

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE  
ECOSSISTEMAS COSTEIROS E MARINHOS  
MESTRADO EM ECOLOGIA**

**FERNANDA RIBEIRO DE FREITAS**

**RIQUEZA E COBERTURA ESPAÇO - TEMPORAL DE MACROALGAS E  
CIANOBACTÉRIAS EM MANGUEZAIS DO COMPLEXO ESTUARINO DE  
PARANAGUÁ – PR**

**SANTOS/SP**

**2018**

**FERNANDA RIBEIRO DE FREITAS**

**RIQUEZA E COBERTURA ESPAÇO - TEMPORAL DE MACROALGAS E  
CIANOBACTÉRIAS EM MANGUEZAIS DO COMPLEXO ESTUARINO DE  
PARANAGUÁ – PR**

Dissertação apresentada a Universidade Santa Cecília como parte dos requisitos para obtenção de título de mestre no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, sob a orientação do Prof. Dr. João M. Miragaia Schmiegelow e co-orientação da Profa. Dra. Franciane Pellizzari

**SANTOS/SP**

**2018**

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Freitas, Fernanda. Ribeiro de.

Riqueza e cobertura espaço - temporal de macroalgas e cianobactérias em manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá - PR. Fernanda Ribeiro de Freitas, 2018  
106 p.

Orientador: Prof. Dr. João M. Miragaia Schmiegelow  
Co-orientação: Dra. Franciane Pellizzari

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2018.

1. Macrofiteoflora. 2. Sistemática. 3. Mangue. 4. Fatores físicos - químico.

I. Schmiegelow, João M, Miragaia. II. Pellizzari, Franciane. III. Riqueza e cobertura espaço - temporal de macroalgas e cianobactérias em manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá - PR.

Elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas – Unisanta

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu esposo por todo incentivo e apoio de diversas maneiras durante esta importante etapa de minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus pela sabedoria, aprendizado adquirido e por nunca me deixar desistir.

Ao meu orientador João Marcos Miragaia Schmiegelow pela confiança a mim depositada para a execução deste trabalho.

A minha querida co-orientadora Franciane Pellizzari pelo auxílio nos trabalhos de taxonomia, e por todo apoio, dedicação, ensinamentos e confiança. Por fazer críticas sábias, construtivas e incentivadoras, essenciais para minha formação pessoal, acadêmica e científica.

Ao colegiado do curso de Pós – graduação em sustentabilidade de ecossistemas costeiros e marinhos, em especial ao Professor Fábio Giordano por me acolher na instituição.

As secretárias Sandra e Imaculada por toda atenção e cuidado no atendimento sempre que necessário.

As minhas amigas Chaiane Bueno e Daiane Bueno, por me auxiliarem nas coletas em diferentes pontos.

A todos do LAQUAMAR que me auxiliaram nas triagens e nas identificações dos materiais.

A Michelle Cristine por toda ajuda e suporte na primeira coleta e na parte estatística.

Aos colegas mestrandos em especial a Cristiane Ramon Sampaio por toda a força, apoio, carinho e amizade.

A minha madrinha Mônica e a sua família por me acolherem em sua residência durante o cumprimento dos créditos.

Aos meus pais e meu esposo Jeferson Mendes por sempre estarem ao meu lado e me incentivarem aos estudos.

## EPÍGRAFE

*'Para onde devemos ir... Nós que encontramos o deserto em nós mesmos?'*  
*The First History Man*

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a diversidade, a riqueza e a distribuição espaço-temporal de macroalgas e cianobactérias em distintos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá. O material macroficológico foi coletado em quatro pontos amostrais: Rocio, Ilha dos Valadares, Ilha do Mel (Praia do Belo) e Antonina. O material foi coletado durante o ano 2016 em um ciclo sazonal, triado e fixado com formalina 4% para posterior análises taxonômicas. As estruturas vegetativas e reprodutivas dos cortes histológicos foram analisados através de microscopia estereoscópica e óptica com captura de imagem. A biomassa foi avaliada por porcentagem de cobertura em quadrados de 0,5m<sup>2</sup> (n=10). Para analisar os dados foi originada uma matriz de similaridade utilizando o índice de Sorensen, o software R (3.3.1), diagrama de Venn e para análise de cobertura ANOVA (One Way). Foram registradas 41 espécies de macroalgas (21 spp. de Chlorophyta e 20 spp. de Rhodophyta), sendo nove novas ocorrências para o litoral do Paraná. A maior riqueza de espécies e porcentagem de cobertura ocorreu no Rocio, área mais próxima a zona portuária. As famílias de maior representatividade dentre os cinco pontos amostrais foram Cladophoraceae, Ulvaceae e Rhodomelaceae. A maior riqueza de Chlorophyta foi observada durante inverno e primavera, sendo conspícuas, *Rhizoclonium africanum* Kützing e *Boodleopsis pusilla* (Collins) W.R.Taylor, a.B.Joly & Bernatowicz. A maior riqueza de Rhodophyta ocorreu durante verão e outono, sendo conspícuas *Bostrychia radicans* (Mont.) Mont. e *Catenella caespitosa* (Withering) L.M. Irvine. Foram também registradas 9 taxons de cianobactérias, sendo 5 novas ocorrências. Este estudo atualizou a base de dados sobre a diversidade de macroalgas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá.

**Palavras Chave:** Macroflicoflora, sistemática, mangue, fatores físico-químicos.

## ABSTRACT

The present study aimed at a diversity, richness and spatial-temporal distribution of macroalgae and cyanobacteria in different mangroves of the Paranaguá Estuary Complex. The macro-sensitive material was collected in four points: Rocio, Ilha dos Valadares, Ilha do Mel (Praia do Belo) and Antonina. The material was collected during the year 2016 in a seasonal cycle, sorted and fixed with formalin 4% for later taxonomic analyzes. The vegetative and reproductive structures of the histological sections were analyzed by stereoscopic and optical microscopy with image capture. A biomass was evaluated by percentage coverage in squares of 0.5m<sup>2</sup> (n = 10). To analyze the data were originally a similarity matrix, use software R (3.3.1), Venn diagram and ANOVA (One Way) coverage analysis. Thirty - one species of macroalgae (21 spp. Of Chlorophyta and 20 spp. Of Rhodophyta) were recorded, nine of which were new for the coast of Paraná. A greater species richness and percentage of coverage, not Rocio, area closer to the port area. The most representative families among the five points sampled Cladophoraceae, Ulvaceae and Rhodomelaceae. The greatest Chlorophyta richness was observed during winter and spring, being conspicuous, *Rhizoclonium africanum* Kützing and *Boodleopsis pusilla* (Collins) W.R. Taylor, a.B.Joly & Bernatowicz. A greater richness of Rhodophyta from the time and fall, being conspicuous *Bostrychia radicans* (Mont.) Mont. and *Catenella caespitosa* (Withering) L.M. Irvine. There were also 9 taxa of cyanobacteria, with 5 new occurrences. This study updates a database on the diversity of mangrove macroalgae of the Paranaguá Estuary Complex.

**Keywords:** Macrophylla, systematic, mangrove, physico-chemical factors

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Complexo Estuarino de Paranaguá – PR (CEP) com os pontos de amostragens de macroalgas: #1 Rocio, #2 Valadares, #3 Antonina, #4 Ilha do Mel.....24
- Figura 2:** Manguezal do Rocio (#1), área próxima ao Terminal da Cattalini, na zona portuária de Paranaguá, setor mediano do CEP.....25
- Figura 3:** Manguezal da Ilha dos Valadares (#2), localizada no setor mediano da Baía de Paranaguá próximo ao porto.....26
- Figura 4:** Mapa da Bacia hidrográfica que permeia Antonina, no setor interno do CEP, e imagem aérea do ponto de coleta no manguezal do município de Antonina (#3).....27
- Figura 5** Ilha do Mel: Praia do Belo (#4).....28
- Figura 6:** Quadrado amostral utilizado para estimar a % de cobertura macroalgal.....29
- Figura 7:** Análise de agrupamento das amostras do CEP, com base na riqueza de macroalgas. (#1 Rocio, #2 Valadares, #3 Antonina, #4 Ilha do Mel – Praia do Belo) Estações - O (outono), I (inverno), V (verão), P (primavera) = meses de coleta.....37
- Figura 8:** Porcentagem de cobertura de algas entre os locais. As linhas correspondem aos intervalos de confiança. Na caixa de texto estão os resultados ANOVA para os quatro lugares.....38
- Figura 9:** Diagrama de Venn comparando os táxons de macroalgas identificados durante primavera/verão (n = 26) e outono/inverno (n = 17) amostradas no #1 Rocio.....39
- Figura 10:** Diagrama de Venn comparando os táxons de macroalgas identificados durante a primavera/verão (n = 17) e outono/inverno (n = 17) amostradas no #2 Valadares.....40
- Figura 11:** Diagrama de Venn comparando os táxons de macroalgas identificados durante a primavera/verão (n = 11) e outono/inverno (n = 10) amostradas no #3 Antonina.....41
- Figura 12:** Diagrama de Venn comparando os táxons de macroalgas durante a primavera/verão (n = 12) e outono/inverno (n = 15) amostradas no #4 Ilha do Mel – Praia do Belo.....42
- Figura 13:** *Cladophoropsis membranacea*: (A) Hábito geral – 5cm; (B) Detalhe dos segmentos terminais (100µm).....43

<b>Figura 14:</b> <i>Caulerpa fastigiata</i> : (A) Hábito geral – 1mm; (B) Detalhe da ramificação no talo cenocítico (escala: 0,2mm).....	44
<b>Figura 15:</b> <i>Cladophora catenata</i> : (A) Hábito geral da planta; (B) Detalhe da ramificação (2mm).....	45
<b>Figura 16:</b> <i>Cladophora coelothrix</i> : (A) Hábito geral (1cm); (B) ramificações unilaterais (400µm).....	46
<b>Figura 17:</b> <i>Cladophora montagneana</i> : (A) Hábito geral da planta (1cm); (B) ramificação unilateral (50µm).....	47
<b>Figura 18:</b> <i>Cladophora sericea</i> : (A) Hábito geral (5cm); (B) Filamentos ramificados (200µm).....	48
<b>Figura 19:</b> <i>Cladophora vagabunda</i> : (A) Ramificação tricotômica (400µm); (B) aspecto geral (5 cm).....	49
<b>Figura 20:</b> <i>Rhizoclonium africanum</i> : Filamento emaranhado (300µm).....	50
<b>Figura 21:</b> <i>Rhizoclonium riparium</i> : (A) Aspecto do filamento (60µm); (B) Detalhe do prolongamento rizoidal (60µm).....	51
<b>Figura 22:</b> <i>Rhizoclonium tortuosum</i> : (A) Filamento uniseriado (100µm); (B) Aspecto geral (100µm).....	52
<b>Figura 23:</b> <i>Gayralia brasiliensis</i> : (A) Hábito geral (1cm); (B) Corte transversal (30µm); (C) Detalhe das células (10µm).....	53
<b>Figura 24:</b> <i>Prasiola</i> sp: (A) Aspecto da planta (1cm); (B) Detalhe das células (50µm).....	54
<b>Figura 25:</b> <i>Boodleopsis pusilla</i> : (A) Detalhe dos filamentos cilíndricos com constricções nas ramificações (200µm); Hábito geral da planta (1cm).....	55
<b>Figura 26:</b> <i>Ulva clathrata</i> : (A) células quadrangulares dispostas em camadas longitudinais, vários pirenóides por célula (100 µm); (B) Fragmento da planta (2mm).....	56
<b>Figura 27:</b> <i>Ulva fasciata</i> : (A) Corte transversal da região mediana do talo (100µm); (B) Aspecto do hábito geral da planta (5cm).....	57
<b>Figura 28:</b> <i>Ulva flexuosa</i> : Aspecto geral da planta (1cm).....	58
<b>Figura 29:</b> <i>Ulva lactuca</i> : (A) Corte transversal do talo (20µm); (B) Hábito geral da planta (1cm).....	59
<b>Figura 30:</b> <i>Ulva linza</i> : Vista superior mostrando as células (20 µm); (B) hábito da planta sob microscopia estereoscópica (1cm).....	60

- Figura 31:** *Ulva paradoxa*: Vista da superfície do tubular mostrando células quadradas em linhas longitudinais e transversais (100  $\mu\text{m}$ ).....61
- Figura 32:** *Ulva prolifera*: Vista do talo tubular (4cm).....62
- Figura 33:** *Feldmannia indica*: Filamentos uniseriados com áreas mais escuras de crescimento intercalar e esporângios pluriloculares laterais (100  $\mu\text{m}$ ).....63
- Figura 34:** *Heterosiphonia gibbesii*: Ramos com crescimento indeterminado e polissifônicos (200  $\mu\text{m}$ ).....64
- Figura 35:** *Caloglossa leprieurii*: (A) aspecto geral da planta (1cm), (B) detalhe dos ramos, (C) Fronde elíptica (1mm) e (D) Fronde com fileiras de células de segunda e terceira ordem (100  $\mu\text{m}$ ).....65
- Figura 36:** *Caloglossa apomeiotica*: (A) Detalhe do padrão da ramificação (250  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe ápice fértil (250  $\mu\text{m}$ ).....66
- Figura 37:** *Caloglossa ogasawaraensis*: (A) Detalhe filamento delgado (100  $\mu\text{m}$ ) e (B) detalhe da fronde (25  $\mu\text{m}$ ).....67
- Figura 38:** *Sahlingia subintegra*: (A) epifitando *Rhizoclonium africanum*, (B) aspecto geral da epífita.....68
- Figura 39:** *Gelidium pusillum*: (A) Hábito geral da planta; (B) Detalhe de talo penado com tetrasporângio.....69
- Figura 40:** *Bostrychia calliptera*: (A) Hábito geral da planta (1cm); (B) Detalhe do eixo principal com ramificações dísticas (25  $\mu\text{m}$ ); (C) Detalhe do ápice; (D) Secção transversal do ramo mostrando 6 células pericentrais (50  $\mu\text{m}$ ).....70
- Figura 41:** *Bostrychia kelanensis*: (A) Desenvolvendo vesículas (77  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do ramo vegetativo com crescimento indeterminado.....71
- Figura 42:** *Bostrychia moritziana*: (A) Cistocarpo (50  $\mu\text{m}$ ); (B) Estrutura reprodutiva liberando esporos; (C) Aspecto geral da planta (5mm); (D) Detalhe das ramificações (100  $\mu\text{m}$ ).....72
- Figura 43:** *Bostrychia radicans*: (A) Ápice com estiquídios (250  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do estiquídios (100  $\mu\text{m}$ ); (C) Detalhe do ramo lateral primário (200  $\mu\text{m}$ ); (D) Detalhe de um estiquídios (100  $\mu\text{m}$ ).....73
- Figura 44:** *Bostrychia tenella*: (A) Detalhe da ramificação padrão (100  $\mu\text{m}$ ); (B) Aspecto geral da planta (1cm).....75
- Figura 45:** *Bostrychiocolax australis*: Alga parasita ou epifitando sobre *Rhizoclonium africanum* (20  $\mu\text{m}$ ).....76

<b>Figura 46:</b> <i>Catenella caespitosa</i> : (A) Hábito geral da planta (2cm); (B) Detalhe dos segmentos ovais e achatados (200 $\mu$ m).....	77
<b>Figura 47:</b> <i>Wilsonosiphonia howei</i> : (A) Hábito geral da planta (3mm); (B) Eixo prostrado e ramos eretos (500 $\mu$ m).....	78
<b>Figura 48:</b> <i>Polysiphonia scopulorum</i> : (A) Ápice da planta com tetrasporângios (200 $\mu$ m); (B) Detalhe do ápice.....	79
<b>Figura 49:</b> <i>Pterosiphonia parasitica</i> : (A) Ápices de eixos eretos produzindo ramos a cada dois segmentos (600 $\mu$ m); (B) Eixo ereto com ramos espermatangiais nos ápices de ramos (300 $\mu$ m).....	80
<b>Figura 50:</b> <i>Pterosiphonia pennata</i> : (A) Eixos eretos simples ou ocasionalmente ramificados, pinados, alternados ou laterais determinados. O com 2-3 mm de largura; (B) Detalhe do ápice (125 $\mu$ m).....	81
<b>Figura 51:</b> <i>Chamaecalyx</i> sp.: (A) Células esféricas epifitando <i>Bostrychia</i> ; (B) Vista das colônias (10 $\mu$ m).....	82
<b>Figura 52:</b> <i>Sirocoleum</i> sp.: Filamento (20 $\mu$ m); (B) Tricomas fora da bainha (10 $\mu$ m).....	83
<b>Figura 53:</b> <i>Blennothrix lyngbyaceae</i> : Septos granulados com célula apical capitada (10 $\mu$ m).....	84
<b>Figura 54:</b> <i>Lyngbya majuscula</i> : Detalhe dos septos granulados (10 $\mu$ m).....	85
<b>Figura 55:</b> <i>Phormidium</i> sp.: Septos granulados (10 $\mu$ m).....	86
<b>Figura 56:</b> <i>Coleofasciculus chthonoplastes</i> : (A) Aspecto geral da colônia; (B) Tricomas envoltos bainha de mucilagem (20 $\mu$ m).....	87
<b>Figura 57:</b> <i>Trichocoleus tenerrimus</i> : Filamento (10 $\mu$ m).....	88
<b>Figura 58:</b> <i>Scytonema</i> sp.: Filamento com espessamento na bainha (20 $\mu$ m).....	89
<b>Figura 59:</b> <i>Stichosiphon mangle</i> : Células quadráticas (2 $\mu$ m).....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Diversidade espaço-temporal de Chlorophyta em quatro localidades do Complexo Estuarino de Paranaguá: Paranaguá (#1 – Rocio, #2 – Valadares), #3 – Antonina, Ilha do mel (#4) .....	32
<b>Tabela 2:</b> Diversidade espaço-temporal de Rhodophyta em quatro localidades do Complexo Estuarino de Paranaguá: Paranaguá (#1 – Rocio, #2 – Valadares), #3 – Antonina, Ilha do mel (#4).....	34
<b>Tabela 3:</b> Diversidade espaço-temporal de cianobactérias em quatro localidades distribuídas ao longo do Complexo Estuarino de Paranaguá: (#1 – Rocio, #2 - Valadares, #3 – Antonina, #4 – Ilha do Mel) .....	35
<b>Tabela 4:</b> Ocorrência de espécies arbóreas durante verão e inverno .....	36
<b>Tabela 5:</b> Área de cobertura para todas as campanhas e locais e valor $p$ pela ANOVA.....	37
<b>Tabela 6:</b> Comparação em ordem cronológica da riqueza de macroalgas em distintos manguezais.....	93
<b>Tabela 7:</b> Comparação com trabalhos anteriores de cianobactérias no Brasil.....	97

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	19
2.1	Macroalgas em áreas de manguezais .....	19
2.2	Cianobactérias .....	20
3	OBJETIVOS .....	22
3.1	Objetivo geral: .....	22
3.2	Objetivos específicos: .....	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	23
4.1	Área de estudo .....	23
4.1.1	Rocio ( Zona urbana que permeia o porto de Paranaguá) .....	24
4.1.2	Ilha dos Valadares.....	25
4.1.3	Antonina .....	26
4.1.4	Ilha do Mel.....	27
4.2	Amostragens .....	28
4.3	Análises estatísticas.....	29
5	RESULTADOS .....	31
5.1	Diversidade de macroalgas e cianobactérias .....	31
5.2	Feições botânicas da área. ....	36
5.3	Análises estatística.....	36
5.4	Descrição das espécies .....	42
6	DISCUSSÃO .....	91
7	CONCLUSÃO.....	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

## 1 INTRODUÇÃO

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) localiza-se ao norte da planície litorânea do Paraná e apresenta uma grande diversidade de ecossistemas, incluindo planícies de maré, baixios, ilhas, costões rochosos, marismas, rios de marés e manguezais. Localizado em área subtropical, abriga extensa área de manguezais (MARTIN, 1992; NOERNBERG *et al.*, 2006; SILVA, 2011), com funções ecológicas e econômicas ainda pouco estudados, perante ao seu potencial. A salinidade das águas do CEP possui gradiente horizontal que varia de 0, na sua porção mais a montante e próxima às desembocaduras de rios, até 34,5, nas regiões alijadas da influência dulcícola (BRANDINI *et al.*, 1988, LANA *et al.* 2000). A profundidade média no Complexo Estuarino é de 5,40 m, podendo atingir 33 m; a temperatura das águas oscila entre 17°C no inverno e 32°C no verão (BRANDINI *et al.*, 1988).

A Baía de Paranaguá situada no litoral do Paraná, sul do Brasil (48° 25'W//25°30'S) faz parte de um complexo estuarino subtropical interconectado que inclui os sistemas de Paranaguá-Iguape-Cananéia entre o norte do litoral do Paraná, e, o litoral sul do estado de São Paulo. Ao invés de ser um único estuário, a Baía de Paranaguá (612 Km<sup>2</sup>) é melhor definida como um sistema estuarino composto de duas massas de água principais, as baías de Paranaguá e Antonina (260 km<sup>2</sup>) e as baías de Laranjeiras e Pinheiros (200 km<sup>2</sup>) (LANA, 2000).

O Brasil apresenta cerca de 13.000 km<sup>2</sup> de área de manguezais e se estendem desde o extremo norte, no Oiapoque, Amapá (latitude 4° 30' N), até seu limite sul em Laguna, Santa Catarina (latitude 28° 30' S), onde as baixas temperaturas tornam-se barreira importante ao seu desenvolvimento (SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 1990; KJERFVE; LACERDA, 1993)., representando aproximadamente 8,5% das áreas de manguezal mundiais (SPALDING *et al.*, 2010), sendo que a maior área contínua de manguezal do planeta, com cerca de 7.423,60 km<sup>2</sup>, encontra-se no litoral amazônico brasileiro (WILSON *et al.*, 2013). A maior concentração de manguezais se dá no litoral dos Estados do Amapá, Pará e Maranhão, porém há ocorrências importantes nos estuários do Nordeste, especialmente na Bahia e no Ceará (DIEGUES, 2001). No estado do Paraná, ecossistemas de manguezal estão presentes nas Baías de Paranaguá, Antonina,

Laranjeiras, e Guaratuba, representando cerca de 0,15% do território do Estado, totalizando uma área de aproximadamente 310 km<sup>2</sup> (SEMA, 2010). De acordo com Giri *et al.*, (2011), a área total dos manguezais no ano 2000 foi de aproximadamente 137.760 km<sup>2</sup> localizados em 118 países e territórios, representando cerca de 0,7% do total das florestas tropicais do mundo (Ásia 42%, África 20%, América Central e Norte 15%, Oceania 12% e América do Sul 11%).

A vegetação típica do ecossistema manguezal não é classificada como floresta, mas sim como Formação Pioneira de Influência Fluvio-marinha, de acordo com o sistema de classificação adotado pelo IBGE (1992) por não possuir vários estratos devido a inúmeros fatores, como efeito da maré, água salobra e tipo de sedimento. À medida que as águas se tornam agitadas e a salinidade aumenta, estas formações vão gradualmente diminuindo até desaparecerem totalmente no litoral arenoso.

Segundo Schaeffer-Novelli *et al.*, (1990) a composição específica, a estrutura dos bosques e os padrões regionais de distribuição dos manguezais paranaenses são bastante similares àqueles descritos de forma muito mais exaustiva para a região de Iguape-Cananéia. As três espécies presentes no Paraná (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*) frutificam, com pequenas variações, de março a outubro. Sua distribuição é muito variável de bosque para bosque e os padrões de zonação raramente são evidentes. Quando isto acontece, *R. mangle* costuma ocupar as áreas marginais, próximo aos rios ou gamboas.

As macroalgas estão atualmente subdivididas em três Filos, sendo eles, Rhodophyta (algas vermelhas), Ochrophyta / Phaeophyceae (algas pardas) e Chlorophyta (algas verdes), onde a morfologia e complexidade dos talos variam de formas mais simples como as filamentosas, foliáceas e calcáreas, a talos carnosos e coriáceos com muitos metros de comprimento (LEE, 1999). Nos manguezais gêneros de macroalgas como *Bostrychia* Mont. têm sido extensivamente estudados em termos de suas fisiologias (KARSTEN e KIRST, 1989), como também suas biogeografias (ZUCCARELLO e WEST 1995, 1997), assim como taxas fotossintéticas, biomassa e cobertura expressivas (CUNHA e COSTA, 2002; CUNHA e DUARTE, 2002), padrões de colonização, variação espaço-temporal e padrão de distribuição (ESTON *et al.* 1992; YOKOYA *et al.* 1999).

A diversidade de organismos marinhos nos manguezais está correlacionada com a diversidade das comunidades algais, que aumenta a estabilidade destes

ecossistemas na medida em que um maior número de espécies funcionalmente equivalentes, com diferentes capacidades de tolerância a fatores ambientais, podendo resistir a alterações do meio marinho, inclusive aquelas causadas por atividades antrópicas (CHAPIN III *et al.*, 1997)

Alguns estudos taxonômicos sobre macroalgas nas zonas de manguezal foram realizados nas últimas décadas na costa paranaense e adjacências. Ugadim (1973, 1974, 1976), Cordeiro – Marino (1978), Eston *et al.*, (1991), Pellizzari *et al.*, (2006, 2007 e 2008), Lopes (2011), Sena (2016) estudaram as macroalgas dos manguezais e estuários entre o litoral sul de São Paulo até o norte do litoral do Paraná. Outros estudos listaram macroalgas da Ilha do Farol, Caiobá (SHIRATA *et al.*, 1991), bem como algas de manguezais na Ilha do Mel e Guaraqueçaba, ambas localizadas respectivamente nos setores externos e internos da Baía de Paranaguá (SHIRATA 1993a, b). Pellizzari & Reis (2011) publicaram uma compilação de recursos de algas com potencial para o cultivo ao longo do sul e sudeste do litoral brasileiro. Recentemente Pellizzari *et al* (2014) descreveram a diversidade de algas marinhas bentônicas em áreas insulares da costa do Paraná.

Os espécimes de macroalgas presentes no manguezal são epífitas de troncos, galhos e pneumatóforos das árvores de mangue. Muitas dessas espécies vivem em um agrupamento ou “turf” característico chamado “Bostrychietum”, caracterizado pela sua diversidade e predomínio de biomassa do gênero *Bostrychia*. O zoneamento do “Bostrychietum” pode ser mensurado em um nível fixo de maré ou entre a distância da margem e o tempo de inundação, já que essas macroalgas também estão sujeitas e são tolerantes a grandes variações de salinidade, radiação solar, temperatura da água, concentração de nutrientes e dessecação (PEÑA *et al.*, 1999; YOKOYA *et al.*, 1999).

No ecossistema manguezal brasileiro existe a ocorrência de sete espécies de *Bostrychia*: *Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne, *Bostrychia kelanensis* Grunow, *Bostrychia montagnei* Harvey, *Bostrychia moritziana* (Sonder ex Kutzing) J. Agardh, *Bostrychia pilulifera* Montagne, *Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne e *Bostrychia tenella* (J. V. Lamouroux) J. Agardh (Joly, 1954; Taylor, 1960; Creed *et al.*, 2010 *apud* SANTOS, 2016) sendo a *B. radicans* a de maior representatividade segundo Santos (2016).

Além das macroalgas, parte importante da biomassa de produtores primários é constituída por cianobactérias que compreendem parte significativa da biomassa

de produtores primários bênticos (CANEL, 1993; STANIER; COHEN-BAZIRE. 1997).

