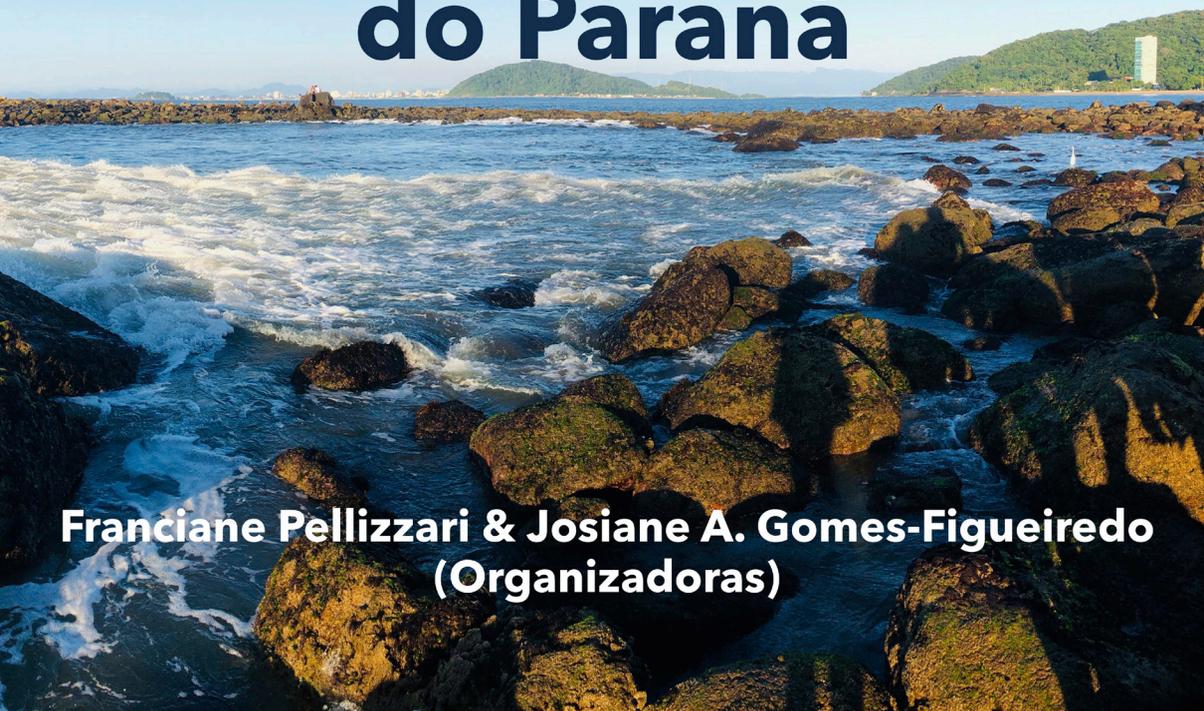


**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná

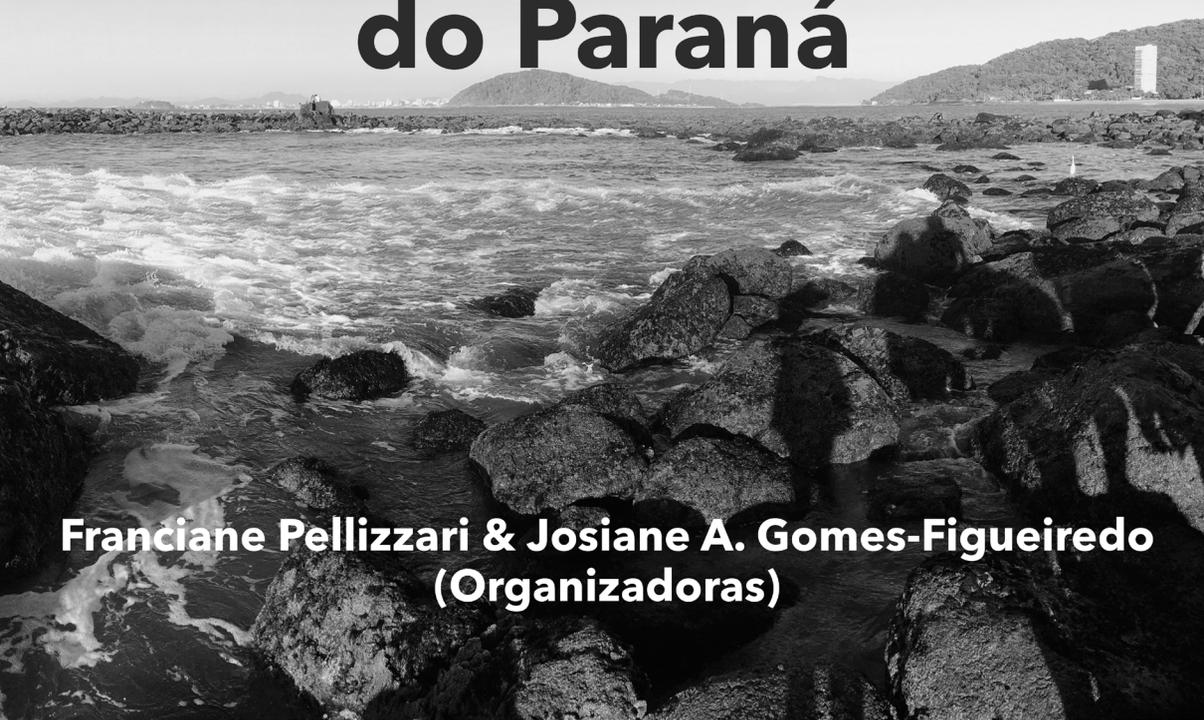
**Franciane Pellizzari & Josiane A. Gomes-Figueiredo  
(Organizadoras)**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná

**Franciane Pellizzari & Josiane A. Gomes-Figueiredo  
(Organizadoras)**



### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremonesi

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaió – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

#### **Conselho Técnico científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandre Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## O meio ambiente litorâneo e insular do Paraná

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadoras:** Franciane Pellizzari  
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 O meio ambiente litorâneo e insular do Paraná /  
Organizadoras Franciane Pellizzari, Josiane Aparecida  
Gomes-Figueiredo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-275-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.750210507>

1. Meio ambiente. 2. Litoral do Paraná. 3.  
Ecossistemas. I. Pellizzari, Franciane (Organizadora). II.  
Gomes-Figueiredo, Josiane Aparecida (Organizadora). III.  
Título.

CDD 577.98162

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou permite a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

O litoral do Paraná, com aproximadamente 90 km de costa, fica localizado no sul do Brasil entre as coordenadas 25°20'S-25°35'S // 48°17'W-48°42'W). Embora seja o segundo menor litoral do país, a costa paranaense é permeada por baías, apresentando assim mais de 1000 km de litoral estuarino interior, e cerca de 300km<sup>2</sup> de manguezais. O litoral sul do país, inserido na zona climática subtropical, é influenciado pela Corrente do Brasil e pela Corrente Sul Atlântica, limite sul do Giro Subtropical do Oceano Atlântico Sul, resultando em variação nos processos de transferência termo-halina, que por sua vez determinam os processos atmosféricos do clima regional.

A vulnerabilidade territorial do Paraná justifica a presença de 68 Unidades de Conservação (UC) estaduais, estando 12 no litoral, perfazendo 18% das UCs do Estado ([www.iap.pr.gov.br](http://www.iap.pr.gov.br)). Seis delas ainda são UCs Federais (APA de Guaraqueçaba, ARIE de Pinheiro e Pinheirinho, Estação Ecológica de Guaraqueçaba, Parque Nacional do Superagui, Parque Nacional Saint Hilaire-Lange e Parque Nacional Marinho das Ilhas dos Currais). O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) faz parte do complexo Paranaguá-Iguape-Cananéia que integra o Mosaico Lagamar, um trecho costeiro de terras inundáveis que conecta o litoral norte paranaense ao sul paulista. Considerado o terceiro de maior importância no país, o CEP é circundado pela Serra do Mar e pela maior área de preservação de Mata Atlântica, Floresta Ombrófila Densa do país. A Planície Costeira abriga uma vasta diversidade de ecossistemas, como manguezais, marismas, costões rochosos, praias arenosas, ilhas costeiras e um arquipélago de plataforma. Por este motivo o CEP integra a Reserva da Biosfera Vale do Ribeira-Graciosa (UNESCO). A área é ainda reconhecida pela União Internacional para Conservação da Natureza como de relevante produtividade costeira no Atlântico Sul, uma vez que o Paraná e Santa Catarina estão em uma das áreas de maior variabilidade da Confluência Brasil-Malvinas, resultando em alta produtividade primária, e consequentemente abundância de recursos pesqueiros.

