* genus J.V. lamouroux (Chlorophyta, Udoteaceae) in the yucatan peninsula Littoral, Mexico. *Phytotaxa* 345:179–218
- Almeida W. R. de 2013. Macroalgas Marinhas Bentônicas da Ilha Bimbarras, Região Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Dissertação 408 f., Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.
- Almeida W. R. De, Alves A. M., Guimarães S. M. P. D. B., & Moura C. W. do N. 2012. Cladophorales and Siphonocladales (Chlorophyta) from Bimbarras Island, Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. *Iheringia - Serie Botanica* 67:149–164
- Almeida W. R. de, Alves A. M., Moura C. W. do N., et al 2014a. *Boodlea composita* (Harv.) F.Brand (Chlorophyta) no litoral nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26:476–480
- Almeida W. R. De, Maria S., Beauclair P. De, & Wallace C. 2014b. Novas adições à flora marinha bentônica da costa nordeste do Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 69:97–106
- Altamirano M. & Nunes J. M. de C. 1997. Contribuciones al macrofitobentos del municipio de Camacari (Bahía, Brasil). *Acta Botanica Malacitana* 22:211
- Alves A. M. 2008. Estudo morfo-taxonômico de Cladophorophyceae (Chlorophyta) do litoral do estado da Bahia, Brasil. Dissertação 287 f., Universidade Estadual de Feira de Santa, Bahia.
- Alves A. M. 2015. O Gênero *Cladophora* ( Chlorophyta ) no Litoral do Brasil : Estudos morfotaxonômico e molecular. Tese 290 f., Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.
- Alves A. M., De Souza Gestinari L. M., & Do Nascimento Moura C. W. 2011a. Morphology and taxonomy of *Anadyomene* species (Cladophorales, Chlorophyta) from Bahia, Brazil. *Botanica Marina* 54:135–145
- Alves A. M., Gestinari L. M. D. S., & Moura C. W. D. N. 2012a. Flora da Bahia: Siphonocladaceae. *SITIENIBUS série Ciências Biológicas* 12:167
- Alves A. M., Gestinari L. M. de S., de Oliveira I. S., et al 2012b. The genus *Cladophora* (Chlorophyta) in the littoral of Bahia, Brazil. *Nova Hedwigia* 95:337–372

- Alves A. M., Gestinari L. M. de S., & Moura C. W. do N. 2012c. Flora da Bahia: Boodleaceae. SITIENIBUS série Ciências Biológicas 12:179
- Alves A. M., Gestinari L. M. de S., & Moura C. W. do N. 2011b. *Microdictyon* (Chlorophyta, Anadyomenaceae) do Estado da Bahia, Brasil. SITIENIBUS série Ciências Biológicas 11:57–61
- Alves A. M., Gestinari L., & Moura C. 2010. The family Valoniaceae (Chlorophyta) in the state of Bahia, Brazil: morphological aspects and geographical distribution. AN - prod.academic\_MSTAR\_915483225; 16149986. Hidrobiologica 20:171–184
- Alves A. M., Moura C. W. N., Alves G. L., & Gestinari L. M. de S. 2009. The genera *Chaetomorpha* Kütz. nom. cons. and *Rhizoclonium* Kütz. (Chlorophyta) from the littoral of Bahia State, Brazil. Revista Brasileira de Botânica 32:545–570
- Amado-Filho G. M., Manevelt G. W., Pereira-Filho G. H., et al 2010. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. Ciencias Marinas 36:371–391
- Bakker F. T., Olsen J. L., & Stam W. T. 1995. Global phylogeography in the cosmopolitan species *Cladophora vagabunda* (Chlorophyta) based on nuclear rDNA internal transcribed spacer sequences. European Journal of Phycology 30:197–208
- Bandeira-Pedrosa M. E., Pereira S. M. B., & Oliveira E. C. 2004. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. Revista Brasileira de Botânica 27:363–377
- Barata D. 2008. Taxonomia e Filogenia do Gênero *Caulerpa* J . V . Lamour . (Bryopsidales , Chlorophyta) no Brasil. Tese 200 f., Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo.
- Barata D. 2004. Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo Clorófitas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo. Dissertação 210 f., Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente, São Paulo.
- Batista M. B. 2012. Macrófitas Marinhas da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Dissertação 105f., Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Batista M. B. 2018. Aspectos biogeográficos e filogenéticos de macroalgas marinhas no Atlântico Sudoeste. Tese 122f., Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Bernardi J. & Pellizzari F. 2013. Morfologia comparada e mapeamento latitudinal de clorófitas monostromáticas (Ulotrichales) do Atlântico Sul e Península Antártica. Acta Botanica Venezuelica 36:269–286

- Boedeker C., Leliaert F., & Zuccarello G. C. 2016. Molecular phylogeny of the Cladophoraceae (Cladophorales, Ulvophyceae), with the resurrection of *Acrocladus* Nägeli and *Willeella* Børgesen, and the description of *Lurbica* gen. nov. and *Pseudorhizoclonium* gen. nov. *Journal of Phycology* 52:905–928
- 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* 33:441–446
- Braga M. do R. de A., Fujii M. T., & Cordeiro-Marino M. 1997. Monostromatic green algae (Ulvales, Chlorophyta) of São Paulo and Paraná states (Brazil): distribution, growth, and reproduction. *Revista Brasileira de Botânica* 20:197–203
- Brasileiro P. S., Yoneshigue-Valentin Y., Bahia R. G., et al 2009. Algas Marinhas Bentônicas Da Região De Cabo Frio E Arredores: Síntese Do Conhecimento. *Rodriguésia* 60:39–66
- Brayner S. G. 2007. Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales-Chlorophyta) no litoral de Pernambuco. Dissertação 58f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Brayner S., Pereira S. M. B., & Bandeira-Pedrosa M. E. 2009. Taxonomia e distribuição do gênero *Caulerpa* Lamouroux (Bryopsidales - Chlorophyta) na costa de Pernambuco e Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:914–928
- Bula-Meyer G. 1982. Adiciones a Las Cloroficeas Marinas del Caribe Colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas* 12:127–136
- Cabrera R. & Alfonso Y. 2009. Notas sobre el género *Penicillus* (Udoteaceae, Chlorophyta) para Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 30:239–244
- Carneiro V. A. R., Brito J. O. F., Lemos R. P. L., & Guedes É. A. C. 2018. Macroalgas marinhas bentônicas da Piscina do Amor, Enseada de Pajuçara, Alagoas - Brasil. *AmbientAL* 2:41–68
- Carneiro V. A. R., Oliveira-carvalho M. D. F. De, Brito J. O. F., et al 2019. Ocorrência e distribuição do gênero *Caulerpa* J. V. Lamour. (Bryopsidales - Chlorophyta) no Estado de Alagoas, Nordeste Brasileiro. *Hoehnea* 46:1–18
- Chávez-sánchez T., Piñón-gimate A., Iii J. T. M., et al 2019. First report, along with nomenclature adjustments, of *Ulva ohnoi*, *U. tepida* and *U. torta* (Ulvaceae, Ulvales, Chlorophyta) from northwestern Mexico. *Botanica Marina* 62:113–123
- Cocentino A. L. M., Fujii M. T., Reis T. N. V., et al 2010. Diversity and distribution Patterns of the infralittoral green macroalgae from Potiguar basin, Rio Grande do Norte, Northeastern

Brazil. Acta Botanica Brasilica 24:986–996

- Cocquyt E., Verbruggen H., Leliaert F., & De Clerck O. 2010. Evolution and cytological diversification of the green seaweeds (Ulvophyceae). *Molecular Biology and Evolution* 27:2052–2061
- Collins F. S. & Hervey A. B. 1917. The algae of Bermuda. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 53:1–195
- Copejans E., Leliaert F., Verbruggen H., et al 2004. The marine green and brown algae of Rodrigues (Mauritius, Indian Ocean). *Journal of Natural History* 38:2959–3019
- Cordeiro-Marino M. 1993. Monostromatic green algae from Espírito Santo State, Brazil: life-history, growth and reproduction in culture. *Rev Bras Bio* 53:285–293
- Costa I. O., Caires T. A. C., Pereira-Filho G. H., & Nunes J. M. D. 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* 26:493–507
- Costa O. S. J., Attrill M. J., Pedrini A. G., & De-Paula J. C. 2002. Spatial and Seasonal Distribution of Seaweeds on Coral Reefs from Southern Bahia, Brazil AN - prod.academic\_MSTAR\_289061800; 5468102. *Botanica Marina* 45:346–355
- Coto A. C. S. P. 2007. Biodiversidade de Clorófitas Marinhas Bentônicas do Litoral do Estado de São Paulo. Dissertação 171 f., Instituto de Botânica d Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Coto A. C. S. P. & Pupo D. 2009. Flora ficológica do estado de São Paulo. vol. 3–Ulvophyceae. Ed Rima, São Paulo
- Curtis N. E., Dawes C. J., & Pierce S. K. 2008. Phylogenetic analysis of the large subunit rubisco gene supports the exclusion of *Avrainvillea* and *Cladocephalus* from the Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta). *Journal of Phycology* 44:761–767
- de Oliveira Filho E. C. & Ugadim Y. 1976. A survey of the marine algae of Atol das Rocas (Brazil). *Phycologia* 15:41–44
- De Szechy M. T. M., Nassar C. A. G., Falcão C., & Maurat M. C. S. 1989. Contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas de Fernando de Noronha. *Rodriguesia* 41:53–61
- Del Cortona A., Jackson C., Buchheim M. A., et al 2019. Neoproterozoic origin and multiple transitions to macroscopic growth in green seaweeds. *Proc Natl Acad Sci*. <https://doi.org/10.1073/pnas.1910060117>

- Dickie G. 1873. XV. Enumeration of Algae from Bahia, collected by H.N.Moseley, M.A., Naturalist to H.M.S. “Challenger” (Sept. 25th, 1873). In: Mr. H.N. Moseley on Plants from Tristan Island D’Acunha
- Draisma S. G. A., van Reine W. F. P. homme, Sauvage T., et al 2014. A re-assessment of the infra-generic classification of the genus *Caulerpa* (Caulerpaceae, Chlorophyta) inferred from a time-calibrated molecular phylogeny. *Journal of Phycology* 50:1020–1034
- Famà P., Wysor B., Kooistra W. H. C. F., et al 2002. Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) inferred from Chloroplast tufA gene. *J Phycol* 38:1040–1050
- Ferreira-Correia M. M. & Brandão M. D. . 1974. Flora ficológica marinha da Ilha de São Luís (Estado do Maranhão, Brasil). I-Chlorophyta. *Arquivos de Ciências do Mar* 14:67–89
- Ferreira-Correia M. M. & Pinheiro-Vieira F. 1969. Terceira contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste Brasileiro. *Arquivos de Ciências do Mar* 9:21–26
- Ferreira B. P. & Maida M. 2006. Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil. Brasília
- Ferreira M. M. & Pinheiro F. C. 1966. Primeira contribuição ao inventário das macroalgas marinhas bentônicas do Nordeste Brasileiro. *Arquivos de Estudos de Biologia da Universidade Federal do Ceará* 6:59–66
- García M., Vera B., & Gómez S. 2003. *Acetabularia myriospora* Joly & Cordeiro-Marino (Chlorophyta , Polyphysaceae ) a new record for the Venezuelan Coast. *Acta Botánica Venezuélica* 26:231–236
- Gepp A. & Gepp E. S. 1911. The Codiaceae of the Siboga-Expedition including a Monograph of Flabellariae and Udoteae, 62nd edn.
- Gestinari L. M. D. S. 2004. Taxonomia e distribuição do gênero *Cladophora* Kützing (Cladophorales, Chlorophyta) no litoral brasileiro. Tese, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife
- Gestinari L. M. D. S., Pereira S. M. B., & Yoneshigue-Valentin Y. 2010. Distribution of *Cladophora* Species (Cladophorales, Chlorophyta) along the Brazilian Coast. *Phytotaxa* 14:22
- Gestinari L. M. de S., Pereira S. M. B., Yoneshige-Valentin Y., et al 2009. Phylogenetic analyses of *Cladophora vagabunda* (L.) C. Hoek (Cladophorales, Chlorophyta) from Brazil based on SSU rDNA sequences. *Revista Brasileira de Botânica* 32:531–538
- Guiry G. M. & Guiry M. D. 2021. AlgaeBase. In: World-wide Electron. Publ. Natl. Univ. Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>



- Hiraoka M., Shimada S., Uenosono M., & Masuda M. 2004. A new green-tide-forming alga, *Ulva ohnoi* Hiraoka et Shimada sp. nov. (Ulvales, Ulvophyceae) from Japan. *Phycological Research* 52:17–29
- Hoek C. Van Den & Chihara M. 2000. A taxonomic revision of the marine species of *Cladophora* (Chlorophyta) along the coasts of Japan and the Russian Far East. *Natl Sci Mus Monogr* 19:1–242
- Horta P. A. 2000. Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: taxonomia e biogeografia. PhD Thesis Univ Sao Paulo
- Horta P. A. 2001. Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. *Hoehnea* 28:243–265
- Howe M. A. 1918. Class 3. Algae. In: Britton NL (ed) *Flora of Bermuda*. Charles Scribner's Sons, New York, pp 489–540
- Howe M. A. 1909. Phycological Studies-IV . The Genus *Neomeris* and Notes on Other Siphonales. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 36:75–104
- Huang B., Teng L., & Ding L. 2016. Morphological and molecular discrimination of green macroalgae *Chaetomorpha aerea* and *C. linum*. *Acta Oceanologica Sinica* 35:118–123
- Joly A. B. 1964. Flora Marinha do Litoral Norte do Estado de São Paulo e Regiões Circunvizinhas. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo* 21:3, 7, 9, 11–13, 15–259, 261–268, 270–389, 391–393
- Joly A. B. & Pereira S. M. B. 1973. A New *Anadyomene* From The Tropical American South Atlantic. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1:79–83
- Joly A., Marino M., Ugadim Y., et al 1965. New Marine Algae From Brazil. *Arq. Ciências do Mar* 5
- Jorge R. R., Harari J., & Fujii M. T. 2012. Macroalgal composition and its association with local hydrodynamics in the Laje de Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic, São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 60:405–419
- Kanagawa A. I. 1984. Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado da Paraíba - Brasil. Tese, Universidade de São Paulo, São Paulo
- Kanagawa A. I. 1983. Ulvaes (Chlorophyta) Marinhas do Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kazi M. A., Kavale M. G., & Singh V. V. 2016. Morphological and molecular characterization

- of *Ulva chaugulii* sp. nov., *U. lactuca* and *U. ohnoi* ( Ulvophyceae , Chlorophyta ) from India. *Phycologia* 55:45–54
- Kirkendale L., Saunders G. W., & Winberg P. 2013. A Molecular Survey of *Ulva* (Chlorophyta) in Temperate Australia Reveals Enhanced Levels of Cosmopolitanism. *Journal of Phycology* 49:69–81
- Kooistra W. H. C. F. 2002. Molecular phylogenies of Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta) reveal nonmonophyly for *Udotea*, *Penicillus* and *Chlorodesmis*. *Phycologia* 41:453–462
- Kraft G. T. & Wynne M. J. 1996. Delineation of the genera *Struvea* Sonder and *Phyllocladon* J.E.Gray (Cladophorales, Chlorophyta). *Phycological Research* 44:129–142
- Krellwitz E. C., Kowallik K. V., & Manos P. S. 2001. Molecular and morphological analyses of *Bryopsis* ( Bryopsidales , Chlorophyta ) from the western North Atlantic and Caribbean. *Phycologia* 40:330–339
- Krupnik N., Paz G., Douek J., et al 2018. Native, invasive and cryptogenic *Ulva* species from the Israeli Mediterranean Sea: risk and potential. *Mediterranean Marine Science* 19:132
- Labanca L. 1967. Contribuição ao conhecimento da flora algológica marinha do Nordeste Brasileiro. *Trabalhos do Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco* 9:325–436
- Lagourgue L., Puillandre N., & Payri C. E. 2018. Exploring the Udoteaceae diversity ( Bryopsidales , Chlorophyta ) in the Caribbean region based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 127:758–769
- Lam D. W. & Zechman F. W. 2006. Phylogenetic analyses of the Bryopsidales (Ulvophyceae, Chlorophyta) based on rubisco large subunit gene sequences. *Journal of Phycology* 42:669–678
- Leliaert F. 2004. Taxonomic and phylogenetic studies in the Cladophorophyceae (Chlorophyta). *Vakgroep Biologie* 302
- Leliaert F., Clerck O. De, Verbruggen H., et al 2007. Molecular phylogeny of the Siphonocladales ( Chlorophyta : Cladophorophyceae ). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44:1237–1256
- Leliaert F. & Coppejans E. 2007. Morphological re-assessment of the *Boodlea composita* – *Phyllocladon anastomosans* species complex ( Siphonocladales : Chlorophyta ). *Australian Systematic Botany* 20:161–185
- Leliaert F. & Coppejans E. 2006. A revision of *Cladophoropsis* Børgesen ( Siphonocladales , Chlorophyta ). *Phycologia* 45:657–679

- Leliaert F. & Coppejans E. 2003. The marine species of *Cladophora* ( Chlorophyta ) from the South African East Coast. *Nova Hedwigia* 76:
- Leliaert F., Rousseau F., Reviere B. De, et al 2003. Phylogeny of the Cladophorophyceae ( Chlorophyta ) inferred from partial LSU rRNA gene sequences : is the recognition of a separate order Siphonocladales justified ? *European Journal of Phycology* 38:233–246
- Leliaert F., Verbruggen H., Wysor B., & Clerck O. De 2009. DNA taxonomy in morphologically plastic taxa: Algorithmic species delimitation in the *Boodlea* complex (Chlorophyta: Cladophorales). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53:122–133
- Lemos R. P. L., Carneiro V. A. R., Guedes É. A. C., & Costa M. M. da S. 2017. Macroalgas marinhas do Estado de Alagoas: coleção histórica e perspectivas. *AmbientAL* 1:122–140
- Littler D. S. & Littler M. M. 1990. Systematics of *Udotea* species (Bryopsidales, Chlorophyta) in the tropical western Atlantic. *Phycologia* 29:206–252
- 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. Offshore Graphics. Inc, Washington, DC 542:
- Littler D. S. & Littler M. M. 1991. Systematic of *Anadyomene* species (Anadyomenaceae, Chlorophyta) in the Tropical Western Atlantic. *Journal of Phycology* 101–118
- Macêdo S. J., Muniz K., & Montes M. J. F. 2004. Hidrologia da região costeira e plataforma continental do estado de Pernambuco. *Oceanografia: um cenário tropical Recife: Bagaço* 255–258
- Matteucci S. D. & Colma A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos Washington, DC
- Menezes M., Bicudo C. E. M., Moura C. W. N., et al 2015. Update of the Brazilian floristic list of algae and cyanobacteria. *Rodriguesia* 66:1047–1062
- Miladi R., Manghisi A., Armeli Minicante S., et al 2018. A DNA Barcoding Survey of *Ulva* (Chlorophyta) in Tunisia and Italy Reveals the Presence of the Overlooked Alien *U. ohnoi* . *Cryptogamie, Algologie* 39:85–107
- Muniz J. A. 1993. Enumeração de novas ocorrências de algas marinhas bêntônicas para o estado de Alagoas, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 8:1–4
- Nascimento Moura C. W. do, Romualdo de Almeida W., Araújo dos Santos A., et al 2014. Polyphysaceae ( Dasycladales , Chlorophyta ) in Todos os Santos Bay , Bahia , Brazil. *Acta Botanica Brasílica* 28:147–164

- Norris J. N. 2010. Marine Algae of the Northern Gulf of California: Chlorophyta and Phaeophyceae. Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington, D.C.
- Nunes J. M. de C. 1998a. Catálogo De Algas Marinhas Bentônica do Estado da Bahia, Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 23:5–21
- Nunes J. M. de C. 1998b. Rodofíceas Marinhas Bentônicas Da Orla Oceânica De Salvador, Estado Da Bahia, Brasil. *Insula* 27–37
- Nunes J. M. de C., Santos A. C. C., & Santana L. C. 2005. Novas ocorrências de algas marinhas bentônicas para o estado da Bahia , Brasil. *Iheringia, Série Botânica* 60:99–106
- O’Kelly C. J., Kurihara A., Shipley T. C., & Sherwood A. R. 2010. Molecular assessment of *Ulva* spp. (ulvophyceae, chlorophyta) in the hawaiian islands. *Journal of Phycology* 46:728–735
- Oliveira-Carvalho M. D. F. 2008. Taxonomia, distribuição geográfica e filogenia do gênero *Codium* Stackhouse ( Bryopsidales-Chlorophyta) no litoral brasileiro. Tese 88f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Oliveira-Carvalho M. de F., Oliveira M. C., Pereira S. M. B., & Verbruggen H. 2012. Phylogenetic analysis of *Codium* species from Brazil, with the description of the new species *C. pernambucensis* (Bryopsidales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology* 47:355–365
- Oliveira-Carvalho M. de F., Pereira S. M. B., & Pedroche F. F. 2010. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Codium* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. *Nova Hedwigia* 91:87–109
- Oliveira-Filho E. C. 1977. Algas Marinhas Bentônicas do Brasil. Tese, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Oliveira-Filho E. C. & Ugadim Y. 1974. New References Of Benthic Marine Algae To Brazilian Flora. *Boletim de Botânica* 2:71–91
- Oliveira E. C. de 2002. Macroalgas marinhas da costa brasileira-estado do conhecimento, usos e conservação biológica. Araújo EL et al 122–127
- Oliveira M. G. T., Pereira S. M. B., Benko-Iseppon A. M., et al 2021. First molecular analysis of the genus *Bryopsis* ( Bryopsidales , Chlorophyta ) from Brazil , with an emphasis on the Pernambuco coast. *Acta Botanica Brasilica* 1–18
- Pedrini A. de G., Gonçalves J. E. A., Fonseca M. C. S., et al 1989. A Survey of the marine algae of Trindade Island, Brazil. *Botanica Marina* 32:97–99

- Pellizzari F., Oliveira E. C., & Yokoya N. S. 2008. Life-history, thallus ontogeny, and the effects of temperature, irradiance and salinity on growth of the edible green seaweed *Gayralia* spp. (Chlorophyta) from Southern Brazil. *Journal of Applied Phycology* 20:75–82
- Pellizzari F., Oliveira M. C., Da Silva Medeiros A., et al 2013. Morphology, ontogeny, and phylogenetic position of *Gayralia brasiliensis* sp. nov. (Ulotrichales, Chlorophyta) from the southern coast of Brazil. *Botanica Marina* 56:197–205
- Pereira S. M. B. 1974. Clorofíceas marinhas da Ilha de Itamaracá e Arredores. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Pereira S. M. B. & Accioly M. da C. 1998. 25 Clorofíceas marinhas bentônicas da praia de Serrambi, Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 12:25–51
- Pereira S. M. B., Alves F., & Elizabeth M. 2007. Algas Pluricelulares do Infralitoral da Praia de Gaibú. *Gayana* 951–953
- Pereira S. M. B., Torres J., & Gestinari L. M. de S. 2014. Composition and distribution of deep water macroalgae species from the continental shelf of Sergipe State, Brazil. *Phytotaxa* 190:250–267
- Pinheiro-Vieira F., Ferreira-Correia M. M., & Pinheiro-Vieira F. 1970. Quarta Contribuição Ao Inventário Das Algas Marinhas Bentônicas Do Nordeste Brasileiro. *Arquivos de Ciências do Mar* 10:189–192
- Pinheiro-Vieira F. & Ferreira M. M. 1968. Segunda contribuição ao inventário das algas marinhas bentônicas do nordeste Brasileiro. *Arquivos Estudos de Biologia Universidade Federal do Ceará* 8:75–82
- Pirian K., Piri K., Sohrabipour J., et al 2016. Molecular and morphological characterisation of *Ulva chaugulii*, *U. paschima* and *U. ohnoi* (Ulvophyceae) from the Persian Gulf, Iran. *Botanica Marina* 59:147–158
- Pupo D. 2011. Marine benthic algae from Santa Catarina state, Southern Brazil. *Bol do Inst Botânica*; No 20
- Pupo D. & Coto A. C. S. P. 2011. Lista de Ulvophyceae do estado de São Paulo. *Biota Neotropica* 11:137–142
- Rocha M. C. B. dos S. 2016. Taxonomia e distribuição do gênero *Udotea* J. V. Lamour. (Bryopsidales- Chlorophyta) no litoral brasileiro. Dissertação 76f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Rudorff F. D. M. & Gherardi D. F. M. 2008. Coral reef detection using SAR/RADARSAT-1