De acordo com Davison *et al.*, (1996) as algas associadas ao manguezal são limitadas pela luminosidade, devido à águas de baixa transparência resultando geralmente da presença de taninos e matéria orgânica, fato que é acentuado pela cobertura da copa das árvores. A ampla tolerância e adaptabilidade dessas algas de manguezais às condições das zonas entre – marés marcadas por estresse termohalino, mesmo em períodos de imersão, sugerem que estes organismos são altamente adaptados a estas condições variáveis e extremas, e que podem representar uma importante fonte de carbono para os ecossistemas de manguezal em geral (MAN e STEINKE, 1988; PEÑA *et al.*, 1999).

Apesar dos históricos citados, nenhum trabalho recente realizado abordou a distribuição espaço-temporal comparativa da riqueza algal em distintas áreas de mangues do Paraná. Este levantamento florístico da diversidade de algas de mangue no Estado do Paraná justifica e amplia o interesse desta investigação agregando ainda dados sobre a listagem e distribuição de cianobactérias filamentosas de mangues.

Dessa forma este estudo visa atualizar a base de dados de macroalgas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá, contemplando dados taxonômicos e de biomassa espaço-temporal, e realizar um inventário inédito das cianobactérias filamentosas dessas áreas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Macroalgas em áreas de manguezais

As macroalgas marinhas desempenham importante papel na conservação e manutenção dos ecossistemas, uma vez que são produtoras primárias, compondo a base de teias tróficas de distintos ambientes estuarinos e costeiros, sendo utilizadas como alimento e abrigo para diversas espécies, podendo também ser consideradas como bioindicadoras da qualidade ambiental (JUANES *et al.*, 2008).

A ocorrência e a abundância de macroalgas oportunistas, como certas espécies de clorófitas, principalmente as pertencentes aos gêneros *Ulva* e *Cladophora*, as quais possuem altas taxas de crescimento em áreas eutrofizadas, podem ainda indicar o grau de conservação destes ambientes (FREITAS e PELLIZZARI, 2009).

O filo Chlorophyta é um dos grupos de algas mais diversificado, com ampla variação nos níveis de organização do talo e dos históricos de vida. A maioria dos representantes desta divisão apresenta células flageladas, nas quais os flagelos são similares em estrutura, podendo ser de diferentes tamanhos (BARATA, 2004).

As algas vermelhas (Rhodophyta) não possuem células flageladas em nenhuma fase do ciclo de vida. A coloração vermelha das rodófitas está associada à presença de uma gama de pigmentos acessórios do grupo das ficoeritrinas (BERNARDI, 2010). A maioria das rodofíceas habita ambientes marinhos ou salobros, e são pouco representativos em águas continentais, em contraposição a clorofíceas. O gênero *Bostrychia* corresponde a algas vermelhas pertencentes à família Rhodomelaceae (Rhodophyta). Apresenta distribuição em águas tropicais e temperadas frias ocorrendo frequentemente em manguezais, frestas e fendas abrigadas de recifes e costões rochosos (SANTOS, 2016).

Ambos os grupos sucintamente descritos acima dominam zonas de manguezais. Considerando a ocorrência em ambientes estuarinos, na região entre-maré, as macroalgas que compõem o “*Bostrychietum*” estão sujeitas às alterações dos fatores abióticos, tais como: salinidade, temperatura, concentração de nutrientes, irradiância e dessecação, em função dos ciclos de imersão e emersão consequentes das oscilações dos níveis de maré (PEÑA *et al.*, 1999; LAPOINTE *et al.*, 1987, 2004). Essas flutuações ambientais podem influenciar nos padrões de distribuição horizontal e vertical das macroalgas, modificando a estrutura das

comunidades ao longo do gradiente ambiental no estuário (CUNHA & COSTA, 2002).

As macroalgas do “*Bostrychietum*” dos manguezais estão associadas aos substratos consolidados, a exemplo de caules arbóreos, rizóforos e pneumatóforos. Fontes *et al.* (2007) indicam, que estas associações de macroalgas se caracterizam em uma importante ferramenta para o monitoramento ambiental em ambiente de manguezal, uma vez que a análise de parâmetros próprios como a variação da composição e da biomassa das macroalgas pode estimar os impactos sofridos nesses ecossistemas.

## 2.2 Cianobactérias

No Brasil, os manguezais têm sido restritamente avaliados quanto à flora de cianobactérias, sendo que os estudos disponíveis sobre o tema foram com levantamento taxonômico e novas ocorrências realizados nos estados do Maranhão (NOGUEIRA & FERREIRA-CORREIA, 2001), Pernambuco (MOURA, 1991; MOURA *et al.*, 2000), Rio de Janeiro (BAETA-NEVES & TRIBUZI 1991), Bahia (CAIRES, 2013) e São Paulo (GENUÁRIO, 2010; RIGONATO, 2010; BRANCO *et al.*, 1994, 1996, 1997; SANT’ANNA, 1988).

As cianobactérias ocupam um grande número de habitats aquáticos e terrestres, e são fundamentais para o funcionamento destes habitats, participando da remineralização e ciclagem de nutrientes desses ecossistemas, e fixando o nitrogênio livre.

Alguns estudos sugerem que as cianobactérias são componentes essenciais da microbiota em ecossistema de manguezal. Pois nesses ambientes elas conseguem colonizar qualquer superfície, desde sedimentos a raízes, galhos e troncos (RIGONATO, 2010).

As cianobactérias são invariavelmente eliminadas dos levantamentos florísticos no ambiente marinho apesar de formarem um dos fundamentais grupos de produtores primários nos ecossistemas aquáticos (COURADEAU *et al.*, 2011). No Brasil, mesmo com o elevado desenvolvimento dos trabalhos ficológicos marinhos, o estudo sobre este grupo ainda não evoluiu (BAETA-NEVES 1991; CRISPINO 2007), e muito menos em zonas estuarinas.

A ampla distribuição de Cyanophyta resulta em uma diversidade de espécies

considerável, as quais apresentam grande tolerância a variações abruptas de parâmetros físico-químicos e, conseqüentemente, ao estresse ambiental (RAPALA *et al.*, 1997).

O ecossistema manguezal é um importante produtor primário, mas pobre em nutrientes como fósforo e nitrogênio que se faz presente no sedimento. Espécies arbóreas presentes nos manguezais possuem raízes, como pneumatóforos, os quais abrigam uma densa população de cianobactérias que possuem a capacidade de adaptarem-se as condições extremas de salinidade (RIGONATO, 2010). Possuem a habilidade de utilizar  $N^2$  como fonte de nitrogênio. As cianobactérias fixadoras de nitrogênio ocorrem como epífitas em plantas que crescem em ambientes aquático ou com alta umidade (FREIBERG, 1998; WHITTON; POTTS, 2000 *apud* RIGONATO, 2010). Enquanto as que são fixadoras de nitrogênio isoladas de pneumatóforos de *Avicennia* em uma reserva de mangue situada na África do Sul fornecem 24,3% do requerimento anual deste nutriente no lodo do manguezal (MANN; STEINKE, 1992 *apud* RIGONATO, 2010).

A escassez de estudos sobre a diversidade de cianobactérias em manguezais, assim como a defasagem de estudos sobre a diversidade de macroalgas em áreas de manguezais do Paraná, tendo sido publicados em décadas passadas ampliam e justificam o interesse desta investigação e atualização da base de dados.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral:**

Investigar a riqueza e a distribuição espaço-temporal de macroalgas e de cianobactérias em distintos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá.

#### **3.2. Objetivos específicos:**

- Elaborar listagem de espécies de macroalgas associadas aos pneumatóforos de mangue do CEP, setor interno, mediano e externo.
- Definir os pontos com maior e menor riqueza.
- Mensurar os seguintes parâmetros abióticos da água do mar: salinidade e pH nos pontos de coleta.
- Identificar as cianobactérias epífitas das amostras de macroalgas.
- Estabelecer possíveis fatores que interferem nos padrões de riqueza e cobertura.
- Elaborar um atlas das espécies conspícuas de macroalgas presentes nos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR.

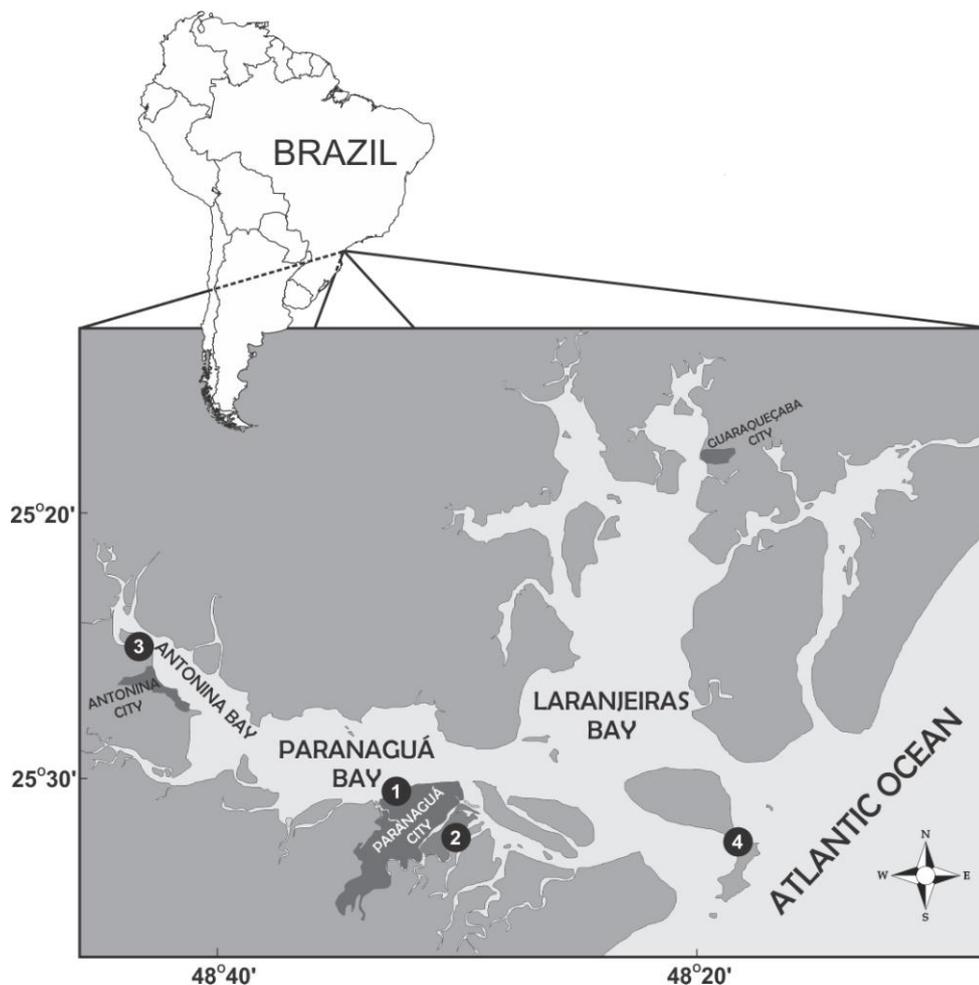
## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

O Complexo Estuarino de Paranaguá (Figura 1) possui uma área superficial de 601 km<sup>2</sup>, sendo que 456 km<sup>2</sup> é margeado por manguezais, os quais constituem uma importante fonte de matéria orgânica para o sistema (REBELLO & BRANDINI, 1990). Segundo Mantovanelli (1999) o estuário recebe uma descarga de água continental de 178 m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> no período chuvoso (verão) e de 47 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> no período seco (inverno). O Complexo estuarino de Paranaguá (CEP) possui conexão com o Oceano Atlântico através de três canais: Galheta, Sueste e Superagui, apresentando em seu interior várias ilhas, onde se destacam: Ilha do Mel, Cotinga, das Peças, Valadares, do Teixeira, das Cobras, Rasa, dentre outras. Além disso, o CEP abriga os Portos de Paranaguá e Antonina, sendo o primeiro, o maior porto graneleiro da América Latina.

A pluviosidade média anual é de 2500 mm com máximos de até 5300 mm e a descarga média anual de água doce no estuário da Baía de Paranaguá (CEP) é de 150 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (LANA *et al.*, 2001). A região é caracterizada pela ocorrência de um período chuvoso, de janeiro a março e outro seco, entre junho e agosto (IPARDES, 1990).

Os valores de pH sofrem pouca variação, e a salinidade varia entre 6 e 34,5 com sensível gradiente horizontal, situando-se, os valores maiores, próximos à desembocadura e os menores, na região a montante da baía onde é maior a influência dos aportes fluviais. Os ventos predominantes na região são os incidentes de Leste e Sudeste, com intensidades que variam entre 4 e 25 m.s<sup>-1</sup> (LANA *et al.*, 2001; IPARDES, 1990).



**Figura 1: Complexo Estuarino de Paranaguá - PR (CEP) com os pontos de amostragens de macroalgas: #1 Rocio, #2 Valadares, #3 Antonina, #4 Ilha do Mel – Praia do Belo.**

As amostragens foram realizadas sazonalmente durante 2016 (23, 24, 25 de fevereiro/ 26 de março/ 27, 29 de maio/ 06 de julho/ 18, 25 de agosto/ 07, 22 de setembro/ 06, 14 outubro), em quatro pontos do CEP: Rocio, Ilha dos Valadares, Antonina e Ilha do Mel.

#### **4.1.1 Rocio ( Zona urbana que permeia o porto de Paranaguá)**

No município de Paranaguá constata-se ocupação irregular de terrenos legalmente não passíveis de regularização fundiária (terrenos de marinha e ilhas fluviais e oceânicas), bem como, pelo déficit de projetos de loteamentos regulares. As ocupações irregulares no município de Paranaguá são resultados do crescimento natural e desordenado da população, das migrações e dos ciclos econômicos

nacionais e estaduais que se reflete na economia do município, prioritariamente regulada pelo Porto.

A ocupação urbana ocorreu no leste do município, nas imediações do antigo porto, que se encontrava nas margens do Rio Itiberê. A inauguração do Porto Dom Pedro II, em 1873, no Bairro Rocio é um marco do crescimento urbano para a região norte do município.

A área do Rocio (Figura 2) é a mais alterada com relação à composição do mangue, e esta formação ainda vem sofrendo interferência pelo fluxo de embarcações e população local, e também pela drenagem que contém efluentes domésticos não tratados, como contaminante. As coletas foram realizadas nas coordenadas 25° 50' 43" 5 S// 48° 53' 17" 15 W.



**Figura 2: Manguezal do Rocio (#1), área próxima ao Terminal da Cattalini, na zona portuária de Paranaguá, setor mediano do CEP.**

#### 4.1.2 Ilha dos Valadares

A Ilha dos Valadares pertence ao município de Paranaguá, situado no litoral norte do Estado do Paraná, está localizada há 400 m de distância da parte continental.

A Ilha tem superfície de aproximadamente 4,1km<sup>2</sup> e altitude máxima de 14 metros, sua largura varia de 80 metros a 2 km e apresenta forma alongada com

relevo irregular e pequenas elevações (FELISBINO, 2012).

A Ilha dos Valadares ( $25^{\circ}31'00''$  //  $25^{\circ}33'06''$ S e  $48^{\circ}29'05''$  //  $48^{\circ}31'33''$  W) está localizada entre as zonas denominadas desembocadura e funil do estuário onde emergem ilhas junto a planícies de maré, canais e gamboas (como Ilha da Cotinga e Ilha Rasa) (LANA *et al.* 2001).

O setor oriental da Ilha dos Valadares (Figura 3) é margeado pelo Rio dos Correias e é ocupado por bosques de mangue com um menor grau de degradação, em particular no trecho ao sul ( $25^{\circ}32'$  S //  $48^{\circ}30'$  W).

As áreas marginais da ilha são banhadas por canais estuarinos, com profundidade entre 1 a 5 m caracterizada por sedimentos arenosos inconsolidados sendo grande parte de seu perímetro recoberto por vegetação de manguezal, marismas e baixios não vegetados (HINDI *et al.*, 2002).



Figura 3: Manguezal da Ilha dos Valadares (#2), localizada no setor mediano da Baía de Paranaguá, próximo ao porto.

#### 4.1.3 Antonina

A Baía de Antonina faz parte do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), que abrange um grande corpo aquoso de forma irregular que se projeta continente adentro (FÁVARO *et al.*, 2007), além de ser considerado o terceiro maior estuário do mundo em termos de produção primária de carbono (PELOZO, 2012), e está localizada no setor mais interno do CEP (Figura 4).

Na Baía de Antonina destacam-se as ilhas das Rosas, do Lessa, do

Quamiranga, do Goulart e do Corisco. Na localidade de Cedro, há dois morros que se destacam: O do Pico Torto e da Divisa, com as altitudes de 847 e 817 metros, respectivamente.

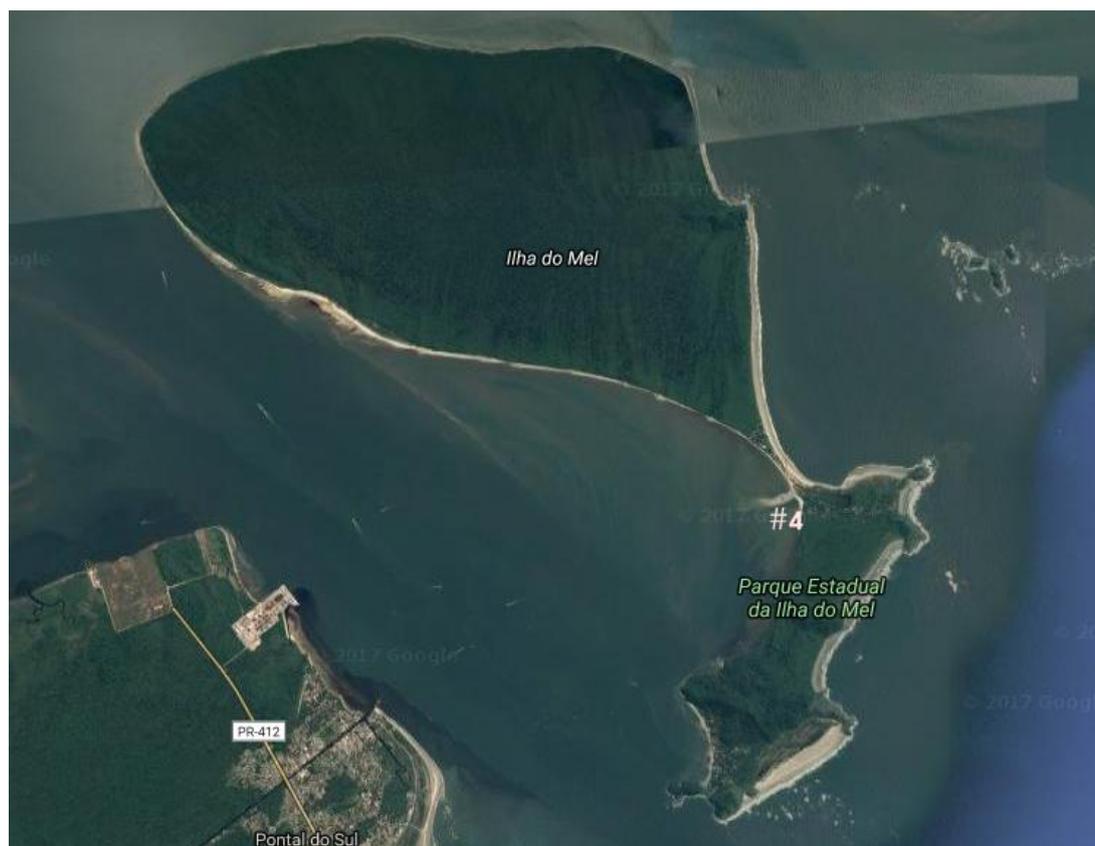
O município de Antonina possui uma extensão territorial de 876,551 km<sup>2</sup>, latitude de 25°25'43" S, longitude de 48°42'43" W e altitude de 5 m. Localiza-se no extremo oeste da Baía de Paranaguá, com uma área de 460 km<sup>2</sup> e à 80 km da capital (IBGE, 2010).



**Figura 4: Mapa da Bacia hidrográfica que permeia Antonina, no setor interno do CEP, e imagem aérea do ponto de coleta no manguezal do município de Antonina (#3).**

#### 4.1.4 Ilha do Mel

A Ilha do Mel está situada no Litoral Norte do Estado do Paraná, entre Pontal do Paraná e a Ilha das Peças, subdividindo a barra da Baía de Paranaguá em dois setores, representados pelos canais Norte e da Galheta. Suas localizações estão compreendidas entre as coordenadas 25°19'29" // 25°34'33" S, e 48°17'17" // 48°22'54" W (Figura 5).



**Figura 5: Ilha do Mel: Praia do Belo (#4)**

#### **4.2 Amostragens**

As coletas foram realizadas nas quatro estações amostrais supracitadas, em 2016, durante verão (fevereiro), outono (maio), inverno (agosto) e primavera (outubro). As amostragens quali-quantitativas foram realizadas utilizando-se quadrados de  $0,5\text{m}^2$  (Figura 6). Para analisar o percentual de cobertura da ficoflora, foram contabilizadas as intersecções do quadrat com réplicas de  $n=10$  distribuídas aleatoriamente no campo (transecto de 100m paralelo a linha da costa a cada 5 passos), sendo coletadas todas as macroalgas presente no quadrat. Para as análises taxonômicas qualitativas as amostras foram obtidas pelo método de raspagem manual do substrato, com auxílio de espátulas. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e fixadas após triagem laboratorial em formalina 4%.

A identificação do material foi realizada no Laboratório de Ficologia e Qualidade de Água Marinha (LAQUAMAR, UNESPAR campus de Paranaguá).

As algas foram identificadas sob microscopia óptica e estereoscópica com

captura de imagem (Olympus Cx 41) a partir de cortes histológicos à mão livre e através da análise de estruturas vegetativas e reprodutivas dos talos e ou filamentos.

Para a identificação e classificação do material, foi utilizada literatura específica principalmente CORDEIRO-MARINO, 1978; BARATA, 2004; NUNES, 2005; CRISPINO, 2007; COTO, 2007; BERNARDI 2010; e a atualização nomenclatural seguindo Guiry & Guiry (2017).

A água foi coletada na parte superficial em 3 recipientes com tampa, os frascos foram armazenado em caixa térmica para posterior análise em laboratório. Dados abióticos de salinidade e pH dos locais de coleta foram mensurados com refratômetro e pHmetro de bancada, respectivamente.

As feições botânicas de cada local de coleta foi avaliada nas estações verão e inverno com contagem das espécimes arbóreas mais próxima do quadrat amostral.



Figura 6: Quadrado amostral utilizado para estimar a % de cobertura macroalgal.

#### 4.3 Análises estatísticas

Após processamento das amostras coletadas em campo foi confeccionada uma planilha com dados de presença e ausência de espécies macroalgais por estação do ano em diferentes pontos amostrais. Para analisar os dados foi originada uma matriz de similaridade utilizando o índice de Sorensen  $\frac{2C}{(A+B)}$ , que foi então utilizada para elaborar um dendrograma com base nos agrupamentos com ligação

simples para que fosse possível visualizar a relação entre os diferentes pontos amostrados através do software PRIMER 6.

A área de cobertura foi comparada entre campanhas e sites usando ANOVA (One Way) (a maioria dos dados foi considerada como tendo distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk). O teste a posteriori de Tukey foi aplicado quando foram encontradas diferenças significativas na ANOVA, a fim de destacar as diferenças entre campanha e sites. O teste de correlação de Spearman também foi aplicado entre a precipitação e os dados da área de cobertura para cada campanha

A utilização do Diagrama de Venn (John Venn, 1981) possibilitou melhor visualização das propriedades de conjunto indicando espécies exclusivas ou raras em termos de diversidade.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Diversidade de macroalgas e cianobactérias

Foram identificadas para o Complexo Estuarino de Paranaguá 41 táxons de macroalgas, sendo 21 táxons de Chlorophyta e 20 táxons de Rhodophyta (Tabela 1 e Tabela 2).

As espécies conspícuas de Chlorophyta listadas na maioria dos pontos e estações foram *Rhizoclonium africanum* Kützing e *Boodleopsis pusilla* (Collins) W. R. Taylor, A. B. Joly & Bernatowicz. Dentre as Rhodophyta foram registradas *Caloglossa leprieurii* (Mont.) G. Martens, *Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne, *B. radicans* (Mont.) Mont. In Orbigny, *B. tenella* (J. V. Lamour.) J. Agardh e *Catenella caespitosa* (Winhering) L. M. Irvine.

As famílias de maior representatividade dentre os quatro pontos amostrais no litoral do Paraná foram Cladophoraceae, Ulvaceae e Rhodomelaceae.

Os gêneros *Rhizoclonium* e *Boodleopsis* ocorreram sempre associados, e ou como epífitas, outras rodofíceas, porém, com frequência reduzida.

As espécies de macroalgas mais frequentes ao longo do ano foram *Rhizoclonium africanum* Kützing, *Boodleopsis pusilla* (Collins) W. R. Taylor, A. B. Joly & Bernatowicz, *Bostrychia radicans* (Mont.) Mont. In Orbigny. Dentre as cianobactérias de maior representatividade anual foi *Sirocoleum* sp. (cf. *S. kurzii*).

Foram registradas para os manguezais do Paraná sete novas ocorrências de macroalgas: *Cladophora catenata* Kützing, *Cladophora sericea* (Hudson) Kützing, *Prasiola* sp. (C. Agardh), *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh, *Ulva prolifera* O. F. Müller, *Caloglossa apomeiotica* (J.A. West & Zuccarello) e *Bostrychia kelanensis*.

Foram também listadas 9 táxons de cianobactérias para o CEP, sendo cinco novos registros para o litoral do estado (Tabela 3).

Tabela 1: Diversidade espaço-temporal de Clorophyta em 4 pontos amostrais de manguezal, distribuídos ao longo do CEP: #1 – Rocio, #2 - Valadares, #3 – Antonina, #4 – Ilha do Mel (Praia do Belo).

TÁXON	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
<b>CHLOROPHYTA</b>																
<b>Boodleaceae</b>																
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
<b>Caulerpaceae</b>																
<i>Caulerpa fastigiata</i> Montagne	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cladophoraceae</b>																
<i>Cladophora</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cladophora catenata</i> Kützing **	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora montagneana</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing **	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) Hoek	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizoclonium africanum</i> Kützing	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gayraliaceae</b>																
<i>Gayralia brasiliensis</i> Pellizzari, M.C.Oliveira & N.S.Yokoya	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>Prasiolales</b>																
<i>Prasiola</i> sp. (C. Agardh) **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<b>Udoteaceae</b>																
<i>Boodleopsis pusilla</i> (Collins) W.R.Taylor, A.B.Joly & Bernatowicz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
<b>Ulviceae</b>																
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh **	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ulva fasciata</i> Delile	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ulva linza</i> Linnaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Ulva paradoxa</i> C.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müller **	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
TAXON	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
CHLOROPHYTA	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
<b>Número de espécies</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

\*\* Nova ocorrência para o litoral do Estado / (+ presente – ausente)

Tabela 2: Diversidade espaço-temporal de Rhodophyta em 4 pontos amostrais de manguezal, distribuídos ao longo do CEP: #1 – Rocio, #2 - Valadares, #3 – Antonina, #4 – Ilha do Mel.