O litoral paranaense é conformado pelos municípios de Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba, e suas principais atividades sócio-econômicas são: turismo (principalmente ecológico e histórico-cultural), pesca artesanal, agricultura (prioritariamente banana e palmito) e pecuária. Porém, a atividade de maior relevância econômica na integração dos sistemas produtivos, é o setor portuário. O CEP aloja o maior porto graneleiro e de fertilizantes da América Latina. O Porto de Paranaguá, com 85 anos de história, movimenta aproximadamente U\$ 31 bilhões / ano de mercadorias, correspondendo a cerca de 1/3 do PIB do Estado ([aen.pr.gov.br](http://aen.pr.gov.br)). Nas últimas décadas o litoral paranaense tem sofrido grandes transformações, devido o aumento da população, especulação imobiliária e industrialização, os quais provocam impactos ambientais, e conflito no uso de recursos, principalmente com as populações tradicionais.

Ademais, estudos sobre mudanças climáticas, fruto de ações “homem vs natureza”, sugerem o aumento da frequência e intensidade de eventos severos meteorológicos e oceanográficos (ex. ciclones, ressacas, tremores de terra, secas, inundações, mudanças de temperatura e de regime pluviométrico abruptos, dentre outros extremos). Desta forma, o corpo docente e de pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Ambientes

Litorâneos e Insulares (PG-PALI - UNESPAR) - *Campus* de Paranaguá apresenta uma compilação de artigos científicos que visam esclarecer alguns dos aspectos supracitados em duas linhas temáticas: **1. Estrutura Ecológica e Funcionamento de Ecossistemas** e **2. Serviços Ecossistêmicos e Desenvolvimento Sustentável**. Esperamos que esta obra auxilie na formação de estudantes de graduação e de pós-graduação, e promova, aos técnicos e gestores de órgãos competentes, melhores tomadas de decisões conservacionistas no Estado do Paraná.

Franciane Pellizzari  
Organizadora

## SUMÁRIO

### PARTE I - ESTRUTURA ECOLÓGICA E FUNCIONAMENTO DE ECOSISTEMAS

#### CAPÍTULO 1..... 1

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ,  
SUL DO BRASIL: SUBSÍDIOS AO MONITORAMENTO DE DRAGAGEM PORTUÁRIA

Franciane Pellizzari

Michelle Cristine Santos-Silva

Vanessa Sayuri Osaki

Estefan Monteiro da Fonseca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105071>

#### CAPÍTULO 2..... 21

DIVERSIDADE SAZONAL, BIOMASSA E NOVAS OCORRÊNCIAS DE MACROALGAS E  
DE CIANOBACTÉRIAS FILAMENTOSAS DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ,  
SUL DO BRASIL: UMA BASE DE DADOS FRENTE ÀS MUDANÇAS AMBIENTAIS  
VIGENTES

Franciane Pellizzari

Fernanda Ribeiro de Freitas

João Miragaia Schmiegelow

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105072>

#### CAPÍTULO 3..... 41

PANORAMA DA PESCA ARTESANAL DE MOLUSCOS BIVALVES NO LITORAL DO  
PARANÁ (2017-2019)

Yara Aparecida Garcia Tavares

Ana Carolina Pavão da Silva

Mayra Jankowsky

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105073>

#### CAPÍTULO 4..... 59

EQUINODERMATOFAUNA ACOMPANHANTE NA PESCA DE ARRASTO DO “CAMARÃO  
SETE-BARBAS” NO LITORAL DO PARANÁ

Yara Aparecida Garcia Tavares

Natalie Petrovna Semanovschi

Pablo Damian Borges Guilherme

Carlos Alberto Borzone

Claudio Dybas Natividade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105074>

#### CAPÍTULO 5..... 77

A REGIÃO CONTROLADORA DO DNA MITOCONDRIAL COMO POTENCIAL MARCADOR  
PARA ESTUDO DE POPULAÇÕES DE SETE ESPÉCIES DE CARANGUEJOS  
PARANAENSES

José Francisco de Oliveira Neto

Anna Laura Bontorin Chaves  
Tháís Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105075>

**CAPÍTULO 6..... 87**

**PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS NA NUTRIÇÃO EM ALEVINOS DE PEIXES**

Kátia Kalko Schwarz  
Tathiana do Carmo Pereira Scarpim  
Wellington Luiz Ramos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105076>

**CAPÍTULO 7..... 103**

**AVALIAÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DA ICTIOFAUNA ACOMPANHANTE DE PESCARIAS ARTESANAIS DIRIGIDAS AO CAMARÃO-Branco (*LITOPENAEUS SCHIMITTI*) NA PLATAFORMA RASA DO LITORAL DO PARANÁ, SUL DO BRASIL E ALTERNATIVAS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE MARINHA**

Robin Hilbert Loose

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105077>

**CAPÍTULO 8..... 117**

**TUBARÕES: O MEDO DOS ANIMAIS, O CONSUMO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS E SEUS IMPACTOS PARA A CONSERVAÇÃO**

Hugo Bornatowski  
Robin Hilbert Loose  
Cristina Bernardo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105078>

**CAPÍTULO 9..... 128**

**BIOESTATÍSTICA APLICADA À ECOLOGIA DE ECOSSISTEMAS LITORÂNEOS E INSULARES**

Michelle Cristine Santos-Silva  
Inara Regina Wengratt Mendonça  
Pablo Damian Borges Guilherme

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7502105079>

**PARTE II - SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**CAPÍTULO 10..... 147**

**A ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS NO LITORAL PARANAENSE**

Rafael Metri  
Leandro Angelo Pereira  
Cassiana Baptista-Metri  
Emerson Luis Tonetti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050710>

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>162</b>
<b>OS MANGUEZAIS DO PARANÁ: RESILIÊNCIA FRENTE AO COMPROMETIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS</b>	
Sarah Charlier Sarubo Marília Cunha-Lignon	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050711">https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050711</a>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>175</b>
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO PARQUE ESTADUAL DO PALMITO NAS ESCOLAS DO SEU ENTORNO</b>	
Tânia Zaleski Letícia de Oliveira Wassão Karoline Geraldo Cordeiro Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050712">https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050712</a>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>192</b>
<b>AGRICULTURA ORGÂNICA E A CERTIFICAÇÃO NO LITORAL DO PARANÁ</b>	
Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo João Roberto Navarro Petrucio de Souza Mareco Wanderley Hermenegildo Rayane Silva Bueno Scarlett Scarabotto Bertelli Mendes Pinto Emelyn Katiane de Vargas Luís Fernando Roveda	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050713">https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050713</a>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>207</b>
<b>COURO DE PEIXE</b>	
Kátia Kalko Schwarz	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050714">https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050714</a>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>224</b>
<b>PESCADORES COSTEIROS E INSULARES: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO DE PESCADOS NO LITORAL DO PARANÁ</b>	
Adilson Anacleto Cassiana Baptista-Metri	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050715">https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050715</a>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>244</b>
<b>ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE ATENDIMENTO À FAUNA OLEADA NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ</b>	
Paulo Rogerio Mangini Danyelle Stringari	

Thali Sampaio  
Letícia Koproski  
Euclides Selvino Grando Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050716>

**CAPÍTULO 17..... 268**

**BRIGADA VOLUNTÁRIA PARA ASSISTÊNCIA À FAUNA OLEADA - A INTEGRAÇÃO DA  
COMUNIDADE FACE AOS COMPLEXOS RISCOS E DESAFIOS SOCIOAMBIENTAIS  
NAS ÁREAS PORTUÁRIAS DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ**