- images at Costa dos Corais, PE/AL, Brazil AN - prod.academic\_MSTAR\_20174098; 8373983. *Brazilian Journal of Oceanography* 56:85–96
- Santiago J. de A. S. 2016. Macroalgas marinhas do litoral piauiense: taxonomia e caracterização molecular. Tese 190f., Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Santos A. A., Cocentino A. M. M., & Reis T. N. de V. 2006. Macroalgas Como Indicadoras Da Qualidade Ambiental Da Praia De Boa Viagem – Pernambuco, Brasil. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 14:25–33
- Santos G. do N. & Nunes J. M. D. C. 2015a. Udoteaceae (Bryopsidales, Chlorophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. *SITIENIBUS série Ciências Biológicas* 14:
- Santos G. do N. & Nunes J. M. de C. 2013. O gênero *Halimeda*(Bryopsidales, Chlorophyta) no litoral do estado da Bahia, Brasil. *SITIENIBUS série Ciências Biológicas* 15:
- Santos G. do N. & Nunes J. M. de C. 2015b. True identity of *Avrainvillea* and *Rhipilia* (Bryopsidales, Chlorophyta) from the Coast of Bahia, Brazil. *Phytotaxa* 213:71–86
- Sauvage T., Payri C., Draisma S. G. A., et al 2013. Molecular diversity of the *Caulerpa racemosa* – *Caulerpa peltata* complex ( Caulerpaceae , Bryopsidales ) in New Caledonia , with new Australasian records for *C. racemosa* var . *cylindracea*. *Phycologia* 52:6–13
- Sherwood A. R., Boedeker C., Havens A. J., et al 2019. Newly discovered molecular and ecological diversity within the widely distributed green algal genus *Pseudorhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae). *Phycologia* 00:1–12
- Silva P. C., Basson P. W., & Moe R. L. 1996. Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean. Univ of California Press
- Škaloud P., Rindi F., Boedeker C., et al 2018a. Circumscription of the class Ulvophyceae: ultrastructure and morphology. In: *Freshwater Flora of Central Europe, Vol 13: Chlorophyta: Ulvophyceae (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 13: Chlorophyta: Ulvophyceae)*. pp 3–7
- Škaloud P., Rindi F., Boedeker C., et al 2018b. Classification: orders and families. In: *Freshwater Flora of Central Europe, Vol 13: Chlorophyta: Ulvophyceae (Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 13: Chlorophyta: Ulvophyceae)*. pp 17–21
- Soares L. P., Carneiro P. B. de M., & Fujii M. T. 2018. New records of red seaweeds to the coast of Ceará State ., *Hoehnea* 45:323–347
- Soares L. P. & Fujii M. T. 2012a. Epiphytic macroalgae from Boa Viagem Beach, Recife, Pernambuco state, Brazil. *Check List* 8:662–665

- Soares L. P. & Fujii M. T. 2012b. Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 63:557–570
- Stam W., Olsen J., & Zaleski S. 2006. A forensic and phylogenetic survey of *Caulerpa* species (Caulerpaceae, Chlorophyta) from the Florida coast, local aquarium shops, and e-commerce: establishing a proactive baseline for early detection. *Journal of Phycology* 42:1113–1124
- Steiner A. Q., Amaral F. M. D., Amaral J. R. de B. C. do, et al 2015. Zonação de recifes emersos da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Nordeste do Brasil. *Iheringia Série Zoológica* 105:184–192
- Suárez A. 2005. Lista de las macroalgas marinas cubanas. *Revista de investigaciones marinas* 26:93–148
- Széchy M. T. M., Amado Filho G. M., Cassano V., et al 2005. Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: Ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19:587–596
- Tanner C. E. 1981. Chlorophyta: life histories. In “The Biology of Seaweeds” (CS Lobban and MJ Wynne, eds.)
- Taylor W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Univ. Mich. Press. Ann Arbor 1963:1–
- Tufiño-Velázquez R. C. & Pedroche F. F. 2019. Las especies del género *Bryopsis* (Chlorophyta) presentes en la costa del Atlántico mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90:1–12
- Ugadim Y. 1973. Algas Marinhas Bentônicas Do Litoral Sul Do Estado De São Paulo E Do Litoral Do Estado Do Paraná . I Divisão Chlorophyta / Benthic Marine Algae From The South Of State Of São Paulo And State Of Paraná — I. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1:11–77
- Villaça R., Pedrini A. G., Pereira S. M. B., & Figueiredo M. A. de O. 2006. Flora Marinha Bentônica das Ilhas Oceanicas Brasileiras. In: *Flora Marinha de Ilhas Oceanicas*. pp 106–145
- Wynne M. J. 2016. The proposal of *Willeella brachyclados* (Montagne) M.J.Wynne comb. nov. (Ulvophyceae). *Notulae Algarum* 18:1–3
- Xie W. F., Wu C. H., Zhao J., et al 2020. New records of *Ulva* spp. (Ulvophyceae, Chlorophyta) in China, with special reference to an unusual morphology of *U. meridionalis* forming green tides. *European Journal of Phycology* 55:412–425

- Ximenes C. F. 2015. Taxonomia e filogenia dos representantes do gênero *Halimeda* J. V. Lamour . ( Bryopsidales , Chlorophyta ) no Brasil. Dissertação 79f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Ximenes C. F. 2019. Diversidade do gênero *Halimeda* J.V.Lamour. (Bryopsidales, Chlorophyta) no Oceano Atlântico Ocidental. Tese 109f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Ximenes C. F., Cassano V., Oliveira-Carvalho M. D. F., et al 2017. Systematics of the genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil including the description of *Halimeda jolyana* sp. nov . Phycologia 56:369–381
- Yoneshigue-Valentin Y., Loivos A. M., De Cássia Couto Silva R., & 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 - Serie Botanica 63:129–134
- Yoneshigue Y. 1985. Taxonomie et ecologie des algues marines dans la région de Cabo Frio (Rio de Janeiro, Bresil). PhD Thesis, L'Universite d'Aix-Marseille II
- Ulvophyceae in Flora do Brasil 2020. In: Jard. Botânico do Rio Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB98996>. Accessed 6 May 2021.

## Legendas

**Figura 3.** Mapa da costa de Alagoas com os pontos de coleta assinalados.

**Figura 2. a-d** *Bryopsis pennata*. **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Ramos com aspecto lanceolado. **c.** Ramos com pínulas em ambos os lados. **d.** Ramos com pínulas em apenas um dos lados. **e-g** *Bryopsis plumosa*. **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhe dos ramos sem aspecto lanceolado. **g.** Ramos com aspecto rômbo. **h-j** *Codium intertextum*. **h.** Aspecto geral do talo. **i.** Utrículos claviformes fortemente aderidos. **j.** Utrículos com ápice achatado. Barras: Fig. a = 1cm; b, f = 5mm; c, d, g = 500µm; e = 1mm; h = 1,5cm; i = 200µm; j = 100µm.

**Figura 3. a-b** *Caulerpa chemnitzia*. **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos globosos com ápices achatados. **c-f** *Caulerpa cupressoides*. **c.** Aspecto geral do talo. **c-f.** Detalhe dos ramos. **e.** Disposição trística dos râmulos. Barras: Fig. a, b = 1cm; c,d,f = 2cm; e = 5mm.

**Figura 4. a-c** *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium*. **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos ramos eretos. **c.** Detalhe dos râmulos. Barras: Fig. a,b = 2,5; c = 5mm.



**Figura 5. a-b *Caulerpa cupressoides* var. *mamillosa*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos. **c-g. *Caulerpa denticulata*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Hábito dos organismos. **e.** Detalhe dos ápices dos râmulos com denticulações curtas. **f-g.** Detalhe dos ápices dos râmulos sem denticulações e acuminados, às vezes bifurcados. Barras: Fig. a,c = 2,5 cm; b, e, f, g = 5mm.

**Figura 6. a-d *Caulerpa fastigiata*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b-c.** Detalhe dos râmulos com pouca distinção entre ramos eretos e estolão. **d.** Detalhe dos râmulos claviformes. Barras: Fig. a = 2,5cm; b, c = 5mm; d = 300µm.

**Figura 7. a-b *Caulerpa mexicana*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos falciformes. **c-d *Caulerpa microphysa*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos râmulos globosos pequenos. **e-f *Caulerpa prolifera*.** **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhe dos râmulos foliáceos com proliferações. Barras: Fig. a, c, e = 2,5cm; b, d, f = 5mm.

**Figura 8. a-b *Caulerpa racemosa*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos com ápices globosos. **c-d. *Caulerpa sertularioides*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos râmulos cilíndricos. Barras: Fig. a, c = 2,5cm; b, d = 5mm.

**Figura 9. a-e *Halimeda incrassata*.** **a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Detalhe da fusão nodal dos utrículos. **d-e.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **f-h. *Halimeda opuntia*.** **f-g.** Aspecto geral do talo, presença de diversos apressórios (setas). **h.** Detalhe da fusão nodal em grupos de 3. Barras: Fig. a, b = 2cm; c, d, e, h = 100µm; f, g = 1,5 cm.

**Figura 10. a-b *Halimeda opuntia*.** **a.** Vista superficial dos utrículos primários com aspecto hexagonal. **b.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **c-f *Halimeda tuna*.** **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos ramos articulados. **e.** Vista superficial dos utrículos primários. **f.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **g-i *Penicillus capitatus*.** **g.** Aspecto geral do talo. **h.** Detalhe dos filamentos capitulares. **i.** Utrículo do estipe. Barras: Fig. a, b, e, f = 50µm; c, g = 1,5cm; d = 5mm; h = 2mm; i = 150 µm.

**Figura 11 a-c *Udotea dotyi*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b-c.** Detalhe da disposição e forma dos utrículos. **d-f. *Udotea flabellum*.** **d-e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhe dos utrículos. Barra: Fig. a = 1cm; b, c, f = 100µm; d, e = 1,5 cm.

**Figura 12. a-g. *Anadyomene cf. rhizoidifera*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b-d.** Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. **e-g.** Corte transversal exibindo duas a três camadas de células. **h-j *Anadyomene stellata*.** **h-j.** Aspecto geral do talo. Barra: Fig a, h, i, j = 1cm; b = 500µm; c, d = 200µm; e, f, g = 100µm.

**Figura 13. a-f. *Anadyomene stellata*.** **a.** Detalhe da lâmina. **b-d.** Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. **e-g.** Corte transversal exibindo uma única camada de células. **g-**

**k. *Boodlea composita*. g-i.** Aspecto geral do talo. **j.** Detalhe dos ramos de tufos eretos. **k.** Rizóide multicelular ramificado. Barra: Fig. a = 2,5mm; b, c, d = 500µm; e = 200µm; f, k = 100µm; g, h, i, j = 1cm.

**Figura 14 a-d. *Boodlea composita*. a.** Rizóide multicelular. **b-c.** Detalhe dos ramos apicais. **d.** Presença de células tenaculares. **e-l. *Boodlea struveoides*. e-f.** Aspecto geral do talo. **g.** Detalhe da lâmina densamente ramificada. **h-i.** Detalhe dos rizóides ramificados. **j-k.** Detalhe das células da lâmina reticulada. **l.** Células tenaculares. Barra: Fig. a, b, d = 100µm; c, l = 250µm; e = 1cm; f, g, h = 2,5mm; i, j, k = 500µm.

**Figura 15. a-h *Cladophoropsis membranacea*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c-d.** Detalhe do crescimento semiprostrado dos ramos. **e.** Rizóide sem septo. **f-g.** Células apicais sem septo. **h.** Células tenaculares entre ramos prostrados. Barra: a, b = 1,5cm; c, d = 2,5mm; e, h = 100µm; f, g = 300µm.

**Figura 16. a-i *Phyllocladion anastomosans*. a-f.** Aspecto geral do talo. **g.** Detalhe dos rizóides multicelulares ramificados. **h.** Vista superficial da lâmina. **i.** Células tenaculares. Barras: Fig a = 5mm; b, c, d, e, f, g = 2,5mm; h = 500µm; i = 100µm.

**Figura 17. a *Phyllocladion anastomosans*. a.** Células tenaculares dando reforço estrutural. **b-j *Phyllocladion sp.* b-e.** Aspecto geral do talo. **f-g.** Detalhes dos rizóides multicelulares ramificados. **h-j.** Vista superficial da lâmina. Barras: Fig. a = 150µm; b, c, d, e = 2,5mm; f, g, h, i, j = 500µm.

**Figura 18. a-f *Chaetomorpha aerea*. a-c.** Aspecto geral dos tufos. **d.** Detalhe dos filamentos. **e.** Células basais longas. **f.** Células mediano-apicais. **g-i *Chaetomorpha anteninna*. g.** Hábito dos organismos. **h.** Aspecto geral dos tufos. **i.** Célula basal longa com constrições anelares(setas). Barras: Fig. a, b, c, h = 2cm; d = 1cm; e, f, i = 500µm.

**Figura 19. a-c *Chaetomorpha anteninna*. a-b.** Células mediano-apicais. **c.** Células mediano-apicais com divisão intercalar. **d-f *Chaetomorpha brachygona*. d.** Aspecto geral emaranhado dos tufos. **e.** Célula basal curta. **f.** Células mediano-apicais mais largas que altas. Barras: Fig. a, b, c = 500µm; d = 2cm; e = 300µm; f = 200µm.

**Figura 20. a-d. *Chaetomorpha gracilis*. a.** Aspecto geral do tufo. **b.** Porção basal com célula basal curta. **c-d.** Células mediano-apicais. **e-f. *Chaetomorpha minima*. e.** Célula basal curta. **f.** Células mediano-apicais. **g-j. *Chaetomorpha nodosa*. g.** Célula basal curta. **h.** Células mediano-apicais. **i.** Detalhe dos espessamentos na parede das células. **j.** Célula apical achatada. Barra: Fig. a = 3cm; b, c, d = 500 µm; e, f = 100µm; g, h = 200µm; i, j = 50µm.

**Figura 21. a-e. *Cladophora brasiliiana*. a-b.** Aspecto geral dos talos. **c.** Célula basal multicelular ramificada. **d.** Disposição dos ramos. **e.** Células apicais cilíndricas. **f-h *Cladophora coelothrix*. f-g.** Aspecto geral dos tufo. **h.** Detalhe do crescimento semiprostrado do ramos. Barra: Fig. a, b, f, g = 1cm; c, e = 200 $\mu$ m; d = 1000 $\mu$ m; h = 2,5mm.

**Figura 22. a-f *Cladophora coelothrix*. a-b.** Detalhe dos ramos semiprostrados. **c.** Rizóide com conexão aberta. **d-f.** Células apicais cilíndricas. **g-i. *Cladophora dalmatica*. g.** Aspecto geral do talo. **h.** Célula basal ramificada. **i.** Arranjo acrópeto do talo. Barra: Fig. a, b, h, i = 2,5mm; c, d, e = 200 $\mu$ m; f = 150 $\mu$ m.

**Figura 23. a-c. *Cladophora dalmatica*. a.** Aspecto refrato falcado dos ramos. **b-c.** Células apicais cilíndricas. **d-h. *Cladophora laetevirens*. d.** Aspecto geral do talo. **e-f.** Vista dos ramos. **g.** Detalhe dos râmulos laterais unicelulares. **h.** Célula apical. Barra: Fig. a = 1000 $\mu$ m; b, c = 200 $\mu$ m; d = 2cm; e = 2mm; f = 500 $\mu$ m; g, h = 200 $\mu$ m.

**Figura 24. a-h *Cladophora prolifera*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c-d.** Arranjo acrópeto do talo. **e.** Rizóides abundantes ramificados aderidos uns aos outros. **f.** Rizóides com constrições anelares (setas). **g.** Detalhe de ramificação politômica. **h.** Células apicais cilíndricas. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 1cm; d = 5mm; e = 2,5mm; f, g, h = 200 $\mu$ m.

**Figura 25. a-g *Cladophora vagabunda*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Célula basal ramificada. **d.** Arranjo acrópeto dos ramos. **e-g.** Ramos com arranjo refrato falcado. Barra: Fig. a, b = 2cm; c, d = 2,5mm; e, f, g = 200 $\mu$ m.

**Figura 26. a-g. *Cladophora vagabunda*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Célula basal cilíndrica longa. **d-e.** Ramificações subdicotômicas esparsas. **f-g.** Ramos com células apicais cônicas e râmulos laterais unicelulares (setas). Barra: Fig. a = 2cm; b = 1cm; c = 2mm; d, e = 2,5mm; f-g = 200 $\mu$ m.

**Figura 27. a-g. *Pseudorhizoclonium mangroviolum*. a-b.** Aspecto geral dos tufo. **c.** Detalhes dos filamentos emaranhados. **d-e.** Rizóides intercalares. **f-g.** Detalhe dos filamentos exibindo células. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 2,5mm; d, e, f, g = 100 $\mu$ m.

**Figura 28. a-f *Willeella brachycladus*. a.** Aspecto geral do talo. **b.** Célula basal curta ramificada. **c-d.** Disposição dos râmulo. **e-f.** Células apicais cônicas a achatadas. Barra: Fig. a = 5mm; b, c, d = 200 $\mu$ m; e, f = 100 $\mu$ m.

**Figura 29. a-e *Chamaedoris peniculum*. a.** Aspecto geral do talo. **b.** Porção basal com rizóides ramificados emaranhados. **c.** Estipe com constrições anelares. **d.** Filamento capitular ramificado. **e.** Célula tenacular de filamento capitular. Barra: Fig. a = 1cm; b, c = 2,5; d = 200 $\mu$ m; e = 100 $\mu$ m.

**Figura 30. a-e *Dictyosphaeria versluysii*.** **a-b.** Aspecto geral dos talos globosos. **c.** Células infladas poligonais. **d.** Células tenaculares aderindo células umas as outras. **e.** Espinhos na parede celular interna. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200µm; d, e = 50 µm

**Figura 31. a-e *Valonia aegagropila*.** **a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Células rizoidais ramificadas. **d-e.** Detalhe das células vesiculares ramificadas. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200µm; d, e = 1mm.

**Figura 32. *Neomeris annulata*.** **a.** Aspecto geral dos indivíduos. **b.** Detalhe do talo com anéis de calcificação. **c-d.** Detalha dos gametângios com septo. **e-f *Parvocaulis myriosporus*.** **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhes dos segmentos. Barra: Fig. a = 1cm; b, e = 1mm; c = 200µm; d = 50µm

**Figura 33. a-f. *Gayralia brasiliensis*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe das margens irregulares. **c.** Presença de perfurações nas frondes. **d.** Presença de denticulações nas margens. **e.** Vista superficial das células. **f.** Corte transversal da lâmina monostromática. Barra: Fig. a = 1cm; b = 1mm; c = 500µm; d = 200µm; e-f = 50µm.

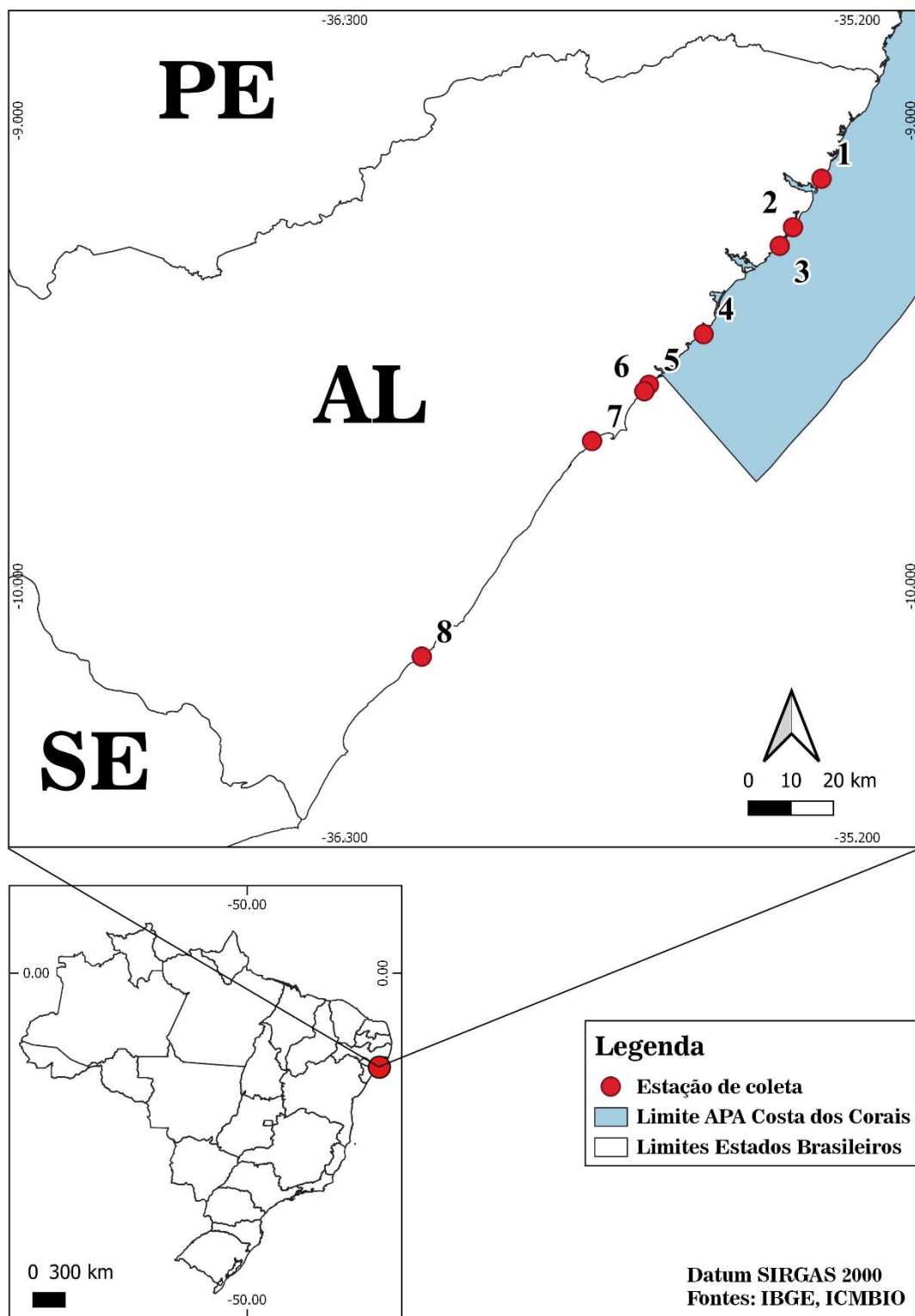
**Figura 34. a-c *Ulva chaetomorphoides*.** **a.** Aspecto geral do tufo. **b.** Detalhe dos filamentos emaranhados. **c.** Corte transversal do filamento com 4 células formando tubo. **d-h. *Ulva chaugulii*.** **d-e.** Aspecto geral do talo. **f.** Porção basal do tubo com células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. **g.** Vista superficial das células da porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinal. **h.** Corte transversal do tubo. Barra: Fig. a = 1cm; b, g = 50µm; c = 25µm; d, e = 2mm; f = 200µm; h = 100µm.

**Figura 35. a-d *Ulva cf. flexuosa*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Ramificações abundantes na base do talo. **c-d.** Células mais ou menos organizadas em fileiras longitudinais. **d.** Corte transversal do tubo. **f-g. *Ulva cf. lactuca*.** **f.** Aspecto geral do talo. **g.** Corte transversal. **e. *Ulva ohnoi*.** **e.** Aspecto geral do talo. Barra: Fig. a, b = 2mm; c, d, e, g = 50 µm.; f = 2cm; e = 1cm.

**Figura 36. a-f. *Ulva ohnoi*.** **a.** Detalhe do apressório espessado. **b.** Detalhe das denticulações microscópicas na margem. **c.** Corte transversal da porção basal com células mais altas que largas. **d.** Detalhe das margens sem denticulações. **e.** Corte da porção apical com células quadráticas. **f.** Vista superficial das células da lâmina. **g-i *Ulva cf. prolifera*.** **g-h.** Aspecto geral do talo. **i.** Detalhe do apressório com abundantes râmulos e proliferações. Barra: Fig. a, h = 2mm; b, f, i = 100µm; c, e = 50µm; d = 200µm; g = 1cm.

**Figura 37. a-c *Ulva cf. prolifera*.** **a.** Vista superficial com células organizadas em fileiras longitudinais. **b.** Presença de abundantes proliferações ao longo do talo. **c.** Corte transversal do talo. **d-f. *Ulva tepida*.** **d.** Aspecto geral do talo. **e.** Porção basal com células em fileiras longitudinais. **f.** Corte transversal da porção mediano-apical. Barra: Fig. a, c = 50µm; b, e = 200µm; d = 1cm; f = 100µm.

**Figura 38. a-d *Ulva* sp.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Apressório discoide dos filamentos. **c-d.** Detalhe dos filamentos densamente ramificados por toda extensão do talo. Barra: Fig. a = 2mm; b, c, d = 50 $\mu$ m.



**Figura 4.** Mapa da costa de Alagoas com os pontos de coleta assinalados



**Figura 2. a-d *Bryopsis pennata*.** a. Aspecto geral do talo. b. Ramos com aspecto lanceolado. c. Ramos com pínulas em ambos os lados. d. Ramos com pínulas em apenas um dos lados. **e-g *Bryopsis plumosa*.** e. Aspecto geral do talo. f. Detalhe dos ramos sem aspecto lanceolado. g. Ramos com aspecto rômbo. **h-j *Codium intertextum*.** h. Aspecto geral do talo. i. Utrículos claviformes fortemente aderidos. j. Utrículos com ápice achatado. Barras: Fig. a = 1cm; b, f = 5mm; c, d, g = 500 $\mu$ m; e = 1mm; h = 1,5cm; i = 200 $\mu$ m; j = 100 $\mu$ m.





**Figura 3.** a-b *Caulerpa chemnitzia*. a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe dos râmulos globosos com ápices achatados. c-f *Caulerpa cupressoides*. c. Aspecto geral do talo. c-f. Detalhe dos ramos. e. Disposição trística dos râmulos. Barras: Fig. a, b = 1cm; c,d,f = 2cm; e = 5mm.





**Figura 4. a-c *Caulerpa cupressoides* var. *lycopodium*.** a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe dos ramos eretos. c. Detalhe dos râmulos. Barras: Fig. a,b = 2,5; c = 5mm.



**Figura 5.** a-b *Caulerpa cupressoides* var. *mamillosa*. a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe dos râmulos. c-g. *Caulerpa denticulata*. c. Aspecto geral do talo. d. Hábito dos organismos. e. Detalhe dos ápices dos râmulos com denticulações curtas. f-g. Detalhe dos ápices dos râmulos sem denticulações e acuminados, às vezes bifurcados. Barras: Fig. a,c = 2,5 cm; b, e, f, g = 5mm.