TAXON	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
<b>RHODOPHYTA</b>																
<b>Acinetosporaceae</b>																
<i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A. Bailey	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ceramiaceae</b>																
<i>Centrocerocolax ubatubensis</i> A. B. Joly	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Dasyaceae</b>																
<i>Heterosiphonia gibbesii</i> (Harvey) Falkenberg	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<b>Delesseriaceae</b>																
<i>Caloglossa apomeiotica</i> J.A. West & Zuccarello **	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloglossa leprairiei</i> (Mont.) G. Martens	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Caloglossa ogawaraensis</i> Okamura	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Erythrotrichiaceae</b>																
<i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Gelidiaceae</b>																
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<b>Rhodomelaceae</b>																
<i>Bostrychia calliptera</i> (Montagne) Montagne	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-
<i>Bostrychia kelanensis</i> Grunow	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bostrychia moritziana</i> (Sonder ex Kutzing) J. Agardh **	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Bostrychia radicans</i> (Mont.) Mont. In Orbigny	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bostrychia tenella</i> (J. V. Lamour) J. Agardh	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bostrychiocolax australis</i> Zuccarello & J. A. West	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Catenella caespitosa</i> (Witheribg) L. M. Irvine	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>Wilsonosiphonia howei</i> (Hollenberg) D. Bustamante, Won & T.O.Cho	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Pterosiphonia parasítica</i> (Hudson) Falkenberg	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pterosiphonia pennata</i> (C. Agardh) Sauvageau	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Número de espécies</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

\*\* Nova ocorrência para o litoral do Estado / (+ presente – ausente)

**Tabela 3: Diversidade espaço-temporal de cianobactérias em cinco localidades distribuídas ao longo do Complexo Estuarino de Paranaguá (#1 – Rocio, #2 - Valadares, #3 – Antonina, #4 – Ilha do Mel (Praia do Belo)).**

TÁXON	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	# 1	# 2	# 3	# 4	# 1	# 2	# 3	# 4	# 1	# 2	# 3	# 4	# 1	# 2	# 3	# 4
<b>Hyellaceae</b>																
<i>Chamaecalyx</i> sp.**	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Microcoleaceae</b>																
<i>Sirocoleum</i> sp. (cf, <i>S. kurzii</i> ) **	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Oscillatoriaceae</b>																
<i>Blennothrix lyngbyacea</i> (Gomont) Anagn	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gomont.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+
<i>Phormidium</i> sp.	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
<b>Phormidiaceae</b>																
<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Zanardini ex Gomont **	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<b>Schizotrichaceae</b>																
<i>Trichocoleus tenerrimus</i> (Gomont) Anagn.**	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<b>Scytonema</b>																
<i>Scytonema</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Stichosiphonaceae</b>																
<i>Stichosiphon mangle</i> L.H.Z.Branco, S.M.F.Silva, & C.L.Sant'Anna **	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Número de espécies</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

\*\* Nova ocorrência para o litoral do Estado.  
(+ Presente, - ausente)

## 5.2 Feições botânicas da área.

O bosque do Rocio possui uma predominância de *Avicennia schaueriana* (Stapf & Leechm. ex Moldenke), enquanto no ponto amostral Valadares de *Laguncularia racemosa* (L. C. F. Gaertn). Antonina prevalece a espécie arbórea *Rhizophora mangle* L. O bosque misto encontramos na Ilha do Mel (#4) – Praia do Belo (Tabela 4).

**Tabela 4: Ocorrência de espécies arbóreas durante Verão e Inverno.**

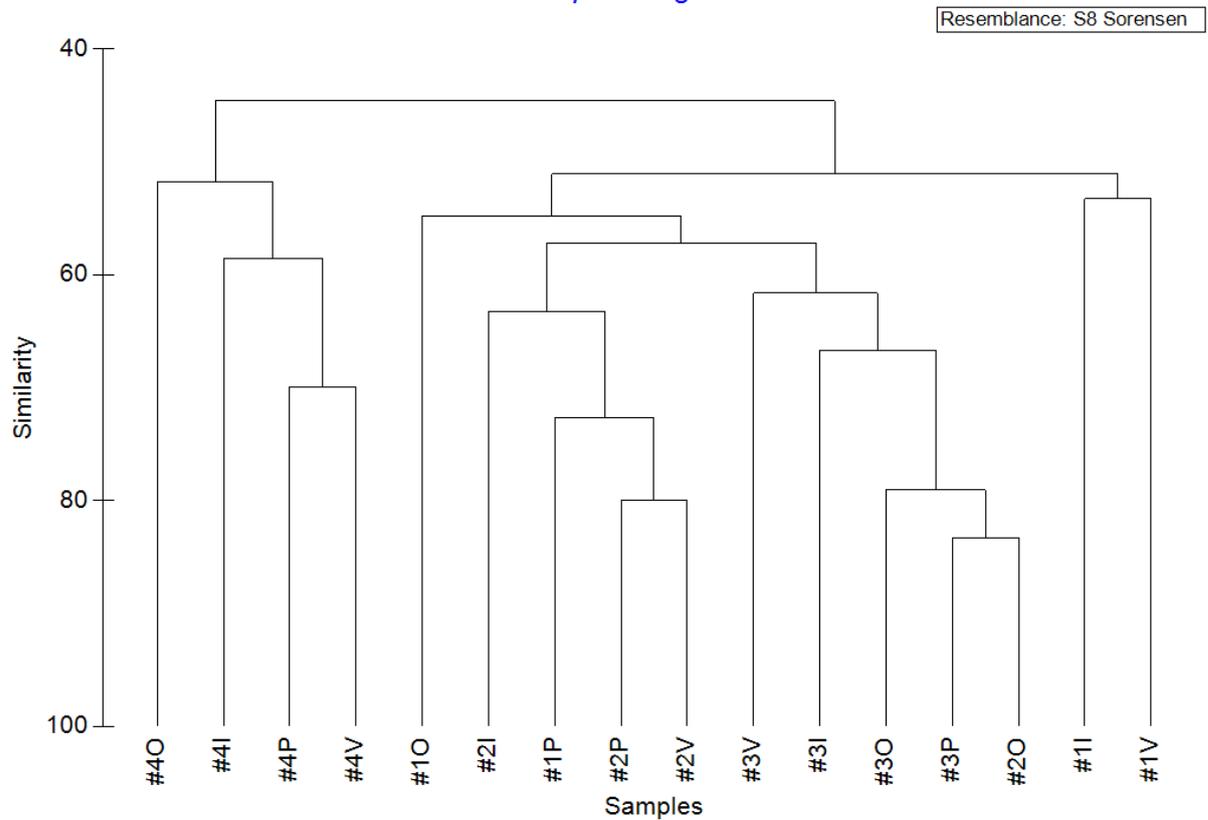
ÁREA OCUPADA	ROCIO (#1)	VALADARES (#2)	ANTONINA (#3)	ILHA DO MEL (#4)
<i>Avicennia schaueriana</i>	60%	30%	0%	30%
<i>Laguncularia racemosa</i>	40%	70%	0%	20%
<i>Rhizophora mangle</i>	0%	0%	100%	50%

## 5.3 Análises estatística

A Ilha do Mel #4 apresentou alta similaridade entre si ao longo das estações em que as amostragens ocorreram, assim como o ponto #3 (Antonina).

Os pontos amostrais #2 (Valadares) e #1 (Rocio) formaram um agrupamento demonstrando que a similaridade destes dois pontos pode ser elevada, porém essa similaridade não apareceu quando comparado aos outros pontos (Figura 7).

*Análise Macroalgas Manguezal*  
Group average



**Figura 7: Análise de agrupamento das amostras do CEP, com base na riqueza de macroalgas. (#1 Rocío, #2 Valadares, #3 Antonina, #4 Ilha do Mel – Praia do Belo) Estações - O (outono), I (inverno), V (verão), P (primavera) = meses de coleta.**

A área de cobertura do valor médio foi igual a  $27,3 \pm 18,8\%$  para os habitantes locais estudados; Rocío teve a média mais alta enquanto Antonina apresentou o menor (Tabela 5). A área de cobertura mostrou tendência a aumentar durante o ano para a maioria das localidades, embora, estatisticamente, só foi possível verificar que, de fato, o menor valor ocorreu no verão e o mais alto na primavera em Antonina ( $p = 0,001$ ).

**Tabela 5: Área de cobertura para todas as campanhas e locais e valor  $p$  pela ANOVA**

	Summer (%) ( $\pm$ sd)	Autumm (%) ( $\pm$ sd)	Winter (%) ( $\pm$ sd)	Spring (%) ( $\pm$ sd)	Mean (%) ( $\pm$ sd)	$p$ (Df=39)
Antonina	14.0 $\pm$ 9.0	20.0 $\pm$ 4.7	19.8 $\pm$ 3.7	29.3 $\pm$ 12.9	20.8 $\pm$ 9.8	0.003
Rocío	39.5 $\pm$ 24.6	38.6 $\pm$ 33.2	42.1 $\pm$	47.4 $\pm$	41.9 $\pm$	0.90

			21.8	32.2	27.5	
Valadares	15.8 ± 6.7	23.4 ± 9.9	20.6 ± 11.6	26.3 ± 5.6	21.5 ± 9.3	0.07
Ilha do Mel	24.5 ± 11.5	22.9 ± 12.5	21.1 ± 11.4	31.7 ± 19.7	25.1 ± 14.2	0.37

Rocio mostrou uma tendência a ter uma área de cobertura maior, embora, estatisticamente, só foi possível provar esse fato no verão, onde foi maior que em Antonina ( $p = 0,002$ ) e em Valadares ( $p = 0,005$ ) (Figura 8 - Verão) e no inverno, onde foi maior do que todos os outros locais ( $p = 0,005$ ,  $p = 0,007$ ,  $p = 0,008$  para Antonina, Valadares e Ilha do Mel, respectivamente) (Figura 8 - Inverno).

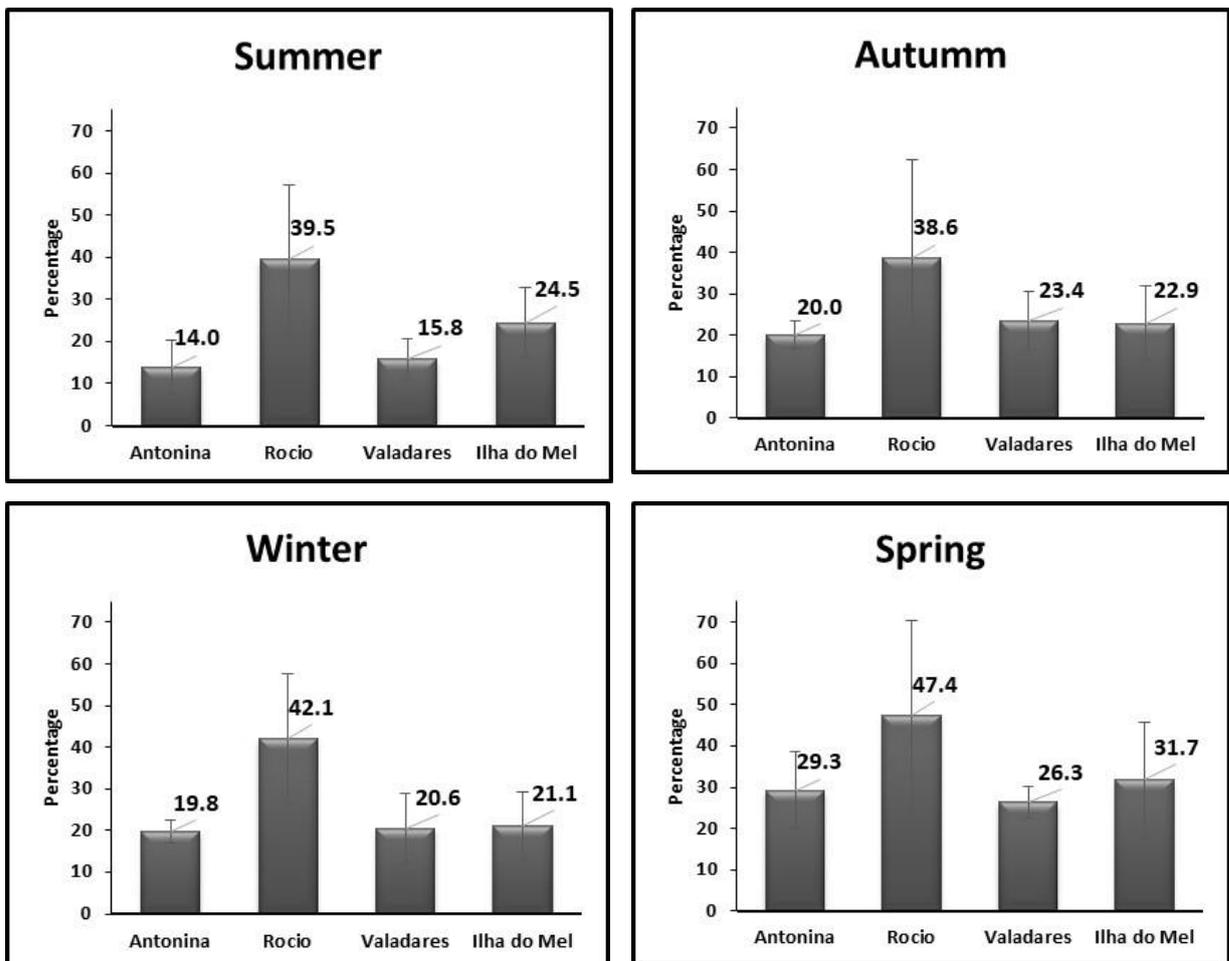


Figura 8: Porcentagem de cobertura de algas entre os locais. As linhas correspondem aos intervalos de confiança. Na caixa de texto estão os resultados ANOVA para os quatro lugares.

Dentre os 28 táxons de rodófitas e clorófitas coletados no Rocio (Paranaguá), 15 táxons foram comuns a todas as estações do ano (figura 9), sendo 10 verdes e 5 vermelhas.



**Figura 9: Diagrama de Venn para os táxons de macroalgas primavera/verão (n = 26) e outono/inverno (n = 17) coletadas no #1 Rocio.**

No ponto amostral da Ilha do Valadares (#2), observou-se uma grande similaridade específica sazonal, apresentando 14 táxons em comum entre as estações do ano, sendo 3 espécies (2 clorófitas e uma rodófitas) exclusivas de primavera/verão e 3 espécies (3 rodófitas) exclusivas do outono/inverno (figura 10).



**Figura 10: Diagrama de Venn para as macroalgas primavera/verão (n = 17) e outono/inverno (n = 17) coletadas no #2 Valadares.**

Dentre as macroalgas coletadas no setor interno do estuário, #3 Antonina, observou-se 3 táxons exclusivos de primavera/verão (2 clorófitas e uma rodófitas) e 2 táxons exclusivos de outono/inverno (2 rodófitas), além dos 8 táxons comuns entre todas as estações do ano (figura 11).



Figura 11: Diagrama de Venn para macroalgas primavera/verão (n = 11) e outono/inverno (n = 10) coletadas no #3 Antonina.

No ponto amostral #4 Ilha do Mel – Praia do Belo (figura 15) encontramos 12 táxons na primavera/verão e 15 táxons no outono/inverno. Este ponto possui apenas um táxon exclusivo na primavera/verão a *Feldmannia indica* e 11 táxons em comum entre as quatro estações.



Figura 12: Diagrama de Venn para macroalgas primavera/verão (n = 12) e outono/inverno (n = 15) coletadas no #4 Ilha do Mel – Praia do Belo.

#### 5.4 Descrição das espécies

As espécies identificadas estão classificadas, ilustradas e sucintamente descritas a seguir.

## CHLOROPHYTA

### BOODLEACEAE

*Cladophoropsis membranacea* (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen

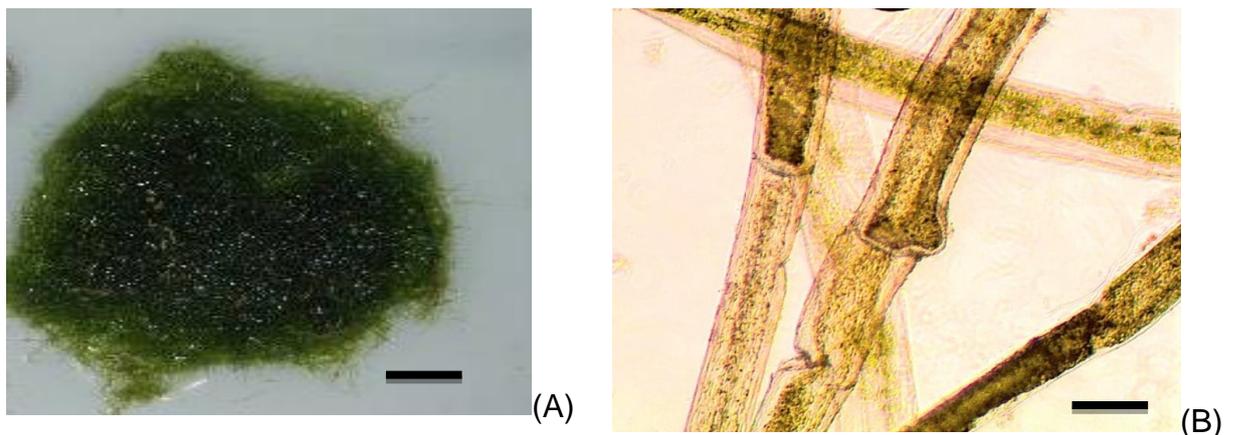


Figura 13: *Cladophoropsis membranacea*: (A) Hábito geral – 5cm ; (B) Detalhe dos segmentos terminais das células longas (100  $\mu$ m).

#### Características:

- Talo verde claro, filamentosos, formando tufo de 1-2 cm de comprimento.
- Ramificação sem septo na base alterna a unilateral tornando-se dística no ápice.
- Segmentos terminais com 160-225  $\mu$ m e 102-177  $\mu$ m de diâmetro, respectivamente. Cloroplastos em placas poligonais, intercalados formando rede e com 1 pirenóide central, grande.

**Material examinado:** Rocio, Valadares, Ilha do Mel – Praia do Belo (verão, outono e primavera).

## CAULERPACEAE

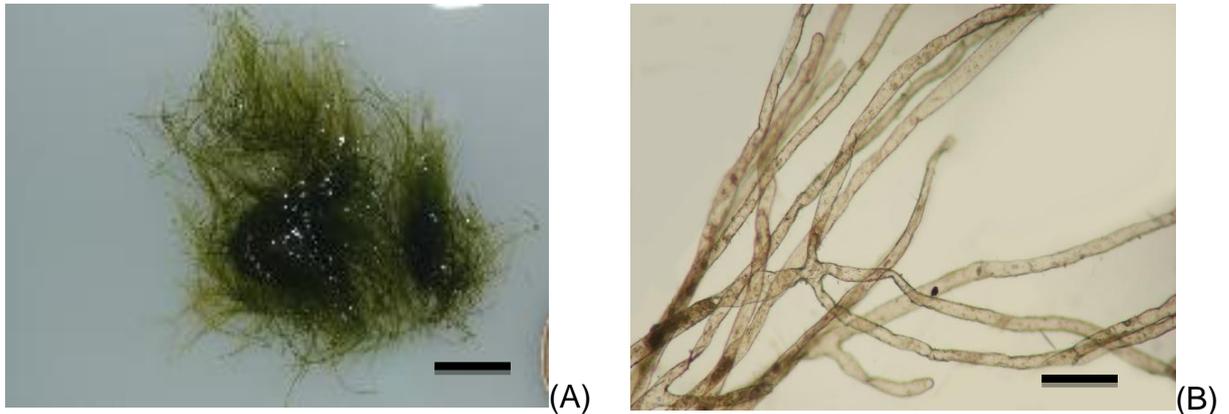
*Caulerpa fastigiata* Montagne

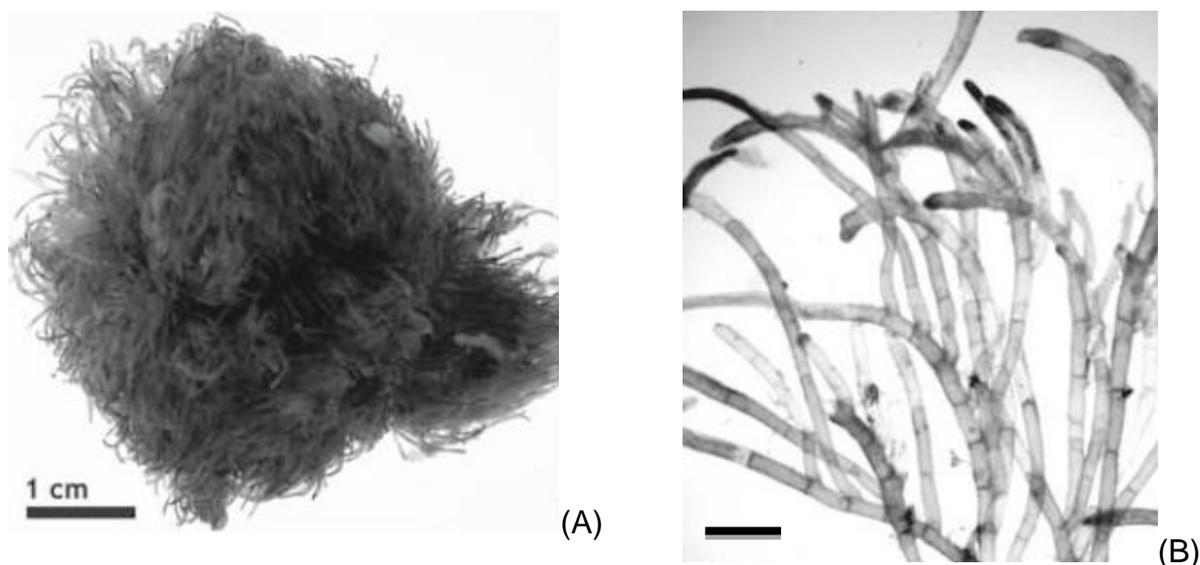
Figura 14: *Caulerpa fastigiata*: (A) Hábito geral – 1mm; (B) Detalhe da ramificação no talo cenocítico (escala: 0,2mm).

**Características:**

- Talo verde escuro, delicado e flácido, com 1-2 cm de comprimento, formando densos tapetes macios sobre o substrato.
- Ramos eretos ramificados dicotômica ou irregularmente, algumas vezes não apresentando râmulos.
- Cloroplastos discóides livres e presença de amiloplastos.

**Material examinado:** Rocio (outono)

## CLADOPHORACEAE

*Cladophora catenata* Kützing

**Figura 15:** *Cladophora catenata*: (A) Hábito geral da planta (Foto: Alves *et al.*, 2012); (B) Detalhe da ramificação (escala: 400 µm).

**Características:**

- Célula apical com (501)1169-1837 µm de comprimento e 108-134 µm de diâmetro. Células do eixo principal com 534-1002 µm de comprimento e 167-267 µm de diâmetro.
- Relação comprimento/diâmetro das células do eixo principal de 2-6 vezes.
- Fixação por meio de apressório discóide e por hápteros produzidos nos ápices de células terminais alongadas e por filamentos rizoidais que saem da célula basal. Cloroplastos em placas poligonais, interligados, formando uma rede parietal e com 1 pirenóide central.

**Material examinado:** Valadares (verão e primavera)

*Cladophora coelothrix* Kützing

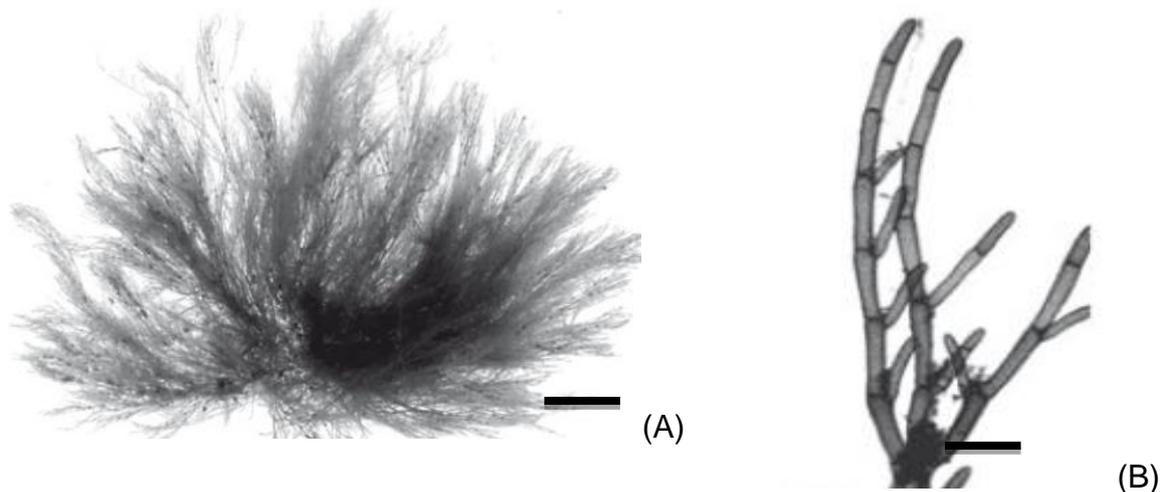


Figura 16: *Cladophora coelothrix*: (A) Hábito geral (1cm); (B) ramificações irregulares unilaterais (escala: 400  $\mu$ m).

(Foto: Alves *et al.*, 2012)

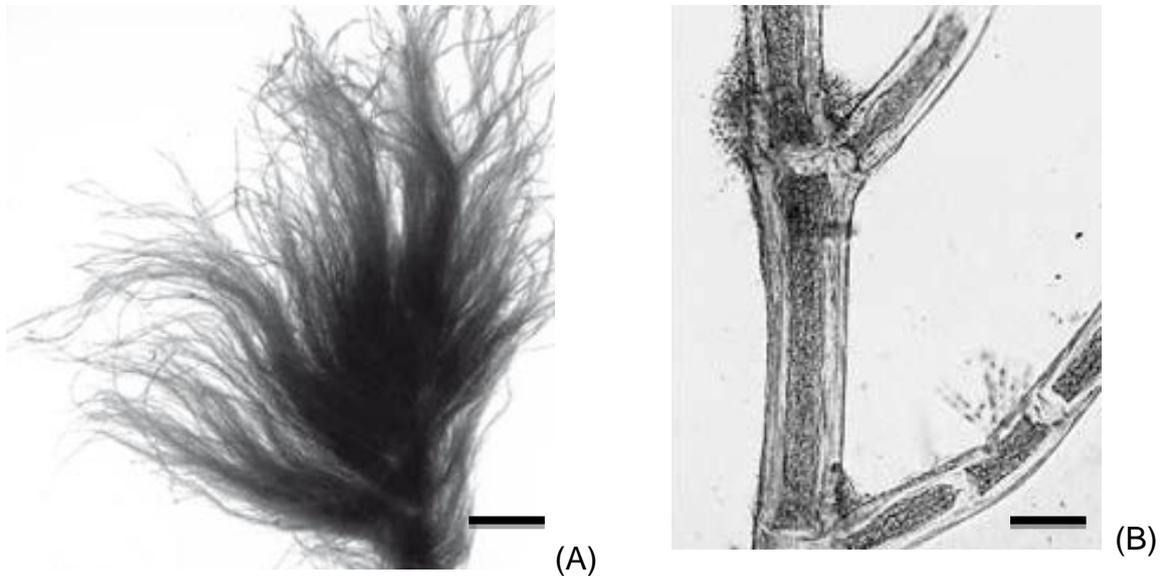
**Características:**

- Talo verde claro, filamentosos, flácido, ligeiramente prostrado, com até 3 cm de comprimento.
- Ramificações apresentando septos na base, pseudodicotômica a alterna.
- Filamentos rizoidais formados a partir da célula basal e de células intercalares, algumas vezes terminando em hápteros.
- Cloroplastos em placas poligonais, interligados formando uma rede parietal e com 1 pirenóide central.