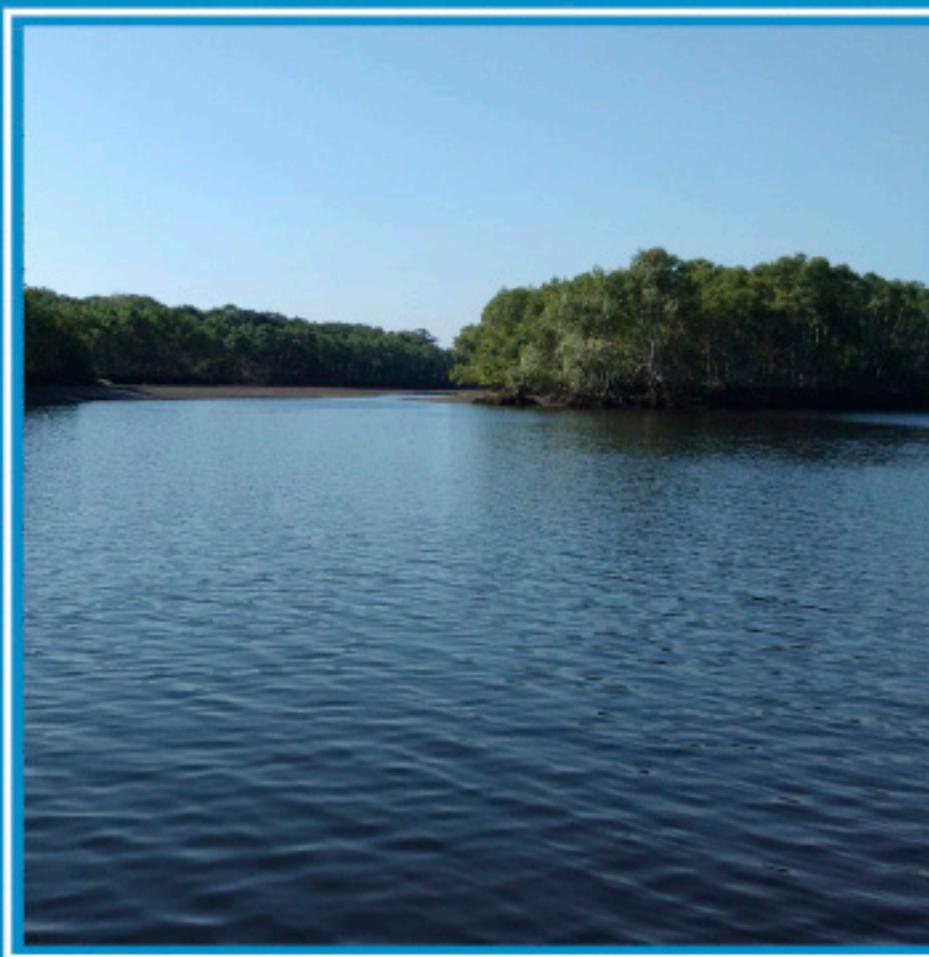
Danyelle Stringari  
Letícia Koproski  
Leonardo José Duda  
Maíra Zacharias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050717>

**SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 288**

# Estrutura Ecológica

e



# Funcionamento de Ecossistemas

## DIVERSIDADE SAZONAL, BIOMASSA E NOVAS OCORRÊNCIAS DE MACROALGAS E DE CIANOBACTÉRIAS FILAMENTOSAS DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, SUL DO BRASIL: UMA BASE DE DADOS FRENTE ÀS MUDANÇAS AMBIENTAIS VIGENTES

Data de aceite: 01/03/2021

### Franciane Pellizzari

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/  
Campus Paranaguá). Laboratório de  
Ficologia e Qualidade de Água Marinha.  
Autor Correspondente: [http://lattes.cnpq.  
br/5871026743739880](http://lattes.cnpq.br/5871026743739880).

### Fernanda Ribeiro de Freitas

Universidade de Santa Cecília, Santos, SP.  
<http://lattes.cnpq.br/7778783986307051>

### João Miragaia Schmiegelow

Universidade de Santa Cecília, Santos, SP.  
<http://lattes.cnpq.br/4350203305857656>

**RESUMO:** Este capítulo reporta um estudo sazonal sobre a diversidade, biomassa e distribuição espaço-temporal de macroalgas, ao longo de gradiente halino, em manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP): 1.Paranaguá, 2.Ilha do Valadares, 3.Antonina e 4.Ilha do Mel. Foram listadas 41 espécies de macroalgas de manguezais para o CEP, sendo 21 Chlorophyta e 20 Rhodophyta; 9 taxons representam novas ocorrências para o litoral. Nove espécies de cianobactérias filamentosas também foram listadas, sendo 5 novos registros. Estes dados representam 41% de incremento na riqueza da ficoflora dos manguezais paranaenses. Macroalgas de manguezais são bem adaptadas a vários estressores. A maior riqueza específica e de biomassa na #1 (adjacências do porto de Paranaguá) está possivelmente associada a maior mistura de distintas massas d'água, maior concentração de nutrientes, e menor

hidrodinamismo se comparados aos mangues mais externos do estuário (eg. Ilha do Mel). Porém, o aumento na riqueza e biomassa de algas oportunistas (verdes e cianobactérias), não necessariamente representa um aspecto positivo, pois podem estar indicando mudanças abióticas neste estuário subtropical, e merece mais investigações. Desta forma discute-se que o grande desafio da conservação atualmente, inclui a seleção de organismos sentinelas, como as macroalgas. Ademais se as mudanças meteorológicas e oceanográficas forem adicionadas a este cenário, as consequências podem ser ainda mais severas.

**PALAVRAS-CHAVE:** algas marinhas, estuários, manguezais, Atlântico Sul

### SEASONAL DIVERSITY, COVERAGE AND NEW RECORDS OF MACROALGAE AND FILAMENTOUS CYANOBACTERIA FROM MANGROVES OF PARANAGUÁ ESTUARINE COMPLEX, SOUTHERN BRAZIL: A BASELINE FACING ENVIRONMENTAL CHANGES

**ABSTRACT:** This chapter reports a seasonal study focusing on diversity, biomass and spatio-temporal distribution of macroalgae along an haline gradient, in mangroves of the Paranaguá Estuarine Complex (CEP): 1.Paranaguá, 2.Ilha do Valadares, 3.Antonina and 4.Ilha do Mel. 41 species were listed along the CEP, being 21 Chlorophyta and 20 Rhodophyta, 9 taxons represent new records. Nine species of filamentous cyanobacteria were also listed, being 5 new records. These data represent a 41% increase in the seaweed richness from mangroves of Paraná. Mangrove seaweeds are well-adapted to several stressors. The higher richness and biomass at # 1 (Paranaguá Harbor vicinity) is probably associated with higher mixture

of water masses, higher nutrient concentrations, and lower hydrodynamism compared to the estuarine outer mangroves (such as Ilha do Mel). However, the increase in richness and biomass dominated by opportunistic algae (green and cyanobacteria), does not necessarily represent a positive aspect, as may suggest abiotic changes in this subtropical estuary, and deserving further investigation. Thus, we discuss that the great challenge of conservation nowadays, includes the selection of sentinel organisms, such as macroalgae. Furthermore, if meteorological and oceanographic changes are added to this scenario, the consequences may be even more severe.

**KEYWORDS:** seaweeds, estuaries, mangrove, South Atlantic

## 1 | INTRODUÇÃO

Os manguezais desempenham um papel essencial no *input* de nutrientes nas teias tróficas estuarinas e marinhas. Globalmente, estes ecossistemas são distribuídos em regiões entremarés tropicais e subtropicais entre 30°N e 30°S. Os estuários onde se localizam os manguezais caracterizam-se por ampla variação de salinidade, temperaturas de água mais elevadas que a costa, alta turbidez, e sedimentos anóxicos. Ecologicamente, os manguezais são um dos ecossistemas mais produtivos, berçário para diversas espécies e são biologicamente complexos. Essas áreas sequestram o carbono a uma taxa anual de 2 a 4 vezes maior que as florestas tropicais. Embora considerados Áreas de Proteção Permanente, esses ambientes são altamente ameaçados devido aos contaminantes provenientes das áreas portuárias e despejo de efluentes domésticos (FOWLES *et al.* 2018), além de mudanças climáticas.

A avaliação das respostas de comunidades naturais, como as macroalgas, por exemplo, é ainda mais complexa pela falta de dados históricos sobre a biodiversidade. Impactos antrópicos em mangues e estuários incluem a perda de espécies nativas e o aumento da suscetibilidade à invasão de espécies exóticas, e por essas razões o monitoramento é essencial.

A costa brasileira, banhada pelo Oceano Atlântico Sul, possui cerca de 13.000 km<sup>2</sup> de manguezais, representando aproximadamente 8,5% das áreas de manguezais do mundo (MAGRIS & BARRETO, 2010; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* 2000, 2002). Os manguezais subtropicais do Estado do Paraná, embora pequenos (área de aproximadamente 310 km<sup>2</sup>), são bem preservados. O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), no Paraná, apresenta três espécies: *Avicennia schaueriana* Stapf. & Leech, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Rhizophora mangle* L., as quais florescem do início do outono ao final da primavera, sua distribuição é aleatória, e os padrões de zonação raramente são evidentes.

A riqueza de organismos marinhos que habitam os manguezais está correlacionada com a diversidade e a biomassa das assembléias de macroalgas, as quais representam base da cadeia alimentar, e fonte de carbono para este ecossistema em geral, juntamente com o fitoplâncton (vide Capítulo 1). As macroalgas são componente-chaves dos ecossistemas estuarinos e dos manguezais, incluso como bioindicadores (NEWTON *et al.* 2014).

As macroalgas são subdivididas em Rhodophyta, Ochrophyta (Phaeophyceae) e Chlorophyta, e nos manguezais predominam grupos morfofuncionais filamentosos e foliáceos, onde Phaeophyceae está raramente presente. Muitas dessas espécies algais

são epífitas, vivendo em associações ou *turfs* denominadas “Bostrychietum”. Segundo Witting *et al.* (1993) um organismo bioindicador deve ter capacidade de acumulação mensurável de elementos químicos, distribuição generalizada na área alvo, ausência de variações sazonais, fácil identificação taxonômica, e ser bem estudado em relação à sua fisiologia, ecologia e morfologia. O Bostrychietum atende a esses requisitos e tem sido ferramenta de monitoramento ambiental (FONTES *et al.* 2007), Pellizzari *et al.* (2014; 2017), dentre outros, consideram algas marinhas como potenciais bioindicadoras de qualidade ambiental. No entanto, existem poucas informações recentes sobre diversidade e padrões de variabilidade de algas de manguezais, principalmente na América do Sul subtropical.