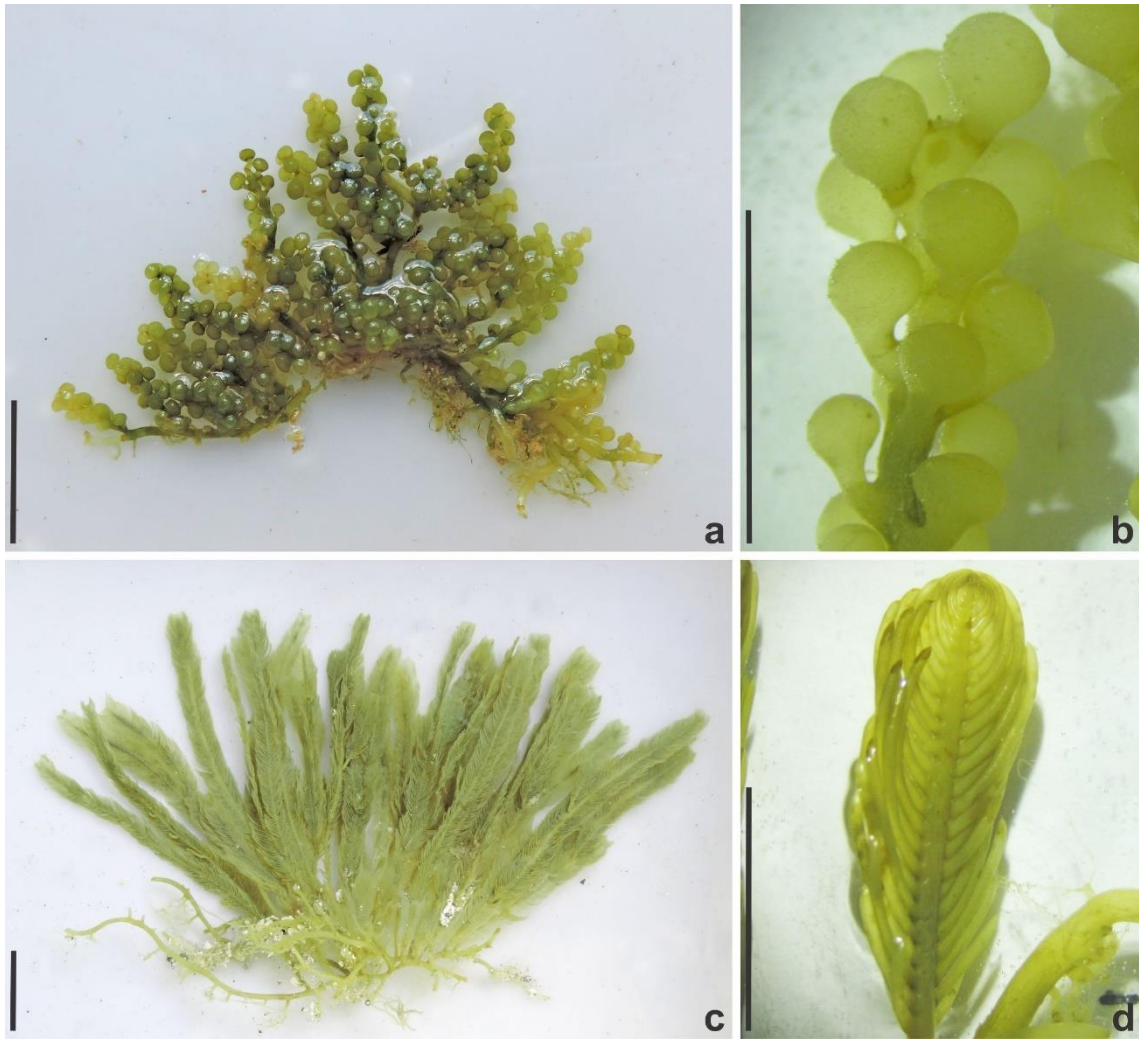


**Figura 6. a-d *Caulerpa fastigiata*.** a. Aspecto geral do talo. b-c. Detalhe dos râmulos com pouca distinção entre ramos eretos e estolão. d. Detalhe dos râmulos claviformes. Barras: Fig. a = 2,5cm; b, c = 5mm; d = 300 $\mu$ m.





**Figura 7.** a-b *Caulerpa mexicana*. a. Aspecto geral do talo. b. Detalhe dos râmulos falciformes. c-d *Caulerpa microphysa*. c. Aspecto geral do talo. d. Detalhe dos râmulos globosos pequenos. e-f *Caulerpa prolifera*. e. Aspecto geral do talo. f. Detalhe dos râmulos foliáceos com proliferações. Barras: Fig. a, c, e = 2,5cm; b, d, f = 5mm.



**Figura 8. a-b *Caulerpa racemosa*. a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe dos râmulos com ápices globosos. **c-d. *Caulerpa sertularioides*. c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos râmulos cilíndricos. Barras: Fig. a, c = 2,5cm; b, d = 5mm.





**Figura 9.** a-e *Halimeda incrassata*. a-b. Aspecto geral do talo. c. Detalhe da fusão nodal dos utrículos. d-e. Detalhe dos utrículos primários e secundários. f-h. *Halimeda opuntia*. f-g. Aspecto geral do talo, presença de diversos apressórios (setas). h. Detalhe da fusão nodal em grupos de 3. Barras: Fig. a, b = 2cm; c, d, e, h = 100 $\mu$ m; f, g = 1,5 cm.



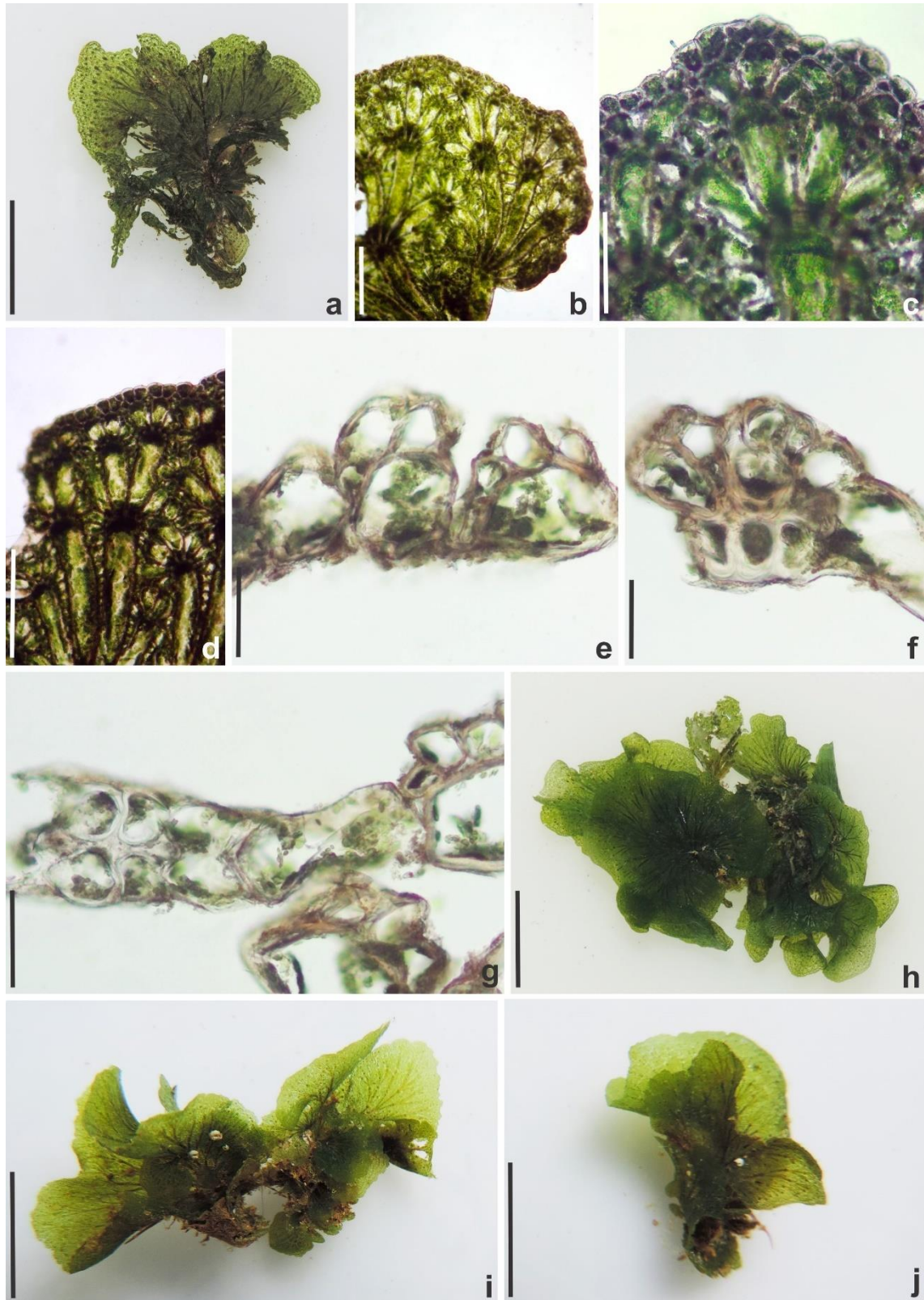
**Figura 10.** **a-b** *Halimeda opuntia*. **a.** Vista superficial dos utrículos primários com aspecto hexagonal. **b.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **c-f** *Halimeda tuna*. **c.** Aspecto geral do talo. **d.** Detalhe dos ramos articulados. **e.** Vista superficial dos utrículos primários. **f.** Detalhe dos utrículos primários e secundários. **g-i** *Penicillus capitatus*. **g.** Aspecto geral do talo. **h.** Detalhe dos filamentos capitulares. **i.** Utrículo do estipe. Barras: Fig. a, b, e, f = 50 $\mu$ m; c, g = 1,5cm; d = 5mm; h = 2mm; i = 150  $\mu$ m.



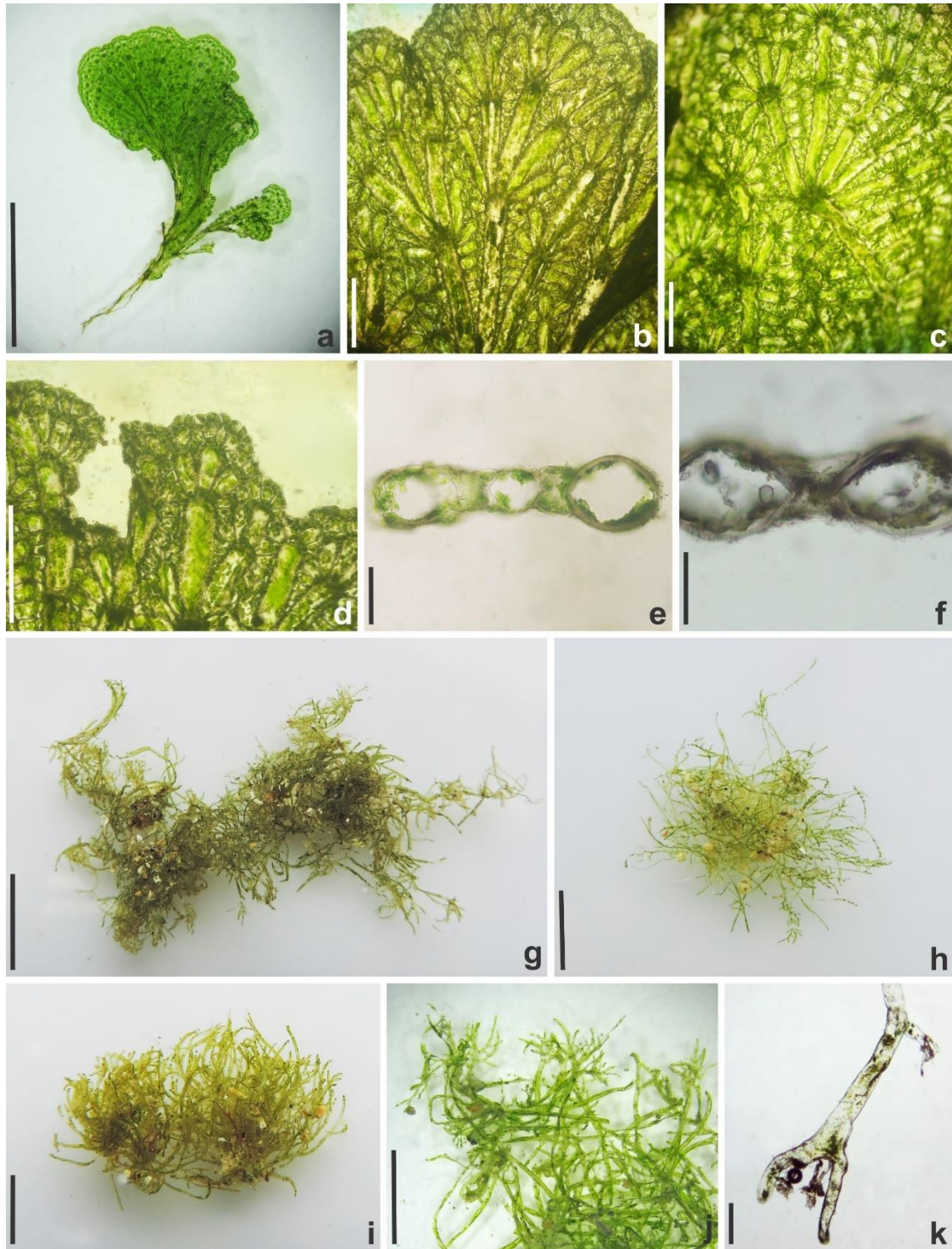


**Figura 11 a-c *Udotea dotyi*.** a. Aspecto geral do talo. b-c. Detalhe da disposição e forma dos utrículos. **d-f. *Udotea flabellum*.** d-e. Aspecto geral do talo. f. Detalhe dos utrículos. Barra: Fig. a = 1cm; b, c, f = 100 $\mu$ m; d, e = 1,5 cm.



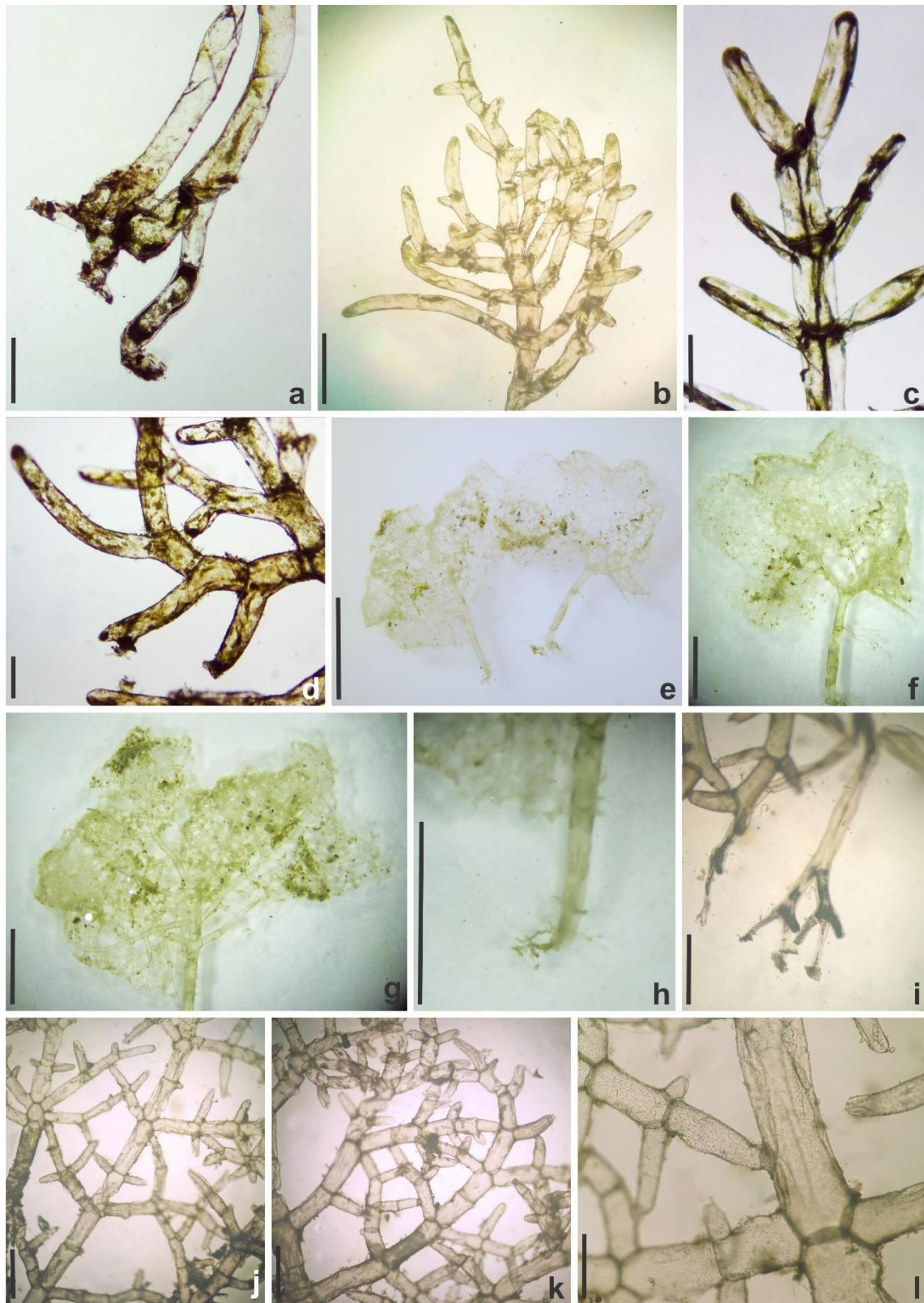


**Figura 12. a-g. *Anadyomene cf. rhizoidifera*.** a. Aspecto geral do talo. **b-d.** Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. **e-g.** Corte transversal exibindo duas a três camadas de células. **h-j *Anadyomene stellata*.** **h-j.** Aspecto geral do talo. Barra: Fig a, h, i, j = 1cm; b = 500 $\mu$ m; c, d = 200 $\mu$ m; e, f, g = 100 $\mu$ m.



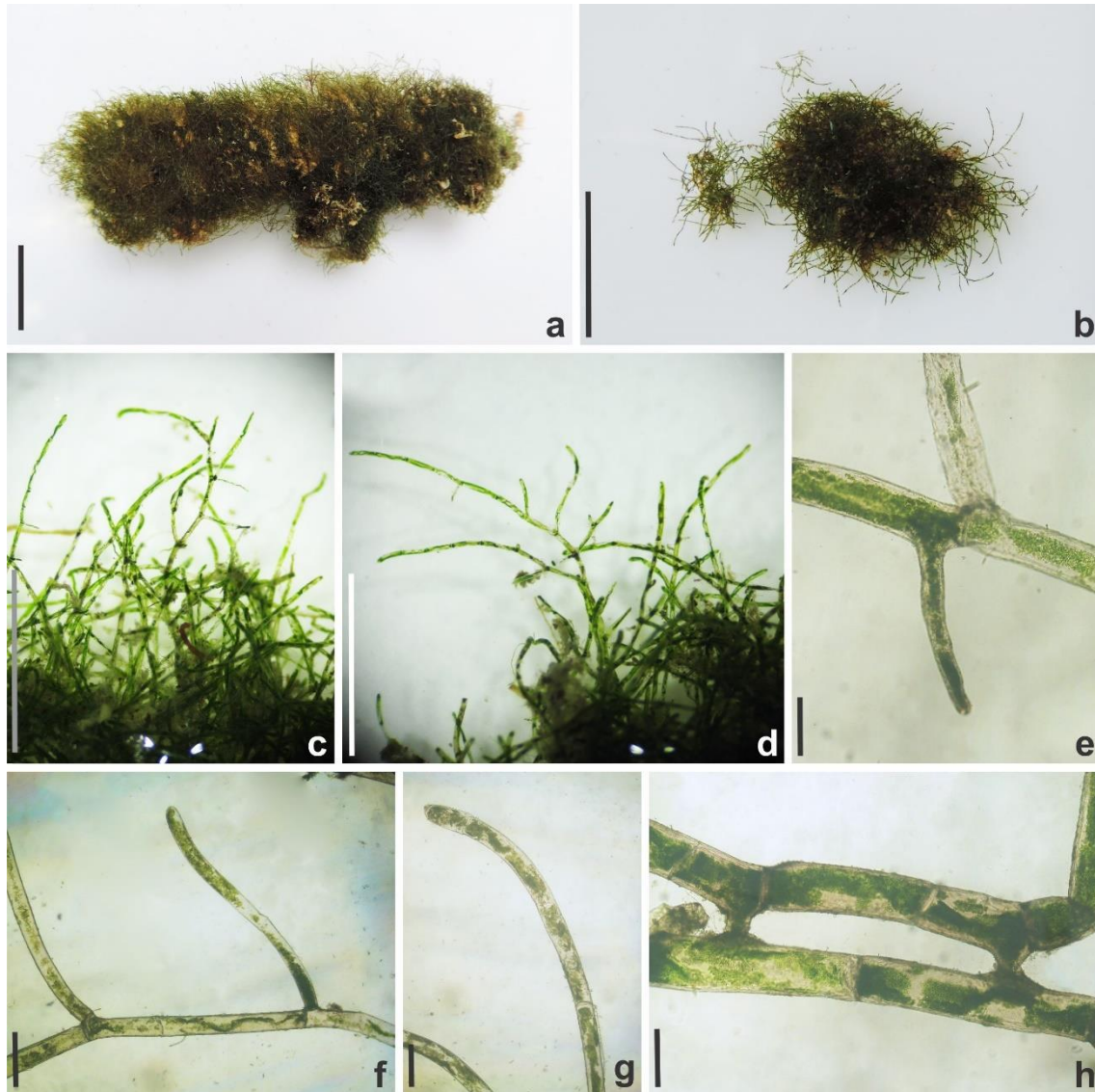
**Figura 13. a-f. *Anadyomene stellata*.** a. Detalhe da lâmina. b-d. Vista superficial das lâminas com células em arranjo pinado. e-g. Corte transversal exibindo uma única camada de células. **g-k. *Boodlea composita*.** g-i. Aspecto geral do talo. j. Detalhe dos ramos de tufos eretos. k. Rizoide multicelular ramificado. Barra: Fig. a = 2,5mm; b, c, d = 500 $\mu$ m; e = 200 $\mu$ m; f, k = 100 $\mu$ m; g, h, i, j = 1cm.





**Figura 14 a-d. *Boodlea composita*.** a. Rizoide multicelular. b-c. Detalhe dos ramos apicais. d. Presença de células tenaculares. **e-l. *Boodlea struveoides*.** e-f. Aspecto geral do talo. g. Detalhe da lâmina densamente ramificada. h-i. Detalhe dos rizoides ramificados. j-k. Detalhe das células

da lâmina reticulada. I. Células tenaculares. Barra: Fig. a, b, d = 100 $\mu$ m; c, l = 250 $\mu$ m; e = 1cm; f, g, h = 2,5mm; i, j, k = 500 $\mu$ m.

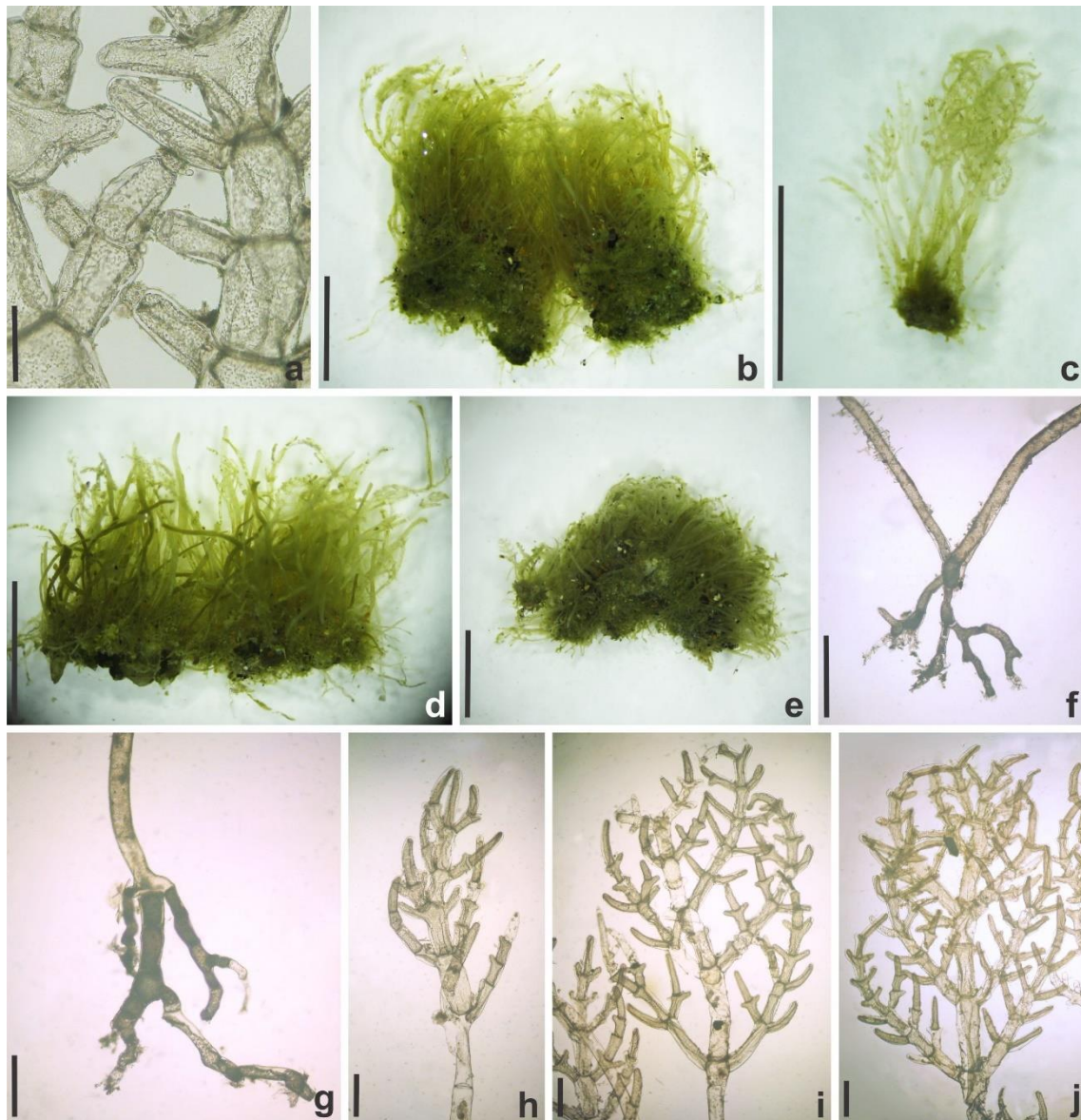


**Figura 15. a-h** *Cladophoropsis membranacea*. **a-b.** Aspecto geral do talo. **c-d.** Detalhe do crescimento semiprostrado dos ramos. **e.** Rizoide sem septo. **f-g.** Células apicais sem septo. **h.** Células tenaculares entre ramos prostrados. Barra: a, b = 1,5cm; c, d = 2,5mm; e,h = 100 $\mu$ m; f, g = 300 $\mu$ m.