**Obs:** Distingue-se pelo seu hábito, células apicais cilíndricas longas, ramificação irregular, dimensões, e pela presença de rizóides dos pólos basais de muitas das células.

**Material examinado:** Rocio e Valadares (verão e inverno).

*Cladophora montagneana* Kützing



**Figura 17: *Cladophora montagneana*: (A) Hábito geral da planta (1cm) ; (B) ramificação unilateral (50  $\mu$ m).**

(Foto: Alves *et al.*, 2012)

**Características:**

- Talo verde claro, filamentosos, flácido, com aproximadamente 2 cm de comprimento.
- Ramificação irregular.
- Relação comprimento/diâmetro das células do eixo principal de 1,5-6,5.
- Cloroplastos em placas poligonais, interligados formando uma rede parietal e com 1 pirenóide central.

**Material examinado:** Ilha do Mel (inverno).

*Cladophora sericea* (Hudson) Kützing

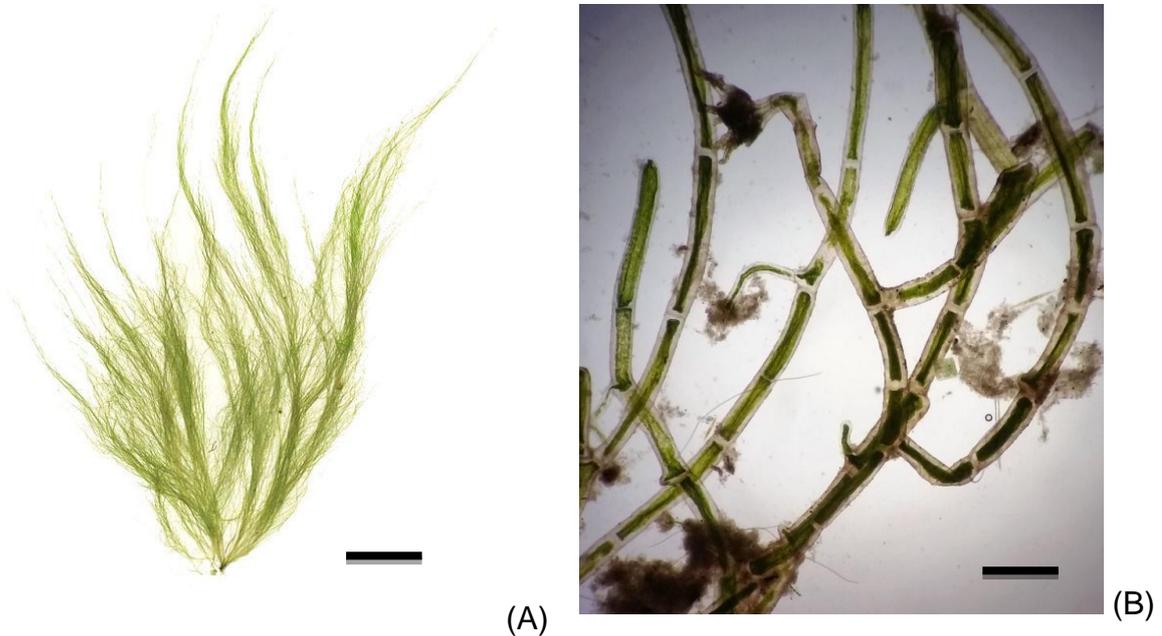


Figura 18: *Cladophora sericea*: (A) Hábito geral (5cm); (B) Filamentos ramificados (100  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Alga espessa ou espalhada, não formadora de tufos.
- Filamentos ligeiramente ramificados;
- Ramos laterais mais curtos, mais estreitos (20 - 40  $\mu\text{m}$  de diâmetro) e dispostos alternadamente, opostos ou de um lado.
- Os ramos laterais perto da ponta têm frequentemente ramos mais curtos entre ramos mais longos.

**Obs:** Eixos principais de 50-70  $\mu\text{m}$  de diâmetro, células 4-8x mais longas do que largas contendo cloroplastos reticulados.

**Material examinado:** Antonina (verão e primavera)

*Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek

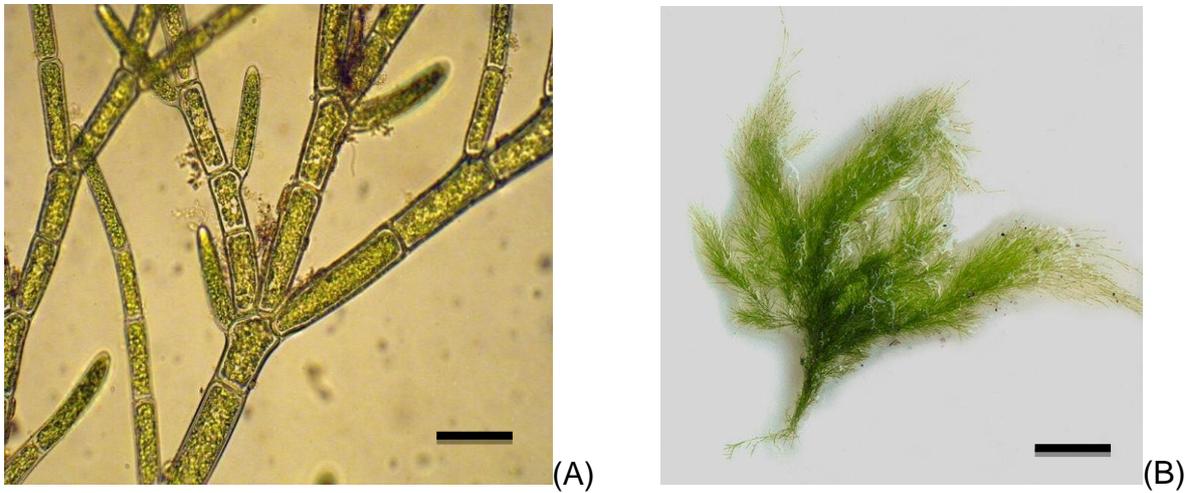


Figura 19: *Cladophora vagabunda*: (A) Ramificação tricotômica (400  $\mu\text{m}$ ); (B) aspecto geral (5cm).

**Características:**

- Talo verde claro, filamentosos, com 4-20 cm de comprimento.
- Célula apical com (108)134-334(417)  $\mu\text{m}$  de comprimento e (34) 41-100 (167)  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
- Células do eixo principal com 576-2104  $\mu\text{m}$  de comprimento e 142-376  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Obs:** Talos maiores, chegando a 20 cm de comprimento; ramificação lateral no ápice, formando fascículos; célula apical com 41-167  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Material examinado:** Ilha do Mel (verão e outono)

*Rhizoclonium africanum* Kützing

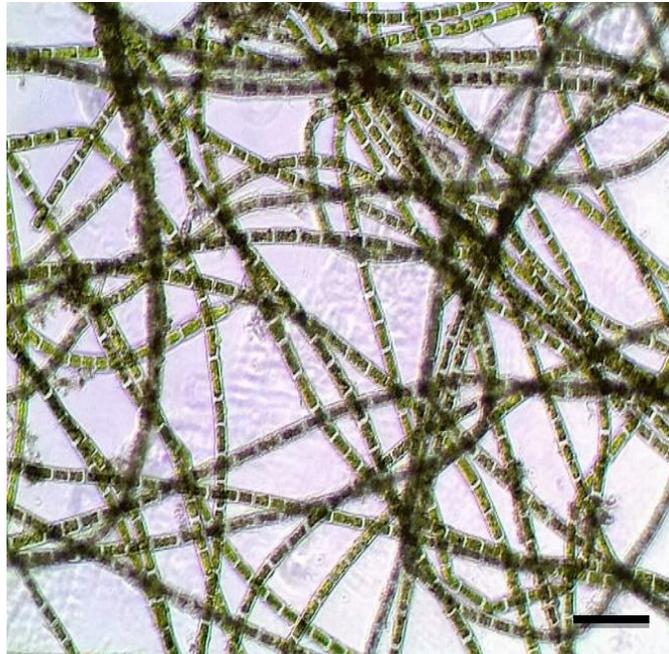


Figura 20: *Rhizoclonium africanum*: Filamentos emaranhados sem ramificações (300  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo verde escuro, filamentos, robusto, formando tufos emaranhados sem forma definida.
- Ramificações presentes somente na formação de ramos rizoidais.
- Células medindo 83,5-247,16  $\mu\text{m}$  de comprimento e 75,15-108,55  $\mu\text{m}$  de diâmetro
- Cloroplastos em placas poligonais com 1 pirenóide grande central.
- Filamento em diâmetro superior a 70  $\mu\text{m}$

**Material examinado:** Rocio e Valadares (verão, outono, inverno e primavera), Antonina (outono e primavera), Ilha do Mel (outono, inverno e primavera).

*Rhizoclonium riparium* (Roth) Harvey

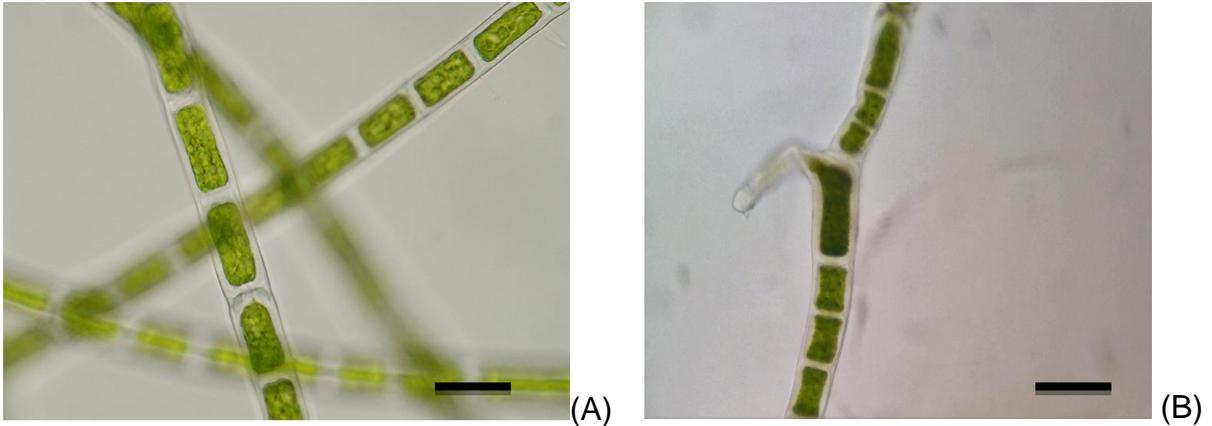


Figura 21: *Rhizoclonium riparium*: (A) Aspecto do filamento (60  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do prolongamento rizoidal (60  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo verde escuro filamentosos, delicado, formando tufo emaranhados sem forma definida com filamentos rizoidais intercalares frequentes.
- Ramificações presentes somente na formação de ramos rizoidais.
- Células com 20-80  $\mu\text{m}$  de comprimento e 25-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
- Cloroplastos em placas poligonais com 1 pirenóide grande central.
- Filamento com diâmetro inferior a 50  $\mu\text{m}$

**Material examinado:** Rocío (verão, outono e primavera), Valadares (verão, outono e inverno), Antonina (outono e primavera).

*Rhizoclonium tortuosum* (Dillwyn) Kützing

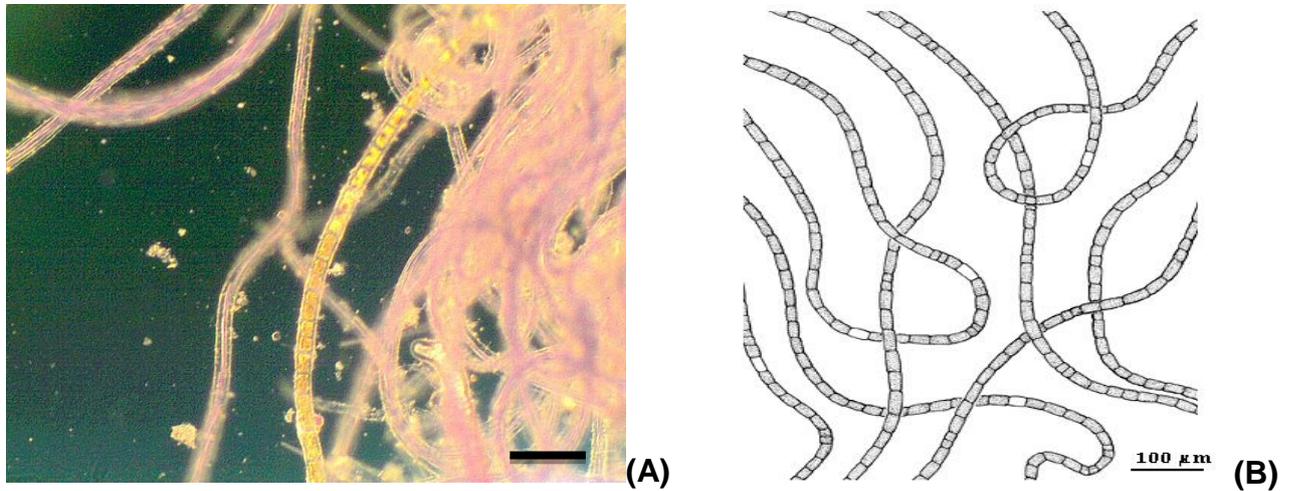


Figura 22: *Rhizoclonium tortuosum*: (A) Filamento uniseriado (100  $\mu\text{m}$ ) ; (B) Aspecto geral da planta (100  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Filamentos emaranhados, não ramificados (raramente com rizóides curtos)
- Alga verde, talo mais ou menos pálido formado por um filamento que formam um reticulado sobre o substrato.
- Fixação ao substrato a partir de célula basal longa e reta, com 86 - 100  $\mu\text{m}$  de comprimento e 15 – 18  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com prolongamentos rizoidais, que se fixam ao substrato.
- Células da porção mediana com 50 – 60  $\mu\text{m}$  de comprimento e 40 – 50  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
- Células da região terminal com 30 – 32  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Material examinado:** Rocío (verão)

## GAYRALIACEA

*Gayralia brasiliensis* Pellizzari, M.C. Oliveira & N.S. Yokoya

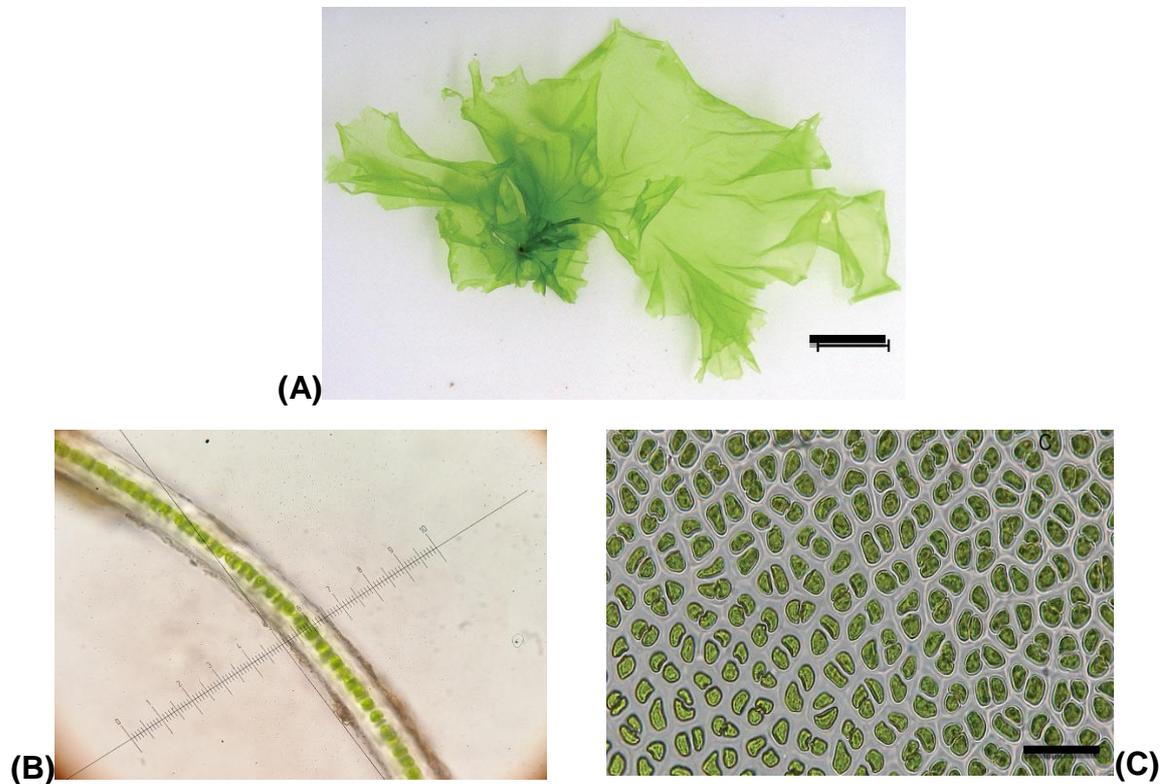


Figura 23: *Gayralia brasiliensis*: (A) Hábito geral (1cm); (B) Corte transversal mostrando uma única camada de células (30  $\mu\text{m}$ ); (C) Detalhe das células (10  $\mu\text{m}$ ).

#### Características:

- Plantas delicadas, de talo foliáceo expandido e monostromático, verde medindo de 4 a 10 cm de comprimento, e 2 a 5 cm de largura.
- Células marginais poligonais com tamanhos irregulares medindo de  $5,2 \pm 1,3$  a  $6,8 \pm 2,3$   $\mu\text{m}$  de comprimento.
- Lúmen das células da margem com  $18 \pm 4$   $\mu\text{m}$ .
- Espessura do talo na região mediana de  $25 \pm 1,8$   $\mu\text{m}$ .
- Cloroplasto parietal alongado e único.
- A maioria das células contendo um pirenóide, podendo conter até dois.

**Material examinado:** Ilha do Mel (verão, outono, inverno e primavera) e Valadares (inverno e primavera).

## PRASIOLALES

*Prasiola* sp. (C. Agardh)

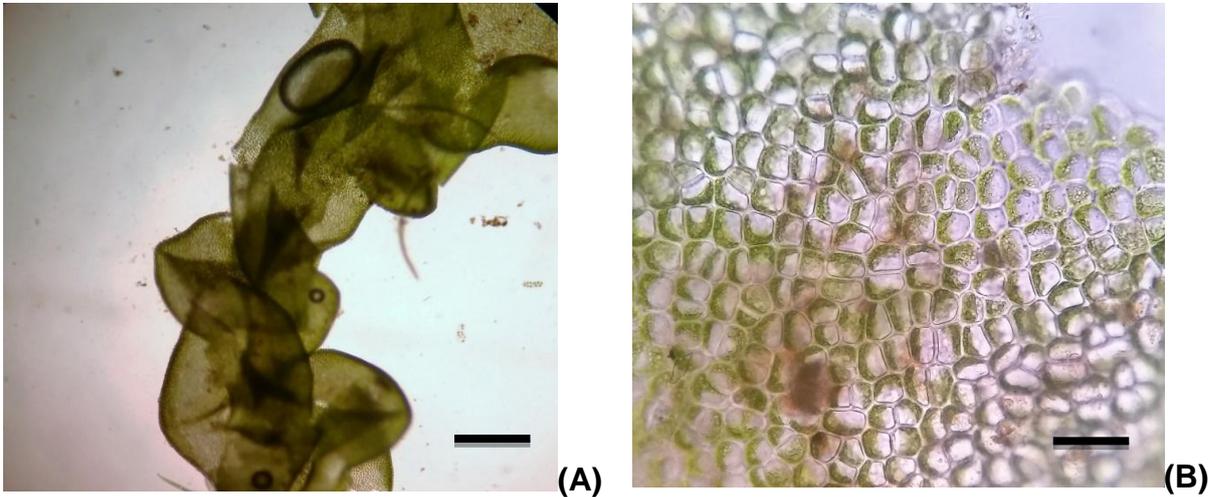


Figura 24: *Prasiola* sp: (A) Aspecto da planta (1cm); (B) Detalhe das células (50 µm).

**Características:**

- O talo é verde-claro, frondoso, linear, lanceolado, ovado, de 1-7 cm de comprimento, 0,5-3,5 cm de largura e é ligado à superfície de rochas com uma pequena massa de células fibrosas o rizóide.
- As células vegetativas são quadráticas em monocamadas, redondas e dispostas em duas ou quatro células.

**Material examinado:** Valadares (primavera)

## UDOTEACEAE

*Boodleopsis pusilla* (Collins) W.R.Taylor, A. B. Joly & Bernatowicz

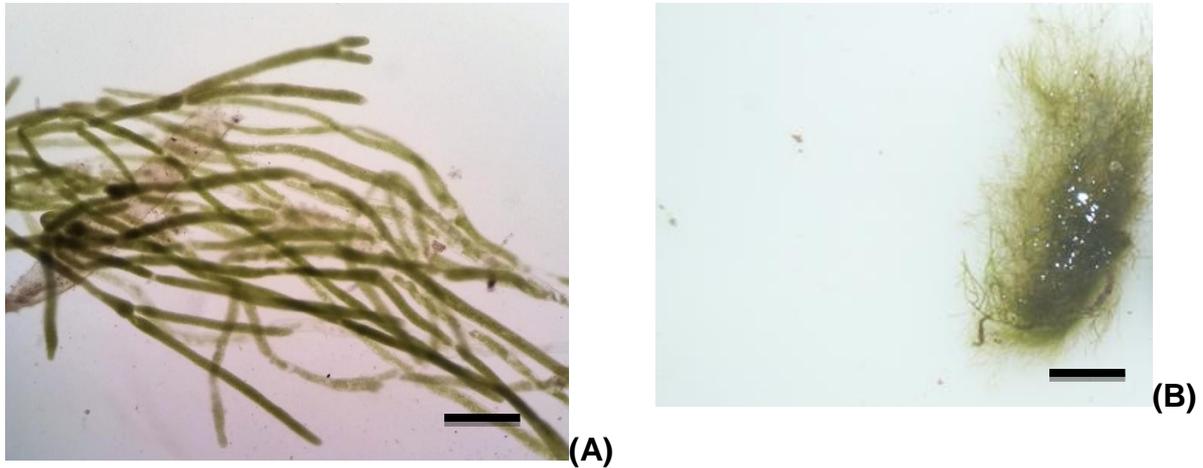


Figura 25: *Boodleopsis pusilla*: (A) Detalhe dos filamentos cilíndricos com constrictões nas ramificações (200 µm); (B) Hábito geral da planta (1cm).

**Características:**

- Talo verde escuro, filamentosos, formando tufo livres, frouxamente emaranhados.
- Filamentos com 24-31 mm de diâmetro, ramificação dicotômica a tricotômica ou ainda irregular.
- Constrictões regulares na base das ramificações e ao longo do talo.
- Cloroplastos lenticulares.
- Encontrada formando tufo livres em locais próximos á saída de água doce.

**Material examinado:** Rocio, Valadares e Ilha do Mel (verão, outono, inverno e primavera), Antonina (verão, outono e primavera).

## ULVACEAE

*Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh

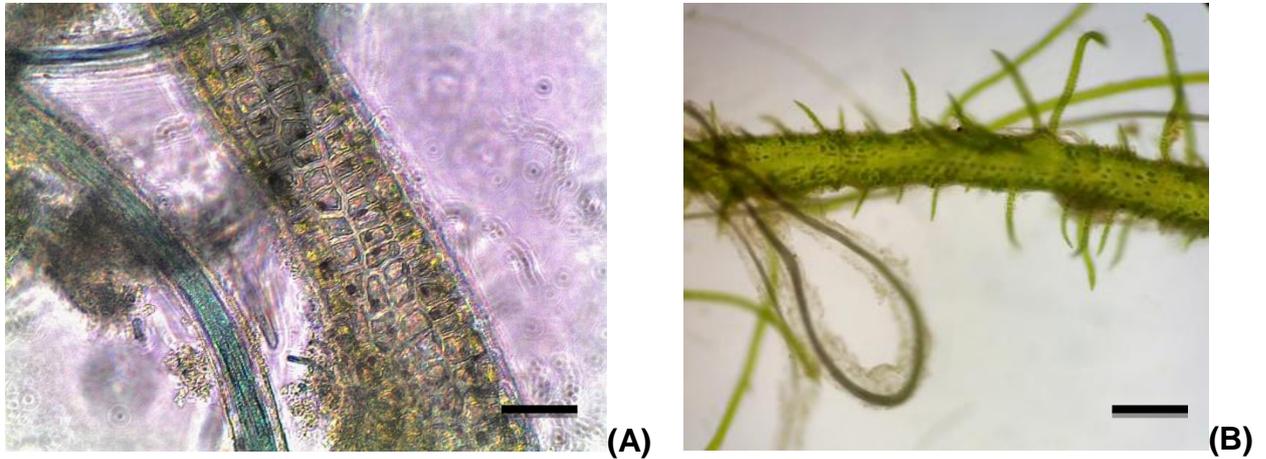


Figura 26: *Ulva clathrata*: (A) células quadrangulares, ± dispostas em filas longitudinais, vários pirenóides por célula (100 µm); (B) Fragmento da planta sob microscopia estereoscópica (2mm).

**Características:**

- Talo verde claro, tubular, com 1-8 cm de comprimento e até 1mm de diâmetro, abundantemente ramificado nas porções inferiores do talo.
- Ramificações e proliferações de 1ª e 2ª ordens por todo o talo.
- Células orientadas em fileiras longitudinais na base do talo.
- Cloroplasto laminar parietal, com (1) 2-4 pirenóides.
- Elementos de reprodução produzidos no ápice do talo.

**Material examinado:** Rocio (verão, inverno e primavera)

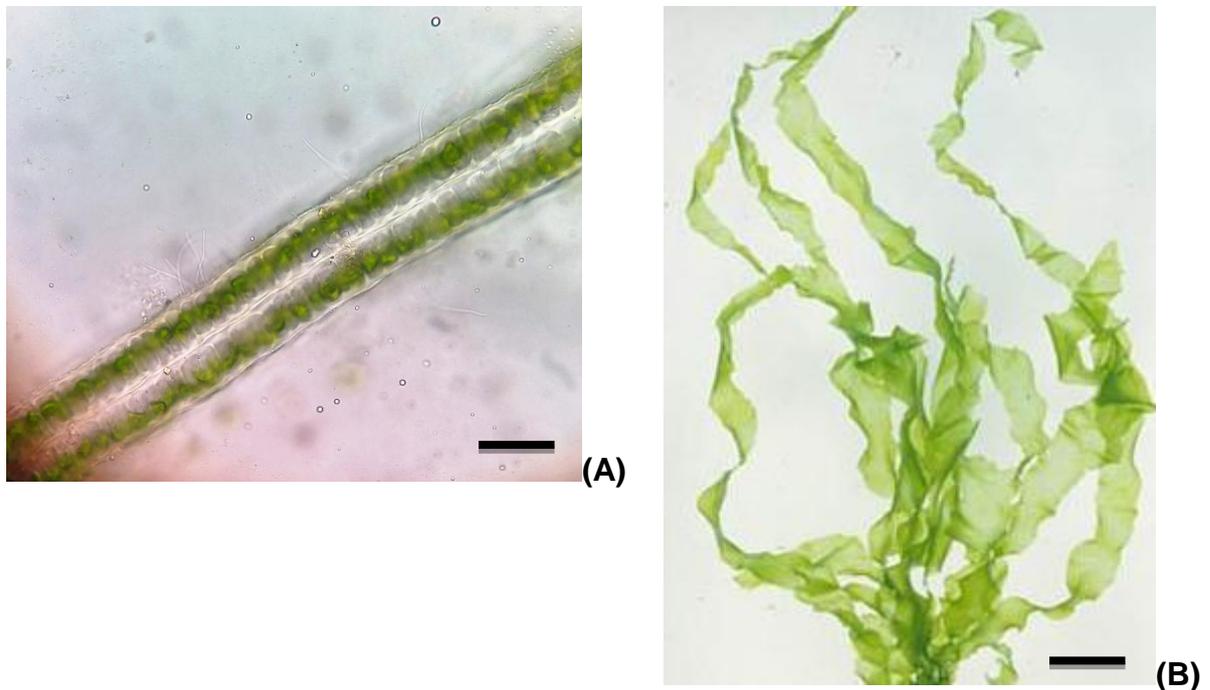
*Ulva fasciata* Delile

Figura 27: *Ulva fasciata*: (A) Corte transversal da parte média do talo (100  $\mu\text{m}$ ); (B) Aspecto geral da planta (5cm).