A zonação do “Bostrychietum”, onde predomina o gênero de alga vermelha *Bostrychia*, é definida por variações principalmente na salinidade, irradiância, temperatura da água e concentração de nutrientes (YOKOYA *et al.* 1999). Em estuários tropicais e subtropicais, como é o caso do CEP, a salinidade parece ser o principal fator limitante de distribuição de Bostrychietum (YOKOYA *et al.* 1999; CUNHA & COSTA, 2002). As assembléias algais dos manguezais do Paraná foram estudadas por: Cordeiro-Marino (1978), Shirata (1993) e Pellizzari *et al.* (2007 e 2008). Pellizzari *et al.* (2014) realizaram um inventário espacial e temporal de macroalgas insulares do litoral do Paraná, embora não específico para algas estuarinas, como base para monitoramento ambiental.

O outro componente importante dentre os produtores primários dos manguezais são as Cianobactérias filamentosas. Estudadas no Brasil a partir da década de 1990, foram até então excluídas das pesquisas ficológicas marinhas e estuarinas (CRISPINO 2007). Mais recentemente, Alvarenga *et al.* (2015) realizaram uma compilação de estudos no Brasil, registrando 33 gêneros de cianobactérias de manguezais. A maioria dos estudos focados na diversidade de macroalgas e de cianobactérias de manguezais no Brasil utilizou abordagens morfológicas pontuais, embora algumas características sejam consideradas instáveis para a identificação de algumas espécies (SENA, 2016). Portanto, abordagens moleculares no CEP serão essenciais principalmente para espécies crípticas (i.é., espécies semelhantes fenotipicamente, embora molecularmente distintas), apesar do uso de marcadores moleculares ser dificultado devido à presença de emaranhados de algas, denominados Bostrychietum. Estas associações são difíceis de isolar uniespecificamente, e contém micro-contaminantes como bactérias e fungos. Além disso, considerando monitoramentos para fins de conservação, a biologia molecular ainda é uma ferramenta taxonômica cara e os marcadores moleculares, para espécies de manguezais, ainda estão em definição.

Com base nisso, este capítulo reporta estudo sobre a diversidade macroalgal do CEP através de taxonomia clássica, além de reportar que tanto a riqueza de macroalgas de manguezais, quanto a diversidade de cianobactérias no CEP, esteve subestimada. A relevância deste estudo reside em que nenhuma investigação recente havia abordado a distribuição espaço-temporal de macroalgas em diferentes áreas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá. Esse inventário atualizado fornece um banco de dados para apoiar planos de conservação futuros visando mitigar ou gerenciar impactos nesses ecossistemas ameaçados, frente às mudanças ambientais nos ecossistemas do litoral do Atlântico Sul.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP; 48°25'W // 25°30'S) consiste nas seguintes baías: Paranaguá (612 km<sup>2</sup>), Antonina (260 km<sup>2</sup>), Laranjeiras e Pinheiros (200 km<sup>2</sup>). É permeado por manguezais e possui várias ilhas, além de abrigar os portos de Paranaguá e Antonina. A salinidade do CEP varia de 6 ups em seu setor interno (Antonina), a 35 ups nos setores mais externos do estuário, como é o caso da da Ilha do Mel; a profundidade média é de 5.40m, chegando a máximos de 33m (LANA *et al.* 2001). A região é caracterizada pela ocorrência de um período chuvoso, durante o verão, e um período seco, no inverno. A precipitação média anual é de 2500 mm, com máximos de 5300 ± 1000 mm.

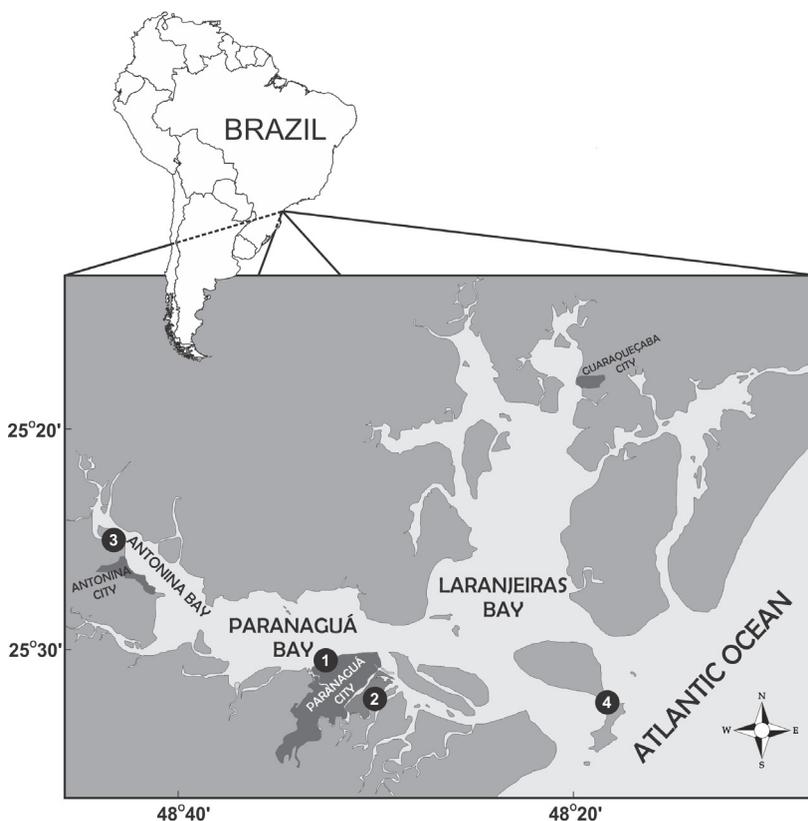


Figura 1: O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e os locais de amostragem de macroalgas de manguezais: #1 Paranaguá Harbor (Vila do Rocio), #2 Ilha dos Valadares (setores mediano do estuário), #3 Baía de Antonina (setor interno), #4 Ilha do Mel (setor externo).

As amostragens foram realizadas em 2016, durante o verão (fevereiro e março), outono (maio), inverno (julho e agosto) e primavera (setembro e outubro) em quatro locais do CEP: #1. Porto de Paranaguá, #2. Ilha dos Valadares, #3. Baía Antonina e #4. Ilha do Mel

(Figura 1). Cada setor possui diferentes características ambientais, assim como distintos níveis de urbanização e conservação: 1. Paranaguá Harbor (25°50'43"S // 48°53'17"W), devido à ocupação urbana desordenada e à presença do maior porto graneleiro da América Latina (inaugurado em 1873), esta é o ponto amostral mais alterado. Possui manguezais com predominância de *Avicennia schaueriana* (Stapf & Leechm. ex Moldenke). 2. Ilha dos Valadares (25°32'00"S // 48°30'31"W) é uma pequena ilha habitada localizada a 500m do continente (cidade de Paranaguá), com uma área de 4.1 km<sup>2</sup>. Está localizado entre uma zona de afunilamento, onde pequenas ilhas emergem nas planícies de maré e canais, fazendo com que possua menor salinidade se comparada a #1. Apesar da proximidade com Paranaguá, a ilha é ocupada por florestas de mangue com menor nível de degradação, e predominância de *Laguncularia racemosa* (L.C.F. Gaertn). 3. Baía de Antonina (25°25'43"S // 48°42'43"W) compreende um corpo de água irregular que se projeta para o continente e é o setor mais interno da CEP, com a menor salinidade do estuário. A cidade, menor que Paranaguá, abriga um pequeno terminal portuário de carga refrigerada e de contêineres, com menor grau de degradação e urbanização que Paranaguá. A espécie *Rhizophora mangle* L. prevalece no manguezal. 4. Ilha do Mel (25°23'31"S // 48°20'31"W) está localizada na foz do CEP, setor externo e com maiores salinidades e maior hidrodinamismo. A ilha controla o turismo, e sua população fixa não supera 1.000 habitantes. Foi o único local desta amostragem de macroalgas onde prevaleceu floresta mista de manguezal.

## 2.2 Amostragens

Visando avaliar a variabilidade espaço-temporal, foi estabelecido um planejamento hierárquico nos setores oligo, meso e euhalino do estuário: #3; #1 e 2; e #4, respectivamente. Para as análises taxonômicas através de morfo-anatomia, os espécimes preferencialmente férteis e inteiros (n = 3 por espécie / local) foram coletados raspando as macroalgas e cianobactérias das raízes dos manguezais, durante a maré baixa, e ao longo da zona entre-marés. O método amostral utilizou quadrats (n = 10 // 0,5m<sup>2</sup>) distribuídos a cada ± 20 m, ao longo de um transecto linear de 200m. Para análise de biomassa, via porcentagem de cobertura, em um quadrat com 100 intersecções foram contabilizadas as que continham macroalgas.