**Figura 16. a-i** *Phyllocladon anastomosans*. **a-f**. Aspecto geral do talo. **g**. Detalhe dos rizoides multicelulares ramificados. **h**. Vista superficial da lâmina. **i**. Células tenaculares. Barras: Fig a = 5mm; b, c, d, e, f, g = 2,5mm; h = 500µm; i = 100µm.



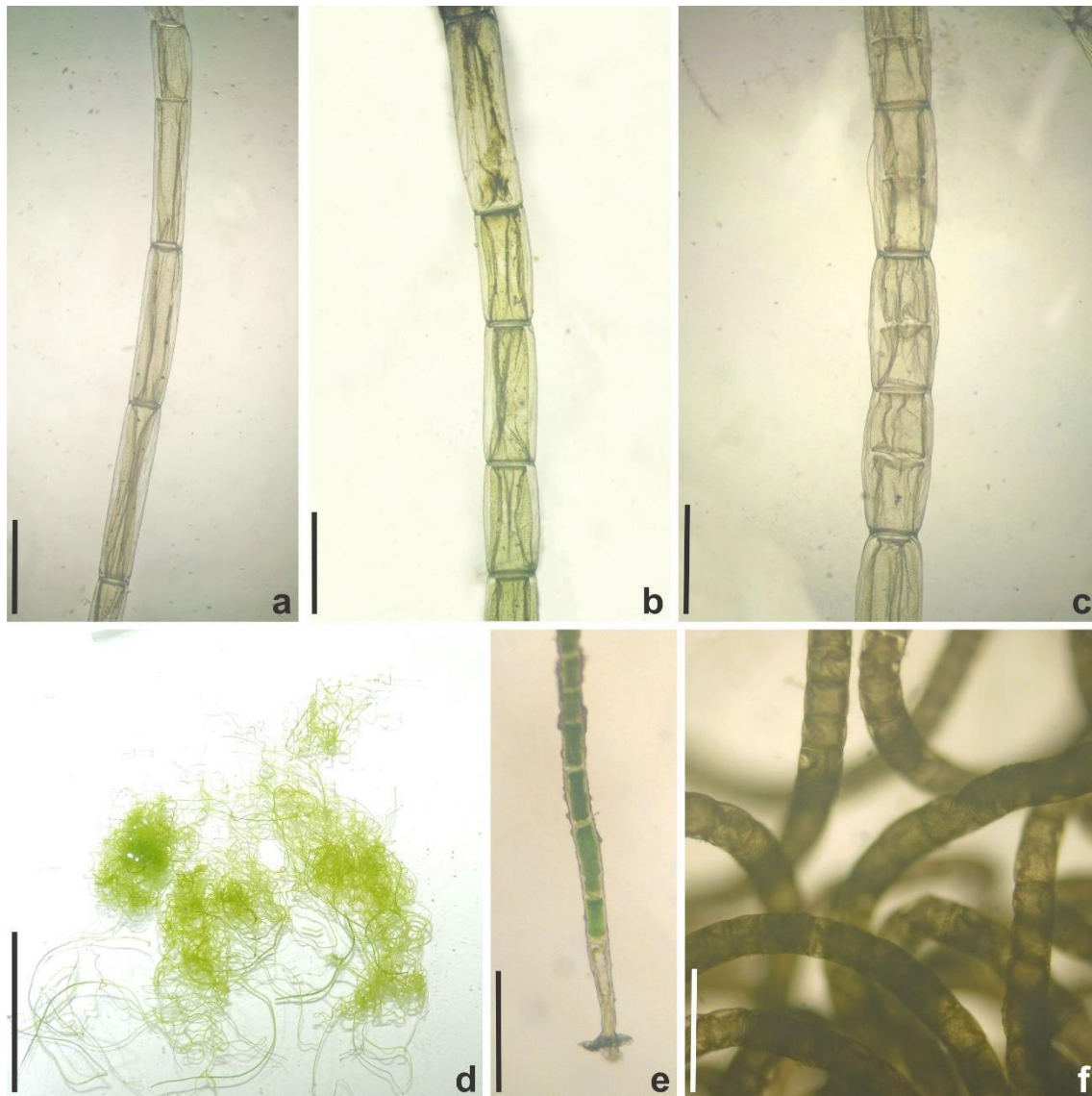
**Figura 17. a** *Phyllocladon anastomosans*. a. Células tenaculares dando reforço estrutural. **b-j** *Phyllocladon sp.* b-e. Aspecto geral do talo. **f-g**. Detalhes dos rizoides multicelulares ramificados. **h-j**. Vista superficial da lâmina. Barras: Fig. a = 150μm; b, c, d, e = 2,5mm; f, g, h, i, j = 500μm.





**Figura 18. a-f *Chaetomorpha aerea*. a-c.** Aspecto geral dos tufos. **d.** Detalhe dos filamentos. **e.** Células basais longas. **f.** Células mediano-apicais. **g-i *Chaetomorpha antennina*. g.** Hábito dos organismos. **h.** Aspecto geral dos tufos. **i.** Célula basal longa com constrições anelares(setas). Barras: Fig. a, b, c, h = 2cm; d = 1cm; e, f, i = 500 $\mu$ m.

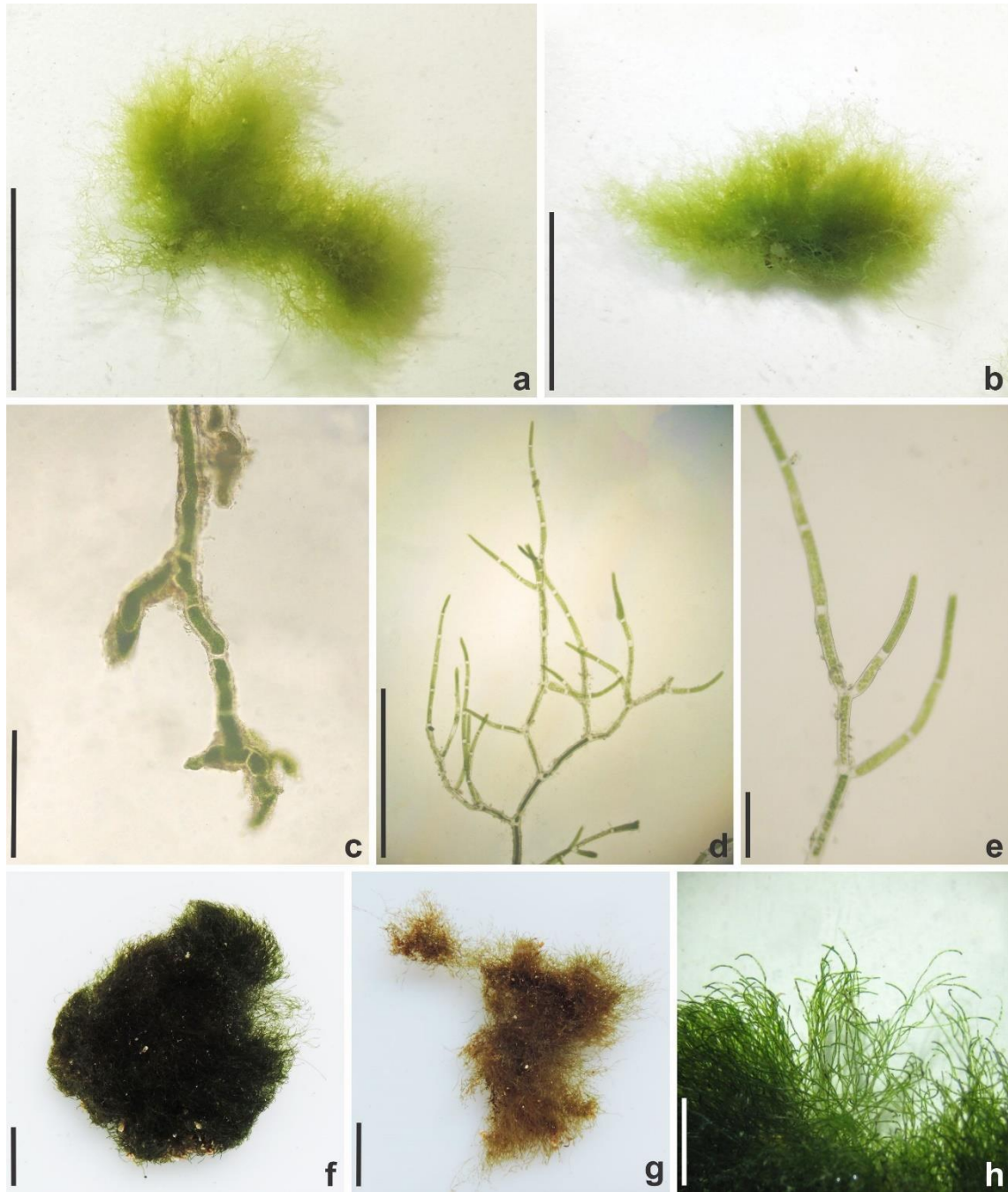




**Figura 19. a-c *Chaetomorpha antennina*. a-b.** Células mediano-apicais. **c.** Células mediano-apicais com divisão intercalar. **d-f *Chaetomorpha brachygona*. d.** Aspecto geral emaranhado dos tufos. **e.** Célula basal curta. **f.** Células mediano-apicais mais largas que altas. Barras: Fig. a, b, c = 500 $\mu$ m; d = 2cm; e = 300 $\mu$ m; f = 200 $\mu$ m.



**Figura 20. a-d. *Chaetomorpha gracilis*.** a. Aspecto geral do tufo. b. Porção basal com célula basal curta. c-d. Células mediano-apicais. e-f. *Chaetomorpha minima*. e. Célula basal curta. f. Células mediano-apicais. g-j. *Chaetomorpha nodosa*. g. Célula basal curta. h. Células mediano-apicais. i. Detalhe dos espessamentos na parede das células. j. Célula apical achatada. Barra: Fig. a = 3cm; b, c, d = 500  $\mu$ m; e, f = 100 $\mu$ m; g, h = 200 $\mu$ m; i, j = 50 $\mu$ m.

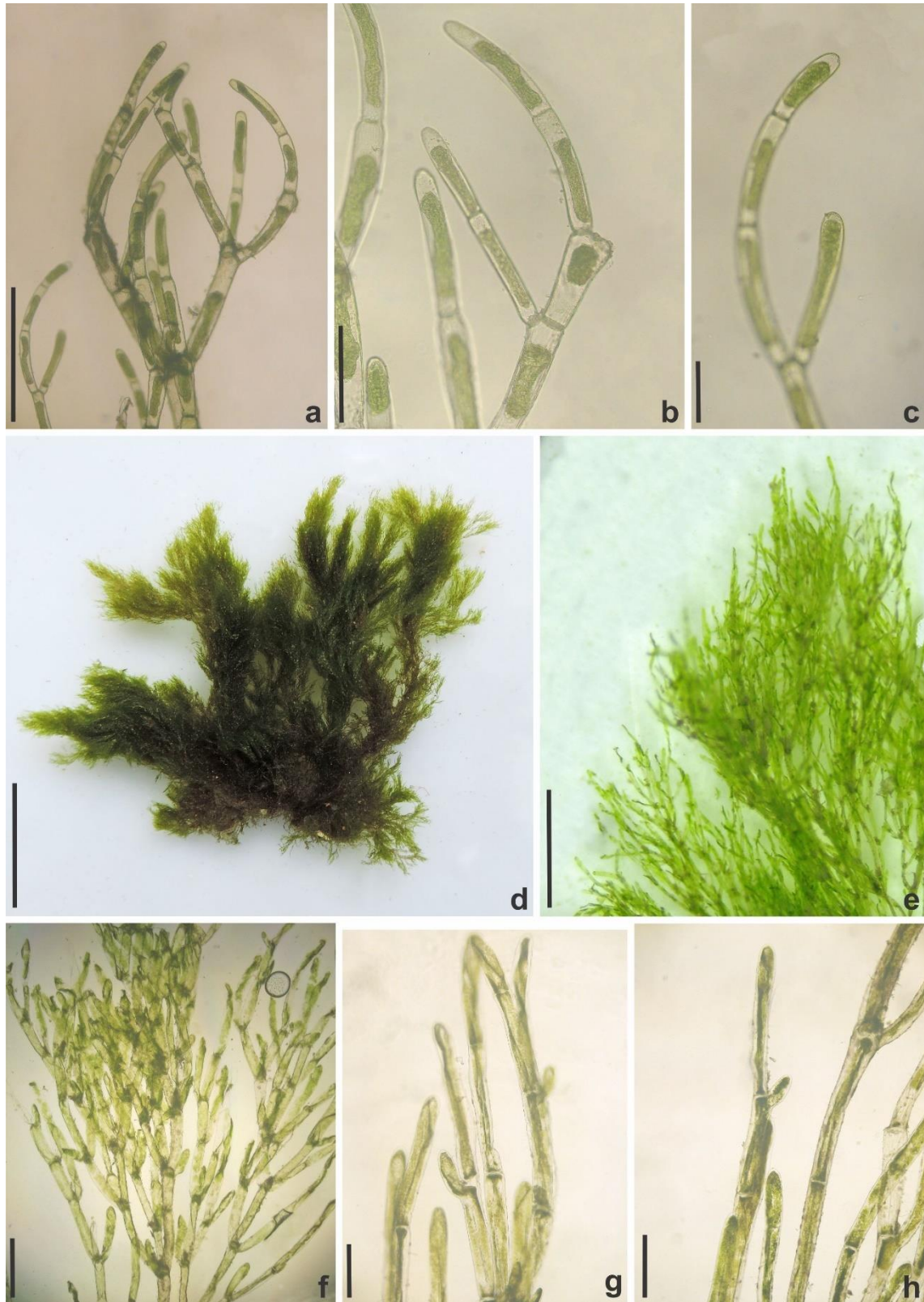


**Figura 21. a-e. *Cladophora brasiliana*.** a-b. Aspecto geral dos talos. c. Célula basal multicelular ramificada. d. Disposição dos ramos. e. Células apicais cilíndricas. **f-h *Cladophora coelothrix*.** f-g. Aspecto geral dos tufos. h. Detalhe do crescimento semiprostrado do ramos. Barra: Fig. a, b, f, g = 1cm; c, e = 200 $\mu$ m; d = 1000 $\mu$ m; h – 2,5mm.





**Figura 22.** a-f *Cladophora coelothrix*. a-b. Detalhe dos ramos semiprostrados. c. Rizoide com conexão aberta. d-f. Células apicais cilíndricas. g-i. *Cladophora dalmatica*. g. Aspecto geral do talo. h. Célula basal ramificada. i. Arranjo acrópeto do talo. Barra: Fig. a, b, h, i = 2,5mm; c, d, e = 200 $\mu$ m; f = 150 $\mu$ m.

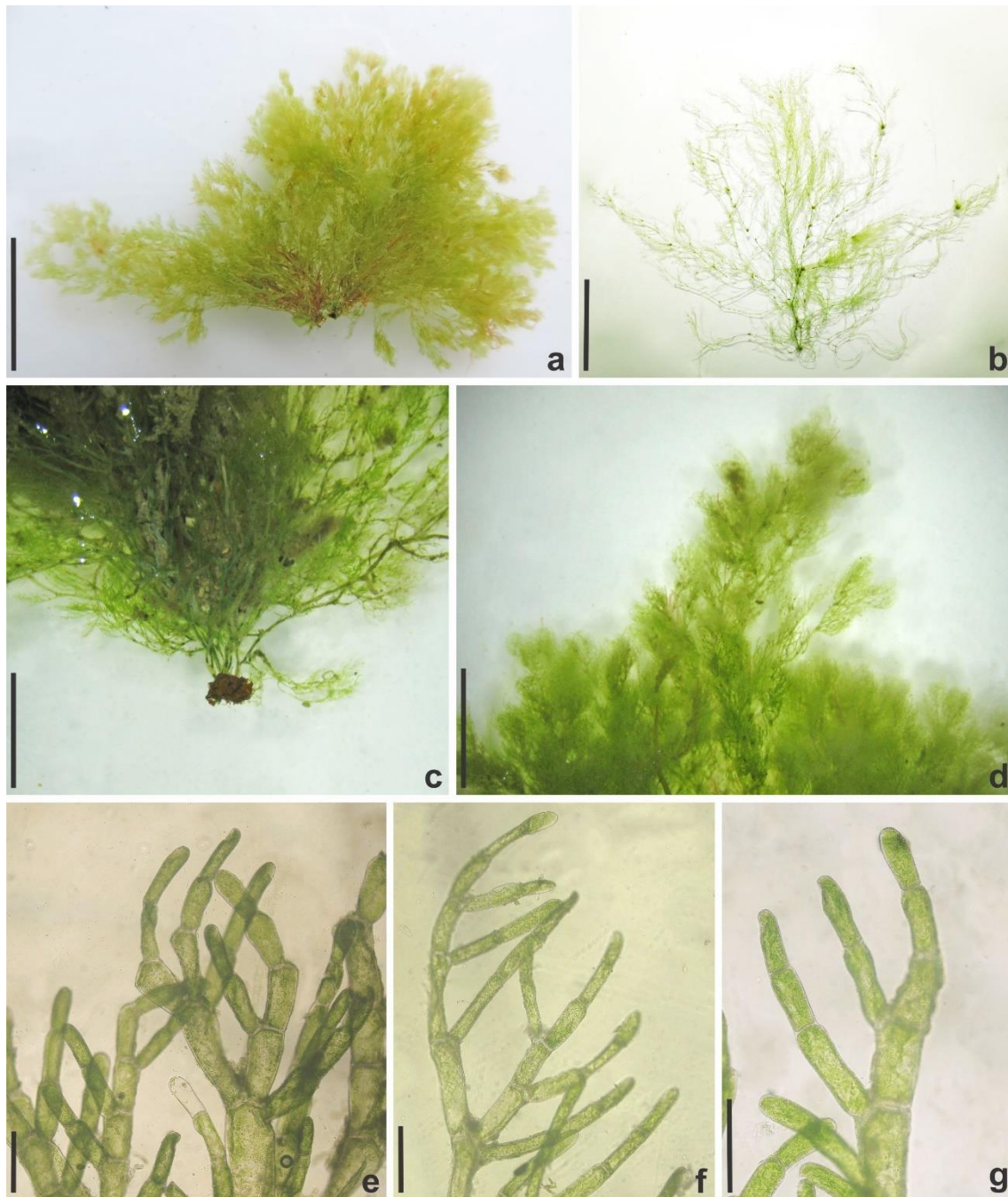


**Figura 23. a-c. *Cladophora dalmatica*.** a. Aspecto refrato falcado dos ramos. b-c. Células apicais cilíndricas. **d-h. *Cladophora laetevirens*.** d. Aspecto geral do talo. e-f. Vista dos ramos. g. Detalhe dos râmulos laterais unicelulares. h. Célula apical. Barra: Fig. a = 1000 $\mu$ m; b, c = 200 $\mu$ m; d = 2cm; e = 2mm; f = 500 $\mu$ m; g, h = 200 $\mu$ m.



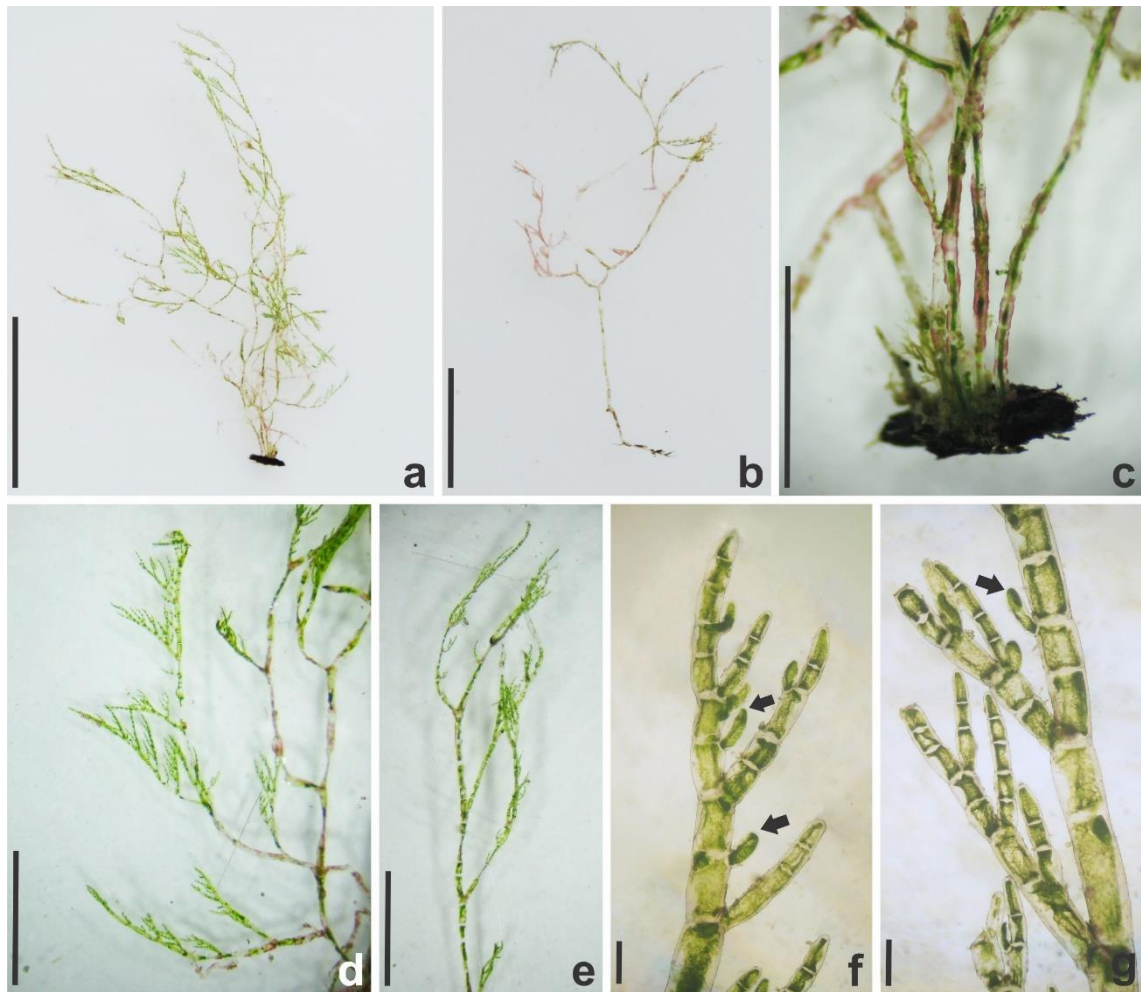


**Figura 24. a-h *Cladophora prolifera*.** **a-b.** Aspecto geral do talo. **c-d.** Arranjo acrópeto do talo. **e.** Rizoides abundantes ramificados aderidos uns aos outros. **f.** Rizoides com constrições anelares (setas). **g.** Detalhe de ramificação politômica. **h.** Células apicais cilíndricas. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 1cm; d = 5mm; e = 2,5mm; f, g, h = 200 $\mu$ m.



**Figura 25. a-g *Cladophora vagabunda*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Célula basal ramificada. **d.** Arranjo acrópeto dos ramos. **e-g.** Ramos com arranjo refrato falcado. Barra: Fig. a, b = 2cm; c, d = 2,5mm; e, f, g = 200 $\mu$ m.