**Características gerais:**

- Talo com lâminas expandidas de duas células de espessura.
- As células geralmente são quadradas, com 8-20  $\mu\text{m}$  de largura, 14-40  $\mu\text{m}$  de comprimento, irregularmente dispostas e quadradas para ligeiramente alongadas anticlinalmente.
- Talo fino, em forma de folha, consistindo de lâminas largas, 10-15 cm de largura na base, afilando para cima para menos que 2,5 cm de largura na ponta.

**Material examinado:** Rocio (primavera) e Ilha do Mel (outono e inverno).

*Ulva flexuosa* Wulfen



Figura 28: *Ulva flexuosa*: Aspecto geral da planta (1cm).

**Características:**

- Talo verde claro, tubular, com 1-18 cm de comprimento e de 0,5-5 mm de diâmetro, simples ou pouco ramificado.
- Ramificações e proliferações de 1<sup>a</sup> ordem somente nas porções inferiores do talo. Células orientadas em fileiras longitudinais somente na base do talo.
- Cloroplasto laminar parietal, com 2-5 pirenóides.
- Elementos de reprodução produzidos no ápice do talo.

**Material examinado:** Rocio e Valadares (verão, outono, inverno e primavera)

*Ulva lactuca* Linnaeus

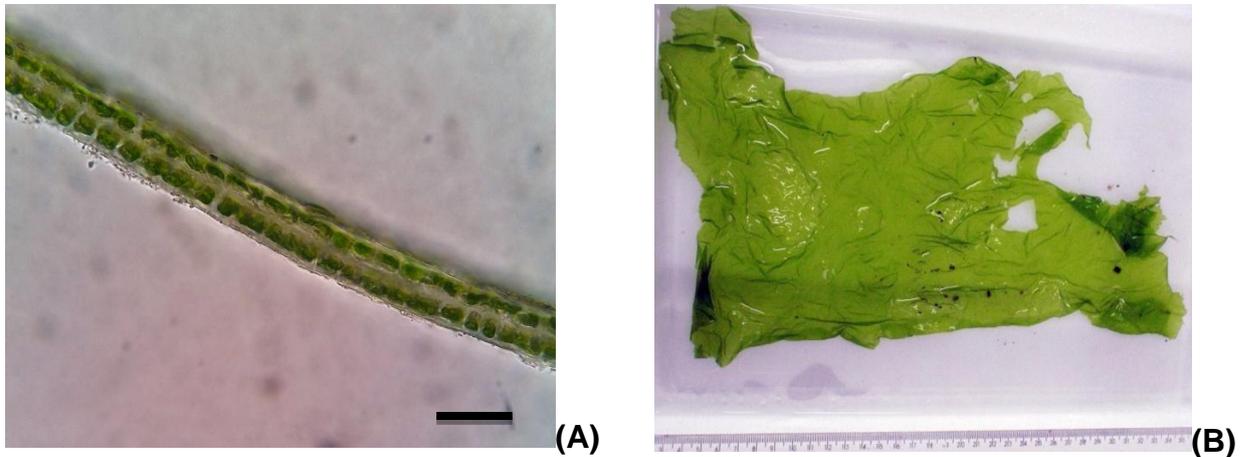


Figura 29: *Ulva lactuca*: (A) Corte transversal (20 µm); (B) Hábito geral (1cm).

**Características:**

- Talo verde; expandido em frondes largas, finas e brilhantes com uma margem lobulada ou ondulada.
- Duas camadas de células em corte transversal; células poliédricas em vista frontal e dispostas em bastantes filas longitudinais.
- Lâminas até 30 cm de comprimento.

**Material examinado:** Rocio (verão, inverno e primavera)

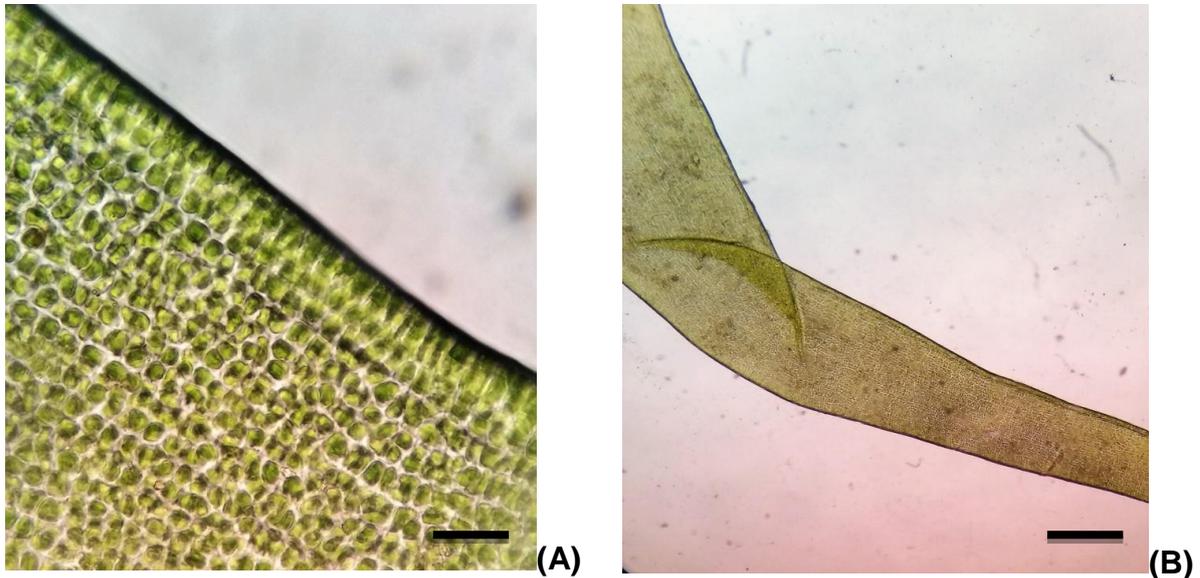
*Ulva linza* Linnaeus

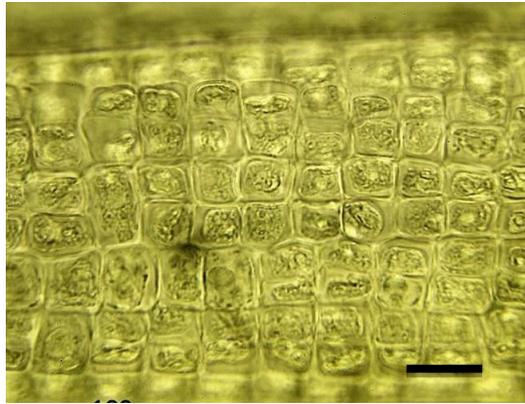
Figura 30: *Ulva linza*: Vista superior mostrando as células (20  $\mu\text{m}$ ); (B) hábito da planta sob microscopia estereoscópica (1cm).

**Características:**

- Talo verde claro, tubular nas margens laterais e distromático no centro.
- Comprimento do talo de 1-10 cm e diâmetro do talo de 2-10 mm.
- Ramificação simples, com estipe fino e talo expandido para o ápice.
- Células dispostas em vagas fileiras longitudinais ao longo do talo.
- Cloroplasto laminar parietal com 1(2-5) pirenóides.
- Elementos de reprodução produzidos no ápice do talo.

**Material examinado:** Rocio (inverno e primavera)

*Ulva paradoxa* C. Agardh



**Figura 31:** *Ulva paradoxa*: Vista da superfície do talo tubular mostrando células quadráticas em fileiras longitudinais (100  $\mu$ m).

**Características:**

- Talo verde claro, tubular, de aparência delicada, com 0,5-5 cm de comprimento e 1-3 mm de diâmetro.
- Ramificação espinescente frequente por todo o talo.
- Células dispostas em fileiras longitudinais ao longo do talo.
- Cloroplasto laminar parietal com 2-4(6) pirenóide.
- Elementos de reprodução produzidos no ápice do talo.

**Material examinado:** Rocio (inverno)

*Ulva prolifera* O. F. Müller



Figura 32: *Ulva prolifera*: Ramos longos e abundantes pela extensão do talo.

**Características:**

- Talo verde claro, tubular, com até 1,5 cm de comprimento e 1 mm de diâmetro na região apical do talo, fixo ao substrato por um apressório pequeno.
- Ramos longos e abundantes por toda a extensão do talo.
- Em vista superficial, células quadráticas a irregulares, com discreto alinhamento longitudinal em toda a superfície do talo.
- Em corte transversal, células mais altas que largas, com até 27  $\mu\text{m}$  de comprimento e 15  $\mu\text{m}$  de diâmetro, com cloroplasto contendo 2–6 pirenóides.

**Material encontrado:** Rocío e Valadares (verão, inverno e primavera)

## RHODOPHYTA

### ACINETOSPORACEAE

*Feldmannia indica* (Sonder) Womersley & A. Bailey



Figura 33: *Feldmannia indica*: Filamentos uniseriados com áreas escuras mais escuras de crescimento intercalares e esporângios pluriloculares laterais (100  $\mu\text{m}$ ).

#### Características:

- Talos como tufos filamentosos macios, a 5 cm de altura, castanho-verde; Ramificando irregular, formando como projeções laterais.
- Filamentos com 20-34  $\mu\text{m}$  de diâmetro, pontas que se afilam até 10  $\mu\text{m}$  de diâmetro; Células 0,5-5,0 diâmetros de comprimento, a maior parte do crescimento intercalares
- Ramos mais curtos, com pigmentos escuros.
- Esporângios pluriloculares cilíndricos, 20-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro, 100-260  $\mu\text{m}$  de comprimento, raramente acamados, com vértices sem corte, formando lateralmente em filamentos, espalhados, raramente em série linear.

**Material examinado:** Ilha do Mel (verão)

## DASYACEAE

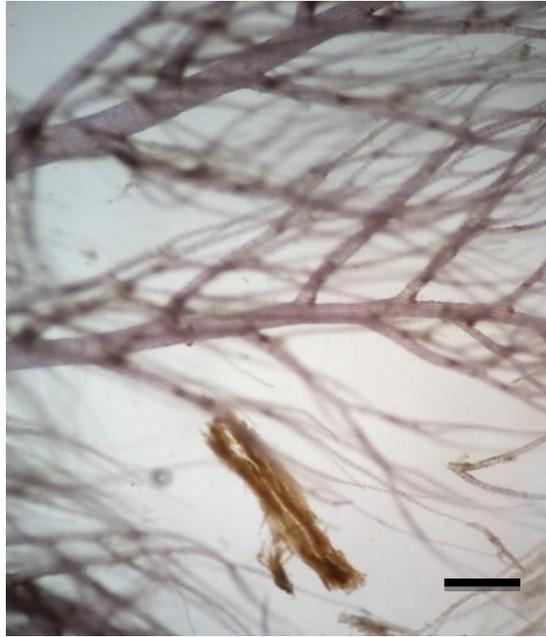
*Heterosiphonia gibbesii* (Harvey) Falkenberg

Figura 34: *Heterosiphonia gibbesii*: Ramos com crescimento indeterminado e polissifônicos (200  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo ereto, arbustivo, róseo, com até 7cm de altura, com ramificações alternas, irregulares, em um plano de divisão.
- Diversos eixos de crescimento indeterminado são originados a partir de um apressório rizoidal.
- Ramos de última ordem em disposição alterna dística no eixo axial.
- Ramos de crescimento indeterminado com 200-1500  $\mu\text{m}$  de diâmetro, polissifônicos e apresentando corticação que se torna menos densa em direção ao ápice.
- Ramos de crescimento determinado com ramificações pseudodicotômicas, monossifônicos próximos aos ápices polissifônicos nas bases.
- Râmulos com 200-300  $\mu\text{m}$  de diâmetro proximal e 20-35  $\mu\text{m}$  de diâmetro distal.

**Material examinado:** Ilha do Mel (verão, outono e inverno) e Valadares (inverno)

## DELESSERIACEAE

*Caloglossa leprieurii* (Mont.) G. Martens

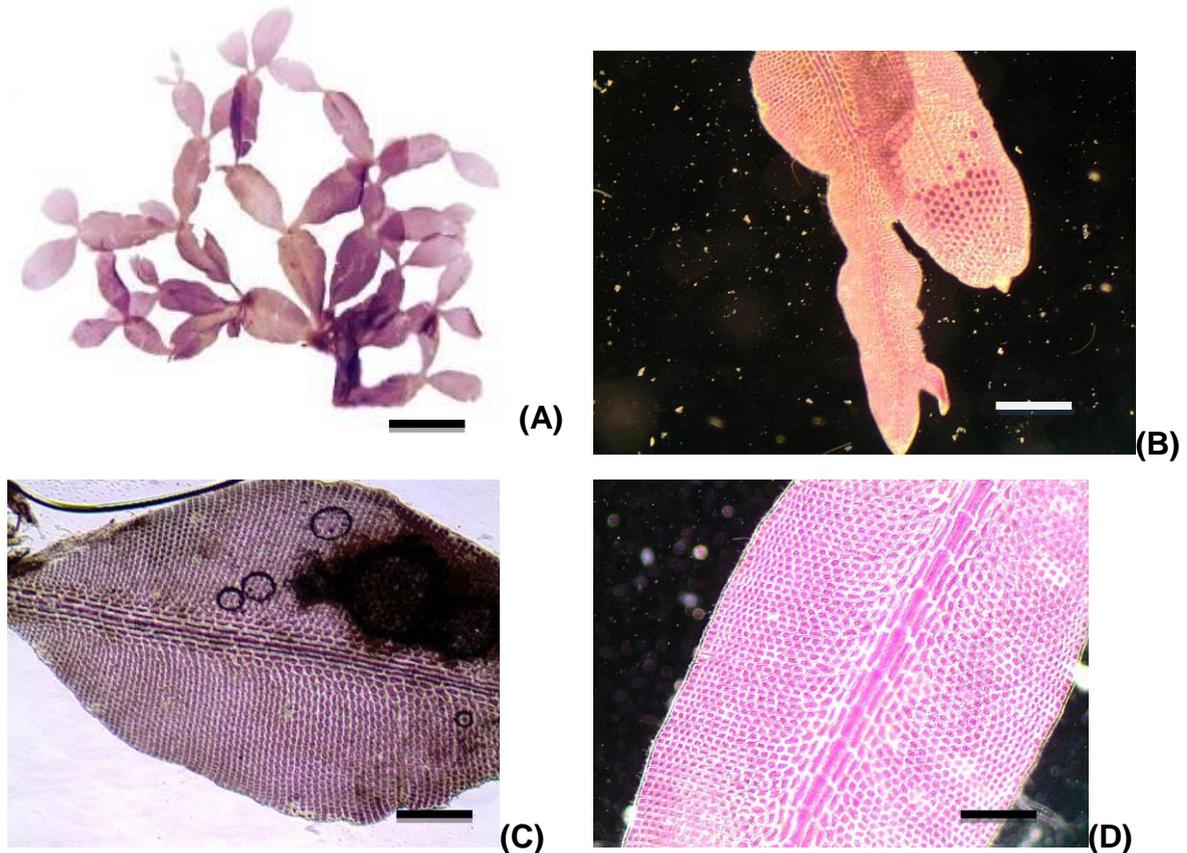


Figura 35: *Caloglossa leprieurii*: (A) aspecto geral da planta (1cm), (B) detalhe dos ápices com células apicais evidentes ..., (C) Fronde elíptica (1mm) e (D) Fronde com camadas de células de segunda e terceira ordem (100  $\mu$ m).

**Características:**

- Plantas com até 2,0 cm de comprimento, delicada, de coloração violácea, talo rastejante, ramificado dicotomicamente, parte apical curvada.
- Presa ao substrato por tufos de rizoides pluricelulares, nos locais das constrições, do lado ventral.
- Fronde segmentos (asas) elípticos, de 1,0-2,0 mm de largura e 2,0-3,0mm de comprimento, com nítida nervura central.
- Ápice com célula apical muito evidente.
- Plantas femininas com cistocarpos
- Sésseis, sobre a nervura central, geralmente em número de dois, dispostos lado a lado, nos pontos das constrições, cistocarpos com 300-600  $\mu$ m de

diâmetro e 360-750  $\mu\text{m}$  de altura.

**Material examinado:** Rocio e Ilha do Mel – Praia do Belo (verão, inverno e primavera), Valadares (outono, inverno e primavera) e Antonina (verão, outono, inverno e primavera),

*Caloglossa apomeiotica*

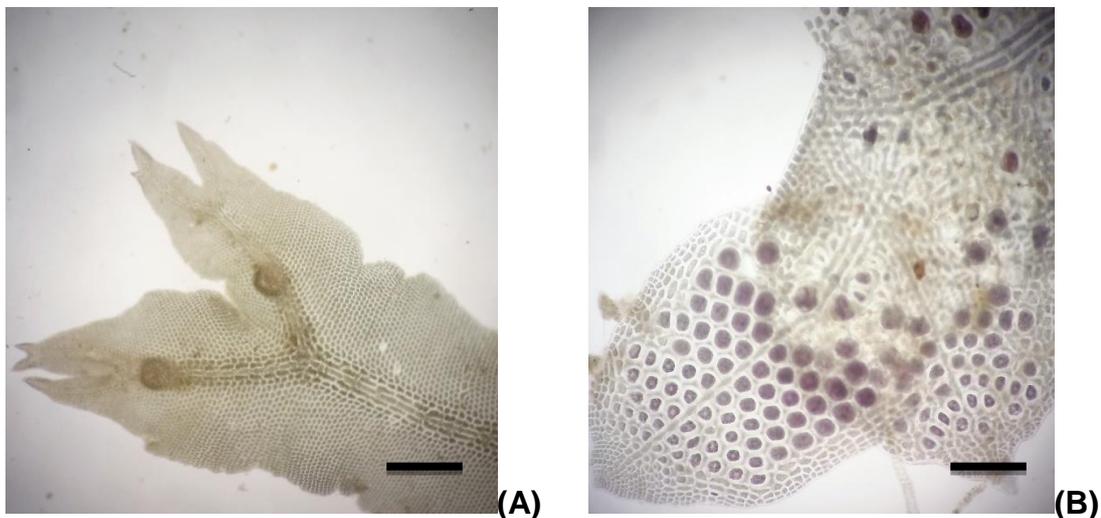


Figura 36: *Caloglossa apomeiotica*: (A) Detalhe do padrão da ramificação subdicotomada (250  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe ápice fértil (250  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Plantas de cor castanho claro, avermelhadas, a violeta clara; ramificação subdicotomada, com 0,3-1,7 cm de largura. Células arredondadas proeminentes na região apical.
- Possuem nervura central com duas células periaxiais transversais e duas laterais.
- Presença de biesporângio.
- Ramificação endógena presente.
- Ramificação adventícia ausente.

**Material examinado:** Rocio (verão)

*Caloglossa ogasawarensis*



Figura 37: *Caloglossa ogasawarensis*: (A) Detalhe filamento delgado (100  $\mu\text{m}$ ) e (B) detalhe da fronde (25  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Plantas pequenas, emaranhadas, de coloração vermelho violácea, com porção prostrada, presa ao substrato por tufo de rizoides multicelulares, porção ereta subdicotômica ramificada, com até 5 mm de altura.
- Talo constituído por nós não constrictos e internos longos, lanceolados.
- Rizoides sob os nós. Internos com cerca de 135  $\mu\text{m}$  de diâmetro e 3 mm de comprimento.

**Material examinado:** Rocio (verão)

## ERYTHROTRICHIACEAE

*Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann

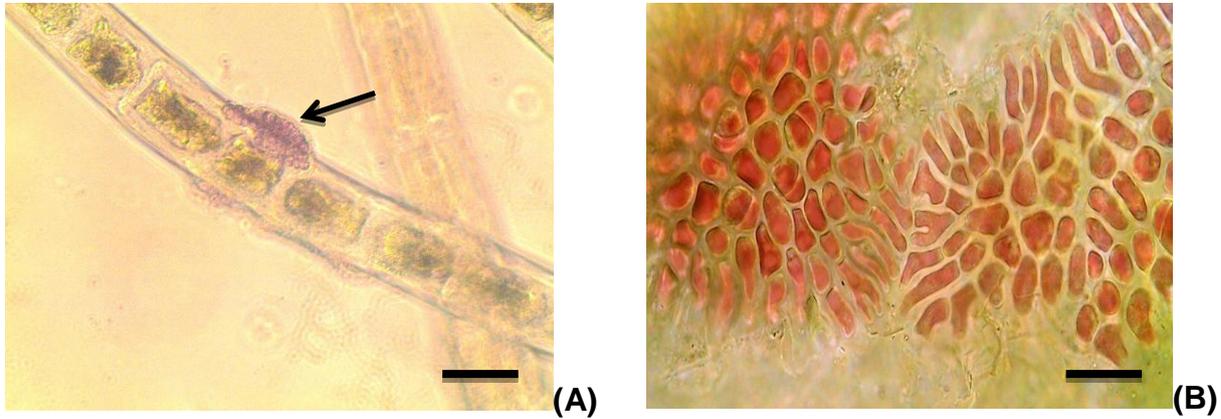


Figura 38: *Sahlingia subintegra*: (A) parasitando *Rhizoclonium africanum*, (B) aspecto geral da epífita. Escala: 45  $\mu\text{m}$ .  
(Foto B: Algaebase)

**Características:**

- Talo diminuto formado por disco crostoso, constituído por células em disposição radial unidas lateralmente por meio de uma expansão mucilaginosa, contínua, proveniente do crescimento marginal.
- Apresenta células em vista superficial, retangulares, oblongas a irregulares, medindo 4,5-5,5  $\mu\text{m}$  de largura, sendo que as células marginais apresentam-se bifurcadas em forma de “Y”.

**Material examinado:** Rocío (verão e inverno)

## GELIDIACEAE

*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis

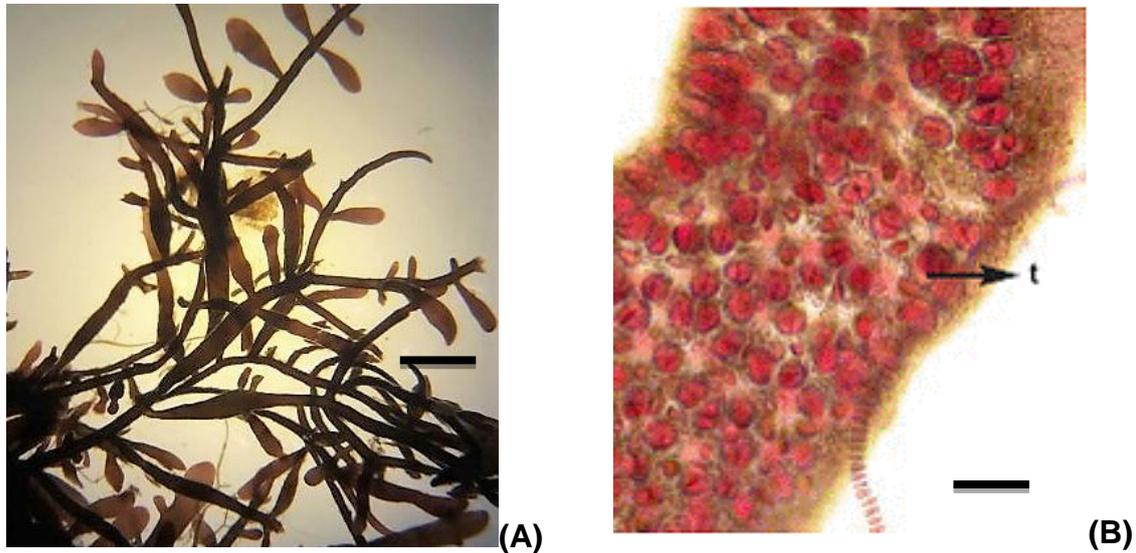


Figura 39: *Gelidium pusillum*: (A) Hábito geral da planta (500  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe de pinúla com tetrasporângio (50  $\mu\text{m}$ ). (Foto B: ARDITO, 2009)

**Características:**

- Planta pequena, gregária, em densos tufos, de coloração rósea a roxo esverdeado, com 0,5-1,0 cm de comprimento.
- Porção estolonífera cilíndrica com 295  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
- Porção ereta cilíndrica na base, com 180-250  $\mu\text{m}$  de diâmetro, e achatada nas porções distais, com 860-1600  $\mu\text{m}$  de largura.
- Ramificação rara, forma de proliferação esparsa, irregular, e, na porção distal, às vezes pinada.
- Tetrasporângios cruciados, com 20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, nos ápices dos ramos, conferindo uma coloração mais clara que a planta.

**Material examinado:** Ilha do Mel (inverno).

## RHODOMELACEAE

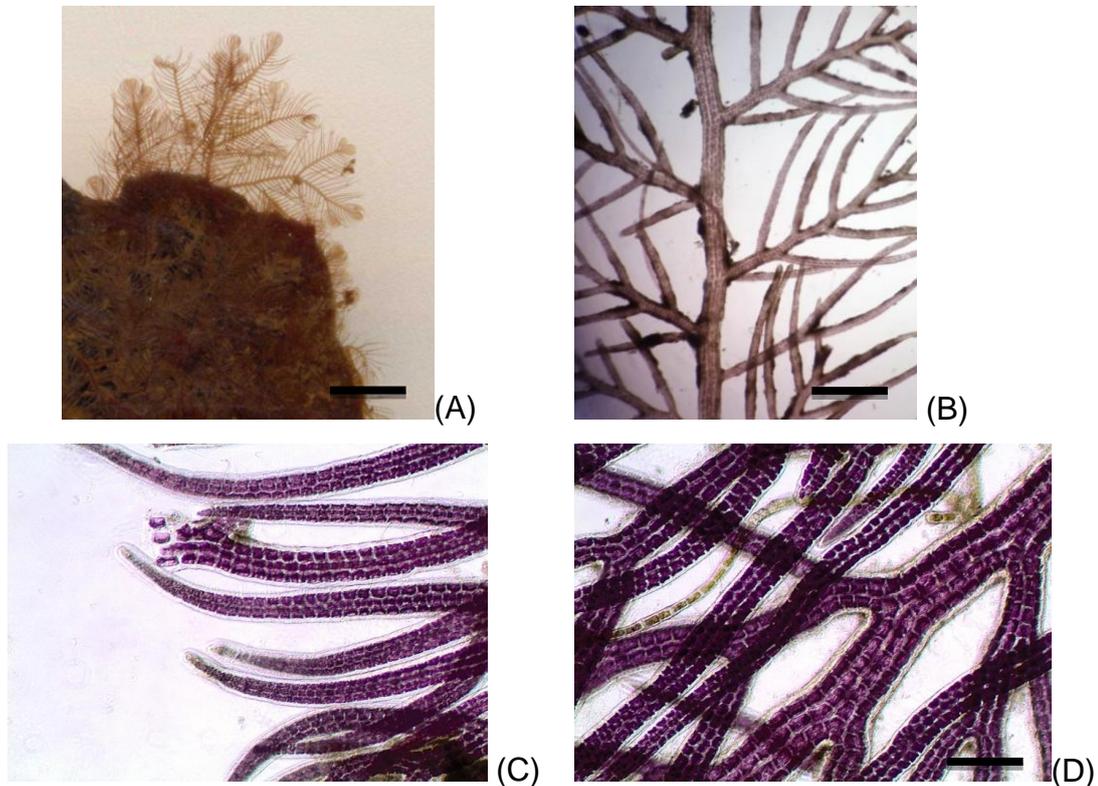
*Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne

Figura 40: *Bostrychia calliptera*: (A) Hábito geral da planta (1cm); (B) Detalhe do eixo principal com ramificações dísticas (25  $\mu$ m); (C) Detalhe do ápice; (D) Secção transversal do ramo.