No laboratório, as amostras algais foram lavadas, triadas por grupos, e fixadas com formalina 4%. As análises taxonômicas basearam-se nas regiões vegetativa e reprodutiva por microscopia estereoscópica (STM Pro) e microscopia óptica com contraste de fase e sistema de captura de imagens (Olympus CX31). Características morfológicas externas foram observadas, anotadas e fotografadas. Para as análises morfológicas internas, o material foi dissociado (se filamentosos) ou seccionado à mão (se frondoso ou terete) e montado em lâminas de vidro para observação microscópica. Gêneros ou grupos crípticos, quando foi possível obter quantidade de material monoespecífico e descontaminado suficiente, foram acondicionados em sílica gel para análises moleculares futuras. Exsicatas dos novos registros foram manufaturadas e depositadas no Herbário do Museu Botânico de Curitiba (MBM).

As análises taxonômicas comparativas foram realizadas utilizando referências especializadas e ilustradas sobre descrições de espécies algais de áreas de manguezais, como: Cordeiro-Marino (1978); Hadlich & Bouzon (1985), Collado-vides & west (1996);

Cunha *et al.* (1999), Barata (2004); Crispino (2007); Coto (2007); West *et al.* (2001), Pellizzari *et al.* (2014). atualizações nomenclaturais e *status* taxonômico segundo Guiry & Guiry (2020).

## 2.3 Dados Ambientais

Temperatura da superfície do mar (SST) e salinidade foram selecionados como preditores abióticos. Foram medidos *in situ* ao longo dos manguezais estudados usando uma sonda multiparamétrica (Hexis, EUA). Um perfil adicional de salinidade foi realizado ao longo do CEP durante 2017/2018 usando dados STD, processados no software Ocean Data View (ODV) (SCHLITZER, 2020). As amplitudes de maré foram obtidas no site do Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN), Marinha do Brasil. Os dados de precipitação foram obtidos no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTec) do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil.

## 2.4 Análises Estatísticas

Após o processamento das amostras, uma planilha de dados de presença e ausência das espécies de macroalgas, por estação do ano, foi elaborada para os locais amostrais. O índice de similaridade de Jaccard foi usado para criar um dendrograma (cluster) e comparar o agrupamento e a similaridade entre locais amostrais e estações do ano. Uma ANOVA ortogonal foi realizada para testar diferenças na cobertura (%) das algas entre locais amostrais e estações do ano. Estes dados foram testados pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste post-hoc escolhido foi Tukey HSD, a fim de elucidar as diferenças espaço-temporais. O teste de correlação de Spearman também foi aplicado entre os dados de precipitação e área de cobertura de cada campanha amostral. As análises foram realizadas com o software R-statistics (versão 3.6.3) e R-Studio (1.2.5044) R Core Team (2019).

# 3 | RESULTADOS

## 3.1 Taxonomia e sistemática: Diversidade

Foram identificadas 41 espécies de macroalgas para o CEP, sendo 21 táxons de Chlorophyta e 20 táxons de Rhodophyta (Tabelas 1 e 2). As espécies conspícuas de Chlorophyta, listadas em todos os locais amostrais e estações do ano, foram *Rhizoclonium africanum* e *Boodleopsis pusilla*. As famílias mais representativas, entre os locais de amostragem, foram: Cladophoraceae, Ulvaceae e Rhodomelaceae. Foram registrados sete novas ocorrências de macroalgas para os manguezais do CEP, sendo 5 clorófitas e 2 rodófitas. Nove táxons de cianobactérias também foram listados para o CEP, sendo cinco novas ocorrências para todo o litoral paranaense (Tabela 3). O gênero com a maior representatividade anual foi *Sirocoleum*.

## 3.2 Riqueza de macroalgas do CEP

Considerando grupos algais (Figura 2), Rhodophyta apresentou a maior riqueza durante o verão, seguida por Chlorophyta, durante primavera e verão. A maior riqueza de Chlorophyta ocorreu nas localidades #1 e #2 (Porto de Paranaguá e Ilha dos Valadares),

durante todo o ano. Rhodophyta apresentou maior riqueza no manguezal #1 durante primavera e verão. Considerando cianobactérias, a maior riqueza ocorreu durante o inverno e a primavera em # 1; e durante o verão e o outono, nas # 3 e 4.

CHLOROPHYTA	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
<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 vagabunga</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, Oliveira & 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>Ulveaceae</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 **	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-
<b>Riqueza parcial</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>
<b>Riqueza total por estação do ano</b>				<b>26</b>				<b>19</b>				<b>24</b>				<b>26</b>

Tabela 1: Checklist da diversidade espaço-temporal de Chlorophyta em quatro distintos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá: # 1 Porto de Paranaguá, # 2 Ilha dos Valadares (setor médio), # 3 Baía de Antonina (setor interno), # 4 Ilha do Mel (setor externo).

\*\* Nova ocorrências para o CEP / (+ presença – ausência)

RHODOPHYTA	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
<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 lepreurii</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	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza parcial Riqueza total por estação do ano	13	6	5	6 30	5	7	6	3 21	3	6	6	9 24	7	7	6	4 24
** Nova ocorrências para o CEP / (+ presença – ausência)																

Tabela 2: Checklist da diversidade espaço-temporal de Rhodophyta em quatro distintos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá: # 1 Porto de Paranaguá, # 2 Ilha dos Valadares (setor médio), # 3 Baía de Antonina (setor interno), # 4 Ilha do Mel (setor externo).

	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
CYANOBACTERIA																
<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 tenerimus</i> (Gomont) **	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Scytonema</i>																
<i>Scytonema</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Stichosiphonaceae</b>																
<i>Stichosiphon mangle</i> L.H.Z.Branco, S.M.F.Silva & C.L. Sant'Anna **	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza parcial	6	4	3	1	1	1	3	0	2	1	3	5	4	2	1	2
Riqueza total por estação	14				5				11				10			

Tabela 3: Checklist da diversidade espaço-temporal de Cyanobacteria em quatro distintos manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá: # 1 Porto de Paranaguá, # 2 Ilha dos Valadares (setor médio), # 3 Baía de Antonina (setor interno), # 4 Ilha do Mel (setor externo).

\*\* Nova ocorrências para o CEP / (+ presença – ausência)

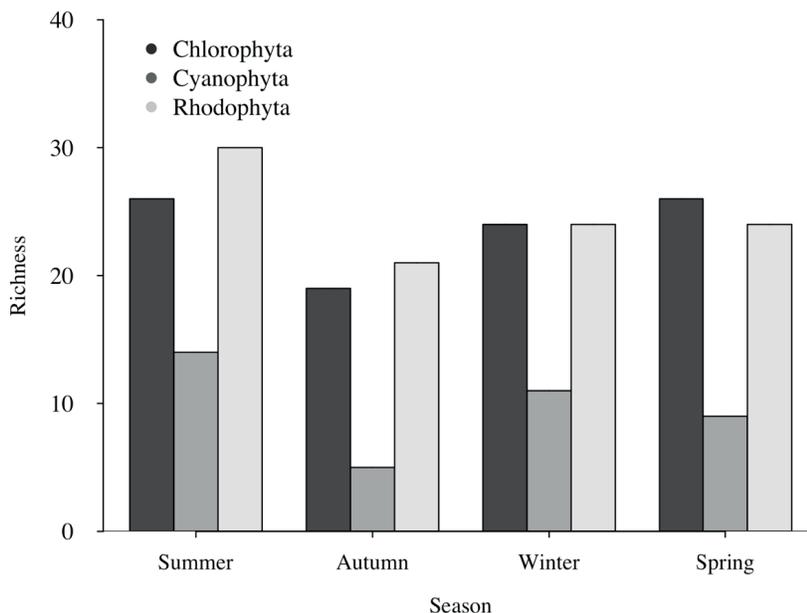


Figura 2. Riqueza sazonal de macroalgas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá, comparando distintos grupos algais.

Considerando a riqueza em análise de agrupamento (Figura 3), o manguezal #4 (Ilha do Mel) apresentou maior dissimilaridade ao longo do ano com os outros locais. As localidades #1 (Porto de Paranaguá) e #2 (Ilha do Valadares) formaram dois agrupamentos, sugerindo proximidade ficoflorística entre estes manguezais.