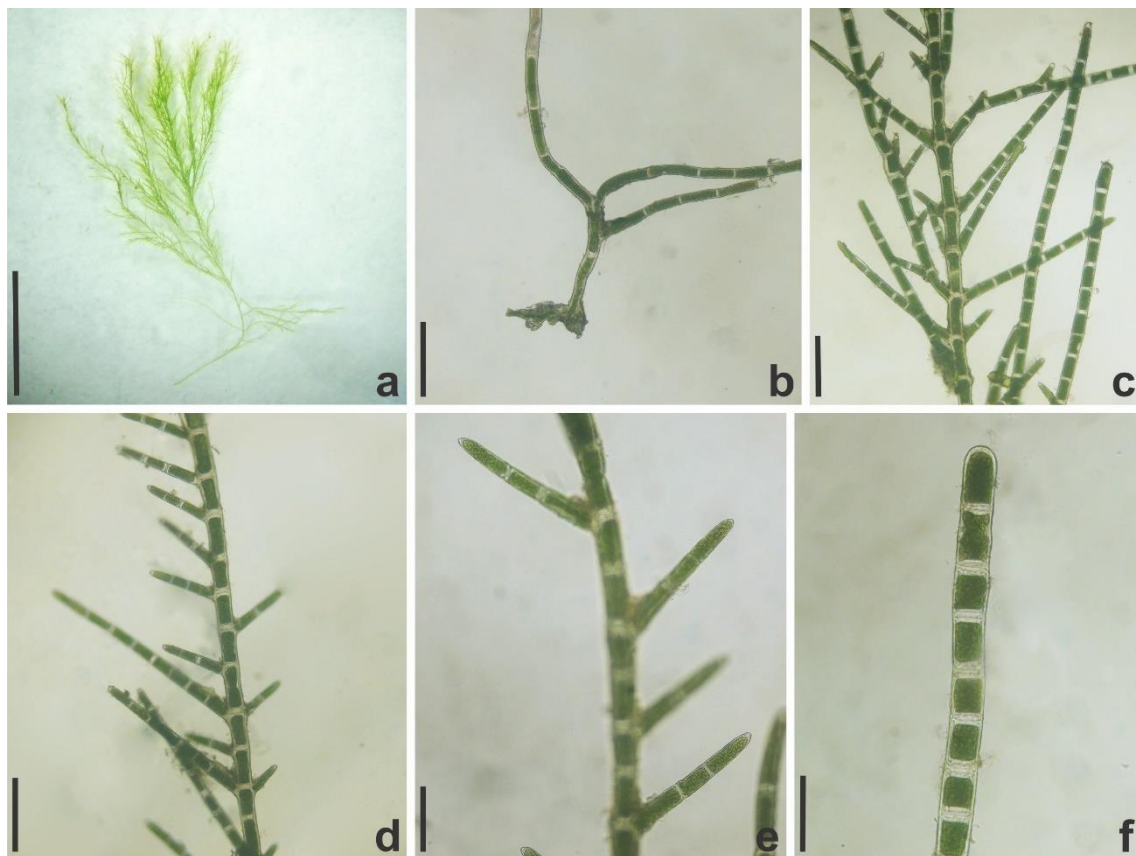


**Figura 26. a-g. *Cladophora vagabunda*.** a-b. Aspecto geral do talo. c. Célula basal cilíndrica longa. d-e. Ramificações subdicotômicas esparsas. f-g. Ramos com células apicais cônicas e râmulos laterais unicelulares (setas). Barra: Fig. a = 2cm; b = 1cm; c = 2mm; d, e = 2,5mm; f-g = 200 $\mu$ m.

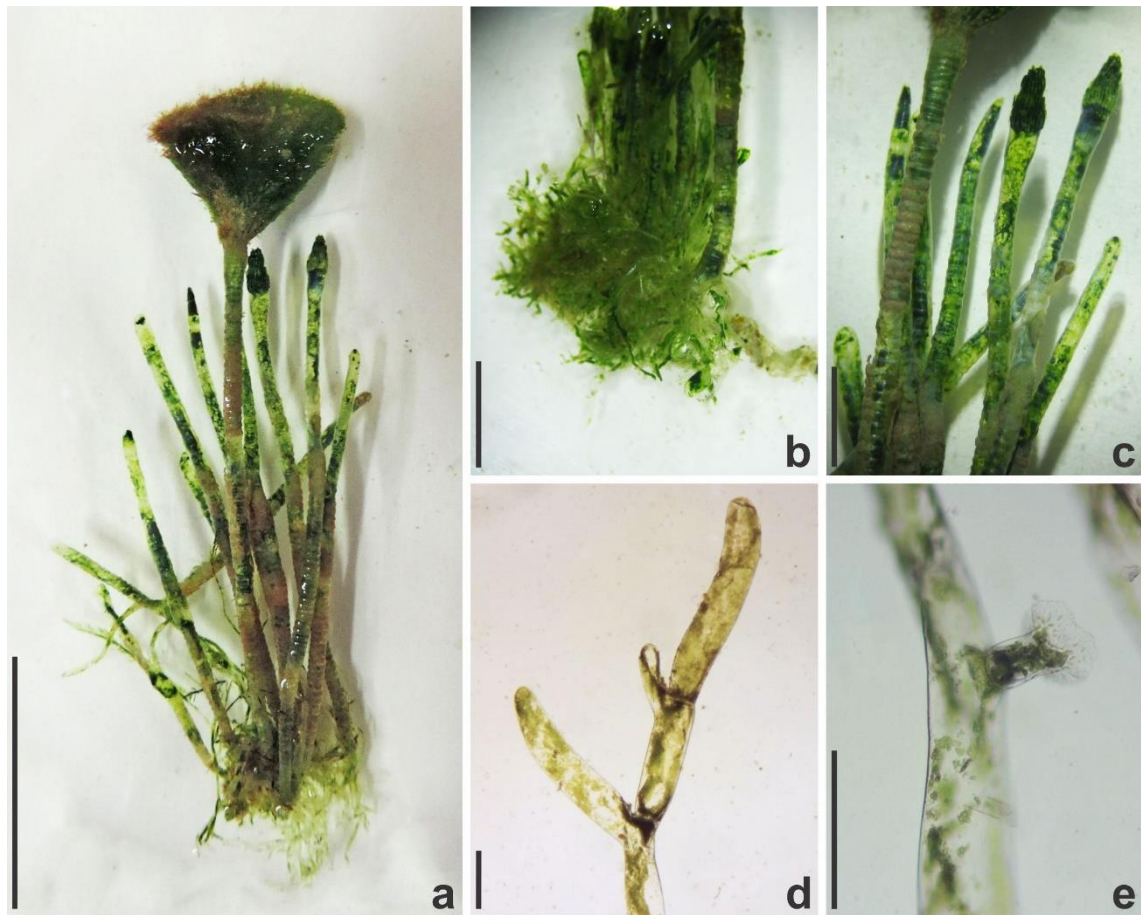




**Figura 27. a-g. *Pseudorhizoclonium mangroviorum*.** a-b. Aspecto geral dos tufos. c. Detalhes dos filamentos emaranhados. d-e. Rizoides intercalares. f-g. Detalhe dos filamentos exibindo células. Barra: Fig. a, b = 2cm; c = 2,5mm; d, e, f, g = 100µm.

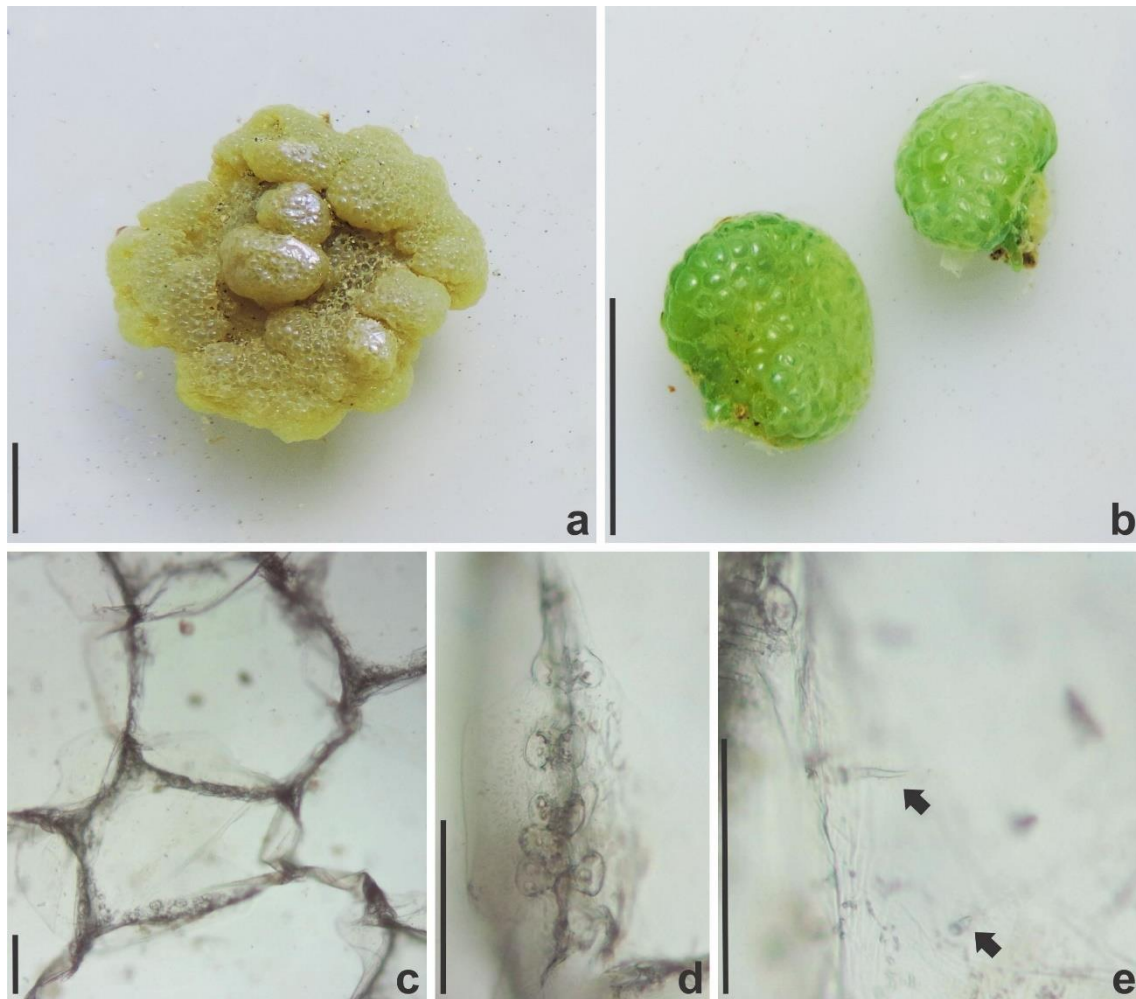


**Figura 28. a-f** *Willeella brachycladus*. **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Célula basal curta ramificada. **c-d.** Disposição dos râmulos. **e-f.** Células apicais cônicas a achatadas. Barra: Fig. a = 5mm; b, c, d = 200 $\mu$ m; e, f = 100 $\mu$ m.

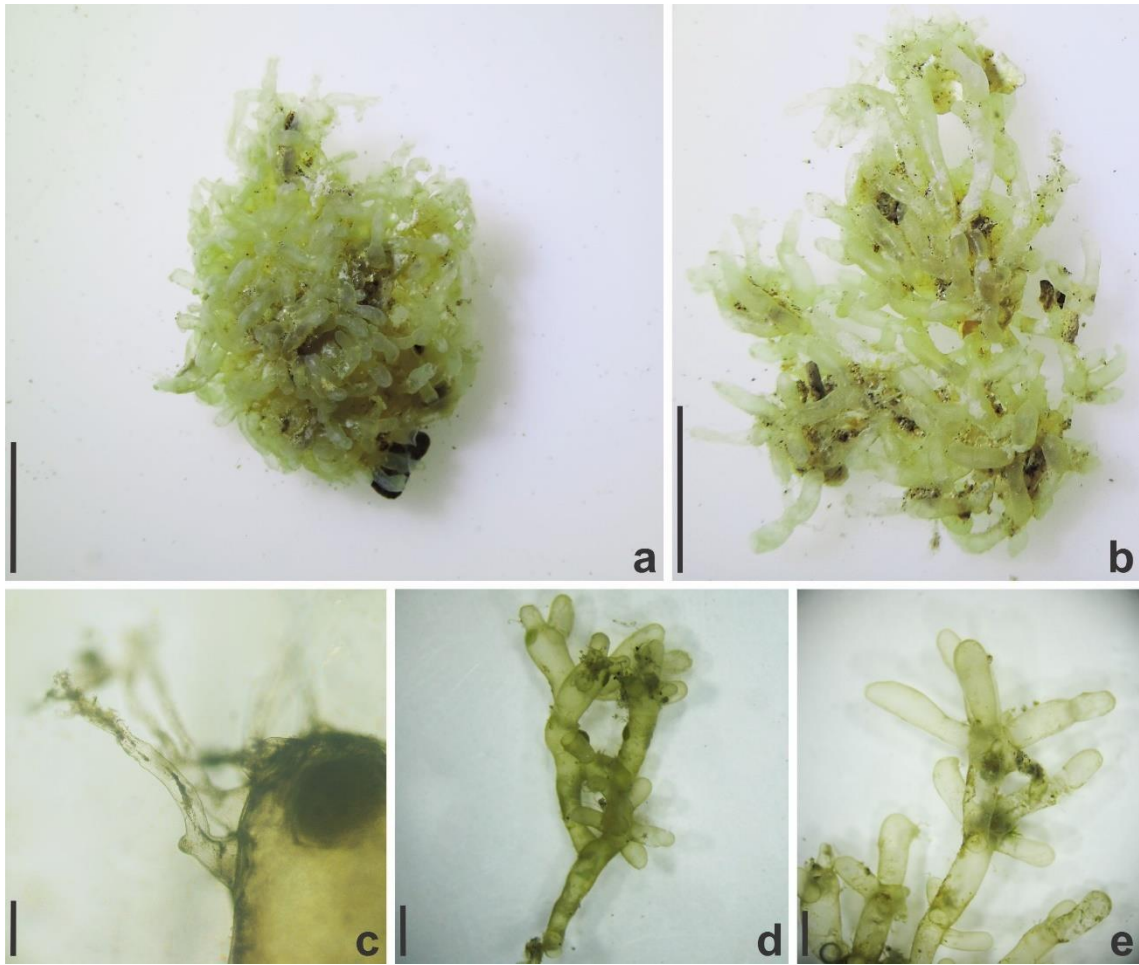


**Figura 29. a-e *Chamaedoris peniculum*.** a. Aspecto geral do talo. b. Porção basal com rizoides ramificados emaranhados. c. Estipe com constrições anelares. d. Filamento capitular ramificado. e. Célula tenacular de filamento capitular. Barra: Fig. a = 1cm; b, c = 2,5; d = 200 $\mu$ m; e = 100 $\mu$ m.

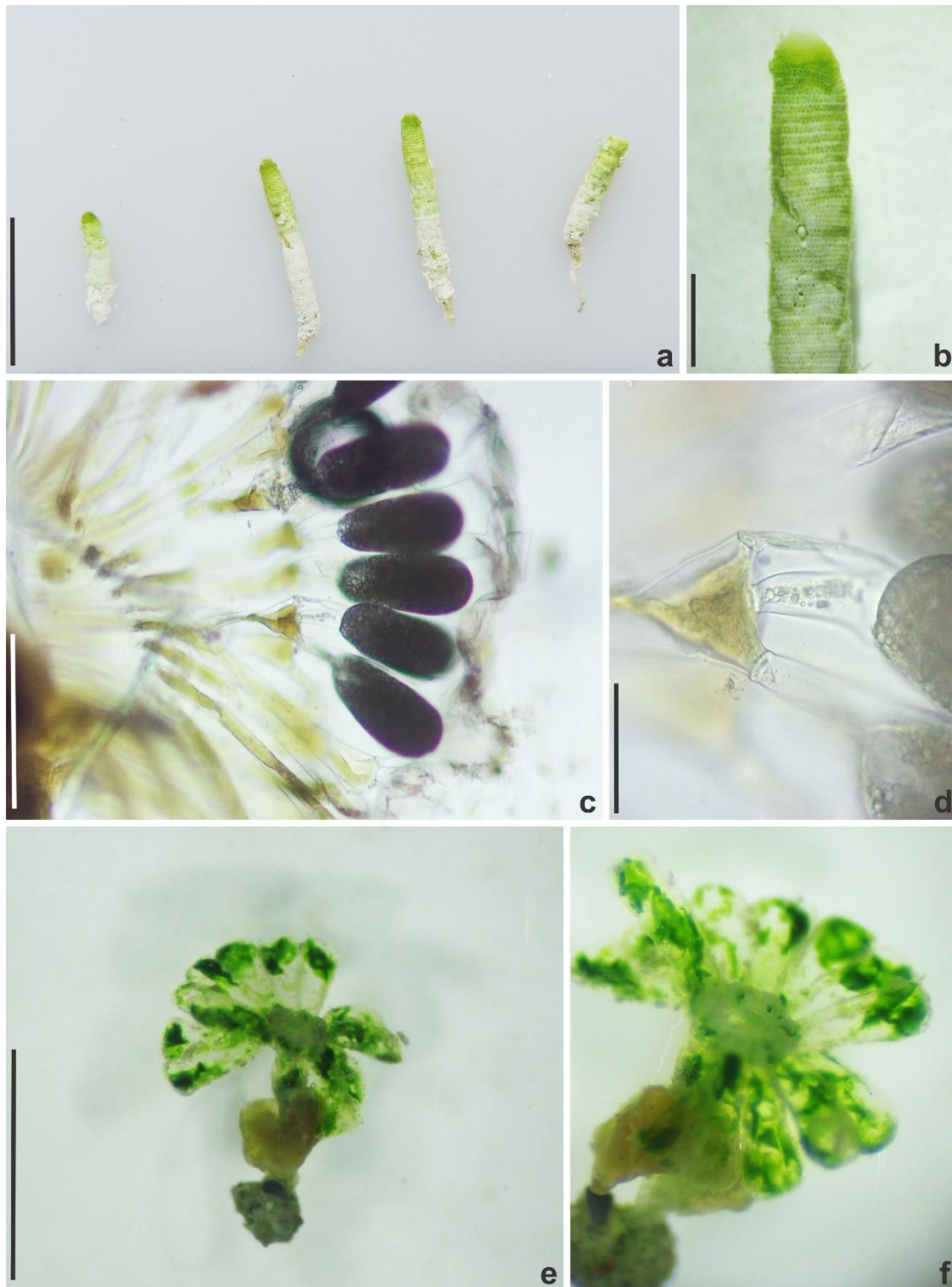




**Figura 30. a-e *Dictyosphaeria versluisii*.** a-b. Aspecto geral dos talos globosos. c. Células infladas poligonais. d. Células tenaculares aderindo células umas as outras. e. Espinhos na parede celular interna. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200 $\mu$ m; d, e = 50  $\mu$ m.

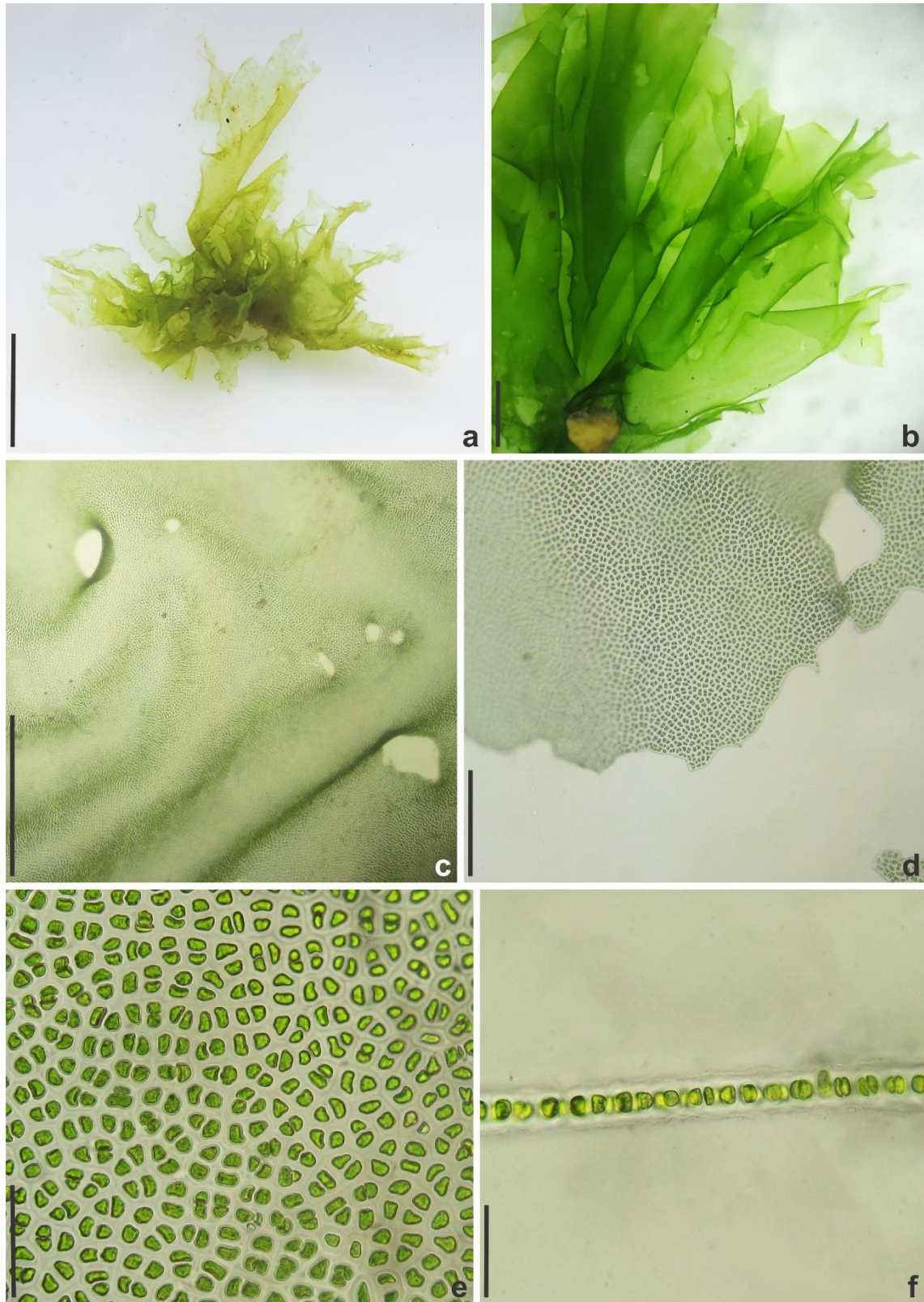


**Figura 31. a-e *Valonia aegagropila*. a-b.** Aspecto geral do talo. **c.** Células rizoidais ramificadas. **d-e.** Detalhe das células vesiculares ramificadas. Barra: Fig. a, b = 1cm; c = 200 $\mu$ m; d, e = 1mm.



**Figura 32.** *Neomeris annulata*. **a.** Aspecto geral dos indivíduos. **b.** Detalhe do talo com anéis de calcificação. **c-d.** Detalha dos gametângios com septo. **e-f** *Parvocaulis myriosporus*. **e.** Aspecto geral do talo. **f.** Detalhes dos segmentos. Barra: Fig. a = 1cm; b, e = 1mm; c = 200µm; d = 50µm



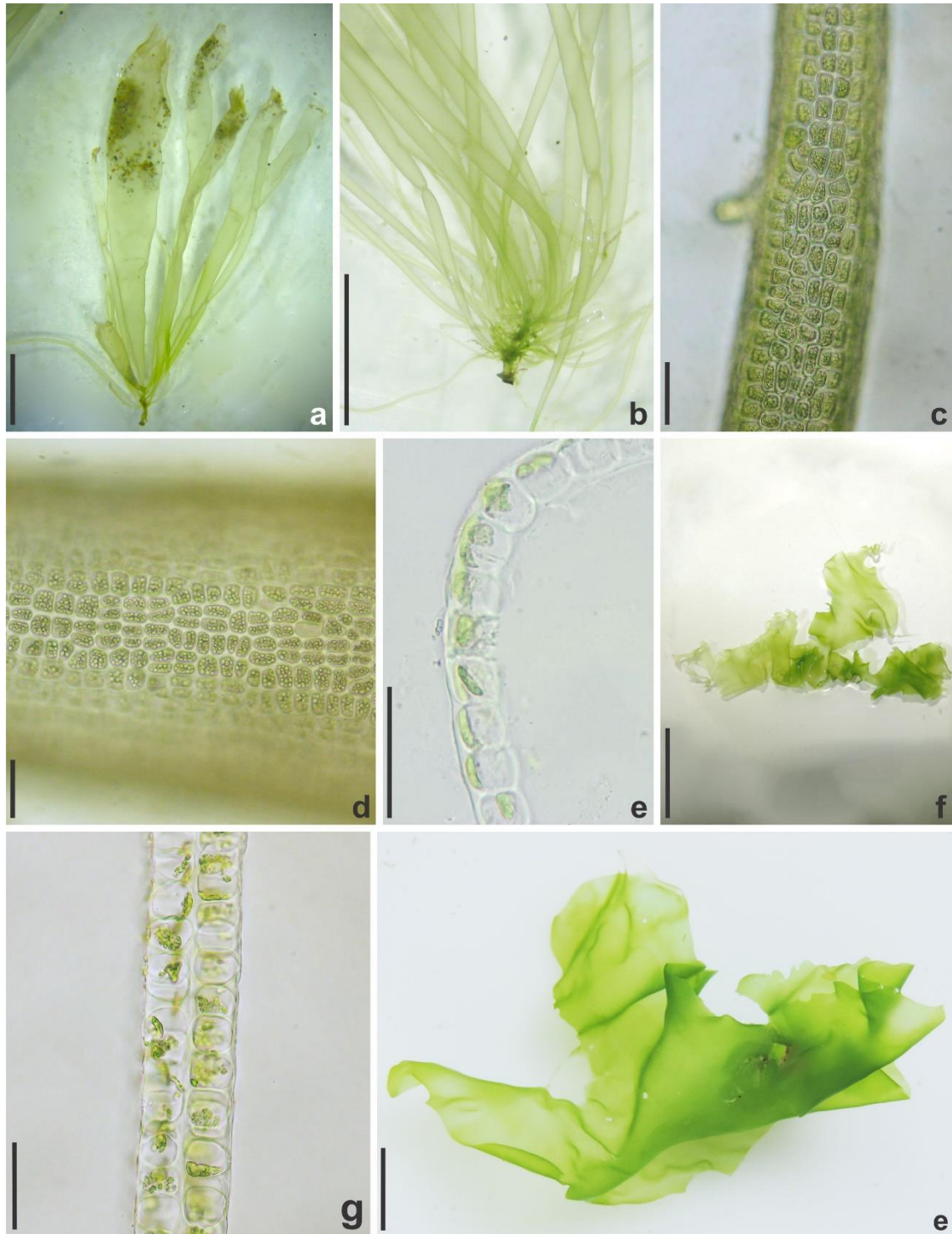


**Figura 33. a-f. *Gayralia brasiliensis*.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Detalhe das margens irregulares. **c.** Presença de perfurações nas frondes. **d.** Presença de denticulações nas margens. **e.** Vista superficial das células. **f.** Corte transversal da lâmina monostromática. Barra: Fig. a = 1cm; b = 1mm; c = 500 $\mu$ m; d = 200 $\mu$ m; e-f = 50 $\mu$ m.