**Características:**

- Talo ereto, flácido, negro, corticado, com até 1,0 cm de altura, fixo ao substrato através de estruturas formadas por rizoides originados de células pericentrais e corticais.
- Ramificação esparsa, irregular a alterna-dística, com numerosos ramos curtos emergindo dos ramos principais, conferindo à fronde um aspecto penado; ápices dos ramos raramente curvados.
- Em corte transversal, estrutura polissifônica com 5-6 pericentrais; presença de hifas internas entre as células pericentrais.

**Material encontrado:** Rocío e Antonina (verão, inverno, outono e primavera), Valadares (verão, inverno e primavera) e Ilha do Mel (verão e outono).

*Bostrychia kelanensis* Grunow

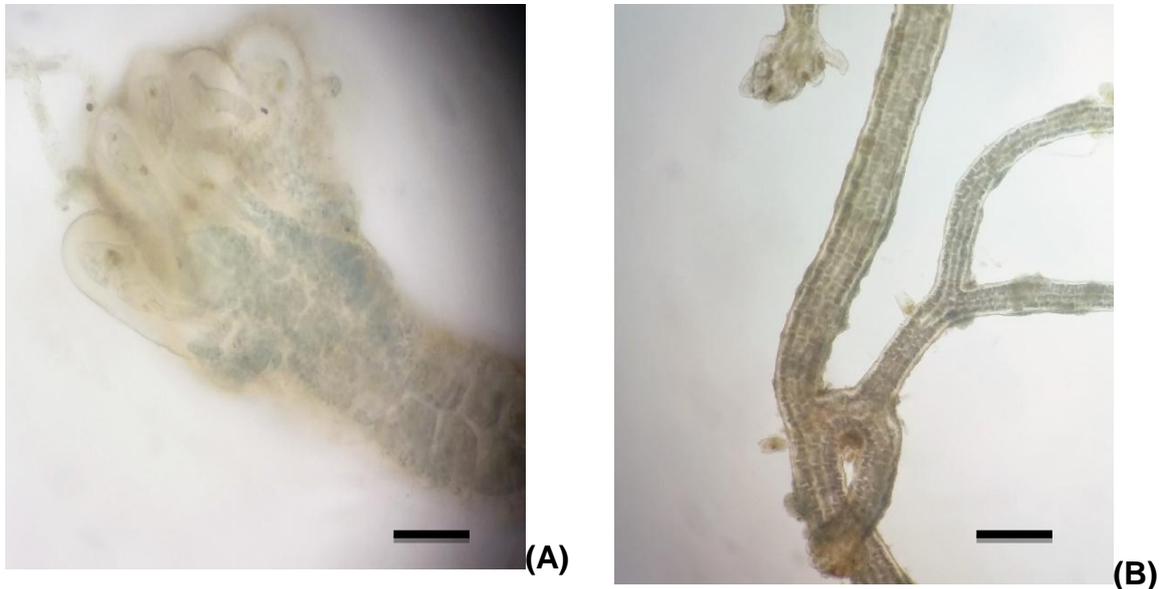


Figura 41: *Bostrychia kelanensis*: (A) Desenvolvendo vesículas (77  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do ramo vegetativo com crescimento indeterminado.

**Características:**

- Planta que cresce associada com *Caloglossa* sp. e *Bostrychia* spp.
- As plantas são geralmente eretas, com 0,6-1 cm em comprimento, ligado ao substrato por meio do feixe ramificado dos filamentos rizoidais.
- O talo é irregularmente dicotômico ramificado e com filamentos cilíndricos. Os filamentos cilíndricos possuem geralmente 80-120  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

**Material examinado:** Rocío (verão)

*Bostrychia moritziana* (Sonder ex Kützing) J. Agardh

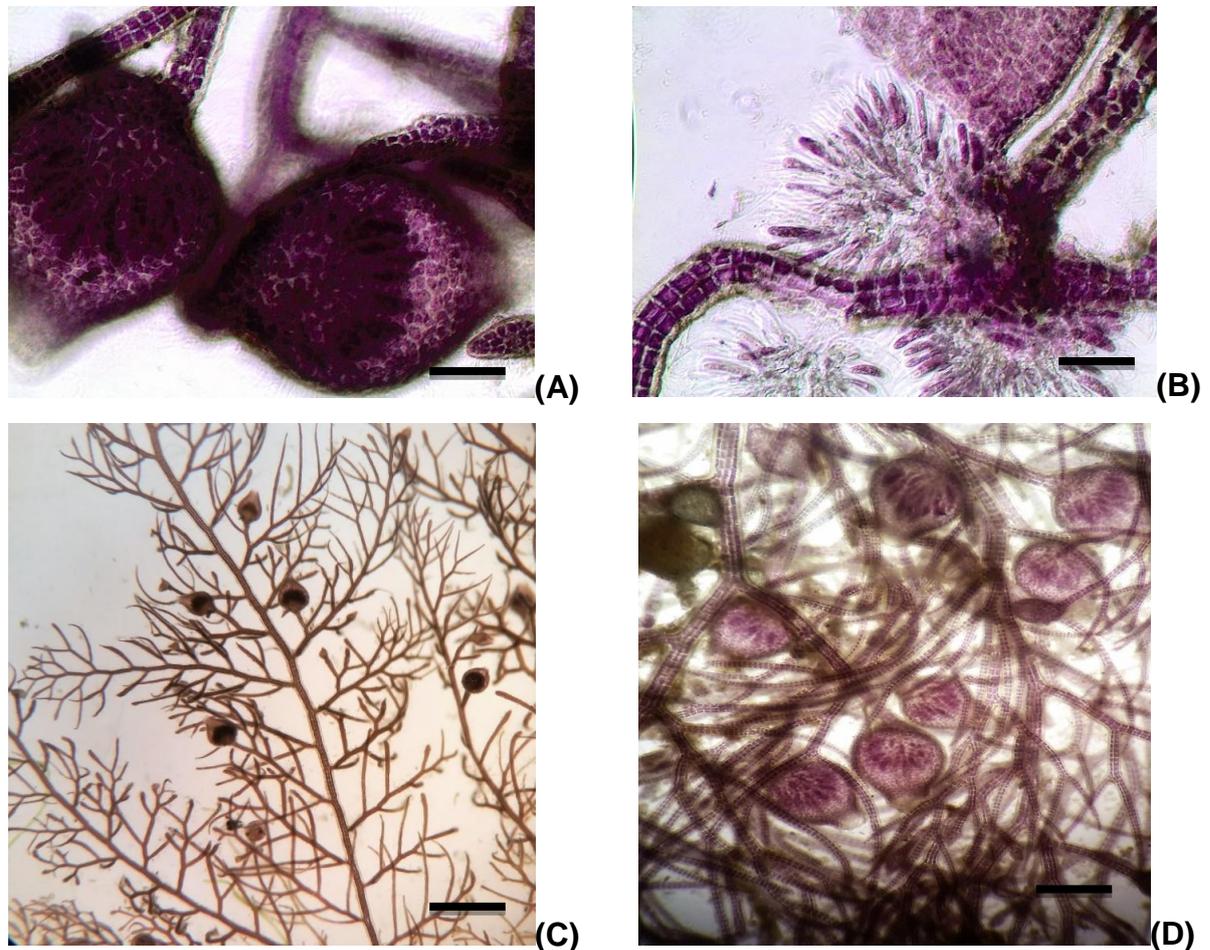


Figura 42: *Bostrychia moritziana*: (A) Cistocarpo (50  $\mu\text{m}$ ); (B) Estrutura reprodutiva liberando esporos; (C) Aspecto geral da planta (5mm); (D) Detalhe das ramificações (100  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo de cor vermelho-vinácea a vermelho-púrpura, delicado, e corticado, ereto, com 0,5-1 cm de altura, crescendo em tufos, fixo ao substrato por cladohaptera que se origina de 5-8 células pericentraes e axiais dos ramos de primeira ordem de crescimento determinado.
- Talo com estrutura polissifônica; em corte transversal, eixo principal com 8 células pericentraes.
- Eixo principal com ramificação alterna, cilíndrico, medindo 60 - 115  $\mu\text{m}$  de diâmetro; râmulos laterais de primeira ordem cilíndricos, polissifônicos, ramificados de forma semelhante ao eixo principal; râmulos de última ordem completamente monossifônicos, curvos, medindo 0,7-1,7 mm de comprimento e 17 -37  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

- Estiquídios ovais com ápice afilado, medindo 500-800  $\mu\text{m}$  de comprimento e 170-240  $\mu\text{m}$  de diâmetro, localizados no ápice dos râmulos.
- Tetrasporângios tetraédricos, esféricos, medindo 60-80  $\mu\text{m}$  de diâmetro; 2-4 tetrasporângios por segmento do estiquídio

**Material examinado:** Rocio (verão e primavera), Valadares (verão, outono e primavera), Antonina (outono, inverno e primavera) e Ilha do Mel – Praia do Belo (inverno e primavera).

*Bostrychia radicans* (Mont.) Mont. In Orbigny

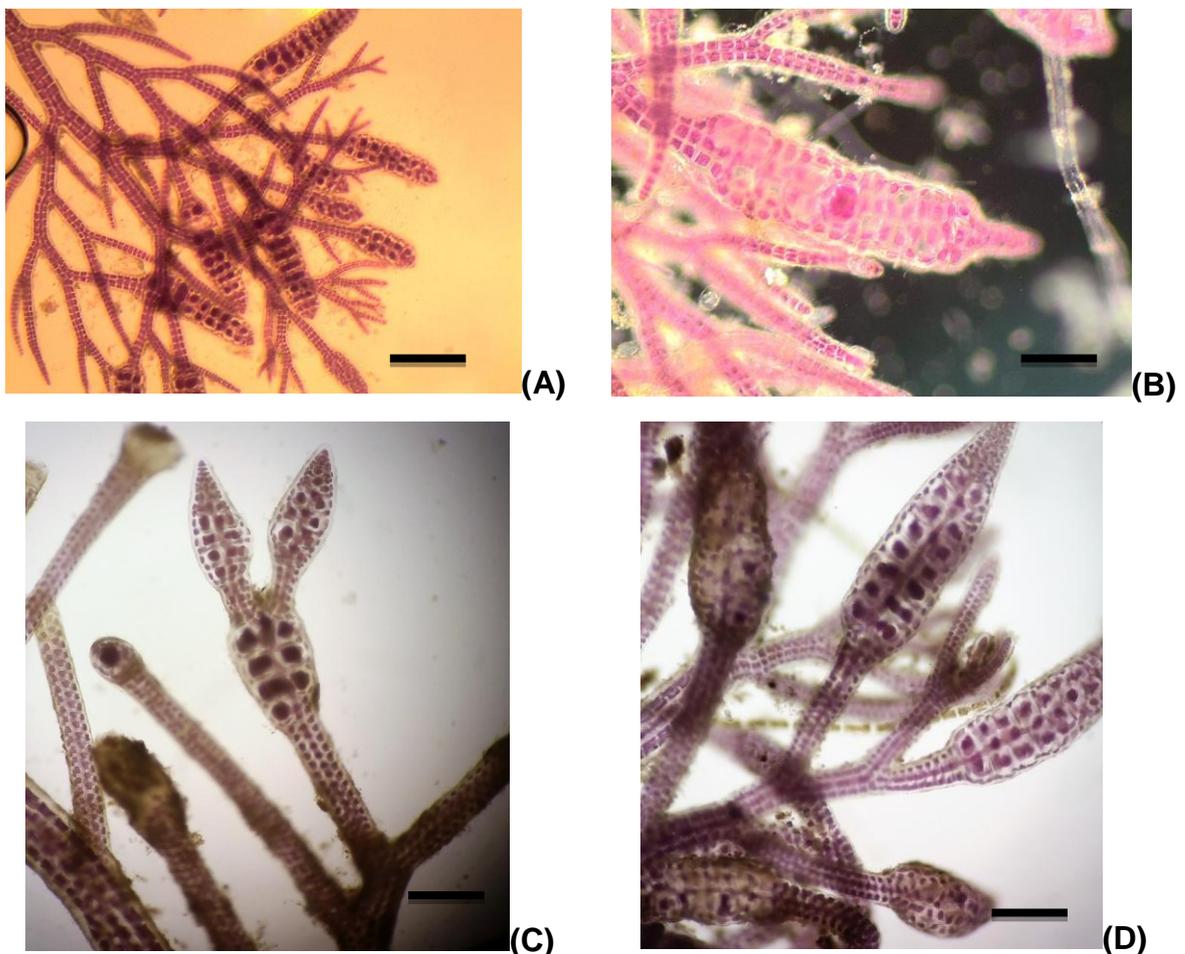


Figura 43: *Bostrychia radicans*: (A) Ápice dos ramos alongados com estiquídios (250  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do estiquídios (100  $\mu\text{m}$ ); (C) e (D) Detalhe do ramo lateral primário estiquídios com tetrasporângios escuros (200  $\mu\text{m}$ );

**Características:**

- Plantas em densos tufos, coloração negro – violácea, 1 – 2cm de altura, com 6 a 8 células pericentrais.
- Ramificação alterna, mais ou menos dística com haptera na axila dos ramos de primeira ordem.
- Ramos principais com 30-45  $\mu\text{m}$  de diâmetro no ápice e 150-225  $\mu\text{m}$  de diâmetro na base.
- Râmulos de última ordem polissifônicos, densamente ramificados, encurvados.
- Estiquídios alongados, ( $\pm 120 \times 285 \mu\text{m}$ ), no ápice dos ramos de última ordem raramente um pouco abaixo, tetrasporangios nítidos de tonalidade mais escura que a planta.
- Citoscarpos no ápice do râmulos de última ordem, às vezes mais de um, dispostos lado a lado.

**Material examinado:** Rocio, Valadares e Antonina (verão, outono, inverno e primavera), Ilha do Mel (verão, inverno e primavera).

*Bostrychia tenella* (J. V. Lamour) J. Agardh

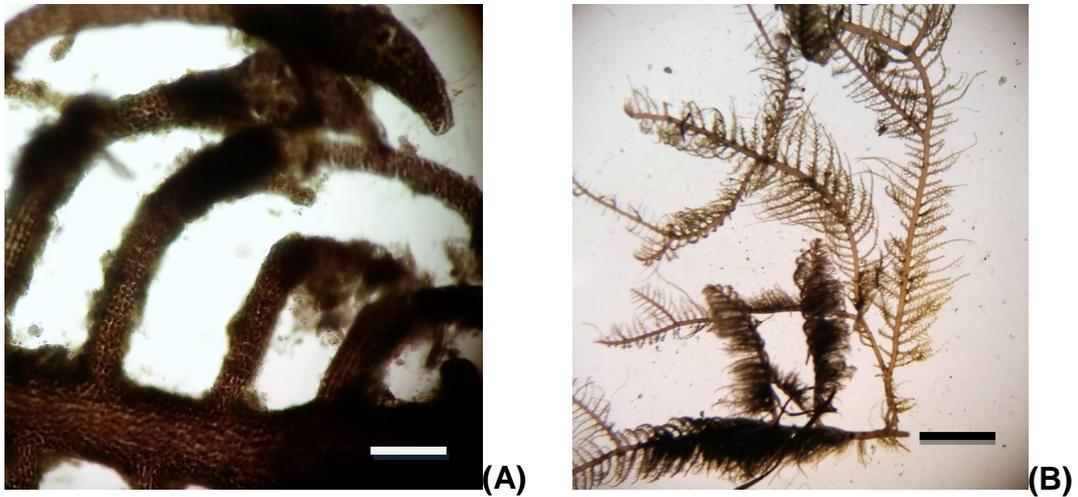


Figura 44: *Bostrychia tenella*: (A) Detalhe da ramificação com disposição alternada (100  $\mu\text{m}$ ); (B) Aspecto geral da planta (1cm).

#### Características:

- Talo com uma porção prostrada da qual emergem ramos eretos com até 3,0 cm de altura, fixo ao substrato.
- Plantas crescendo em densos tufos, com ramos apresentando disposição alterna – dística, os quais originam râmulos de crescimento determinado dispostos da mesma maneira, emergindo em cada segmento axial, conferindo à fronde o aspecto de pena, ápice dos ramos normalmente, curvados.
- Ramos laterais de última ordem mono ou polissifônicos, talo corticado com 6-7 pericentrais.

**Material examinado:** Rocio (primavera), Valadares e Ilha do Mel (verão, outono, inverno e primavera), Antonina (verão e primavera).

*Bostrychocolax australis* Zuccarelo & J. A. West

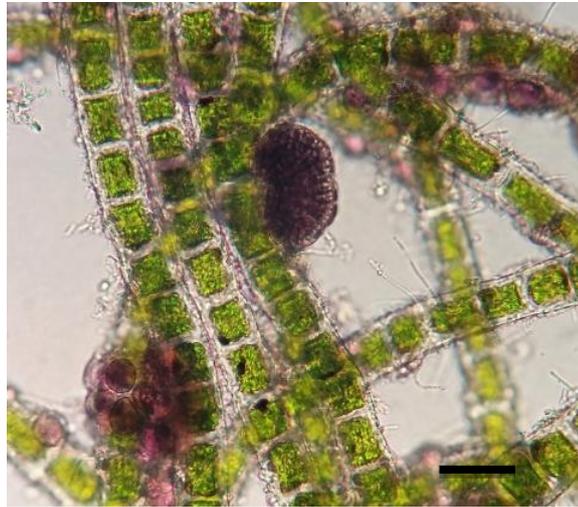


Figura 45: *Bostrychocolax australis*: Alga parasitando *Rhizoclonium africanum* (20  $\mu$ m).

**Características:**

- Inicialmente os esporos dividem-se para formar uma pequena célula lenticular, e então um tubo germinativo cresce a partir do pólo oposto.
- No contato com a cutícula do hospedeiro, o tubo germinal penetra na parede da célula hospedeira.
- A ponta do tubo germinativo expandido torna-se a primeira célula endofítica a partir da qual uma célula parasita é cortada que se funde com uma célula de camada hospedeira.
- À medida que o desenvolvimento do parasita continua, outras fusões de células hospedeiro-parasita são formadas, transferindo mais núcleos de parasitas para as células hospedeiras.
- O parasita multicolorido incolor e eruptivo desenvolve-se externamente no hospedeiro, e as estruturas reprodutivas são visíveis dentro de 2 semanas.

**Material examinado:** Rocío (verão e outono)

*Catenella caespitosa* (Withering) L. M. Irvine

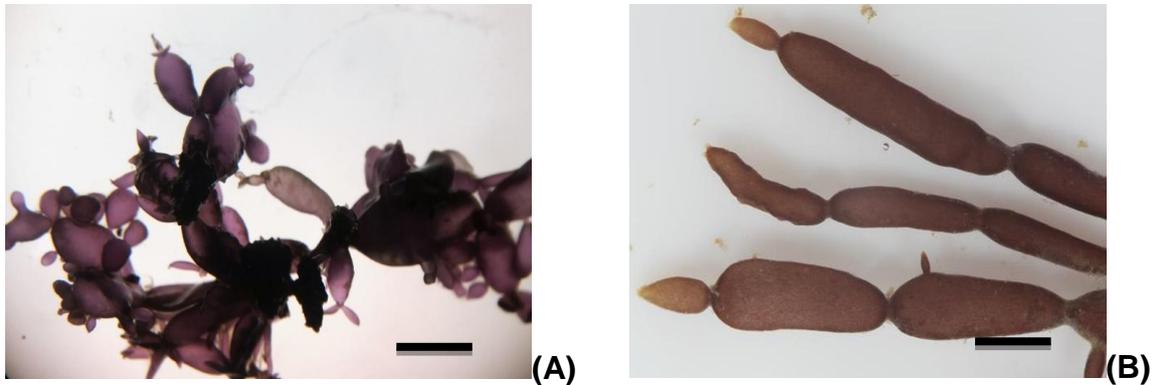


Figura 46: *Catenella caespitosa*: (A) Hábito geral da planta gelatinosa (2cm); (B) Detalhe dos segmentos ovais e achatados (200  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Plantas grandes com até 10 cm de altura, em densos tufos, de coloração negra violácea.
- Talo regularmente constricto com di ou tricotomias.
- Segmentos elípticos – ovais, de consistências gelatinosa.
- Planta fixa aos substrato por ramos flageliformes, nos pontos de ramificação.

**Material examinado:** Rocio (verão, outono e primavera), Valadares e Antonina (verão, outono, inverno e primavera) e Ilha do Mel – Praia do Belo (outono).

*Wilsonosiphonia howei* (Hollenberg) D.Bustamante, Won & T.O.Cho

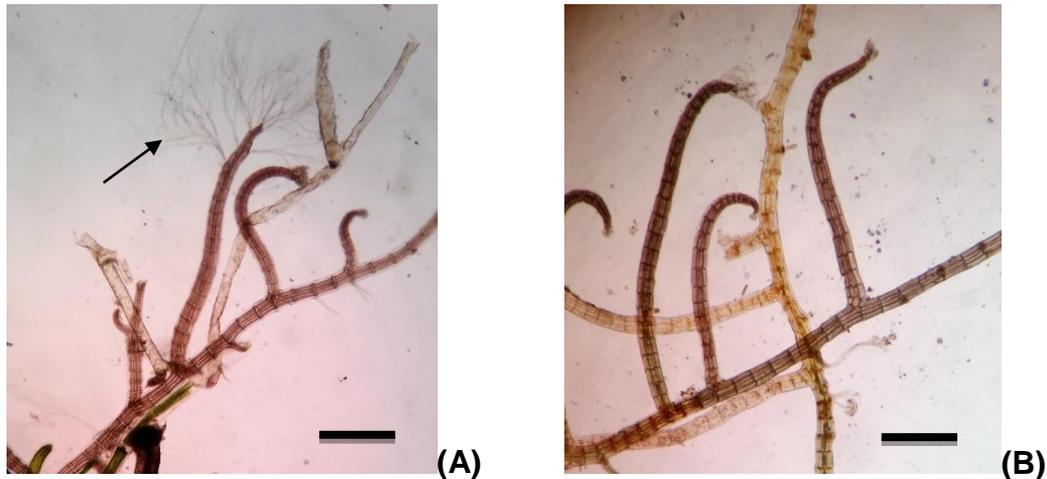


Figura 47: *Wilsonosiphonia howei*: (A) Hábito (3mm), flecha indicando rizóides; (B) Eixo prostrado e ramos eretos (500  $\mu$ m).

#### Características:

- Talo prostrado, marrom-enegrecido, com até 1,5cm de comprimento de onde emergem ramos eretos; fixação ao substrato feita por rizoides de conexão fechada, originados nas porções distais das células pericentrais.
- Ramificação esparsa, com ramos unilaterais simples ou pouco ramificada, recurvada em direção ao eixo prostrado quando jovens.
- Segmentos com 09-14 células pericentrais, mais largos que longos.

**Obs:** Identificada antes como *Polysiphonia howei* Hollenberg, alterado por Mamoozadeh & Freshwater (2012) através de análises moleculares para *Neosiphonia howei* (Hollenberg) Skelton & G.R.South 2007.

**Material examinado:** Valadares (verão e primavera) e Ilha do Mel (inverno).

*Polysiphonia scopulorum* Harvey

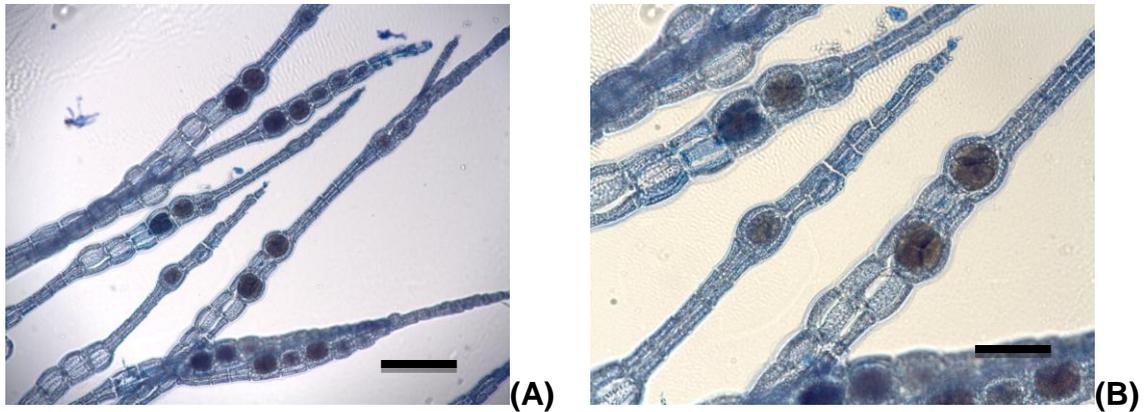


Figura 48: *Polysiphonia scopulorum*: (A) Ápice da planta com tetrasporângios (200  $\mu\text{m}$ ); (B) Detalhe do ápice.  
(Foto: Callphotos)

**Características:**

- Talo prostrado, marrom-enegrecido, com até 1,0 cm de comprimento, de onde emergem ramos eretos.
- Ramificação esparsa, com ramos unilaterais simples ou pouco ramificados, tricoblastos decíduos e células cicatriz raras.
- Segmento com 4 células pericentrais, mais longos do que largos ou de mesma proporção.

**Material examinado:** Valadares (inverno) e Rocio (primavera)

*Pterosiphonia parasitica* (Hudson) Falkenberg

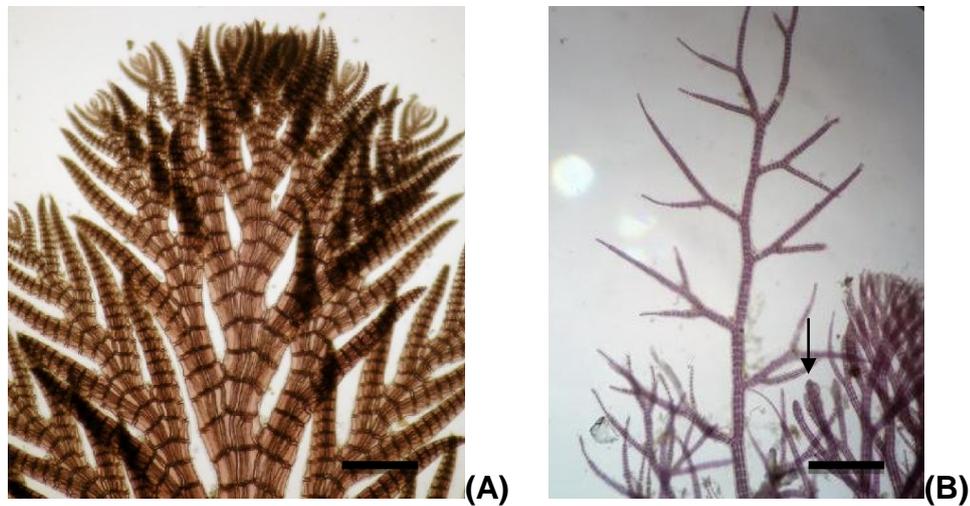


Figura 49: *Pterosiphonia parasitica*: (A) Ápices de eixos eretos produzindo ramos a cada dois segmentos (600  $\mu\text{m}$ ); (B) Eixo ereto com ramos espermatangiais nos ápices de ramos (300  $\mu\text{m}$ ).