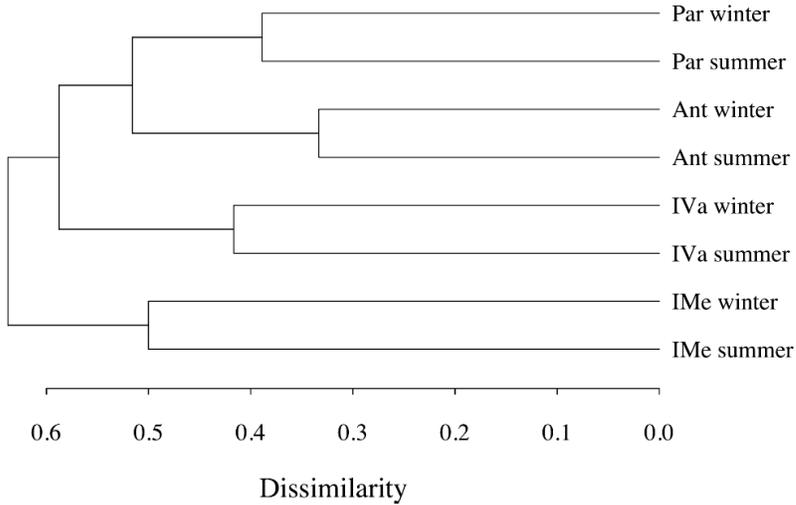


Figura 3: Análise de agrupamento de amostras de macroalgas do Complexo Estuarino de Paranaguá, com base na riqueza sazonal de espécies (inverno e verão) em quatro distintos manguezais: # 1 Porto de Paranaguá (Par), # 2 Ilha do Valadares (IV), # 3 Antonina Bay (Ant), # 4 Ilha do Mel (IM).

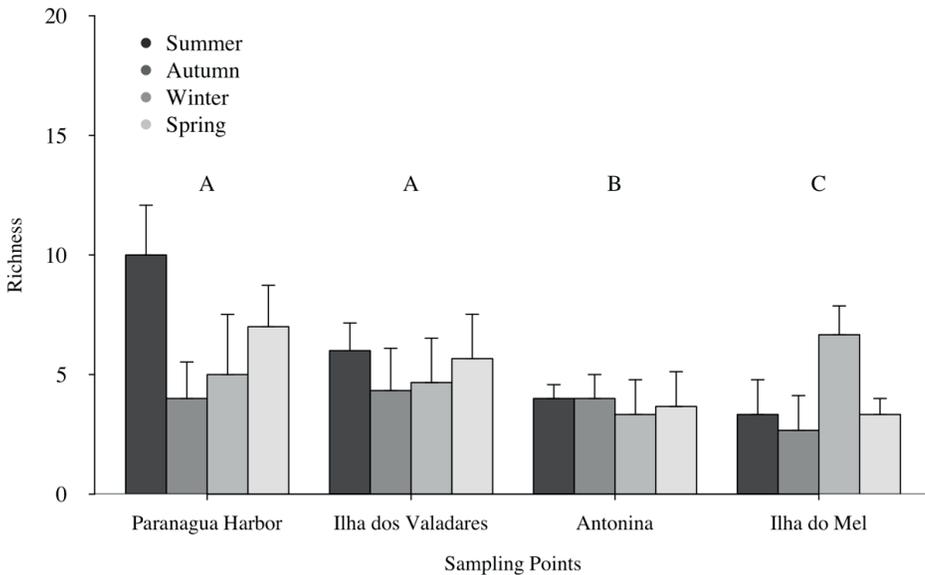


Figura 4: Análise sazonal da riqueza de macroalgas em diferentes manguezais do CEP (valores médio e DP). As letras indicam diferenças significativas entre as amostras (Permanova -  $p > 0,05$ ).

### 3.3 Biomassa por cobertura

A cobertura média anual de macroalgas para os manguezais do CEP (Tabela 4 e Figura 5) foi de  $27,3 \pm 18,8\%$ . O local de amostragem #1 (Porto de Paranaguá) apresentou maior cobertura durante a primavera ( $42 \pm 27\%$ ), enquanto a Baía de Antonina (#3) e a Ilha do Valadares (#2) apresentaram menores coberturas ( $21 \pm 9\%$ ). Em comparação sazonal de variância (ANOVA) as diferenças foram significativas apenas para os manguezais da Baía de Antonina (#3) ( $p = 0.003$ ).

	Verão (%) ( $\pm$ sd)	Outono (%) ( $\pm$ sd)	Inverno (%) ( $\pm$ sd)	Primav. (%) ( $\pm$ sd)	Média (%) ( $\pm$ sd)	$p$ (Df=39)
#1 Paranaguá Harbor	$39.5 \pm 24.6$	$38.6 \pm 33.2$	$42.1 \pm 21.8$	$47.4 \pm 32.2$	$41.9 \pm 27.5$	0.90
#2 Ilha do Valadares	$15.8 \pm 6.7$	$23.4 \pm 9.9$	$20.6 \pm 11.6$	$26.3 \pm 5.6$	$21.5 \pm 9.3$	0.07
#3 Antonina Bay	$14.0 \pm 9.0$	$20.0 \pm 4.7$	$19.8 \pm 3.7$	$29.3 \pm 12.9$	$20.8 \pm 9.8$	0.003
#4 Ilha do Mel	$24.5 \pm 11.5$	$22.9 \pm 12.5$	$21.1 \pm 11.4$	$31.7 \pm 19.7$	$25.1 \pm 14.2$	0.37

Tabela 4: Cobertura sazonal de macroalgas ( $n=10$  quadrats), considerando os distintos manguezais estudados ao longo do CEP, os valores comparativos de  $p$  foram gerados por análise de variância (ANOVA) para cada estação do ano, onde Df = grau de liberdade.

O Porto de Paranaguá (#1) apresentou maior cobertura, principalmente durante a primavera, e a Baía de Antonina (#3), a menor cobertura durante o verão (Figura 5).

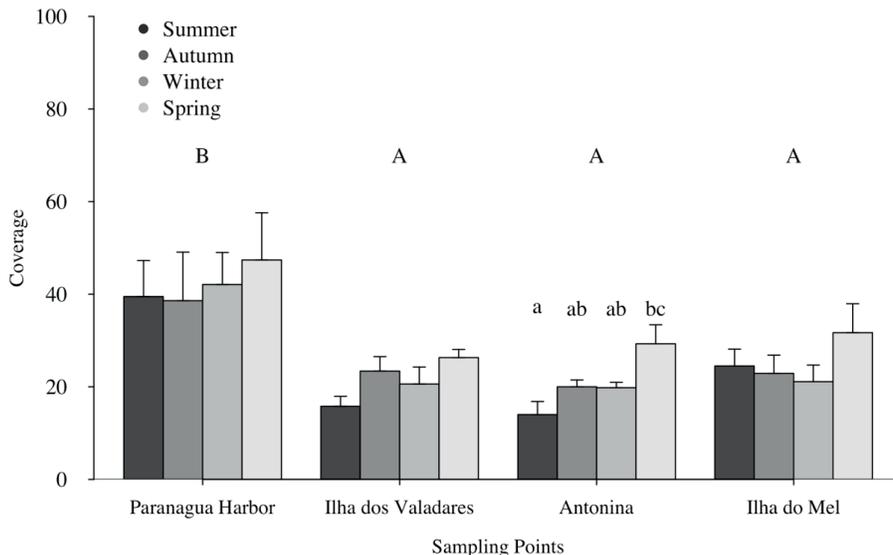


Figura 5: Análise sazonal de cobertura (%) de macroalgas em diferentes manguezais do CEP (valores médio e DP) As letras indicam diferença significativa entre as amostras (Orthogonal Anova –  $p > 0.05$ )