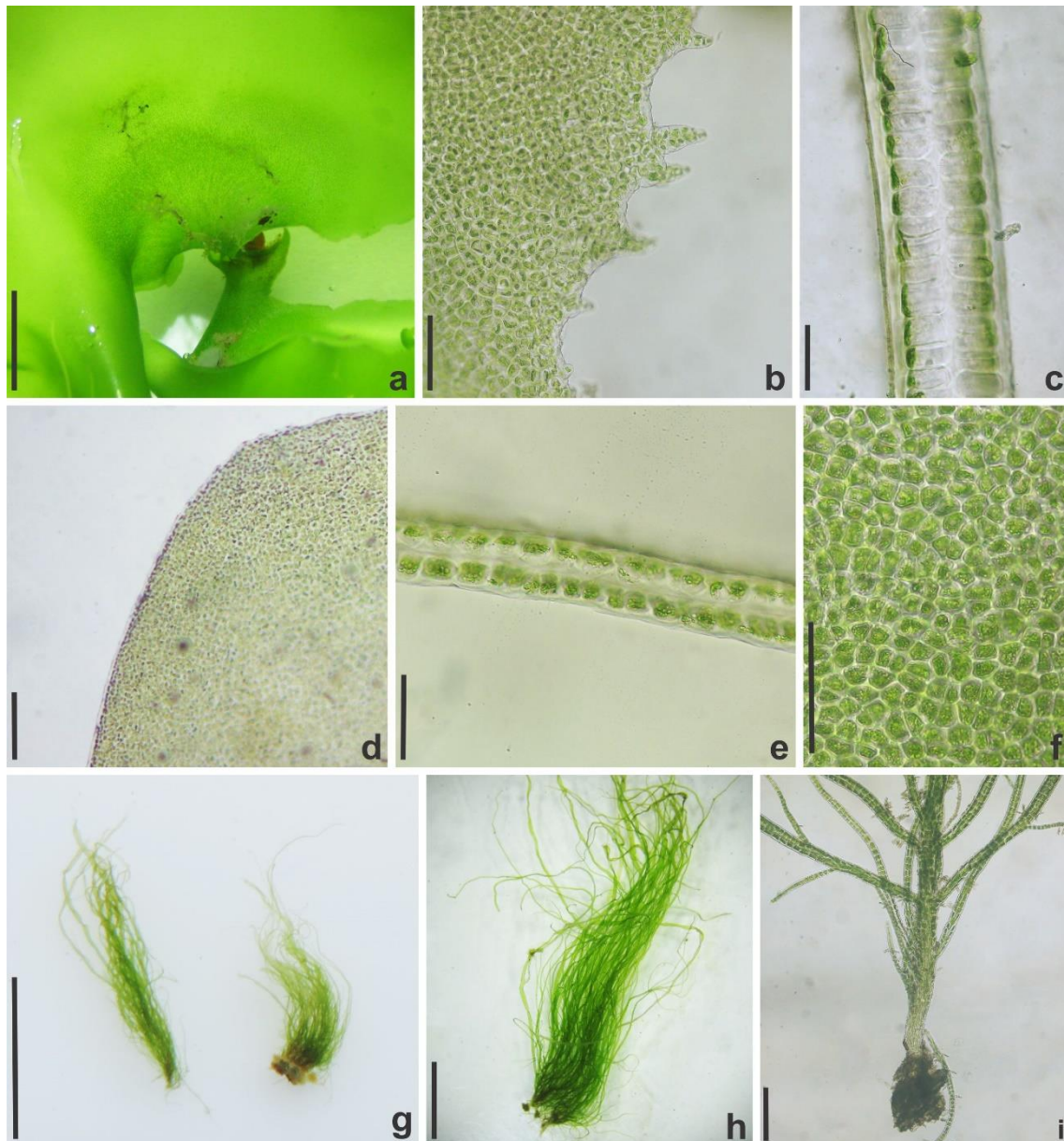


**Figura 34. a-c *Ulva chaetomorphoides*.** a. Aspecto geral do tufo. b. Detalhe dos filamentos emaranhados. c. Corte transversal do filamento com 4 células formando tubo. **d-h. *Ulva chaugulii*.** d-e. Aspecto geral do talo. f. Porção basal do tubo com células mais ou menos organizada em fileiras longitudinais. g. Vista superficial das células da porção mediana com células mais ou menos organizadas em fileira longitudinal. h. Corte transversal do tubo. Barra: Fig. a = 1cm; b , g = 50µm; c = 25µm; d, e = 2mm; f = 200µm; h = 100µm.



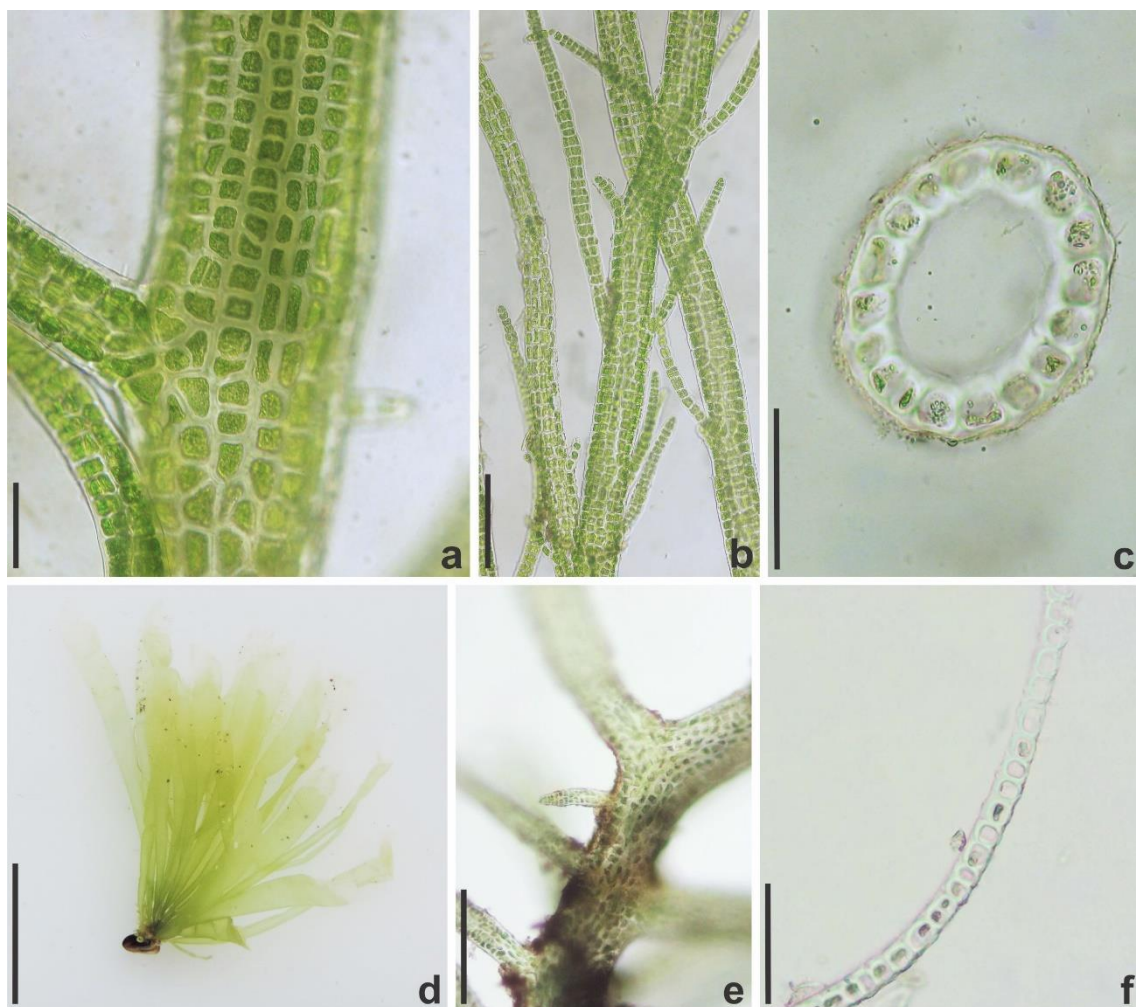


**Figura 35. a-d *Ulva cf. flexuosa*.** a. Aspecto geral do talo. b. Ramificações abundantes na base do talo. c-d. Células mais ou menos organizadas em fileiras longitudinais. d. Corte transversal do tubo. **f-g. *Ulva cf. lactuca*.** f. Aspecto geral do talo. g. Corte transversal. **e. *Ulva ohnoi*.** e. Aspecto geral do talo. Barra: Fig. a, b = 2mm; c, d, e, g = 50  $\mu$ m.; f = 2cm; e = 1cm.

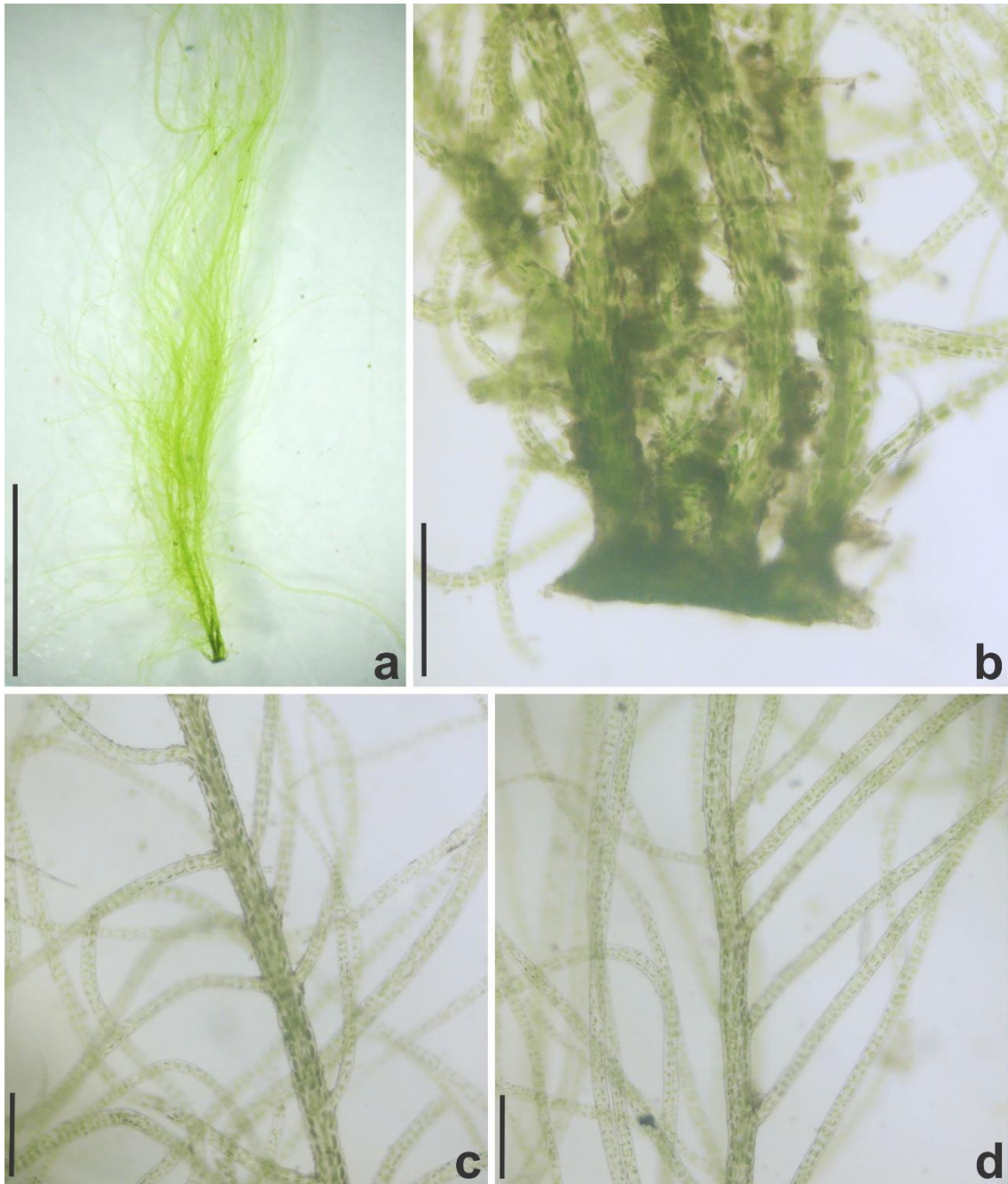


**Figura 36. a-f. *Ulva ohnoi*.** **a.** Detalhe do apressório espessado. **b.** Detalhe das denticulações microscópicas na margem. **c.** Corte transversal da porção basal com células mais altas que largas. **d.** Detalhe das margens sem denticulações. **e.** Corte da porção apical com células quadráticas. **f.** Vista superficial das células da lâmina. **g-i *Ulva cf. prolifera*.** **g-h.** Aspecto geral do talo. **i.** Detalhe do apressório com abundantes râmulos e proliferações. Barra: Fig. a, h = 2mm; b, f, i = 100 $\mu$ m; c, e = 50 $\mu$ m; d = 200 $\mu$ m; g = 1cm.





**Figura 37. a-c *Ulva cf. prolifera*.** a. Vista superficial com células organizadas em fileiras longitudinais. b. Presença de abundantes proliferações ao longo do talo. c. Corte transversal do talo. **d-f. *Ulva tepida*.** d. Aspecto geral do talo. e. Porção basal com células em fileiras longitudinais. f. Corte transversal da porção mediano-apical. Barra: Fig. a, c = 50 $\mu$ m; b, e = 200 $\mu$ m; d = 1cm; f = 100 $\mu$ m.



**Figura 38. a-d *Ulva* sp.** **a.** Aspecto geral do talo. **b.** Apressório discoide dos filamentos. **c-d.** Detalhe dos filamentos densamente ramificados por toda extensão do talo. Barra: Fig. a = 2mm; b, c, d = 50µm

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

- No presente estudo foram referidas 54 espécies de macroalgas verdes marinhas para costa de Alagoas;
- Dezesete espécies tiveram sua distribuição ampliada e constituem novas ocorrências para a costa de Alagoas;
- *Udotea dotyi*, *Ulva chaugulii* e *U. tepida* são referidos pela primeira vez na costa Brasileira com base nos marcadores *barcode* de algas verdes;
- Foi possível confirmar a identidade de *Caulerpa microphysa*, *Halimeda incrassata*, *H. opuntia* com base em sequências de *tufA*, assim como de *Anadyomene stellata*, *Chaetomorpha anteninna*, *Ch. gracilis* e *Dictyosphaeria versluysii* com base em sequências de LSU e SSU rDNA.
- *Gayralia brasiliensis* e *Ulva ohnoi* foram referidas pela primeira para a costa de Alagoas, com base em sequências de ITS para *Gayralia*, e *tufA* e *rbcL* para *Ul. ohnoi*;
- *Pseudorhizoclonium mangroviorum* teve sua distribuição ampliada para a costa Nordeste do Brasil, com base LSU e SSU rDNA;
- Os representantes do Complexo *Boodlea composita* da costa brasileira são posicionados em três clado diferentes (SSU) ou um único clado (LSU);
- *Cladophora vagabunda* da costa brasileira representa complexo com duas espécies crípticas;
- “*Cladophora prolifera*” e “*Cl. coelothrix*” da costa brasileira correspondem a espécies crípticas;
- Propomos *Anadyomenaceae* gen et sp. nov. para os representantes de *C. coelothrix* com base em sequências de LSU e SSU rDNA;
- Os dados ampliam a riqueza conhecida para costa de Alagoas de 39 para 56 espécies;

## LISTA DE REVISTAS

---

Acta Botanica Brasilica – Link de acesso às normas: <  
<http://acta.botanica.org.br/instructions/> >

Phycologia – Link de acesso às normas: <  
<https://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=uphy20> >

Iheringia – Link de acesso às normas: <  
<https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/about/submissions> >

## ANEXOS

---

**Anexo 1.** Informações das sequências de Bryopsidales obtidas no Genbank utilizadas nas análises filogenéticas.

<b>Acesso</b>	<b>Gênero</b>	<b>Táxon</b>	<b>Localidade</b>	<b>Autor</b>	<b>tufA</b>	<b>rbcL</b>
KC153497	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	India: Okha, Gujarat	Kazi <i>et al.</i> (2013)	x	
AF417961	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>		Famá <i>et al.</i> (2002)	x	
DQ652522	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652520	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652519	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652518	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652515	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
FM956025	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Tanzania	Draisma <i>et al.</i> (2008)	x	
FM956022	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i> *	Indonesia: West Papua, Raja Ampat	Draisma <i>et al.</i> (2008)	x	
DQ652511	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652512	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
DQ652513	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa microphysa</i>	Florida	Stam <i>et al.</i> (2006)	x	
JN851135	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa cactoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2014)	x	
AJ417969	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa cactoides</i>		Famá <i>et al.</i> (2002)	x	
JN817650	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa cactoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2014)	x	
JN851134	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa cactoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2014)	x	
AJ417968	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa geminata</i>		Famá <i>et al.</i> (2002)	x	
AJ417960	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa geminata</i>		Famá <i>et al.</i> (2002)	x	
KF649969	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2013)	x	
KF649890	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2013)	x	
KF649887	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2013)	x	
KF649886	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2013)	x	
KF649882	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	Australia	Belton <i>et al.</i> (2013)	x	
FM956039	<i>Caulerpa</i>	<i>Caulerpa sedoides</i>	New Zealand: Wellington	Draisma <i>et al.</i> (2008)	x	
AB899315	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Okinawa, Japan	Kojima <i>et al.</i> (2015)	x	



AB899314	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Okinawa, Japan	Kojima <i>et al.</i> (2015)	x
EF667066	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Frech Polynesia: Moore, Cook Bay	Verbruggen <i>et al.</i> (2007)	x
FJ624690	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Phillipines: Cebu, Daanbantayan, Malapascua	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624689	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Phillipines: Cebu, Badian, Zaragosa	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
JN644712	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Frech Polynesia: Moorea	Dijoux <i>et al.</i> (2012)	x
JN644710	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Frech Polynesia: Moorea	Dijoux <i>et al.</i> (2012)	x
KU361895	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Japan:Aragusuku, Miyako	Sauvage <i>et al.</i> (2016)	x
AB899305	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Okinawa, Japan	Kojima <i>et al.</i> (2015)	x
FJ624644	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Wallis and Futuna: Wallis Island	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624643	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Rangiroa, Avatoru	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624658	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Tanzania: Kunduchi	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624657	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Tahiti, Punaauia	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624656	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Tahiti, Faaa	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624655	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Moorea	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624654	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Phillipines: Malapascua	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624653	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Phillipines: Cebu, Mactan Island	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624652	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	New Caledonia	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624651	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Tahiti	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624549	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Australia: Queensland, One tree Island	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624548	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	Phillipines: Luzon, Sorsogon, Bulusan, Dapdap	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
FJ624709	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda distorta</i>	French Polynesia: Rangiroa Atoll, Tiputa	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
AM049959	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda incrassata</i>	USA:Hawaii	Verbruggen <i>et al.</i> (2005)	x
AM049958	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda incrassata</i>	Bahamas: Lee Stocking Island	Verbruggen <i>et al.</i> (2005)	x
AM049957	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda incrassata</i>	French Polynesia:Moorea	Verbruggen <i>et al.</i> (2005)	x
FJ624534	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda incrassata</i>	British Virgin Oslands: Jost Van Dyke Island	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x

AM049963	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda simulans</i>	Jamaica: Discovery Bay	Verbruggen <i>et al.</i> (2005)	x
KT781887	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil: Pernambuco	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781888	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil: Pernambuco	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781889	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil: Pernambuco	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781890	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil: Pernambuco	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781891	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil: Paraíba	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781892	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Rio Grande do Norte	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781893	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Rio Grande do Norte	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781897	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Alagoas	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781898	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Alagoas	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781899	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Alagoas	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781900	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Bahia	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
KT781901	<i>Halimeda</i>	<i>Halimeda opuntia</i>	Brazil:Bahia	Ximenes <i>et al.</i> (2017)	x
MG784887	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	Antigua and Barbuda: Antigua, five islands	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784886	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784885	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	France: Guadeloupe, Ilet Gosier	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784882	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dotyi</i>	Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784881	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dotyi</i>	Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784880	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	Antigua and Barbuda: Antigua, Nanton	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784879	<i>Udotea</i>	<i>Udotea occidentalis</i>	Ponit	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784872	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	France: Guadeloupe, Deshais	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784871	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	USA: Florida, Upper Matecombe Key, Islamorada	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784869	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	France: Guadeloupe	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
			Saint Vincent and the Grenadines: Union Island, Happy Island Lagoon	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x

MG784867	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	France: Martinique, Point Burgos Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784866	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>		Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784864	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	France: Martinique, Nord Case Pilote	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784863	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	France: guadeloupe	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784862	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	France: Martinique, le diamant	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784861	<i>Udotea</i>	<i>Udotea sp.</i>	Saint lucia: Pigeon Island Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784860	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	Saint Vincent and the Grenadines: Union Island, Happy Island Lagoon	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784859	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>		Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784856	<i>Udotea</i>	<i>Udotea sp.</i>	France: Saint-Martin, Rocher Creole Saint Vincent and the grenadines: union islands	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784854	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dotyi</i>		Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784853	<i>Udotea</i>	<i>Udotea cyathiformis</i>	France: Martinique, Nord Case Pilote	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784852	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	France: Guadeloupe Saint Vincent and the Grenadines: Bequia, Wash Rock	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784851	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>		Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784850	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dixonii</i>	France: Guadeloupe, Tete a L'Anglais	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784849	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dotyi</i>	France: Martinique, Point Burgos Saint Vincent and the Grenadines: Saint Vincent, Blue Lagoon	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784848	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	Saint Vincent and the Grenadines: Saint Vincent, Blue Lagoon	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784847	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>		Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784838	<i>Udotea</i>	<i>Udotea flabellum</i>	France: Guadeloupe, Ilet Gosier	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784876	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus capitatus</i>	France: Guadeloupe, Ilet Gosier	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784875	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus capitatus</i>	Panamá: San Blas	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784874	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus capitatus</i>	France: Guadeloupe	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x

MG784868	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus capitatus</i> <i>Tydemanina</i>	France: Saint-Martin, Trou David, Cote Nord Terres Basses	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
AY942161	<i>Tydemanina</i>	<i>expeditionis</i>		Lam & Zechman	x
MK460432	<i>Udotea</i>	<i>Udotea geppiorum</i>	Fiji	Sauvage <i>et al.</i> (2019)	x
MK460431	<i>Udotea</i>	<i>Udotea geppiorum</i>	USA: Maui, Hawaii	Sauvage <i>et al.</i> (2019)	x
MK460430	<i>Udotea</i>	<i>Udotea geppiorum</i>	USA: Hawaii	Sauvage <i>et al.</i> (2019)	x
MG784884	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus dumentosus</i>	Antigua & Barbuda: Antigua, Five Islands	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784818	<i>Udotea</i>	<i>Udotea dixonii</i>	France: Guadeloupe, Tete a l'Anglais Saint Vincent and the Grenadines: Bequia,	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784883	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus pyriformis</i>	Wash Rock Saint Vincent and Grenadines: Union Island,	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MG784878	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus dumentosus</i>	Frigate Island Lagoon	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x
MN150016	<i>Flabellia</i>	<i>Flabellia petiolata</i>	British Isles	Díaz-Tapia <i>et al.</i> (2020)	x
MN150015	<i>Flabellia</i>	<i>Flabellia petiolata</i>	British Isles	Díaz-Tapia <i>et al.</i> (2020)	x
FJ432640	<i>Flabellia</i>	<i>Flabellia petiolata</i>	Spain: Cataluna, Palamos, Cala Corbs	Verbruggen <i>et al.</i> (2009)	x
MG784884	<i>Penicillus</i>	<i>Penicillus dumentosus</i>	Antigua and Barbuda: Antigua, Five Islands	Lagourgue <i>et al.</i> (2018)	x