(Foto A: Algaebase)

**Características:**

- Hábito constituído por um extenso sistema prostrado com eixos eretos de crescimento indeterminado, que por sua vez produzem ramos de 2<sup>o</sup> ordem alternados com crescimento determinado (5mm).
- Eixo prostrado a partir do qual surgem os eixos eretos e outros eixos prostrados.

**Material examinado:** Rocío (verão) e Antonina (inverno)

*Pterosiphonia pennata* (C. Agardh) Sauvageau

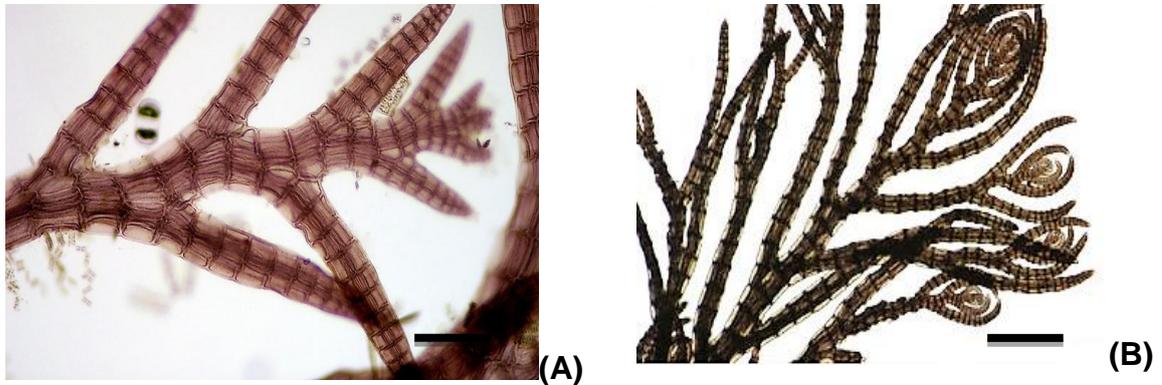


Figura 50: *Pterosiphonia pennata*: (A) Eixos eretos simples ou ocasionalmente ramificados, pinados, alternados ou laterais determinados. O com 2-3 mm de largura; (B) Detalhe do ápice (125  $\mu\text{m}$ ).

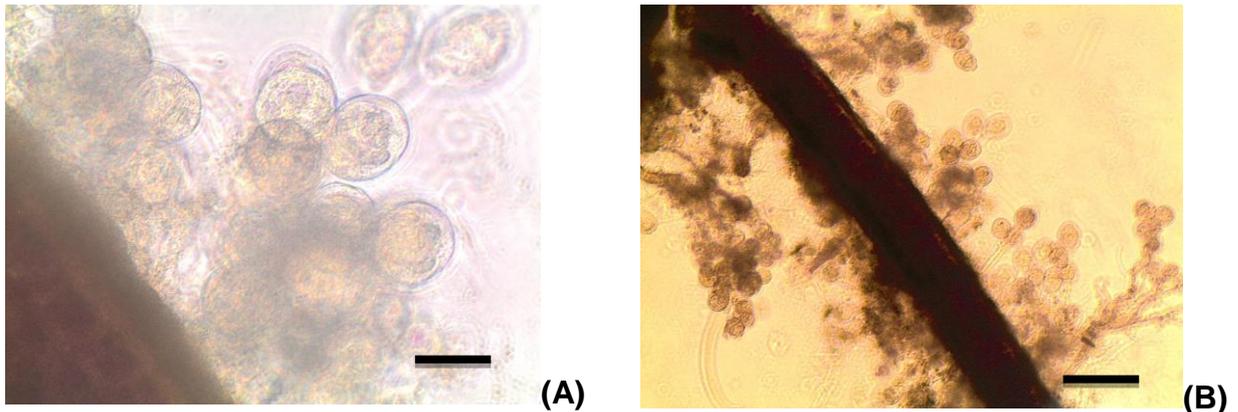
**Características:**

- Talo polissifônico, com uma porção rizomatosa da qual nascem ramos eretos achatados repetidamente ramificados lateralmente em duas fileiras dispostas em um só plano, dando à planta aparência pinada.
- Plantas de coloração negro-vinácea, em densos tufos, chegando a 5 cm de altura. Eixos principais com 80-160  $\mu\text{m}$  de largura, com células pericentraes chegando a 125  $\mu\text{m}$  de diâmetro.
- Rizóides de fixação incolores, medindo 25  $\mu\text{m}$  de largura e podendo chegar a 710  $\mu\text{m}$  de comprimento.

**Material encontrado:** Rocío (verão), Valadares e Antonina (outono)

**CIANOACTÉRIAS****HYELLACEAE**

*Chamaecalyx* sp.



**Figura 51:** *Chamaecalyx* sp.: (A) Células esféricas epitando *Bostrychia*; (B) Vista das colônias (10 µm).

**Características:**

- Células com 5-8 (-12) µm diam.
- Células isoladas ou em pequenos grupos, esféricas, ovais, epífitas, conteúdo celular verde – azulado acinzentado.
- Bainha hialina, individual, delgada.
- Reprodução por fissão binária horizontal.

**Material examinado:** Rocío (verão)

## MICROCOLEACEAE

*Sirocoleum* sp. (cf. *kurzii*)

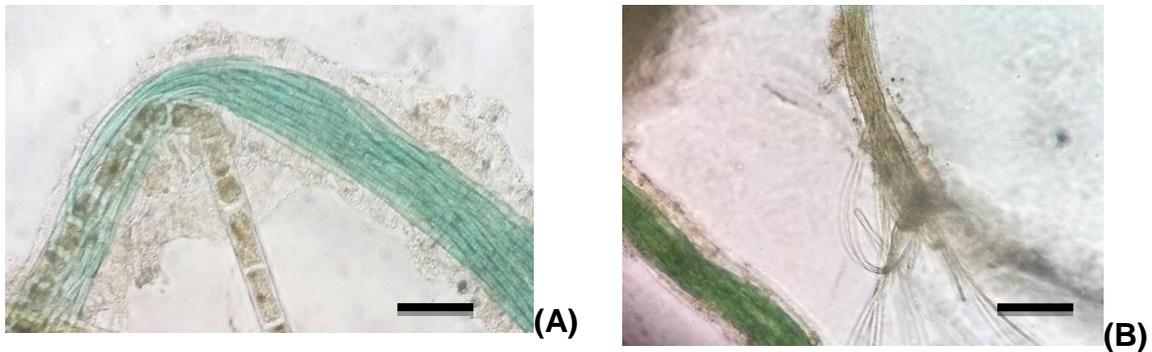


Figura 52: *Sirocoleum* sp.: Filamento (20  $\mu\text{m}$ ); (B) Tricomas fora da bainha (10  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Filamentos geralmente solitários ou raramente formando massas mucilaginosas achatadas ou tufos, pseudoramificados dicotomicamente.
- Apresenta bainha incolor, mucilaginosa, espessa, contendo poucos a muitos tricomas, ápice atenuado, diâmetro do tricoma variando entre 7-10  $\mu\text{m}$  e células medindo 2-4  $\mu\text{m}$  de comprimento.

**Material examinado:** Rocío (verão, outono, inverno e primavera), Valadares (verão, inverno e primavera), Antonina (verão, outono e inverno) e Ilha do Mel (inverno e primavera)

## OSCILLATORIACEAE

*Blennothrix lyngbyaceae* (Gomont) Anagn



Figura 53: *Blennothrix lyngbyaceae*: Septos granulados com célula apical capitada (10  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo filamentosos, aveludado, fasciculado, verde-escuro a acinzentado.
- Bainha hialina, firme, depois difluente, ramificada, envolvendo (2) 8 ou mais tricomas. Tricomas não constrictos, 9-12  $\mu\text{m}$  diam.
- Células 1,5-2,5  $\mu\text{m}$  compr., 5-6 vezes mais largas do que longas; conteúdo celular verde azulado a verde-pálido.
- Septos geralmente granulados.
- Célula apical com caliptra.

**Material examinado:** Rocio (verão), Antonina e Ilha do Mel (inverno).

*Lyngbya majuscula* Harvey ex Gomont.



Figura 54: *Lyngbya majuscula*: Detalhe dos septos granulados.

**Características:**

- Talo formando tapete ou tufos cespitosos, consistência de feltro, macio, verde pálido, verde azulado ou marrom.
- Filamentos retos a flexuosos, 36 - 44,4  $\mu\text{m}$  diâm.
- Bainha incolor, com bordas eventualmente amareladas, espessa, firme, lamelada, 3,8 - 5,9  $\mu\text{m}$  de espessura.
- Tricomas não constrictos, não atenuados, 27,9-33,4  $\mu\text{m}$  diâm.
- Células curtas, 2,0 - 3,5  $\mu\text{m}$  compr., 9-12 vezes mais largas que longas; conteúdo celular verde azulado, granuloso.
- Septos não granulados.
- Célula apical arredondada, espessamento e caliptra ausentes.

**Material examinado:** Rocio (primavera), Valadares (verão e primavera) e Ilha do Mel (verão, inverno e primavera).

*Phormidium* sp.

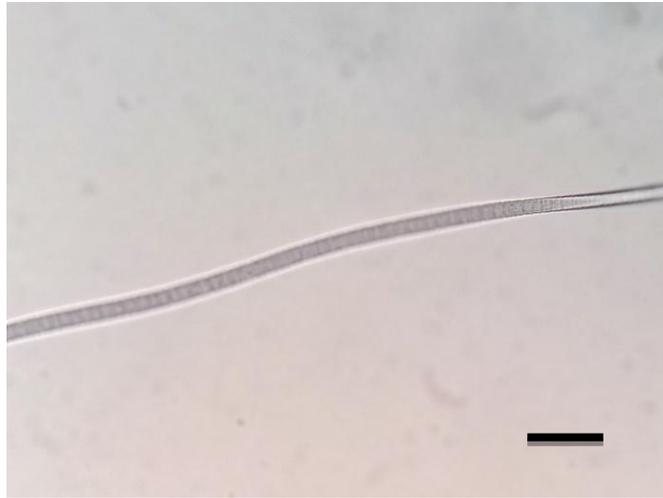


Figura 55: *Phormidium* sp.: Septos granulados (5  $\mu$ m).

**Características:**

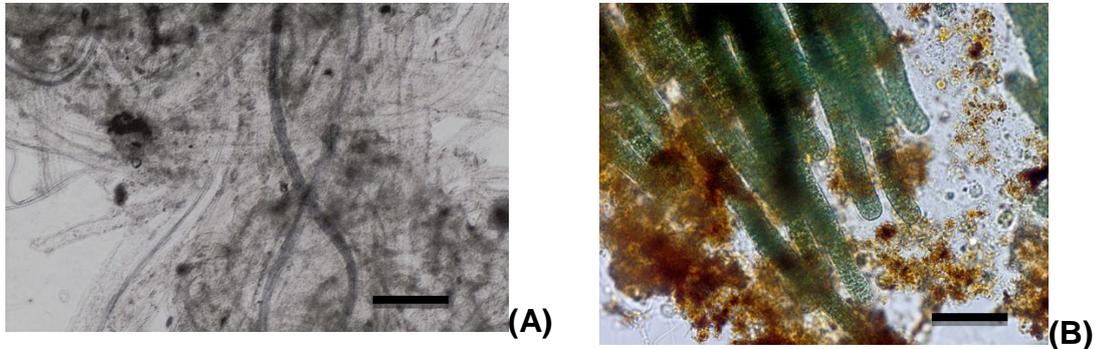
- Filamentos flexuosos, emaranhados ou organizados em feixes, intensamente aderidos na porção basal formando um bulbo e livres na porção superior, (6-) 8,1-10,8  $\mu$ m diâm.
- Bainha hialina, lamelada, firme, aberta, 1,3 - 2,5  $\mu$ m de espessura.
- Tricomas não constrictos, não atenuados, não capitados, 4,5 - 6,5  $\mu$ m diâm.
- Septos densamente granulados frequentes, grânulos verde-oliva proeminentes. Célula apical arredondada, cônico-arredondada a truncada, espessamento e caliptra ausentes.

**Material examinado:** Rocio (inverno e primavera), Valadares (verão e outono), Antonina (outono, inverno e primavera)

## PHORMIDIACEAE

*Coleofasciculus* (Thur. ex Gomont) Siegesmund, Johansen et Friedl, J.

Basinômio: *Microcoleus* sp. Thur. ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 15: 353.1892.



**Figura 56: *Coleofasciculus chthonoplastes*: (A) Aspecto geral da colônia; (B) Tricomas envoltos em bainha de mucilagem (10 µm). (Foto B: Entwisle *et al.* 1997)**

**Características:**

- Filamentos tortuosos, verde azulado a verde-oliva claro, 40-76 µm diâm.
- Bainha hialina, às vezes com as bordas escurecidas, delgada, homogênea, constricta transversalmente, ornamentada, aberta, estreita no ápice, envolvendo 5-12 ou mais tricomas.
- Tricomas constrictos, não atenuados, 10-14 µm diâm. Células 9-16 (-21) µm compr., isodiamétricas ou até 1,2 vez mais longa que larga.
- Conteúdo celular verde-oliva claro, homogêneo. Septos não granulados.
- Célula apical cônico-arredondada, 16-23 µm compr.

**Material examinado:** Rocio (verão e primavera), Valadares (verão), Antonina (verão e outono) e Ilha do Mel (inverno)

## SCHIZOTRICHACEAE

*Trichocoleus tenerrimus* (Gomont) Anagn



Figura 57: *Trichocoleus tenerrimus*: Filamento (20  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo filamentososo, aspecto de tapete, verde-escuro.
- Filamentos dispersos entre outras algas, tortuosos, até 40  $\mu\text{m}$  diâmetro.
- Bainha hialina, levemente ornamentada, espessada, difluente, geralmente fechada na extremidade, envolvendo no mínimo 4 tricomas densamente agregados.
- Tricomas constrictos, atenuados, 2-3  $\mu\text{m}$  diâmetro.
- Células 2-5  $\mu\text{m}$  compr., 1-1,7 vez mais longa do que larga; septos translúcidos, conteúdo celular verde-escuro.
- Célula apical cônica-aguda.

**Material examinado:** Antonina (verão) e Ilha do Mel (inverno)

## SCYTONEMA

*Scytonema* sp. Agardh ex Bornet et Flahault

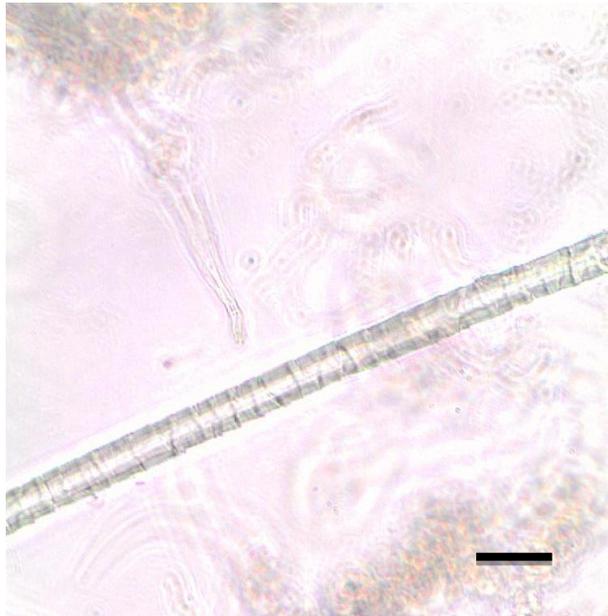


Figura 58: *Scytonema* sp.: Filamento com espessamento na bainha (7  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Talo mucilaginoso, com filamentos maleáveis, frouxamente emaranhados, 6-7  $\mu\text{m}$  diam.
- Bainha espessa, hialina, com tricomas levemente constrictos ou não, geralmente com falsas ramificações, 3 - 4  $\mu\text{m}$  diam.
- Células quadráticas ou levemente mais curtas ou mais longas do que largas 2 - 3, 5  $\mu\text{m}$  comprimento; conteúdo celular verde-claro pálido.

**Material encontrado:** Rocio (verão)

## STICHOSIPHONACEAE

*Stichosiphon mangle* L.H.Z. Branco, S.M.F. Silva, & C.L. Sant'Anna



Figura 59: *Stichosiphon mangle*: Células quadráticas (2  $\mu\text{m}$ ).

**Características:**

- Pseudofilamentos epífitos, solitários, clavados, eretos ou curvados, ramificados ou não, até 75  $\mu\text{m}$  de altura.
- Bainha firme, hialina e tênue.
- Células circulares a quadráticas ou levemente mais curta ou mais longa do que largas, 1,8-2,5  $\mu\text{m}$  diâmetro, 1,0 - 2,5  $\mu\text{m}$  compr., conteúdo celular verde azulado brilhante a pálido.
- *Pseudofilamentos 2 - 3, 5  $\mu\text{m}$  diâmetro.*

**Material examinado:** Rocio (verão)

## 6. DISCUSSÃO

### *Diversidade e riqueza*

Os 41 táxons de macroalgas identificados no Complexo Estuarino de Paranaguá, representam cerca de 41 % de incremento na riqueza na ficoclora dos manguezais paranaense com base nos trabalhos de Shirata (1993). Dentre as espécies listadas verificamos nove novas ocorrências: *Cladophora catenata* Kützing, *Cladophora sericea* (Hudson) Kützing, *Prasiola* sp. (C. Agardh), *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh, *Ulva prolifera* O. F. Müller, *Caloglossa apomeiotica* (J.A. West & Zuccarello), *Caloglossa ogasawaraensis* Okamuro, *Bostrychia moritziana* (Sonder ex Kützing) J. Agardh e *Bostrychia kelanensis* (Grunow ex Post).

As famílias mais representativas neste estudo foram Cladophoraceae, Ulvaceae (Chlorophyta) e Rhodomelaceae (Rhodophyta). Durante o inverno e a primavera a maior riqueza registrada foi de Chlorophyta sendo as espécies mais representativas foram *Rhizoclonium africanum* Kützing e *Boodleopsis pusilla* (Collins) W.R.Taylor, A.B.Joly & Bernatowicz. Já durante o verão e outono Rhodophyta foi mais representativa, tendo sido conspícuas *Bostrychia radicans* (Mont.) Mont. In Orbigny e *Catenella caespitosa* (Withering) L.M. Irvine. As espécies *B. radicans* e *B. calliptera* foram citadas por Yokoya *et al.*, (1999) como as mais representativas na Ilha do Cardoso (litoral sul de São Paulo), sugerindo similaridade entre estes ecossistemas, possivelmente devido a sua proximidade física e interconectividade dos sistema estuarino Iguape – Cananéia, com o CEP.

Segundo Sena (2016), estudando algas de manguezal da baixada Santista (São Paulo), pela primeira vez no Brasil usando biologia molecular, dentre as quatro espécies do gênero *Bostrychia* identificadas em seu estudo: *Bostrychia calliptera*, *B. montagnei*, *B. moritziana* e *B. radicans*. Contudo apenas *B. montagnei* revelou-se uma espécie molecular e taxonômica válida. As demais formaram complexos de espécies com linhagens moleculares distintas. Para *B. radicans* e *B. moritziana* as análises revelaram três e duas linhagens moleculares, respectivamente, das sete identificadas para o complexo *B. radicans/B. moritziana* na literatura. O táxon identificado como "*B. calliptera*" mostrou alta divergência molecular com sequencias de *B. calliptera* do Brasil, apresentando morfologia "*B. pinnata*", um táxon atualmente

reduzido a sinônimo de *B. calliptera*. No entanto ainda se faz necessário um grande esforço amostral e continuidade de estudos moleculares para desvendar a diversidade específica de macroalgas de manguezais brasileiros, mesmo porque muitas espécies são crípticas.

A maioria das espécies de algas que se associam com os manguezais pertencem às divisões Chlorophyta e Rhodophyta. O “*Bostrychietum*” se caracteriza por sua associação dos gêneros *Bostrychia*, *Catenella*, *Caloglossa* e *Murrayella* (West *et al.*, 1992; Yokoya *et al.*, 1999) e com algumas espécies de Chlorophyta.

Na presente amostragem também registramos uma espécie de feofíceas no ponto amostral de manguezal mais externo do estuário, possivelmente devido a maior influência de água marinha de maior teor halino nesta área.

A tabela 6 compara a riqueza de macroalgas em manguezais ao longo do Sul/Sudeste do Brasil e também em Pernambuco (NE). Além disso, Sena (2016) usando moleculares do tipo “DNA Barcode”, UPA e COI-5P, além do *rbcL*, e SSU rDNA, registraram 15 espécies para área estudada, sendo dez Rhodophyta e cinco Chlorophyta. Destas, duas são novas ocorrências para o Estado de São Paulo, *Caloglossa apomeiótica* e *Boodleopsis vaucheroidea*.

Shirata (1993b) em seu trabalho em quatro localidades de manguezais no município de Guaraqueçaba (Baía dos Pinheiros, Ilha do Rabelo, Rio Canoa e Rio Vermelho) setores de menores salinidades inseridos no Complexo Estuarino de Paranaguá, registrou 24 espécies de macroalgas: tendo sido 10 espécies de Chlorophyta e 14 de Rhodophyta. Hadlich (1984), Hadlich & Bouzon (1985) e Cunha *et al.*, (1999) estudando macroalgas inferiores das árvores de mangue, em Florianópolis e na Baía da Babitonga (SC) listaram um total de 19 espécies: sendo 5 Chlorophyta e 14 Rhodophyta.

Nos manguezais de Picinguaba (SP), foram registrados 16 táxons, dentre esses os mais representativos foram *Bostrychia calliptera*, *Bostrychia moritziana* e *Bostrychia radicans*. Pinheiro (2016) registrou seis táxons nos manguezais de Itacuruça (RJ) tendo espécies de *Bostrychia* com maiores biomassa de representatividade. Fontes *et al.*, (2007) identificaram 15 espécies de macroalgas, sendo 6 clorofíceas e 9 rodofíceas em manguezais do litoral de Pernambuco. Todos estes estudos, exceto o da Ilha do Cardoso (Yokoya *et al.*, 1999), registraram maior representatividade de rodofíceas. Porém, no presente estudo encontramos uma maior representatividade de clorofíceas

**Tabela 6: Comparação em ordem cronológica da riqueza de macroalgas em distintos manguezais brasileiros.**

LOCALIDADE	RIQUEZA	CHLOROPHYTA	RHODOPHYTA	REFERÊNCIA
Guaraqueçaba - PR	24	10	14	Shirata (1993b)
Ilha do Cardoso - SP	18	9	9	Yokoya <i>et al.</i> , (1999)
Florianópolis - SC	19	5	14	Cunha, <i>et al.</i> , (1999)
Picinguaba - SP	16	7	9	Machado <i>et al.</i> , (2007)
Litoral de Pernambuco	15	6	9	Fontes <i>et al.</i> , (2007)
Complexo Estuarino de Paranaguá - PR	41 (sendo 1 sp. Phaeophyceae)	21	20	Presente estudo

Esta inversão de padrão de grupos pode ter sido ocasionada por diversos fatores e pode estar sugerindo distintas feições deste manguezal. Primeiramente, deve-se considerar que os inventários estavam defasados para a área e que usaram técnicas amostrais e analíticas defasadas ou distintas das usadas no presente estudo. Além disso, a maior representatividade de Chlorophyta, incluindo ainda as 9 espécies de cianobactérias listadas para a área, podem também estar sugerindo mudança nos padrões físico-químicos da água dos estuários, associadas a impacto antropogênico e/ou mudanças meteorológicas e oceanográficas. O caráter mais oportunista deste grupo de algas, servindo como bioindicadores em muitos estudos (AMADO FILHO *et al.*, 1999), deve ser levado em consideração e denota a necessidade de mais estudos, além de contínuos, que associem a diversidade algas dos mangues a fatores físico-químicos ambientais, nesta área sensível.

As algas da família Rhodomelaceae, na qual o gênero *Bostrychia* está inserido, são formadas por talos cilíndricos achatados, formando tufo de filamentos que permitem uma maior retenção de sedimento e matéria orgânica em seus talos (GARCÍA, 2013). Além disso, as algas pertencentes ao “Bostrychietum” nos

manguezais indica o nível da maré, pois os troncos e pneumatóforos colonizados pela comunidade de algas se restringem ao limite superior da maré de sizígia (RUETZLER & FELLER, 1999).

García (2013) relata em sua pesquisa no litoral norte de São Paulo que o “*Bostrychietum*” funciona como um microecossistema apresentando variações em microescalas com a composição da comunidade variando entre as áreas com diferentes tempos de emersão e ao longo do tempo, desta forma a comunidade é dinâmica e de grande importância para a diversidade do manguezal. As macroalgas estuarinas pertencentes aos gêneros como *Bostrychia* e *Caloglossa*, e que fazem parte desta associação, exibem elevadas tolerâncias à flutuação da salinidade e da dessecação, condições ambientais comuns em áreas de manguezais. Estas adaptações de salinidade são possíveis devido a redução das taxas de respiração nos períodos de temperaturas mais altas e o retorno aos níveis normais das taxas fotossintéticas e respiratórias após períodos de dessecação durante as baixa-mares (YOKOYA *et al.*, 1999). Isto também explica a tolerância a níveis elevados de irradiação e corrobora no presente estudo a predominância e exclusividade destes gêneros no setor mais interno do estuário.

A espécie *Bostrychia kelanensis* é endêmica de Nova Guiné, se distribuindo pela Indonésia e costa do Pacífico. No Brasil foi encontrada em São Paulo por Yokoya *et al.*, (1999). No presente estudo foi verificada durante o verão no ponto amostral Rocio, próximo à região portuária de Paranaguá que possibilita inclusive a introdução de diversas espécies.

Espécies de *Bostrychia* estiveram presentes mesmo em localidades que apresentaram salinidade 0 e 5 ups, como é o caso da localidade amostral “Antonina”. Em contraposição ao estudo de Oliveira (1984), que sugeriu a ocorrência de espécies de *Bostrychia* a salinidades acima de 5 ups. Contudo, Cunha & Duarte (2002) em seu trabalho na Baía de Babitonga, no estado de Santa Catarina, demonstraram que *B. calliptera* apresenta maior eficiência fotossintética em altas salinidades.

Dentre as espécies de *Caloglossa*, *C. leprieurii* foi a mais comum, enquanto a *C. ogasawaraensis* e *C. apomeiotica* foram encontradas apenas uma vez durante a estação verão no ponto amostral Rocio, ou seja, são plantas raras e ou exclusivas. A espécie *C. ogasawaraensis* se distribui no Brasil nos estados do Maranhão, Sergipe, São Paulo, Santa Catarina e Paraná relatada pela primeira vez no manguezal do Rio

da Onça no município de Guaratuba por Lopes (2011). A espécie *C. apomeiotica* foi verificada até o momento em Santos e na Ilha Barnabé.