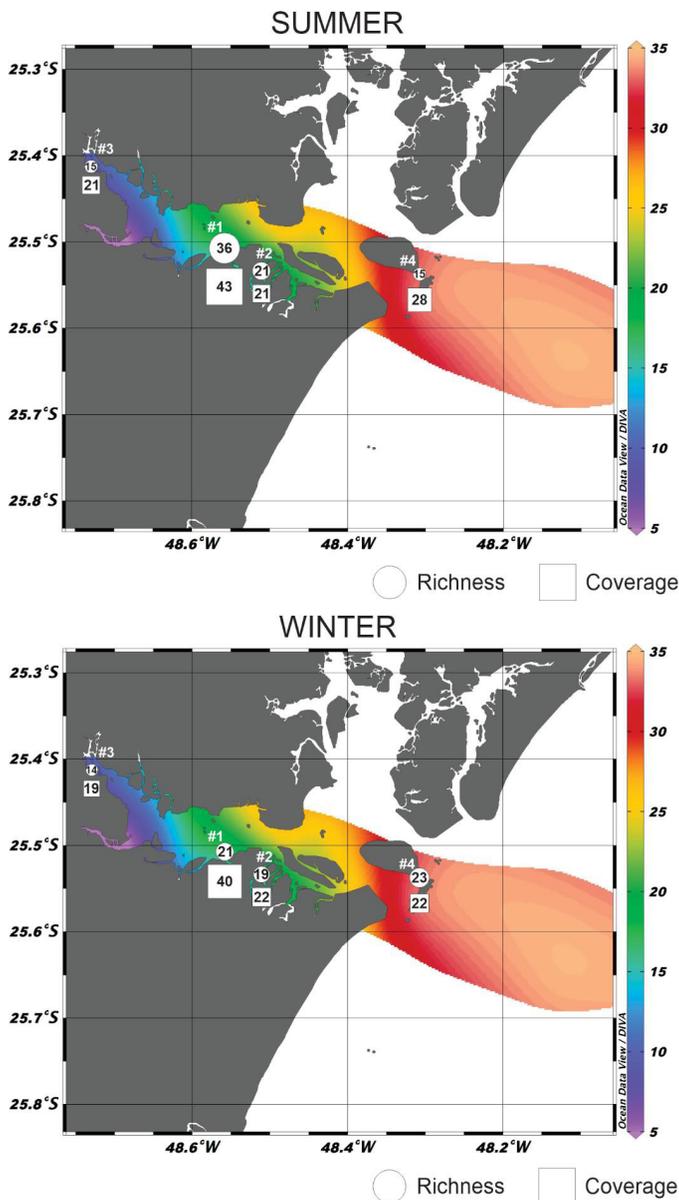


Figura 6. Perfil de salinidade ao longo do CEP, durante verão e inverno. Para cada estação do ano e para as estações amostrais, estão apresentados comparativamente dados de riqueza (círculo) e a porcentagem de cobertura (quadrado).

O perfil de salinidade (Figura 6) mostra o claro gradiente halino do CEP, onde o setor euhalino e de maior hidrodinamismo (#4, Ilha do Mel) possui salinidades entre 30 e 35 psu; um setor mesohalino (#1 e 2, Paranaguá e Ilha dos Valadares) com salinidades entre 18 e 24 psu; e um setor oligohalino (#3, Antonina Bay), com salinidades entre 5 e 15 psu.

## 4 I DISCUSSÃO

### 4.1 Sistemática: Diversidade e riqueza

Os 41 táxons de macroalgas identificados no CEP, sendo 21 espécies de algas verdes, e 20 de vermelhas), representam aproximadamente 41% de incremento na riqueza da ficoflora dos manguezais paranaenses. As famílias e espécies mais representativas e conspícuas citadas neste estudo estão de acordo com as listadas por Yokoya *et al.* (1999) para a Ilha do Cardoso (litoral sul de São Paulo), possivelmente devido a sua proximidade física e interconectividade dos sistemas estuarinos Iguape – Cananéia, com o CEP. As espécies identificadas no CEP, também apresentam similaridade florística com as listas da Baía de Babitonga, em Santa Catarina (CUNHA *et al.* 1999); e Suape, em Pernambuco (FONTES, *et al.* 2007). Porém, a proporcionalidade de táxons por grupo algal foi distinta de outros estudos pretéritos na area, onde uma maior riqueza de clorófitas, precedeu a de rodófitas.

A maior riqueza específica na #1 (Paranaguá) se deve possivelmente a maior mistura de massas de água (marinha e estuarina), e menor hidrodinamismo se comparado à Ilha do Mel. Padrões similares foram descritos por Phillips *et al.* (1996), Bouzon & Ouriques (1999), Cunha & Costa (2002) e Fernandes *et al.* (2005) em outros estuários da costa brasileira. Por outro lado, o manguezal #1 (Paranaguá) é também o local mais impactado e as diferenças na ficoflora foram marcadas pelo incremento de táxons de grupos oportunistas, como clorófitas e cianobactérias. Dentre as espécies listadas, 9 são novas ocorrências, sendo 5 espécies de Chlorophyta (*Cladophora catenata*, *C. sericea*; *Ulva clathrata*, *U. prolifera*, *Prasiola* sp.) e 4 de Rhodophyta (*Caloglossa apomeiotica*, *C. ogasawaraensis*, *Bostrychia moritziana* e *B. kelanensis*), além de 5 novas ocorrências de cianobactérias. Algumas das novas ocorrências listadas tratam-se de espécies crípticas, e necessitarão confirmação molecular.

A maioria das espécies algais que se associam a manguezais pertencem à Chlorophyta e Rhodophyta. Intituladas “*Bostrychietum*”, caracterizam-se pela associação dos gêneros *Bostrychia*, *Catenella*, e *Caloglossa*; e com algumas espécies de Chlorophyta (WEST *et al.* 2001). Nos manguezais brasileiros há ocorrência de sete espécies de *Bostrychia*, sendo a *B. radicans* a de maior representatividade. Da mesma forma, em Guiry & Guiry (2020) há registros destas espécies em ampla distribuição global, acompanhando os limites geográficos dos manguezais. Estas diferenças na tolerância das algas de manguezal a gradientes de salinidade, e sua distribuição cosmopolita, sugerem a possibilidade de utilização como bioindicadores da qualidade ambiental dos manguezais (MELVILLE & PULKOWNIK 2007). *Bostrychia* spp. foi listada em todos os setores amostrados do CEP e durante todo o ciclo sazonal. As características eurihalinas de *B. radicans*, *B. calliptera* e *B. pinnata* também corroboram os dados ficoflorísticos de Lopes (2011) para a Baía de Guaratuba, Paraná. De acordo com Karsten *et al.* (1996), o caráter deste gênero de tolerar grandes variações halinas, se deve a capacidade de ajuste do potencial osmótico intracelular por meio da síntese de polióis específicos. Algumas espécies de *Bostrychia* são crípticas de acordo com Sena (2016), o qual verificou que dentre as 4 espécies do gênero *Bostrychia* identificadas, apenas *B. montagnei* revelou-se uma espécie molecular e taxonômica válida. As demais formaram complexos de espécies com linhagens moleculares

distintas, sendo necessário continuidade dos estudos para elucidar a diversidade críptica do grupo.

A maior riqueza de Chlorophyta foi registrada durante a primavera, sendo as espécies mais representativas *Rhizoclonium africanum* e *Boodleopsis pusilla*. Para ambos os grupos, as localidades que apresentaram maior riqueza foram Paranaguá e Valadares (#1/#2). A maior riqueza e biomassa de macroalgas verdes oportunistas, as quais possuem altas taxas de crescimento em áreas eutrofizadas, comparadas à rodófitas, pode estar sugerindo o grau de conservação destes ecossistemas. A Tabela 5 compara a riqueza de macroalgas através de taxonomia clássica em manguezais do Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, além de Micronesia, África do Sul e Austrália, os quais registraram maior representatividade de Rhodophyta. Porém, no CEP, observou-se uma maior (ou igual) riqueza de clorófitas durante três, dentre as quatro estações do ano estudadas (Tabela 5). Embora raro em manguezais, no CEP também foi registrada uma espécie de Phaeophyceae no ponto amostral #4 (Ilha do Mel), manguezal mais externo do estuário, e que recebe maior influência e aporte água marinha (33-35 ups).

LOCALIDADE	RIQUEZA TOTAL	CHLOROPHYTA	RHODOPHYTA	OUTROS Grupos	REFERÊNCIA
Baía dos Pinheiros PR (S Br)	24	10	14		Shirata (1993)
Ilha do Cardoso SP (SE Br)	18	9	9		Yokoya <i>et al.</i> (1999)
Florianópolis SC (S Br)	19	5	14		Cunha <i>et al.</i> (1999)
Baía de Guaratuba PR (S Br)	18	5	13	1 cyanobacteria	Lopes (2011)
Pernambuco (NE Br)	15	6	9		Fontes <i>et al.</i> (2007)
Micronesia (Guam)	15	1	11	3 Phaeophyceae	West <i>et al.</i> (2013)
Austrália	24	8	14	2 Phaeophyceae	Melville & Pulkownik, 2007
África do Sul	36	7	11	17 cyanobacteria 1 Phaeophyceae	Steinke <i>et al.</i> (2003)
<b>Complexo Estuarino de Paranaguá</b>	<b>41</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>9 Cyanobacteria 1 Phaeophyceae</b>	<b>Presente estudo</b>

Table 5: Comparação da riqueza de macroalgas por grupos, em distintos manguezais brasileiros, da África do Sul, Micronésia e Austrália.