**Anexo 2.** Informações das sequências de Ulvales obtidas no Genbank utilizadas nas análises filogenéticas.

<b>Acesso</b>	<b>Gênero</b>	<b>Táxon</b>	<b>Localidade</b>	<b>Autor</b>	<b>tufA</b>	<b>rbcL</b>
MH538602	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	Germany	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x	
EF595334	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	Iceland	Rinkel <i>et al.</i> (2012)	x	
MH538632	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	Germany	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x	
MG976875	<i>Ulva</i>	<i>Ulva aragoensis</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x	
MK992249	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x	
MF614789	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Tunisia	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x	
KX579943	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	China	Cai <i>et al.</i> (2017)	x	
JN029307	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Australia, Western Australia	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x	
HE600177	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Italy, Adriatic Sea	Wolf <i>et al.</i> (2012)	x	
KC661433	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x	
HQ610296	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Canada, British Columbia	Saunders & Kucera (2010)	x	
MH475453	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Germany, Schleswig Holtein Heili	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x	
KM255002	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tanneri</i>	USA, California	Saunders (2014)	x	
MH475496	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	Germany, Schleswig Holtein Heili	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x	
MH538694	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	Germany, Norderney Frisian Islands	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x	
AY454400	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>	USA, San Juan Island	O'Kelly <i>et al.</i> (2004)	x	
JN029340	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	Australia, South Australia, Port Lincon	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x	
JN029343	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	Australia, Tasmania, Snug Park	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x	
MH105040	<i>Ulva</i>	<i>Ulva shanxiensis</i>	India	Rani & Bast(2018)	x	
KC661439	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x	
MG976864	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x	
KF195548	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Australia	Lawton <i>et al.</i> (2013)	x	
KF195556	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Australia	Lawton <i>et al.</i> (2013)	x	
MG976872	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x	
MG976862	<i>Ulva</i>	<i>Ulva chaugulii</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x	

MG976863	<i>Ulva</i>	<i>Ulva chaugulii</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
KF195535	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>	Australia	Lawton <i>et al.</i> (2013)	x
KP720616	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>	USA	Melton <i>et al.</i> (2015)	x
KP975381	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	China, Shandong, Qingdao	Chen & Xie (2015)	x
KC661446	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
KM212021	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pilifera</i>	Italy	Beruccio <i>et al.</i> (2014)	x
KT932976	<i>Ulva</i>	<i>Ulva iliohaha</i>	USA, Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
KC661427	<i>Ulva</i>	<i>Ulva paradoxa</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
KC661447	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
KC661443	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
HE600182	<i>Ulva</i>	<i>Ulva laetevirens</i>	Italy, Adriatic Sea	Wolf <i>et al.</i> (2012)	x
MH538695	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	Germany	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x
JN029325	<i>Ulva</i>	<i>Ulva laetevirens</i>	Australia	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x
MG976861	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fasciata</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
MH730972	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Chile	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
MF544102	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fasciata</i>	Italy, Lake Ganzarri Messina	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x
KM212026	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fasciata</i>	Italy, Lake Ganzarri Messina		x
JN029306	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fasciata</i>	Australia	Beruccio <i>et al.</i> (2014)	x
MG963806	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	India, Ettikulam	Rani & Bast(2018)	x
MK992141	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
MK992173	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
MT625047	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudoohnoi</i>		Lee <i>et al.</i> (2019)	x
MT625025	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudoohnoi</i>		Lee <i>et al.</i> (2019)	x
MT625015	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudoohnoi</i>		Lee <i>et al.</i> (2019)	x
KU561325	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Florida	Melton <i>et al.</i> (2016)	x
KX358063	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Venzuela	Melton <i>et al.</i> (2016)	x
AP018696	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Japão	Suzuki <i>et al.</i> (2018)	x
JN029335	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Australia	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x

MF544113	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Italia	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x
MF614793	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Tunisia	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x
MG976860	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
KC661441	<i>Ulva</i>	<i>Ulva beytensis</i>	India	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
KC661451	<i>Ulva</i>	<i>Ulva taeniata</i>	USA, California, Monterey	Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
HQ610297	<i>Ulva</i>	<i>Ulva gigantea</i>	Canada	Saunders & Kucera (2010)	x
MH475475	<i>Ulva</i>	<i>Ulva gigantea</i>	Germany	Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x
KT932977	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohiolulu</i>	USA, Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
HQ610376	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lobata</i>		Saunders & Kucera (2010)	x
MG575233	<i>Ulva</i>	<i>Ulva mutabilis, Portugal</i>		Steinhagen <i>et al.</i> (2019)	x
LC507141	<i>Ulva</i>	<i>Umbraulva japonica</i>	Japan	Kawai, <i>et al.</i> (2020)	x
KT932970	<i>Ulva</i>	<i>Umbraulva kuaweuweu</i>	USA, Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
MF172091	<i>Ulva</i>	<i>Umbraulva dangeardii</i>	Italy, Sicily, Torre Faro Messina	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x
EU484411	<i>Umbraulva</i>	<i>Umbraulva dangeardii</i>	Ireland: Portmagee	Loughnane <i>et al.</i> (2008)	x
KT932987	<i>Umbraulva</i>	<i>Umbraulva kuaweuweu</i>	USA: Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
LC507135	<i>Umbraulva</i>	<i>Umbraulva japonica</i>	Japan: Ehime, Mimaizaki	Kawai, <i>et al.</i> (2020)	x
		<i>Gemina</i>	New Zealand: Antipodes Islands,		
EF110068	<i>Gemina</i>	<i>letterstedtioidea</i>	Leeward	Heesch <i>et al.</i> (2009)	x
AY255869	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudocurvata</i>		Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
KC582355	<i>Ulva</i>	<i>Ulva cf. compressa</i>	USA: Sylvia Drive, Warwick, RI	Guidone <i>et al.</i> (2013)	x
KJ417451	<i>Ulva</i>	<i>Ulva mutabilis</i>		Alsufyani <i>et al.</i> (2014)	x
AB097615	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>	Japan: Nagasaki, Teguma	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
KP233751	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>	South Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
EU933958	<i>Ulva</i>	<i>Ulva proliferoides</i>	Australia: Lake Tyres, Vic	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
EU484397	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>	Ireland: Cashel Bay, Co. Galway	Loughnane <i>et al.</i> (2008)	x
EU933936	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>	Australia: Picaninny Ponds, AS	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
MG704814	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>		Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
KX595275	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>	China	He <i>et al.</i> (2016)	x

AY255860	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>		Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
MF038885	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>	UK: South Wales, Llantwit Major	Ghaderiardakani <i>et al.</i> (2017)	x
AB097617	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>	Sweden: Karlskrona	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
AB097616	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>	Japan: Hokkaido, Shimamaki	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
FM210343	<i>Ulva</i>	<i>Ulva intestinalis</i>	Portugal	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
HM046608	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	China: Shandong, qingdao	Liu <i>et al.</i> (2010)	x
KP233763	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	South Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
HM584764	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	China	Duan <i>et al.</i> (2011)	x
AB598810	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	Japan: Okinawa, Ishigaki Island, Todoroki River	Horimoto <i>et al.</i> (2011)	x
AB097620	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	Japan: Tokushima, Yoshino river	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
FM210321	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	China: Shandong, qingdao	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
AY255863	<i>Ulva</i>	<i>Ulva procera</i>		Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
FM210342	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	Portugal: Algarve, Tavira, Rio Gilao, Ria Formosa	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
EF110220	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	New Zealand: South Island, Otagu, Karitane	Heesch <i>et al.</i> (2009)	x
KP233771	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>	UK	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
MG704800	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
EF110386	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	New Zealand: Chatham Island, Owenga, Te One Creek	Heesch <i>et al.</i> (2009)	x
AB097619	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	Japan: Wakayama, Tajiri	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
AF499670	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>		Hayden & Waaland(2002)	x
KP233759	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	China	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
MG704815	<i>Ulva</i>	<i>Ulva aragoensis</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
EF110051	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	New Zealand: South Island, Marlborough Sounds	Heesch <i>et al.</i> (2009)	x
FM210344	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>	Portugal: Algarve, Armona beach	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
KC411892	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	China	Du <i>et al.</i> (2012)	x



KX579943	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> <i>Ulva stipitata</i> var.		Cai <i>et al.</i> (2017)	x
EU933938	<i>Ulva</i>	<i>linzoides</i>	Australia: Port Macdonnell, SA	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
KP233758	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>	South Korea	Kang <i>et al.</i> (2014)	x
AY255866	<i>Ulva</i>	<i>Ulva californica</i>	USA: Casa Cove, La Jolla, CA	Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
KC661398	<i>Ulva</i>	<i>Ulva linza</i>		Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
JQ963236	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>		Wang & Liu	x
JQ963231	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>		Wang & Liu	x
JQ963233	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i>		Wang & Liu	x
JQ963228	<i>Ulva</i>	<i>Ulva prolifera</i> <i>Ulva flexuosa</i> subsp.		Wang & Liu	x
EU933963	<i>Ulva</i>	<i>Paradoxa</i>		Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
AB097623	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Japan: Hokkaido, Nemuro	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
EU484413	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	UK: Lulworth Cove, Dorset	Loughnane <i>et al.</i> (2008)	x
MK456394	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fenestrata</i>	Bahusiae ex Gothoburgum	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
AB097622	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Japan: Hokkaido, Nemuro	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
MK456393	<i>Ulva</i>	<i>Ulva fenestrata</i>	Kamchatka Peninsula, Siberia, Russia	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
AB097621	<i>Ulva</i>	<i>Ulva arasaki</i>	Japan: Miyagi, Shizugawa	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
AB097628	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pertusa</i>	Japan: Aichi, Mikawa	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
MT160564	<i>Ulva</i>	<i>Ulva australis</i>	France	Fort <i>et al.</i> (2020)	x
EU933957	<i>Ulva</i>	<i>Ulva australis</i>	Australia: Queenscliff, Victoria	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
AY422550	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lobata</i>		Hayden & Waaland(2002)	x
MH731009	<i>Ulva</i>	<i>Ulva expansa</i>	USA: California, Monterey	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
MT160560	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudocurvata</i>	Portugal	Fort <i>et al.</i> (2020)	x
EU484406	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudorotundata</i>	Ireland: Ballyvaughan, co. clare Australia: New South Wales, Far Rocks,	Loughnane <i>et al.</i> (2008)	x
JN082216	<i>Ulva</i>	<i>Ulva howensis</i>	Signal Point	Kirkendale <i>et al.</i> (2011)	x
MK456403	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Peru	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x

MH730972	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Chile	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
MK456397	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Egypt, Alexandria, Eastern harbour	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
MK456395	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i>	Indo-Pacific	Hughey <i>et al.</i> (2019)	x
EU933949	<i>Ulva</i>	<i>Ulva stenophylloides</i>	Australia: Point Lonsdales, Vic	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
AB097636	<i>Ulva</i>	<i>Ulva spinulosa</i>	Japan: Kochi, Fubenhama	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
AB097635	<i>Ulva</i>	<i>Ulva reticulata</i>	Phillipines: Cebu Is	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
MT624844	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudo-ohnoi</i>	Korea: Jeju, Jongdal	Lee <i>et al.</i> (2019)	x
MT624845	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudo-ohnoi</i>	Korea: Jeju, Jongdal	Lee <i>et al.</i> (2019)	x
MT624871	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudo-ohnoi</i>	Korea: Seogwipo, Shipo	Lee <i>et al.</i> (2019)	x
MT624866	<i>Ulva</i>	<i>Ulva pseudo-ohnoi</i>	Korea: Jeju, Jocheon	Lee <i>et al.</i> (2019)	x
AB116040	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Japan: Kochi, Tosa	Hiraoka <i>et al.</i> (2004)	x
AB116039	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Japan: Fukuoka, Fukuoka	Hiraoka <i>et al.</i> (2004)	x
KU561283	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	USA	Melton <i>et al.</i> (2016)	x
KP279702	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	India: Circuit House, Veraval, Gurajat	Kazi & Kavale(2014)	x
MH853475	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohnoi</i>	Mexico: Baja California	Melton(2018)	x
HM142168	<i>Ulva</i>	<i>Ulva beytensis</i>		Gubta <i>et al.</i> (2010)	x
AY422567	<i>Ulva</i>	<i>Ulva taeniata</i>		Hayden & Waaland(2002)	x
AB097630	<i>Ulva</i>	<i>Ulva armoricana</i>	France: Brittany	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
AB097629	<i>Ulva</i>	<i>Ulva scandinavica</i>	Netherlands: Wadden Sea	Shimada <i>et al.</i> (2003)	x
EU484417	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	Ireland: Kilmore Quay, Co. Wexford	Loughnane <i>et al.</i> (2008)	x
MT160633	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	France	Fort <i>et al.</i> (2020)	x
MT160628	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	Portugal	Fort <i>et al.</i> (2020)	x
LK022428	<i>Ulva</i>	<i>Ulva rigida</i>	New Zealand: Otago Harbour	Rautenberg <i>et al.</i> (2015)	x
EU933961	<i>Ulva</i>	<i>Ulva laetevirens</i>	Australia: Port Adelaide, AS	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
MT160587	<i>Ulva</i>	<i>Ulva laetevirens</i>	Ireland	Fort et al(2020)	x
AY255862	<i>Ulva</i>	<i>Ulva clathrata</i>		Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
MT160566	<i>Ulva</i>	<i>Ulva gigantea</i>	France	Fort <i>et al.</i> (2020)	x
KP710829	<i>Ulva</i>	<i>Ulva chaugulii</i>	India: Vayangani	Kavale & Kazi(2015)	x

KP710830	<i>Ulva</i>	<i>Ulva chaugulii</i>	India: Vayangani	Kavale & Kazi(2015)	x
KC661379	<i>Ulva</i>	<i>Ulva compressa</i>		Gupta <i>et al.</i> (2013)	x
MT882771	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>	USA: Dauphin Island, AL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
KP720616	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>		Melton <i>et al.</i> (2015)	x
MG704804	<i>Ulva</i>	<i>Ulva chaugulii</i>		Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
AB598814	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>	Japan: Okinawa, Ishigaki Island, Todoroki River	Horimoto <i>et al.</i> (2011)	x
MT882756	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	USA: St. George Island, FL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
MT882765	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	USA: Venice, FL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
MT882766	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	USA: Perdido Pass, AL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
MT882768	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	USA: St. Petersburg, FL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
MT882770	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	USA: Bahia Honda, FL	Melton <i>et al.</i> (2020)	x
MH853474	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Mexico: Baja California	Melton(2018)	x
MG704834	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>	Israel	Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
MG704799	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tepida</i>		Krupnik <i>et al.</i> (2018)	x
KU377325	<i>Ulva</i>	<i>Ulva paschima</i>		Pirian <i>et al.</i> (2016)	x
KT932995	<i>Ulva</i>	<i>Ulva iliohaha</i>	USA: Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
AY255858	<i>Chloropelta</i>	<i>Chloropelta caespitosa</i>	Japan: Kobe, Hyogo Pref	Hayden <i>et al.</i> (2003)	x
EU933944	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tanneri</i>	Australia: Brisbane, QLD	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
AF499672	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tanneri</i>		Hayden & Waaland(2002)	x
AB894325	<i>Ulva</i>	<i>Ulva tanneri</i>	Japan: Kanagawa, Sajima, Tenjin-jima	Matsumoto & Shimada (2015)	x
AY422561	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp.</i>		Hayden & Waaland(2002)	x
LC021415	<i>Ulva</i>	<i>Ulva partita</i>	Japan: Kochi	Ichihara <i>et al.</i> (2015)	x
EU933940	<i>Ulva</i>	<i>Ulva clathratioides</i>	Australia: Williamstown, Vic	Kraft <i>et al.</i> (2008)	x
AB830519	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	Japan: Fukui, Mihama, Hiruga	Ogawa <i>et al.</i> (2013)	x
MT882745	<i>Ulva</i>	<i>Ulva torta</i>	USA: Goose Island, TX	Melton & Lopez-Bautista	x
AY255874	<i>Ulva</i>	<i>Ulva stenophylla</i>		Hayden <i>et al.</i> (2003)	x

HM447571	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>		Mares <i>et al.</i> (2010)	x
HM447575	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i>		Mares <i>et al.</i> (2010)	x
HM447578	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>Pilifera</i>		Mares <i>et al.</i> (2010)	x
AB830522	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>Linziformis</i>		Ogawa <i>et al.</i> (2013)	x
AB830523	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>Flexuosa</i>		Ogawa <i>et al.</i> (2013)	x
MT882775	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>Paradoxa</i>		Melton & Lopez-Bautista	x
MT882776	<i>Ulva</i>	<i>Ulva flexuosa</i> subsp. <i>Flexuosa</i>		Melton & Lopez-Bautista	x
KT932996	<i>Ulva</i>	<i>Ulva ohiohilulu</i>	USA: Hawaii	Spalding <i>et al.</i> (2016)	x
AB425968	<i>Ulva</i>	<i>Ulva sp. P36</i>	Japan: Okinawa, Ishigaki Island, Omoto	Ichihara <i>et al.</i> (2015)	x
AB830525	<i>Ulva</i>	<i>Ulva limnetica</i>	Japan: Fukui, Wakasa, Lake Suigetsu	Ogawa <i>et al.</i> (2013)	x

**Anexo 3.** Informações das sequências de Cladophorales obtidas no Genbank utilizadas nas análises filogenéticas.

<b>Acesso</b>	<b>Gênero</b>	<b>Táxon</b>	<b>Localidade</b>	<b>Autor</b>	<b>SSU</b>	<b>LSU</b>
LC042103	<i>Pseudorhizoclonium</i>	<i>Pseudorhizoclonium umbraticum</i>	Japan: Kagoshima	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x	
LC042105	<i>Pseudorhizoclonium</i>	<i>Pseudorhizoclonium minutissimum</i>	Japan: Okinawa, Naha, Lake Man	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607400	<i>Pseudorhizoclonium</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Brazil: Santa Catarina, Florianopolis	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607401	<i>Pseudorhizoclonium</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Madagascar: Indian Ocean, Isle St. Marie New Zealand: North Island, Mahia Peninsula	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607365	<i>Willeella</i>	<i>Willeella brachycladus</i>	Australia: Western Australia	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607366	<i>Willeella</i>	<i>Willeella brachycladus</i>	Panama: Long Bay Point, Bocas del Toro, Caribbean	Wysor & Frederiq	x	
AF510146	<i>Willeella</i>	<i>Willeella ordinata</i>	Panama: Caribbean Sea, Isla Escudo de Veraguas	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607368	<i>Willeella</i>	<i>Willeella ordinata</i>		Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607389	<i>Lurbica</i>	<i>Lurbica zinkwasii</i>		Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x	
AB062700	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Japan: Shizuoka, Shimoda	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607328	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	South Africa: KwaZulu Natal, Umhlanga rocks	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607327	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Panama: Caribbean Sea, Colon City, Colon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	
LT607326	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Mexico: Colima, Manzanillo, Playa la Audiencia	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x	

LT607347	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Philippines: Siquijor, Sawang	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607346	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Kenya: Mombasa area, Mc Kenzie Pt, Nyali	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607339	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha cf inflata</i>	Indonesia: Pulau Seribu, Kotok Besar	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607345	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha spiralis</i>	South Africa: Eastern Cape, Mzamba	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT307334	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha clavata</i>	Panama: Caribbean Sea, Bocas del Toro	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KT593552	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Australia	Cooke <i>et al.</i> 2015	x
KT593551	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Australia	Cooke <i>et al.</i> 2015	X
AB807625	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha tokyoensis</i>	Japan	Ichihara <i>et al.</i> (2013)	x
AB807624	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha tokyoensis</i>	Japan	Ichihara <i>et al.</i> (2013)	x
AB807623	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha tokyoensis</i>	Japan	Ichihara <i>et al.</i> (2013)	X
JN540037	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	China:Qingdao	Huang <i>et al.</i> (2011)	x
JN540036	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	China: Yantai	Huang <i>et al.</i> (2011)	x
KT593550	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Australia	Cooke <i>et al.</i> 2015	x
JN540035	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	China: Rongcheng	Huang <i>et al.</i> (2011)	x
JN540034	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	China:Qingdao	Huang <i>et al.</i> (2011)	x
AB062702	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Japan:Kochi	Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x
LS974872	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha moniliformis</i>	Russia	Leliaert, F	x
LS974871	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha moniliformis</i>	Russia	Leliaert, F	x
LT607377	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	Ireland: Donegal	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607376	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	Ireland: Donegal	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
Z35319	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	France: Brittany, Roscoff	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
LT607342	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	Iceland: Atlantic ocean	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KX281844	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay, Fort Fisher	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
AB665577	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	Japan: Fukui, Mihama, Lake Hiruga	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
LT607363	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	Ireland: Donegal	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KX281848	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora hutchinsiae</i>	USA: North Carolina, Atlantic Intracoastal	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
LT607362	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora hutchinsiae</i>	France: Pas-de Calais, Cap Gris Nez	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
AB807627	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora hutchinsiae</i>		Ichihara <i>et al.</i> (2013)	x
AB665587	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	Japan: Fukui, Mihama, Lake Hiruga	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB665586	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	Japan: Fukui, Mihama, Lake Hiruga	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
LT607350	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	France: Brittany, Point de Kerdeniel	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607349	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	New Zealand: North Island, Kiritehere Beach	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
Z35317	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	France: Roscoff	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35421	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	Hokkaido	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
KX281849	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Cape Fear River Estuary, South Marina, Brunswick	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x

KX281847	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay, Fort Fisher	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281845	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Masonboro Sound, CMS pier	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
AB665576	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Japan: Fukui, Wakasa, Lake Suigetsu	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB665575	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Japan: Fukui, Mihama, Lake Kugushi	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB062710	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>		Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x
LT607384	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Philippines: Mindanao, Zamboanga city, Karagasan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607383	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Spain: Canary Islands, Teneriffe	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607382	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Mexico: Nayarit, Punta de Mita, Playa Careyero	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607381	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Norway: Kristiansand, Drangsvann	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
Z35316	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	France: Roscoff	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
LS974887	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora fracta</i>	Russia	Leliaert, F Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607371	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rivularis</i>	South Africa: Eastern Cape, Drakensberg	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB665579	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Fukui, Wakasa, Hasu River	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB665578	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Fukui, Wakasa, Lake Mikata	Hayakawa <i>et al.</i> (2012)	x
AB062706	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Hokkaido, Akan, Lake Akan	Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x
LC536845	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x



LC536844	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x
LC536843	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Hanyuda <i>et al.</i> , 2002	x
KX281874	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281873	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281868	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281861	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pellucidoidea</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
LT969752	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete herpestica</i>		Vranken(2017)	x
LT969750	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete herpestica</i>		Vranken(2017)	x
LT607139	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete feredayi</i>	Australia: South Australia	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607138	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete feredayi</i>	Australia: New South Wales	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FM205046	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete sakaii</i>	Japan: Choshi	Leliaert, <i>et al.</i> (2009)	x
FM205045	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete rhodolithicola</i>	Spain: Pontevedra, Baliza de Tofino	Leliaert, <i>et al.</i> (2009)	x
FM205042	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete radiosa</i>	South Africa: Western Cape, Saldanha Bay	Leliaert, <i>et al.</i> (2009)	x
FM205040	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pygmaea</i>	UK: Pembrokeshire, Milford Haven	Leliaert, <i>et al.</i> (2009)	x
LT607099	<i>Willeella</i>	<i>Willeella ordinata</i>	Panama: Caribbean Sea, Isla Escudo de Veraguas	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607098	<i>Willeella</i>	<i>Willeella brachycladus</i>	Australia: Western Australia	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607097	<i>Willeella</i>	<i>Willeella brachycladus</i>	New Zealand: North Island, Mahia Peninsula	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607135	<i>Lurbica</i>	<i>Lurbica zinkwasii</i>	South Africa: Eastern Cape, Palm Beach estuary	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607121	<i>Pseudorhizoclonium</i>	<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Tanzania: Zanzibar, Chwaka	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607120	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	French Polynesia: Taharaa, Tahiti	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607119	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Phillipine: Negros Oriental, Bais	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607141	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium africanum</i>	Panama: Caribbean Sea, Bocas del Toro	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
MH479433	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Madagascar	Sherwood <i>et al.</i> (2018)	x
MH479431	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Madagascar	Sherwood <i>et al.</i> (2018)	x
LC042099	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium minutissimum</i>	Japan: Okinawa	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x
LC042098	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium minutissimum</i>	Japan: Okinawa	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x
LC042097	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium umbraticum</i>	Japan: Kagoshima, Tanegashima	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x
LC042096	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium umbraticum</i>	Japan: Kagoshima, Ki-ire	Ichihara <i>et al.</i> (2016)	x
LT607130	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Brazil: Santa Catarina, Florianopolis	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607131	<i>Pseudorhizoclوني um</i>	<i>Pseudorhizoclonium mangroviorum</i>	Madagascar: Indian Ocean, Isle St. Marie	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KY563002	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	UK: Wales, Broad Haven	Boedeker <i>et al.</i> (2017)	x
KY563001	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	USA: Alaska, Kenai Peninsula	Boedeker <i>et al.</i> (2017)	x
KY568999	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	UK:Scotland, Nwburgh	Boedeker <i>et al.</i> (2017)	x
KY568998	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	Sweden: Gulmarnsfjord	Boedeker <i>et al.</i> (2017)	x