Sena (2016) sugere que espécies do gênero *Caloglossa*, excetuando *C. ogasawaraensis*, são de difícil identificação morfológica devido aos tênues caracteres considerados de valor diagnóstico e a sua considerável plasticidade fenotípica. *Caloglossa apomeiótica*, *C. confusa* e *C. leprieurii* foram identificadas essencialmente com o emprego de marcadores moleculares. *Caloglossa apomeiótica* pode ser segregada das demais pela presença de biesporângios, o que impossibilitaria uma identificação morfológica segura quando coletados talos inférteis, enquanto *C. confusa*, não reportada no presente estudo, possui nós fortemente contritos.

Alternativamente, os dados moleculares obtidos por Sena (2016) para *Catenella caespitosa* a partir de sequências de SSU sugerem que as citações dessa espécie para o litoral brasileiro podem estar equivocadas já que apresentam alta divergência intraespecífica com *C. caespitosa* do banco de dados. A falta de sequências da localidade tipo, de sequências com marcadores do tipo “DNA Barcode” e de uma maior amostragem molecular das espécies de *Catenella* nos bancos de dados impossibilitaram de chegar a um resultado conclusivo. De forma que os registros desta espécie realizados no presente estudo necessitam de confirmação futura com dados de biologia molecular.

*Catenella caespitosa* foi mencionada como errática e ou rara na maioria dos manguezais do Brasil por Oliveira (1984), no entanto ela esteve presente em todos os pontos de amostragem, sugerindo também uma adaptação de padrão fisiológico em resposta a alguma pressão ambiental, e conseqüentemente aumento de área de distribuição, a ser investigada mais detalhadamente.

Algumas espécies oportunistas, pertencentes aos gêneros *Ulva* e *Cladophora* (JOLY 1967, JUANES *et al.*, 2008) encontradas principalmente em Paranaguá, setor mediano do estuário (localidade Rocio #1) podem estar sugerindo impacto antrópico localizado por efluentes domésticos, ou indústrias oriundos da atividade portuária. Dessa forma, um monitoramento contínuo se faz necessário visando detectar novas ocorrências, ou deleções de táxons, cujas alterações (baseadas incluso em introduções) poderão prover um diagnóstico ambiental mais eficaz.

Levantamentos florísticos de manguezais realizados pela ACQUAPLAN (2011) verificaram um indicativo de estresse ambiental nas áreas de mangue do

Rocio (arredores do porto de Paranaguá), fato observado pela proporção de troncos por indivíduo e pela ocorrência de raízes aéreas de *Avicennia* e *Laguncularia*. Reportaram também que estas modificações morfoanatômicas das plantas podem ter relação com o acidente no píer da Catalini em novembro de 2004, e consequente vazamento de óleo tipo bunker pelo navio chileno Vicuña.

Florações de *Ulva lactuca* nas proximidades de um terminal de descarga de fertilizante do Porto de Paranaguá, e TCRs (taxa de resíduos sólidos) cerca de três vezes superiores que o padrão normal, denotados pelos tamanhos exacerbados de frondes de *U. lactuca* (diâmetro de  $25 \pm$  cm) reportadas por Freitas & Pellizzari (2009), foram associadas ao aporte de compostos fosfatados na água, descarregados a granel, assim como a falta de tratamento de efluentes na cidade. Este impacto localizado indica que estas Ulvales são sensíveis à poluição orgânica ou inorgânica, sendo, portanto bioindicadoras de impactos que já ocorreram.

O registro de *Ulva lactuca* no presente estudo, ocorreu apenas no município de Paranaguá (Rocio #1) próximo a região portuária, sugerindo estas alterações antrópicas recorrentes na área. Portanto, a alta riqueza de macroalgas listadas no Rocio, setor mediano do estuário, em frente ao porto de Paranaguá, principalmente da família Ulvaceae pode estar associada aos fatores supracitados.

Apesar de clorofíceas serem consideradas oportunistas e de ser o grupo que mais apresentou alterações de riqueza e diversidade comparados a estudos pretéritos, segundo Sena (2016) a obtenção de sequências moleculares para as algas verdes foi extremamente problemática. Pellizzari *et al.*, (2014) associa estas dificuldades principalmente devido a dificuldade de isolamento das espécies que confirmam o *Botrychietum*, à contaminação durante extração, e indefinição de melhores primers específicos. À exemplo desta problemática citada por Sena (2016), dentre as duas espécies de *Boodleopsis* registradas para a baixada santista foram obtidas apenas duas sequências parciais de rbcL para *B. vaucherioidea* e nenhuma para *B. pusilla*. A comparação com a única sequência de *Boodleopsis* depositada nos bancos de dados, uma sequência parcial de rbcL de *B. pusilla*, revelou baixa divergência molecular com sequências de *B. vaucherioidea*. Além da necessidade de obtenção de sequências completas de rbcL de ambas espécies da área estudada para comparação, uma maior malha amostral visando abordagens filogenéticas e o emprego de outros marcadores moleculares serão necessários para esclarecer o posicionamento taxonômico desses dois táxons, cuja coespecificidade não pode ser

descartada. Da mesma forma, mesmo após inúmeras tentativas de Sena (2016) não foi possível obter sequências para *Rhizoclonium africanum* e *R. riparium*, cuja identificação permanece com base em caracteres morfológicos tradicionais.

Sant'Anna *et al.*, (2012) citam 2.800 espécies de cianobactérias conhecidas no mundo, sendo 460 listadas para o Brasil, incluindo as formas de cocos e filamentosas. Forzza *et al.*, (2012) relatam para o Brasil a ocorrência de 52 gêneros distribuídos em 121 espécies de cianobactérias filamentosas; sendo 22 gêneros e 30 espécies listados para ambientes de água continental e marinha da região nordeste.

Nos manguezais da Ilha do Cardoso, Cananéia e Bertioga (SP) foram registradas cinquenta linhagens de cianobactérias. Essas linhagens estão distribuídas em nove famílias segundo Genuário (2010). Dentre as cianobactérias listadas no presente estudo, 5 gêneros são novas ocorrências para o litoral do estado. Foi registrada uma diversidade consideravelmente inferior, pois optou-se por fazer identificação a nível genérico, dando continuidade futuramente à temática com análises de biologia molecular, devido a dificuldade de identificação puramente morfológica do grupo.

Rigonato (2010) sugere que pode haver diminuição da diversidade das cianobactérias devido a várias atividades antropogênicas, como perda e fragmentação de habitat, distúrbios e poluição, construção de represas e mudanças climáticas globais. Porém, estudos na Antártica e em ilhas oceânicas do Brasil como Trindade, sugerem que mudanças meteoceanográficas podem estar ampliando o habitat de distribuição das mesmas (PELLIZZARI *et al.*, 2017; PELLIZZARI *et al.*, no prelo). Desta forma, pesquisas sobre diversidade de cianobactérias marinhas ainda são incipientes, e no Brasil, estão restritas aos estados de Pernambuco, São Paulo e Maranhão (Tabela 7).

**Tabela 7: Comparação com trabalhos anteriores de cianobactérias no Brasil.**

<b>LOCAL</b>	<b>Nº DE ESPÉCIES</b>	<b>AUTOR</b>
Pernambuco	16	Branco <i>et al.</i> , 2003
Litoral da Bahia	33	Caires (2013)
Litoral de São Paulo	44	Silva <i>et al.</i> , 2014
Litoral do Paraná	10	Presente estudo

*Parâmetros abióticos e diversidade de macroalgas como ferramenta de monitoramento em áreas de manguezais*

A temperatura da água do mar possui uma média de 17,4 ( $\pm$  0,52) °C no inverno e 27,8 ( $\pm$  1,17) °C no verão para o Complexo Estuarino de Paranaguá (INOUE, 2016). Kolm (2011) monitorou em seu trabalho 27,8°C durante o verão e 18°C no inverno.

Lana *et al.* (2000) explicam como a salinidade varia no estuário de Paranaguá: um gradiente de energia de salinidade de água mineral para condições marinhas ao longo dos eixos principais leste-oeste e norte-sul divide a baía em uma região externa de alta energia, euhalina (salinidade média de cerca de 30) , uma região de polihalina intermediária e oligo e mesohalina (média de salinidade de 0 a 15) setores internos de baixa energia (Lana *et al.*, 2000). Assim, Antonina tem em média menos salinidade do que Rocio e Valadares; Ilha do Mel tem a maior salinidade média.

Já Bernardi (2011) trabalhando em costões rochosos da Ilha do Mel, setor externo do estuário, registrou valores de 30°C durante o verão, e de 21°C durante o inverno. Pellizzari *et al.*, (2007) estudando sazonalmente cultivos de *Gayralia brasiliensis* próximos a comunidade do Maciel, interface entre os setores mediano e externo da Baía de Paranaguá, registrou médias de 26,6°C durante o verão, 25,6°C no outono,, 21,5°C durante o inverno e 22,5°C na primavera. De acordo com RÉ (2000), em águas estuarinas, a temperatura da água do mar apresenta baixa variação devido à combinação de massas de água com aspectos físico-químicos distintos, o qual é explicado devido à descarga fluvial e o fluxos de maré, onde essa água é alterada pelo aquecimento solar e pelo resfriamento produzido pela evaporação nessas áreas rasas, além disso, e especificamente para o CEP, é bem reportado que a taxa de renovação de massa de água dentro do estuário é relativamente baixa e leva aproximadamente 3,8 dias (LANA *et al.*,2001), justificando a pequena variação das temperaturas no estuário, exceto pela face voltada para mar aberto da Ilha do Mel.

A riqueza de macroalgas e cianobactérias nos setores interno, mediano e externo do Complexo Estuarino de Paranaguá revelou que o setor mediano possui uma riqueza maior de Chloropyta em todas as estações do ano. Já a riqueza de

Rhodophyta foi verificada no setor mediano durante primavera e verão, no setor externo durante o inverno com maiores representatividades.

As feições botânicas sugerem que os manguezais estudados possuem uma grande diferenciação arbórea com predominância de *Laguncularia racemosa* em Antonina e na Ilha do Mel (Praia do Belo); e de *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* predominando nos demais pontos amostrais. Os resultados diferem do estudo pioneiro de Bigarella (1946), onde foi sugerido que nos manguezais da Baía de Paranaguá predominava *L. racemosa*.

De acordo com Borges *et al* (2013) em ambientes de manguezal onde a água intersticial apresenta salinidade máxima de 50‰, geralmente desenvolvem-se espécies vegetais menos tolerantes à salinidade da água intersticial como, por exemplo, *Rhizophora mangle* se adapta bem a baixas concentrações halinas. Já a *Avicennia schaueriana* desenvolve-se em áreas com salinidade elevada, pois são mais tolerantes; e *Laguncularia racemosa* apresenta resistência a salinidade de valor intermediário entre as duas espécies supracitadas e desenvolve-se, geralmente, próximo ao continente onde os sedimentos são mais firmes.

Em estudos no litoral do Paraná foi verificado que os manguezais localizados em área de conservação realmente apresentam um predomínio da espécie *L. racemosa*, como constatado por Roderjan (1997) na Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba, e Melo (2006) na Estação Ecológica de Guaraqueçaba. Porém, segundo Cury (2002), o desenvolvimento de atividades industriais, pesqueiras, turísticas e a construção e ou ampliação de portos sem planejamento adequado colocam em risco áreas de manguezal.

Desta forma, definir e atualizar a estrutura das comunidades algais em áreas de manguezal no Paraná, bem como a sua distribuição e variação espaço-temporal será uma ferramenta bioindicadora para o monitoramento ambiental nestas áreas litorâneas que vêm sofrendo um acelerado processo de degradação.

## 7. CONCLUSÃO

- 41 táxons de macroalgas foram registradas nos manguezais do CEP, representando aproximadamente 41% de incremento de espécies em relação ao trabalho de Shirata (1993).

- Dentre os táxons encontradas no presente estudo, houve registro de 9 novas ocorrências para o manguezal paranaense. No entanto, o estudo contribui para uma prospecção geral da diversidade de algas do Complexo Estuarino de Paranaguá.

- A maior riqueza de táxons foi encontrada no Rocio, que pode estar associada a sua localização na região portuária.

- A *Bostrychia* foi o mais abundante, estando presente em todas as áreas e estações, sempre associado a *Caloglossa* e a *Catenella*.

- As famílias mais representativas foram *Cladophoraceae*, *Ulviceae* e *Rhodomeleaceae*.

- 9 táxons de cianobactérias foram registrados, sendo cinco novas ocorrências para o litoral do Paraná.

- As feições botânicas demonstram que o bosque misto foi encontrado apenas na Ilha do Mel.

- O setor mediano do Complexo Estuarino de Paranaguá apresentou maior representatividade de Chlorophyta e o setor interno de Rhodophyta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUAPLAN – **Tecnologia e Consultoria Ambiental. EIA/RIMA. Dragagem de aprofundamento dos canais de navegação, berços de atracação e bacias de evolução do sistema aquaviário dos Portos de Paranaguá e Antonina.** 3ª Edição. APPA. Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina 2011.

ARDITO, Sonia y GARCIA, Mayra. **Estudio ficológico de las localidades de Puerto Francés y San Francisquito, Estado Miranda, Venezuela.** *Acta Bot. Venez.* [online]. 2009, vol.32, n.1, pp. 113-143.

BAETA NEVES, M. H. C. 1991. **Estudo das Cianofíceas Marinhas Bentônicas da Região de Cabo Frio (Estado do Rio de Janeiro, Brasil).** II – Hormogonae. *Revista Brasileira de Biologia* 52(4):641-659. 1991

BARATA, D. **Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo.** Dissertação de mestrado em biodiversidade e meio ambiente, Instituto de botânica. São Paulo, SP. 216p. 2004

BERNARDI, J. **Rodofíceas marinhas insulares do litoral Paranaense.** Monografia de graduação em Oceanografia, Universidade Federal do Paraná. Pontal do Paraná, PR. 126p. 2010.

BIGARELLA, J.J. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia.** Curitiba, p.: 75-111, 1946.

BORGES, A. C.; SILVA, V. M. **Influência hidrogeoquímica da água subterrânea em manguezais.** *Geochimica Brasiliensis* 27(2): 98-103, 2013.

BRANCO, L.H.Z.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, L. **Cyanophyte flora from Cardoso Island, São Paulo State, Brazil,** 2: Oscillatoriales. *Algological Studies.* 84: 39-52. 1997

BRANCO, MOURA, SILVA & BITTENCOURT-OLIVEIRA: **Biodiversidade e considerações biogeográficas das Cianobactérias de uma área de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil.** *Acta bot. bras.* 17(4): 585-596. 2003.

BRANDINI, F. P.; THAMM, C. A.; VENTURA, I. (1988). **Ecological studies in the Bay of Paranaguá.** Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll a. *Neérica,* Curitiba, v. 3, n.1, p. 1-30.

CAIRES, T. A. **Cianobactérias marinhas bentônicas filamentosas do Litoral do Estado da Bahia, Brasil.** Dissertação de mestrado em Botânica. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, Bahia. 2013

CEMADEN, 2017. **Centro nacional de monitoramento e alertas de desastres**

**naturais.** Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/>  
Acesso em: 22/11/2017

COELHO, P.A., D. O. TENÓRIO, M. RAMOS-PORTO & R. L. S. MELLO. **A fauna bêntica do estado de Pernambuco.** En: Oceanografia: um cenário tropical (E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão & M.F. Costa, Eds). Bagaço, Recife, 2004. pp. 477-528

CORDEIRO-MARINO, M. **Rodófitas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina.** *Rickia*. 7: 1-243p. 1978.

COTO, A. C. S. P. **Biodiversidade de clorófitas marinhas bentônicas do litoral do estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente - Instituto de Botânica de São Paulo. São Paulo. 2007. 171 p

CRISPINO, L. M. B. **Cianobactérias Marinhas Bentônicas do Estado de São Paulo.** Tese de Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente - Instituto de Botânica de São Paulo. São Paulo, 2007. 154 p

CUNHA, S. R., NASCIMENTO, J., LIMA, G. B., ZACHARJASIEWICZ, G., CRESTANI, D. E. V., MAFRA Jr., L. L., PAZETO, F. D., SANT'ANNA, F. & C. S. B. COSTA. **Distribuição e biomassa de macroalgas em um manguezal da baía da Babitonga, SC: Resultados Preliminares.** *Facimar*, 3: 1-15, 1999.

CUNHA, S. R.; COSTA, C.S.B. 2002. **Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC.** *Notas Técnicas Facimar*, v. 6, p. 93-102.

CUNHA, S.R.; DUARTE, N.R. **Taxas fotossintéticas e respiratórias de macroalgas do gênero *Bostrychia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta).** *Notas Técnicas Facimar*, v.6, p. 103-110, 2002.

CURY, J.C. 2002. **Atividade microbiana e diversidades metabólica e genética em solo de mangue contaminado por petróleo.** 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DIAZ-PFERRER, M. 1967. **Las algas superiores y fanerogamas marinhas.** *In: Ecologia Marina*. Caracas. Fund. Salle de Cienc. Nat. Pp. 273-307.

DIEGUES, Antônio Carlos. **Comunidades Litorâneas e os Manguezais do Brasil:** *In Ecologia Humana e Planejamento Costeiro* 2ª edição. São Paulo: NUPAUB, p.185-216. 2001

ESTON, V.R. *et al.* **Macroalgal colonization patterns on artificial substrates inside southeastern Brazilian mangroves.** *Aquatic Botany*, v.42, p. 315-325, 1992.

FONTES, K. A. A.; PEREIRA, S. M. B. & ZICKEL, C. S. **Macroalgas do *Bostrychietum* aderido em pneumatóforos de duas áreas de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil.** *Iheringia*, ser. Bot. 2007. 62 (1-2): 31-38.

FREITAS, F. PELLIZZARI, F. M., 2009. **Floração de *Ulva lactuca* (Chlorophyta) em frente a um terminal de descarga de fertilizantes, Porto de Paranaguá**; Anais Simpósio de Logística Portuária e Meio Ambiente;

GENUÁRIO, D; B. **Cianobactérias em ecossistema de manguezais: isolamento, morfologia e diversidade genética**. Dissertação de mestrado em Ciências. Piracicaba, 2010.

GIRI, C., OCHIENG, E., TIESZEN, L.L., ZHU, Z., SINGH, A., LOVELAND, T., MASEK, J. & DUKE, N. 2011. **Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data**. Global Ecology and Biogeography, 20, 154–159

GOUNOT, M. 1969. **Méthodes d'étude quantitative de la végétation**. Masson et Cie., Paris. 314p.

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. 2016. **AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway**.

HADLICH, R. M. 1984. **Contribuição ao levantamento taxonômico das algas marinhas bentônicas do mangue do Itacorubi - Florianópolis - Ilha de Santa Catarina - Brasil – I Chlorophyta**. Insula, 14.

HADLICH, R. M. & Z. L. BOUZON. 1985. **Contribuição ao levantamento taxonômico das algas marinhas bentônicas do mangue do Itacorubi - Florianópolis - Ilha de Santa Catarina - Brasil – II Rhodophyta**. Insula, 15.

HINDI, E. C.; DA ROSA FILHO, E.F.; SURESH BADU, D.S.; MONTAÑO, X.J. **Aproveitamento do Aquífero Costeiro da Ilha dos Valadares, PR (BRASIL), para fins de abastecimento público**. Bocanegra, E.; Martinez, D.; Massone, H. (Eds.), 6p., 2002.

INOUE, P. A. *et al.* **Estágios larvais de mollusca e crustacea na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR**. EAIC, 2016.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Macrozoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado de Planejamento. Curitiba, 2 vols., 254 p. + mapas, 1990.

JOLY, A. B. 1965. **Flora marinha do litoral norte do estado de São Paulo e regiões circunvizinhas**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP. Botânica, 21:1-267;

JOLY, A. B. 1967. **Gêneros de Algas Marinhas da Costa Atlântica Latino-Americana**, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 461 p.

JUANES, J.A.; GUINDA, X.; PUENTE, A.; Revilla, J.A. (2008) - **Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the**

**NE Atlantic.** *Ecological Indicators*, 8(4):351-359.

KARSTEN, U.; KIRST, G.O. **Incomplete turgor pressure regulation in the “terrestrial” red alga *Bostrychia scorpioides* (Huds.) Mont.** *Plant Science*, v.61, p.29–36, 1989.

KJERFVE, B. & LACERDA, L.D. 1993. Mangroves of Brazil. Em: L.D. Lacerda (Ed.). **Conservation and Sustainable Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions.** Mangrove Ecosystems technical reports, vol.2, ITTO TS-13 Vol. 1 Project PD114/90 (F), 245-272.

KOLM, H. L; NOWICKI, I. L. **Bacteria in the Maciel tidal creek (Paraná, Brazil): a subsidy for oyster cultivation.** *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 2011, 44(1): 53 - 61

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R.M.; MACHADO, E.C. **The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil.”**

In: *Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001. 144, p. 131-145.

LANA, P.C. Manguezais: diagnóstico, conflitos e prognósticos. **Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná: Diagnóstico.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p.: 105-115, 1998.

MANN, F.D., STEINKE, T.D. **Biological nitrogen-fixation (acetylene reduction) associated with decomposing *Avicennia marina* leaves in the Beachwood Mangrove Nature Reserve.** *South African Journal of Botany*, Lynnwood Ridge, v. 58, n. 6, p. 533-536, 1992.

MANTOVANELLI, A. 1999. **“Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem”** Dissertação de mestrado em Geologia Ambiental, UFPR, 152p.

MELO, K.C. **Estrutura e zonação dos manguezais da Estação Ecológica de Guaraqueçaba (PR).** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, p.: 109-122, 2006.

MOURA, A.N. 1991. **Estudo quali-quantitativo das algas perifítica dos estuários dos Rios Paripe e Igarassú, Itamaracá, PE, Brasil.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 163 p.

MOURA, A. N.; ESKINAZI-LEÇA, E.; OLIVEIRA, G. G.; PIRES, A. H. B.; CAVALCANTE, F. D. & SILVA, M. O. 2000. Diversidade de algas perifíticas em áreas costeiras e estuarinas de Pernambuco. Pp. 1-17. In: **Mangrove 2000 - Sustentabilidade de estuários e manguezais. CD-ROM** - Trabalhos completos. Recife, ISME-Brasil; UFRPE.

NOERNBERG, M.A.; LAUTERT, L.F.C.; ARAÚJO, A.D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO JR, J.P.B. & L.A. KRUG. **Remote sensing and GIS integration for modelling the Paranaguá Estuarine Complex – Brazil.** *Journal of Coastal Research*, 2006. 39: 1627 – 1631

NOGUEIRA, N.M.C.; FERREIRA-CORREIA, M.M. **Cyanophyceae; Cyanobacteria in red mangrove forest at Mosquitos and Coqueiros estuaries, São Luís, State of Maranhão, Brazil.** Revista Brasileira de Biologia, 2001. 61: 347-356.

PELLIZZARI, F. M., YOKOYA, N. S. (2008). Novas ocorrências de macroalgas marinhas para o litoral do Paraná. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Ficologia.** Brasília, DF. 2008.

PELLIZZARI, F., BERNARDI, J., SILVA, E.M., SILVA, M.C., YOKOYA, N.S. **Benthic marine algae from the insular areas of Paraná, Brazil: new database to support the conservation of marine ecosystems.** Biota Neotropica. 14(2): 1–12, 2014.

PEÑA, E.J.; ZINGMARK, R. & C. NIETCH. **Comparative photosynthesis of two species of intertidal epiphytic macroalgae on mangrove roots during submersion and emersion.** Journal of Phycology, 1999.; 35:1206- 1214.

PEREIRA & GOMES, S. **Biologia Marinha.** Ed. Interciência. Rio de Janeiro, p.382, 2002.

RÉ. P. **Biologia Marinha.** Universidade de Aveiro. Lisboa. Portugal, p.94, 2000.

REBELLO, J.; & BRANDINI, F. P. **“Variação temporal de parâmetros hidrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da Baía de Paranaguá Paraná (junho/87 –fevereiro/88).”** Nerítica 5: 95– 111p. 1990.

REIS, T. N. V. **Biodiversidade de macroalgas: Uma ferramenta indicadora de tensores ambientais na região do complexo portuário de Suape, Pernambuco, Brasil.** Recife, 2012.

REVIERS, B. de. **Biologia e Filogenia das Algas.** 1ª ed. Editora Artmed, Porto Alegre. 2006.

RIGONATO, J. **Diversidade de cianobactérias em manguezais do Estado de São Paulo.** Tese de doutorado em ciências, UFPR, 2010.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.; KIRCHNER, F.F. **Levantamento da vegetação da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba – APA de Guaratuba.** Curitiba: Departamento de Silvicultura e Manejo, UFPR, 78p., 1997.

RÜTZLER, K. & FELLER, C. **Mangrove swamp communities: An approach in Belize,** p 39-50. In. Yáñez-Arancibia, A. & Lara-Dominguez, A. L. Ecosistemas de Mangiar en América Tropical. Instituto de Ecologia, A.C. México, UICN/ORMA, Costa Rica, Silver Pring MD USA, 1999. 380p.

SANT'ANNA, C.L. **Scytonemataceae (Cyanophyceae) from the state of São Paulo, southern Brazil.** Nova Hedwigia 46 (3-4): 519-539.1988.

SANT'ANNA, C.L., BRANCO, L.H.Z., GAMA-JR., W.A.; WERNER, V.R. **Checklist**

**of Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil.** *Biota Neotropica* 12: 1-41. 2012.

SANTOS, A. S. **Respostas fisiológicas e variações histoquímicas da macroalga vermelha *Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne: efeitos do cádmio.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, São Paulo, 2016.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R.R.; CAMARGO, T.M. **Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast.** *Estuaries*. Lawrence, v. 13, n. 2, p.: 204-218, 1990

SEMA. **Manguezal. Série Ecossistemas Paranaenses.** 2010. Volume 2. p 5

SHIRATA, M. T. *et al.* (1991). **Algas marinhas da Ilha do Farol, Praia de Caiobá, município de Matinhos, Paraná, Brasil.** *Arq. Biol. Tecnol.* 34(3/4): 443-453, set., dez., 1991.

SHIRATA, M. T. (1993a). **Algas marinhas bentônicas da Porção Sul do Saco do Limoeiro (Ilha do Mel), município de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil.** *Arq. Biol. Tecnol.* 36(4): 721-730, dez., 1993.

SHIRATA, M. T. (1993b). **Algas marinhas do manguezal de Guaraqueçaba, município de Guaraqueçaba, Estado do Paraná, Brasil.** Publicação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Vol. 03. Curitiba, Paraná. 1993.

UGADIM, Y. **Algas marinhas bentônicas do litoral sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná - I divisão Chlorophyta.** *Boletim de Botânica.* Nº 1-1973.

WEST, J. A. **New records of marine algae from Perú.** *Botanica Marina.* 1991. 34:459-464

WILSON, R. *et al.* 2013. **Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 117, p. 83-93, 2013.

YOKOYA, N.S.; PLASTINO, E.M.; BRAGA, R.M.A.; FUJII, M.T.; CORDEIRO-MARINO, M.; ESTON, V.R. & J. HARARI. **Temporal and spatial variations in the structure macroalgae associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo state, Brazil.** *Revista Brasileira de Botânica,* 22(2):195-204. 1999

ZUCCARELLO, G.C.; WEST, J.A. **Hybridization studies in *Bostrychia*.1. *B. radicans* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from Pacific and Atlantic North America.** *Phycological Research,* v.43, p.233–40, 1995.

ZUCCARELLO, G.C.; WEST, J.A. **Hybridization studies in *Bostrychia*. 2. Correlation of crossing data and plastid DNA sequence data within *B. radicans* and *B. moritziana* (Ceramiales, Rhodophyta).** *Phycologia,* v.36, p.293-304, 1997.