LT607148	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	UK: Scotland, Ythan estuary	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607074	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	Iceland: Atlantic ocean	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607147	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	Germany: North Sea, Helgoland Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607146	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha melagonium</i>	France: Brittany, Roscoff	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607077	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha spiralis</i>	South Africa: Eastern Cape, Mzamba	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607221	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha spiralis</i>	Kenya: Mombasa area, Mc Kenzie Pt, Nyali	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607218	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha spiralis</i>	South Africa: Eastern Cape, Seagulls	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FN687241	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Mexico: Colima, Manzanillo, Playa la Audiencia	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
FN687240	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Mexico: Guerrero, Ixtapa, Playa del Palmar	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
FN687238	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	South Africa: KwaZulu Natal, Durban, Isipingo	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
FN687236	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Madagascar: Tolanaro, Plage de Libanona	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
FN687235	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Guam: Tolofof Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
LT607060	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	South Africa: KwaZulu Natal, Umhlanga rocks	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607059	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Panama: Caribbean Sea, Colon City, Colon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607216	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Mexico	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607215	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Guam: Tolofof Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607214	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Guam: Tolofoto Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607079	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Phillipines: Siquijor, Sawang	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607078	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Kenya: Mombasa area, Mc Kenzie Pt, Nyali	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607223	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Phillipines: Siquijor, Dapdap	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607222	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Tanzania: Zanzibar, Makunduchi	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607217	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha vieillardii</i>	Japan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607219	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha basiretrorsa</i>	Tanzania: Mbudya Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607066	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha clavata</i>	Panama: Caribbean Sea, Bocas del Toro	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607073	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Germany: North Sea, Sylt Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607193	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Germany: Sylt, Hiddensee	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607189	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Netherlands: Zeeland, Oostvoorne Meer	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607183	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha linum</i>	Norway: Finnøy	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
MF544040	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Italy: Torre Faro, Canale Due Torri, Messina	Miladi <i>et al.</i> (2017)	x
LT607058	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Germany: North Sea, Sylt Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607205	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	New Zealand: Nelson	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607196	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	South Africa: Eastern Cape, Kei Mouth	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607192	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Netherlands: Zeeland, Oosterschelde	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607191	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Malta: Mediterranean Sea, Rinella pool	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607187	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Chile: Coquimbo Region, Coquimbo	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607185	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Netherlands: Zeeland, Westkapelle	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607184	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	New Zealand: Otago, Nugget	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607180	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Netherlands: Zeeland, Gravelingen Meer	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607179	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	Netherlands: Zeeland, Gravelingen Meer	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607178	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Thau Lagoon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607177	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Thau Lagoon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607176	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Thau Lagoon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607175	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Thau Lagoon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607174	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Etang de Sigean	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607173	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, lagoon, La Palme	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607172	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, lagoon, Cap Leucate	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607171	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Banyuls-sur-mer	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607170	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Mediterranean Sea, Banyuls-sur-mer	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607169	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Brittany, Le Caro	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FM205026	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	UK: Pembrokeshire, Milford Haven	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
FM205025	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha aerea</i>	France: Normandy, Cherbourg	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
FN687242	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha gracilis</i>	Tanzania: Mtwara, Mana Hawanja	Leliaert <i>et al.</i> (2011)	x
LT607075	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha moniligera</i>	Japan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607159	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha moniligera</i>	Japan: Muroran	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LC042095	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha moniligera</i>	Japan: Hokkaido, Muroran	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607067	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha coliformis</i>	New Zealand: Otago, Kaka Point	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607168	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha coliformis</i>	New Zealand: Kiritehere	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607167	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha coliformis</i>	Australia: South Australia	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607166	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha coliformis</i>	Australia: Victoria, Flinders	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607072	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	Netherlands: Zeeland, Westerschelde	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607158	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	UK: Northern Ireland	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607156	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	Iceland: Atlantic ocean	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607155	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	Iceland: Atlantic ocean	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607154	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	Norway: Finnoy	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607152	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha ligustica</i>	France: Brittany, Les Blancs Sablons	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607106	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	France: Brittany, Roscoff	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607105	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	Ireland: Donegal	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607104	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>		Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KX281872	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281869	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	USA: North Carolina, Cape Fear River Estuary	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281865	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora albida</i>	USA: North Carolina, Beaufort Inlet, Fort Macon	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281896	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: Washington, Friday Harbor Island, Metal cattail pond at FHL	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281864	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Cape Fear River Estuary	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281862	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay, Fort Fisher	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281860	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Mansoboro Sound, CMS pier, Masonboro Sound	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
LT607113	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Phillipines: Mindanao, Zamboanga City, Karagasan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607112	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Spain: Canary Islands, Teneriffe	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x

LT607111	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Mexico: Nayarit, Punta de Mita, Playa Careyero	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607310	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Panama: Caribbean Sea, Cuango, Colon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607309	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Panama: Caribbean Sea, Cuango, Colon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607308	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Panama: Caribbean Sea, Cuango, Colon	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607307	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: Florida, Titusville	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607306	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Beliza: Caribbean Sea, Pelican Beach Resort, Dandriga	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607304	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Tanzania: Zanzibar, Nungwi	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607303	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Tanzania: Zanzibar, Bawi Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607302	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Kenya: Mombasa area, Diani Beach	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607301	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Guam: Tolofoto Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607300	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Nothern Marina Islands: Anathan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607299	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Australia: New South Wales, Huskisson, Jervis Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607294	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Netherlands: Zeeland, Schelphoek	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607293	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Netherlands: Zeeland, Schelphoek	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
AM503481	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	France; Roscoff	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x



LS974948	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Russia	Leliaert(2018)	x
LS974947	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Russia	Leliaert(2018)	x
LS974946	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Russia	Leliaert(2018)	x
LT607090	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Kazakhstan: Caspian Sea, Kashagan	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607089	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora glomerata</i>	Germany: Baltic Sea, Hiddensee Island	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LS974941	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora fracta</i>	Russia	Leliaert(2018)	x
LT607320	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora fracta</i>	UK: London	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607101	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rivularis</i>	South Africa: Eastern Cape, Drakensberg	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
KX890318	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora dalmatica</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay, Fort Fisher	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281859	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay, Fort Fisher	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
LT607095	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	Ireland: Donegal	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607258	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	Australia: Western Australia, Esperance	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607257	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora laetevirens</i>	Australia: Western Australia, Esperance	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607096	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora lehmanniana</i>	UK: Isle of Man	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607261	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora lehmanniana</i>	UK: England, Cornwall	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607379	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sericea</i>	UK: Scotland, Stonehaven	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607378	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sericea</i>	Iceland: Atlantic ocean, Akureyri fjord	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
Z35320	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sericea</i>	France: Roscoff	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x

LT607364	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora lehmanniana</i>	UK: Isle of Man	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LS974888	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora globulina</i>	Russia	Leliaert(2018) Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607380	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora submarina</i>	Bonaire, Caribbean sea, Lesser Antilles	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607353	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora columbiana</i>	USA: Oregon, Seal Rock	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FR865757	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora parriaudii</i>	France: Bassin, dArcachon	Gachon <i>et al.</i> (2011) Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607351	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora capensis</i>	South Africa: Western Cape	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FJ715649	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Niteroi, Rio de Janeiro	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715648	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Cabo Frio, Rio de Janeiro	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715647	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Rio, Rio de janeiro	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715646	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Aracruz, Espirito Santo	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715645	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Maceió, Alagoas	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715644	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Maceió, Alagoas	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715643	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Recife,Pernambuco	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715642	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: Recife,Pernambuco	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715641	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: João Pessoa, Paraíba	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
FJ715640	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Brazil: João Pessoa, Paraíba	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x

KX281849	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Cape Fear River Estuary	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281847	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KX281845	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	USA: North Carolina, Mansoboro Sound, CMS pier, Masonboro Sound	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
FJ715639	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora rupestris</i>	Brazil: João Pessoa, Paraíba	Gestinari <i>et al.</i> (2009)	x
LC536862	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Haraguchi <i>et al.</i> (2020)	x
LC536861	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Haraguchi <i>et al.</i> (2020)	x
LC821127	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vagabunda</i>	Japan: Shimane, Lake Shinji	Tanaka & Aranish	x
KX281851	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora vadorum</i>	USA: North Carolina, Atlantic Intracoastal	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x
KU904652	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sp</i>	China: Hubei	Zhao(2016)	x
LT607375	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora ruchingeri</i>	Sweden: Gullmarnsfjord	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
AB807628	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora flexuosa</i>	Japan	Ichihara <i>et al.</i> (2013)	x
LT607291	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora oligoclada</i>	Phillipines: Siquijor, Sawang	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LS974942	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora globulina</i>	Russia	Leliaert(2018)	x
LT607109	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora submarina</i>	Lesser antilles, Caribbean sea, Bonaire	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607085	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora columbiana</i>	USA: Oregon, Seal Rock	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607289	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora columbiana</i>	USA: Monterrey Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607288	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora columbiana</i>	USA: Alaska, Kodiak chain	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FM205037	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pellucida</i>	France: Brittany, La Conquet	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x

AM503458	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Indonesia: Kakaban Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503457	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Indonesia: Maratua Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503456	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	South Africa: KwaZulu-Natal, Rocky Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498745	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Virgin Islands: St. Croix	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503404	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Cape Verde: San Tiago	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503407	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Netherlands Antilles: Bonaire	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503413	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Spain: Canary Islands, Hierro, Faro de Orchilla	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503410	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Spain: Canary Islands, Hierro, Faro de Orchilla	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503415	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	France: Corsica, Stareso	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503414	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Greece: Kreta, Heraklion	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503411	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Greece: Chaldikidi, Paliouri	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503403	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Virgin Islands: St Croix, North Star	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503412	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Spain: Canary Islands, Tenerife, Punta del Hidalgo	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503406	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Virgin Islands: St. Croix, Tague Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503405	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Cape Verde: San Tiago	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503408	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Cape Verde: San Tiago, Praia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503409	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene saldanhae</i>	Cape Verde: San Tiago, Praia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503455	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Panama: Galeta	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503440	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Panama: Balboa, Isla Taboga	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
HF936687	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Costa Rica	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AF510145	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Italy: West Punta Manara, Sestri Levante, Genova	Wysor & Fredericq (2003)	x
AM503420	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>	Palau	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498746	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>		Balantine <i>et al.</i> (2011)	x

AM503419	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>	Seychellis: Bird Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
HF936684	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Panama	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AF510150	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Panama: Isla Grande (Caribbean)	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510152	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Panama: Culebra Island(Pacific)	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510162	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon robustum</i>	Panama: West side Iguana Island	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510162	<i>Struveopsis</i>	<i>Struveopsis robusta</i>		Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510155	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon pulcherrimum</i>	Panama: Galeta, Colon (Caribbean)	Wysor & Fredericq (2003)	x
HF936690	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene pavonina</i>	Panama	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AF510147	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>		Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510154	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Panama: Isla Grande (Caribbean)	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510153	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Panama: Rio Mar (Pacific)	Wysor & Fredericq (2003)	x
HF936685	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Panama	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AM503452	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	France: Roscoff	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503449	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	France: Roscoff	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503451	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	France: Corsica	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503453	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Spain: Canary Island, Tenerife, Punta del Hidalgo	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503450	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Spain: Canary Islands, Tenerife, Candelaria	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x

AM498748	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	France: Roscoff	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503448	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Cape Verde: San Tiago, Praia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498750	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Spain: Fuerteventura, Canary Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503469	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Spain: Canary Islands, Fuerteventura	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503471	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Australia: Melbourne, Baron Heads	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503470	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Spain: Canary Islands, Tenerife, El Medano	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498751	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Australia: Cathedral Rocks, Rottnest Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503478	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Australia: Rottnest Island, Cathedral Rocks	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498753	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Virgin Islands: St. Croix	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM498747	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora aokii</i>	Japan: Hachijo	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503434	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora aokii</i>	Japan: Hachijo	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503536	<i>Valonia</i>	<i>Valonia macrophysa</i>	South Africa: Kwazulu-Natal, Palm Beach	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498755	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	Japan: Shimoda	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM498756	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	Seychelles: Poivre Atoll	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503501	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	Japan: Okinawa	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503500	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	Japan: Shimoda	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503502	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>	Seychelles: Poivre Atoll	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
HF936692	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene pavonina</i>	Panama	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)		x
HF936691	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene pavonina</i>	Panama	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)		x
AM498758	<i>Ernodesmis</i>	<i>Ernodesmis verticillata</i>	Spain: El Medano, Tenerife, Canary Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM498757	<i>Ernodesmis</i>	<i>Ernodesmis verticillata</i>	Spain: Fuerteventura, Canary Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
HF936686	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	USA	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)		x

HF936689	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene linkiana</i>	USA	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AM503479	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>		Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503447	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>		Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AF510144	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis macromeres</i>	USA: Content Keys, Florida Keys	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510157	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea composita</i>	Tanzania: Nungwi, Zanzibar	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510158	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea siamensis</i>	Tanzania: Chwaka Bay, Zanzibar	Wysor & Fredericq (2003)	x
AM503475	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sibogae</i>	Tanzania: Zanzibar, Msalani	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503503	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>Dictyosphaeria versluysii</i>	Tanzania: Zanzibar, Pongwe	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AF510159	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon pulcherrimum</i>	Tanzania: Chwaka Bay, Zanzibar	Wysor & Fredericq (2003)	x
AM503518	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon umbilicatum</i>	New Zealand: North Island,, Tutuhaha	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
FM205053	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete rhodolithicola</i>	United Kingdom: Pembrokeshire, Milford Haven	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
LT607361	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete herpestica</i>	Japan: Philippine Sea, Hachijo	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
LT607367	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete ohkuboana</i>	Oman: Dhofar, Mirbat Hoon's Bay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
AM503459	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Australia: New South Wales, N of the Entrance	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503446	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Tanzania: S of Ras Ruvula, Mnazi Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503542	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	Sri Lanka: Matara, Dondra	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503473	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Portugal: Madeira, Reis Magos	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503514	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon calodictyon</i>	Portugal: Madeira, Rais Magos	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503513	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	Portugal: Madeira, Island of Porto Santos	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x

HF936688	<i>Anadyomene</i>	<i>Anadyomene stellata</i>	Greece	Collado-Vides <i>et al.</i> (2013)	x
AM503476	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Jamaica: Portland, Blue Lagoon	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503444	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Phillipines: SE of Olango Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503445	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Phillipines: Bohol, Cabilao	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503454	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Brazil: Bahia, Ilha de Tinhare	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503441	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Madagascar: Isle St Marie	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503477	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	South Africa: KwaZulu-Natal, Mabibi	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503467	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	South Africa: Kwazulu-Natal, Rabbit Rock	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
FM205050	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete mirabilis</i>	South Africa: Cape Town, Hout Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
LT607370	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pellucida</i>	France: Brittany, Les Blancs Sablons	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
FM205049	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete feredayi</i>	New Zealand: Kaikoura, Oaru stream	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
FM205052	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete radiosa</i>	South Africa: Western Cape, Saldanha Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
FM205047	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete battersii</i>	Ireland:Co.Donegal, Sw mulroy Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
FM205051	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pygmaea</i>	United Kingdom: Pembrokeshire, Milford Haven	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x
AM779625	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea composita</i>	Tanzania: Zanzibar, Matemwe	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779626	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea siamensis</i>	Phillipines: Macton Island, Cebu	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779620	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris delphinii</i>	South Africa: Eastern Cape, Mzamba	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779621	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris delphinii</i>	South Africa: Kwazulu-Natal, Palm Beach	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779622	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris peniculum</i>	Dominican Republic: Puerto Plata	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779618	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris delphinii</i>	South Africa: Kwazulu-Natal, Linkia Reef	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779619	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris delphinii</i>	South Africa: Kwazulu-Natal, Linkia Reef	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503442	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Oman: Masirah, Shaghaf Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503512	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	Bahamas: N-Atlantic	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503510	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	France: Corsica	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x



AM498759	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	Cape Verde	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503511	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	Cape Verde: San Vincente, Baia de Gattas	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503516	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon umbilicatum</i>	USA: Hawaii	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498760	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon japonicum</i>	Japan: Shimoda	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503515	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon umbilicatum</i>	Japan: Shimoda	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
KX281857	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x	
KX281858	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x	
KX281852	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x	
KX281886	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x	
KX281867	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)		x
AM503466	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Australia: Victoria, Point Lonsdale	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498749	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Phillipines: Macton Island, Cebu	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503443	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Phillipines: Cebu, Mactan Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503468	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	France: Consica	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503472	<i>Chaetomorpha</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Australia: S. Australia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AF510160	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Taiwan: Magang Harbour	Wysor & Fredericq (2003)	x	
AM503525	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus tropicus</i>	Netherlands Antilles: Bonaire	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM498761	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus tropicus</i>	Spain: Las Americas, Tenerife, Canary Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x	
AM503524	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus tropicus</i>	Spain: Canary Islands, Tenerife, Las Americas	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503523	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus pusillus</i>	France: Corsica, Oseluccia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503522	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus pusillus</i>	France: Corsica, Stareso	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
AM503517	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon umbilicatum</i>	New Zealand: Urquhart Bay, Whangarei	Leliaert <i>et al.</i> (2007)		x
FM205048	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete dotyana</i>	Fiji: Great Astrolabe Reef	Leliaert <i>et al.</i> (2009)	x	
AF510164	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>	Japan	Wysor & Fredericq (2003)	x	

AM498762	<i>Valonia</i>	<i>Valonia aegagropila</i>	Japan: Okinawa	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498763	<i>Valonia</i>	<i>Valonia fastigiata</i>	Seychelles: Desroches Atoll	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498754	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sp.</i>	Mexico: Puerto Penasco, Baha California	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503539	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	China: Hainan	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503538	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Seychellis: Mahe, Mare Anglaise	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503537	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Spain: Canary Islands, Fuerteventura	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM502590	<i>Ventricaria</i>	<i>Ventricaria ventricosa</i>	Virgin Islands: St. Croix	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
LT607360	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete herpestica</i>	Chile: Valparaiso, Caleta Quintay	Boedeker <i>et al.</i> (2016)	x
AM498764	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	Australia: Alma Bay, Magnetic I., Queensland	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503540	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	Australia: Queensland, Magnetic Island, Alma Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498765	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	Australia: Yule Point, Queensland	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503541	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>	Australia: Queensland, Yule Point	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM498752	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Panama: Isla Taboga, Balboa	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
Z35324	<i>Microdictyon</i>	<i>Microdictyon boergesenii</i>	Bahamas	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35418	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora catenata</i>	Hashijo-jima	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35318	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora liebetruthii</i>	Cape Verde	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
FR865756	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Algeria	Ganchon <i>et al.</i> (2011)	x
Z35315	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora coelothrix</i>	Corsica	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35422	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	Corsica	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
AB971263	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Virgin Islands	Tsutsui <i>et al.</i> (2014)	x
Z35423	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora socialis</i>	Virgin Islands	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
KF279400	<i>Valonia</i>	<i>Valonia aegagropila</i>	Spain: Tenerife, Punta del Hidalgo-Las Furnias	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x
KF279399	<i>Valonia</i>	<i>Valonia aegagropila</i>	Spain: Tenerife, Punta del Hidalgo-Las Furnias	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x

KF279398	<i>Valonia</i>	<i>Valonia aegagropila</i>	Spain: Tenerife, Punta del Hidalgo-Las Furnias	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x
KF279397	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Spain: Lanzarote, Charco San Gines	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x
KF279396	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Spain: Lanzarote, Charco San Gines	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x
KF279395	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Spain: Lanzarote, Charco San Gines	Machin-Sanchez <i>et al.</i> (2013)	x
Z35323	<i>Valonia</i>	<i>Valonia utricularis</i>	Canary isles	Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
AF510156	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea composita</i>	USA:Kupikipikio, Oahu, Hawaii	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510143	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea montagnei</i>	USA: Laie Point, Hawaii	Wysor & Fredericq (2003)	x
AB062719	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis vaucheriformis</i>	Japan: Okinawa	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)	x
AF510151	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>	Mexico: Lo de Marcos, Nayarit	Wysor & Fredericq (2003)	x
AB062718	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis fasciculatus</i>	Japan: Okinawa	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)	x
Z35322	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis membranacea</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35419	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis zollingerii</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
AF510163	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon pulcherrimum</i>	USA: NW Gulf of Mexico,LA	Wysor & Fredericq (2003)	X
AF510148	<i>Apjohnia</i>	<i>Apjohnia laetevirens</i>	Australia: NW tip Carnac Island	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510161	<i>Struvea</i>	<i>Struvea plumosa</i>	Australia: NW tip Carnac Island	Wysor & Fredericq (2003)	x
AF510149	<i>Struvea</i>	<i>Struvea elegans</i>	Bahamas	Wysor & Fredericq (2003)	x

AB062708	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete ohkuboana</i>	Japan: Kanagawa, Miura	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)	x
AB062709	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete sakaii</i>	Japan: Ishikawa, Shika	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)	x
AB062707	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete japonica</i>	Japan: Kanagawa, Miura	Hanyuda <i>et al.</i> (2002)	x
Z35314	<i>Lychaete</i>	<i>Lychaete pellucida</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35313	<i>Siphonocladus</i>	<i>Siphonocladus tropicus</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
HQ173706	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>		Balantine <i>et al.</i> (2011)	x
HQ173705	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia forbesii</i>		Balantine <i>et al.</i> (2011)	x
HQ173704	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia parvula</i>		Balantine <i>et al.</i> (2011)	x
HQ173703	<i>Boergesenia</i>	<i>Boergesenia parvula</i>		Balantine <i>et al.</i> (2011)	x
Z35321	<i>Ernodesmis</i>	<i>Ernodesmis verticillata</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
Z35417	<i>Chamaedoris</i>	<i>Chamaedoris peniculum</i>		Bakker <i>et al.</i> (1994)	x
JQ772535	<i>Valoniopsis</i>	<i>Valoniopsis pachynema</i>			x
AM504045	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea vanbosseae</i>	Australia:Western Australia, Scott Reef	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM504044	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea vanbosseae</i>	Seychelles:St.Joseph Atoll	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
LT969742	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea sp2</i>		Vranken(2017)	x
LT969741	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea sp1</i>		Vranken(2017)	x
AM503423	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea siamensis</i>	Fiji: Yasawas, Weyasewa	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503422	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea siamensis</i>	Phillipines: E Mactan Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503421	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea montagnei</i>	Phillipines: SE of Olango Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
GU198503	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis brachyartra</i>	Chile: Archipelago de los Chonos, Isla Dring	Boedeker <i>et al.</i> (2010)	x

LT904847	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis fasciculatus</i>	Reunion: Indian Ocean, Piton de la Fournaise	Leliaert (2017)	x
AM503499	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sundanensis</i>	Indonesia: Onrus	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503497	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sundanensis</i>	Indonesia: Damar Kecil	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503490	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis phillipinensis</i>	Phillipines: SW pangao Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503483	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Jamaica: Ann Parish, Drax Hall	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503498	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sundanensis</i>	Indonesia: Ayer besar	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503496	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sundanensis</i>	Seychelles: Poivre Atoll	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503495	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sundanensis</i>	Tanzania: Mtwara area, Mnazi Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503494	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sp4</i>	Mexico: Baha California, Puerto Penasco	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503493	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sp3</i>	Indonesia: Panjang Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503492	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sp2</i>	Phillipines: N side of Cabilao, Looc	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503491	<i>Cladophoropsis</i>	<i>Cladophoropsis sp1</i>	USA:Florida, Key West	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503489	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Indonesia: Kakaban Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503488	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Spain: Fuerteventura, Canary Islands	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503487	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Spain: Canary Island, Tenerife, Punta del Hidalgo	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503486	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Syria: Latakia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503485	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Netherlands Antilles: Curacao, Willemstad	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503482	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Syria: Latakia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503484	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Cape Verde: San Vicente	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x

AM503521	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon orientale</i>	Comoros: Grande Comoro Island	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503520	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	Virgin Islands: St Croix, Malta Baths	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503519	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	Tanzania: Mtwara	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM778983	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon pulcherrimum</i>	USA: Louisiana, northwest Gulf of Mexico	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM778982	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon orientale</i>	Australia: Western Australia, Scott Reef	Leliaert & Wysor(2007)	x
AM778981	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon orientale</i>	Australia: Western Australia, Scott Reef	Leliaert & Wysor(2007)	x
AM778980	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon orientale</i>	Seychelles: Bird Island	Leliaert & Wysor(2007)	x
AM779623	<i>Struvea</i>	<i>Struvea thoracica</i>	New Caledonia: Ile aux Canards	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM072287	<i>Struvea</i>	<i>Struvea gardineri</i>	Seychelles	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503528	<i>Struvea</i>	<i>Struvea plumosa</i>	Australia: Western Australia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503527	<i>Struvea</i>	<i>Struvea plumosa</i>	Australia: Western Australia	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM503526	<i>Struvea</i>	<i>Struvea elegans</i>	Bahamas	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM850134	<i>Struveopsis</i>	<i>Struveopsis siamensis</i>	Tanzania: Mbudya Island	Leliaert & Wysor(2007)	x
AM779642	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	Tanzania: Zanzibar, Chwaka Bay	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM779641	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon anastomosans</i>	Virgin Islands: St Croix, Malta Baths	Leliaert <i>et al.</i> (2007)	x
AM778978	<i>Phyllocladon</i>	<i>Phyllocladon robustum</i>	Panama: Santa Catalina, Perlas Islands	Leliaert & Wysor(2007)	x
MN879593	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea sp.</i>	Taiwan	Chen(2019)	x
MN879591	<i>Boodlea</i>	<i>Boodlea sp.</i>	Taiwan	Chen(2019)	x
KX281852	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora prolifera</i>	USA: North Carolina, Onslow Bay	Taylor <i>et al.</i> (2017)	x