Global e comparativamente, 41 espécies de macroalgas de mangue foram listadas no CEP; enquanto em manguezais da África do Sul foram listadas 36 espécies, e para todos os estuários australianos, 24 espécies (MELVILLE & PULKOWNIK 2007). Essas diferenças na riqueza podem ser atribuídas aos maiores valores de salinidade (com máximos de 35 ups) encontrados nos estuários brasileiros (CUNHA & COSTA, 2002), se comparados a estes outros estuários, onde a salinidade máxima não excede 20 ups (MELVILLE & PULKOWNIK 2007). A maior riqueza registrada no CEP pode estar associada primeiramente a inventários defasados para a área, assim como do uso de técnicas amostrais e analíticas sem padrão

e sem foco espaço-temporal. Além disso, pode-se inferir a maior representatividade de Chlorophyta, e de cianobactérias, às mudanças nos padrões físico-químicos da água dos estuários do Atlântico Sul, associadas tanto a impacto antropogênico, quanto as mudanças meteorológicas e oceanográficas. Atualmente, o aumento de riqueza não necessariamente sugere equilíbrio no ecossistema, pois segundo Pellizzari *et al.* (2017), mudanças termohalinas em ilhas da Antártica Marítima estão permitindo que algumas espécies ampliem sua distribuição biogeográfica, o que poderia parecer positivo em termos de conservação, mas pode não ser.

O caráter oportunista de Ulvophyceae (Chlorophyta) é uma das razões para o grupo ser usado como bioindicador; além disso, seu caráter críptico denota a necessidade de estudos moleculares complementares no CEP, e de monitoramentos contínuos que associem a diversidade algal dos mangues a fatores físico-químicos ambientais. Algumas espécies oportunistas e crípticas, pertencentes aos gêneros *Ulva* e *Cladophora*, foram encontradas principalmente na #1 (Paranaguá). Desta forma, também devem ser investigadas molecularmente, embora Sena (2016) demonstre a dificuldade de estudos moleculares com algas de manguezais. Pellizzari *et al.* (2014) também associa os impasses taxonômicos principalmente às dificuldades de isolamento das espécies de verdes do turf de *Bostrychietum*, e à contaminação durante a extração.

Dentre as espécies de *Caloglossa*, *C. leprieurii* foi a mais comum no CEP, tendo sido registradas durante o verão na #1. A espécie *C. apomeiotica* tinha sido registrada até o momento somente em Santos, na Ilha Barnabé (SENA 2016), e este é primeiro registro para o Paraná. Sena (2016) sugeriu que espécies do gênero *Caloglossa*, excetuando *C. ogasawaraensis*, são de difícil identificação morfológica. Embora tenhamos registrado *Caloglossa apomeiotica* como uma nova ocorrência para o CEP, ressalta-se que a espécie pode ser segregada das demais pela presença de biesporângios, e para isto há necessidade de coleta de exemplares férteis e de investigação molecular.

Quanto aos taxons raros registrados no CEP (Figuras 6 a 9), verificou-se que na #1 (Paranaguá) *Caulerpa fastigiata* e *Ulva paradoxa*, espécies mais comuns em costões rochosos, foram exclusivas do inverno. Já o verão, foi dominado por 6 espécies exclusivas de cianobactérias, e por todas as espécies de *Bostrychia* listadas para os mangues paranaenses. Neste ponto amostral foram registradas 11 espécies de Ulvophyceae. Na Ilha do Valadares (#2) registrou-se em caráter exclusivo, e durante o verão, uma morfologia similar a *Prasiola* sp. (Chlorophyta). Este dado merece atenção e investigação molecular, pois seria o primeiro registro do gênero para o Brasil. Além disso, durante o inverno na #2 foram exclusivas espécies da Tribo Pteropsiphonieae, e comum a todo o ciclo sazonal: 2 espécies de cianobactérias, 8 clorofíceas e 6 rodófitas. Na Baía de Antonina (#3), setor de menor salinidade do CEP, o inverno foi também dominado por espécies exclusivas da Tribo Pteropsiphonieae, e o verão por duas espécies de *Cladophora* (sp. ni. e *C. sericea*). Por fim, nos mangues da Ilha do Mel (#4), local de maior salinidade no CEP e de maior hidrodinamismos, houve o registro exclusivo durante o inverno de *Feldmania indica*, a única espécie de Phaeophyceae registrada no CEP. Durante o verão foram exclusivas 3 espécies de Cyanobacteria, *Gelidium pusillum* e *Ulva fasciata*, sendo as duas últimas, típicas de costões rochosos. Portanto, houve predomínio de clorofíceas no setor intermediário, portuário e interno do CEP (#1, 2 e 3); e de rodófitas no setor externo de alta salinidade (#4,

Figura 10). Steinke *et al.* (2003) estudando algas epífitas de pneumatóforos de *Avicennia marina* no estuário da Ilha Wankute (South Africa) observaram que Rhodophyta foi restrita as áreas de maior salinidade (>25 ups), enquanto Cyanobacteria e Chlorophyta geralmente apresentaram uma maior tolerância a amplo gradiente halino, preferencialmente médias salinidades.

No que se refere a Cyanobacteria, de acordo com Rigonato (2010) os mangues são importantes produtores de matéria orgânica, e embora seja um ecossistema limitado por nutrientes inorgânicos, as cianobactérias auxiliam a fixar o N tornando-o disponível para os demais produtores primários, e por consequência a toda a teia trófica. Branco *et al.* (1997) listaram 14 e 25 espécies de Chroococcales e Oscillatoriales, respectivamente, em áreas de mangue de SP. Já nos manguezais da Ilha do Cardoso, Cananéia e Bertioga (SP) foram registradas 50 linhagens de cianobactérias, distribuídas em 9 famílias segundo Genuário (2010). O presente capítulo reporta cinco gêneros de cianobactérias como novas ocorrências para o CEP, tendo sido a maior riqueza registrada durante inverno e primavera. Certamente, nesta abordagem preliminar, a diversidade de cianobactérias está subestimada, e o grupo deverá ser investigado molecularmente. Embora mais estudos sejam primordiais para elucidar esta lacuna de diversidade nos manguezais, Rigonato (2010) mencionou que pode estar havendo diminuição da diversidade das cianobactérias devido às atividades antropogênicas. Contudo, estudos em ilhas oceânicas do Brasil (eg. Trindade), sugerem que mudanças meteorológicas e oceanográficas podem estar ampliando a distribuição das mesmas (PELLIZZARI 2019), o que faria com que a diversidade/riqueza aumentasse.

## 4.2 Biomassa e Parâmetros abióticos

A biomassa por cobertura algal no CEP foi maior na #1 (Paranaguá), principalmente durante a primavera (Figura 5 e Tabela 4). Este local é o mais impactado por estar as margens de zona urbana (Paranaguá), e pela presença do terceiro maior porto graneleiro da America Latina. Esta biomassa foi dominada por Ulvophyceae, seguida pelo *turf* de Bostrychietum. A tendência de aumento da biomassa no setor meso-euhalino (#1) pode ser atribuída à presença de algas foliáceas de maior porte, quando comparada aos exemplares filamentosos. Da mesma forma, Fowles *et al.* (2018) discutiram que os impactos da urbanização, contaminantes associados e enriquecimento de nutrientes nas comunidades de macroalgas eram evidentes nos principais estuários australianos. Esses autores, considerando grupos funcionais e grau de urbanização, demonstraram que a cobertura (%) de foliáceas e filamentosas verdes, e de algas do *turf* foram maiores quanto mais altos eram os níveis de metais e de outros estressores. Freitas & Pellizzari (2009) reportaram florações (*blooms*) de *Ulva lactuca* associadas a um terminal de descarga de fertilizante fosfatados a granel em Paranaguá. Este impacto, embora localizado, sugere que Ulvophyceae são assimiladores (oportunistas) deste aporte extra de nutrientes, sendo, portanto, indicadores de impactos ambientais que já ocorreram. O registro de *U. lactuca* no presente estudo, ocorreu apenas em #1, local das florações frequentes no CEP.

Já a menor biomassa algal foi observada na Ilha do Valadares e Baía de Antonina (#2 e 3), setores de menor salinidade, e dominada por *turf* de Bostrychietum. Bostrychietum são formações comuns no CEP e em outras áreas de manguezais e estuarinas do Brasil. Embora tenham sido listadas 9 espécies de cianobactérias permeando o Bostrychietum,

sua biomassa é menor se comparada a outras espécies foliáceas (Ulvophyceae), e do turf de *Bostrychietum* propriamente dito. Seangkaew *et al.* (2016) estudando a diversidade e distribuição de *Bostrychia* no Golfo da Tailândia identificaram 8 espécies de *Bostrychia*, uma das maiores diversidades do gênero do mundo; os autores sugeriram que os padrões de abundância, biomassa e distribuição dessas comunidades estariam influenciados principalmente por ação das ondas, sedimentos e nutrientes.

Pellizzari *et al.* (2007) estudando sazonalmente cultivos de *Gayralia brasiliensis* (Chlorophyta conhecida comercialmente como *anonori*) no setor externo do CEP, registrou médias de temperatura de 27.6°C durante o verão, 25.6°C no outono, 21.5°C durante o inverno, e 22.5°C na primavera, e discutiu a menor variação sazonal de temperatura no estuário devido à combinação de massas de água com características físico-químicas distintas, oriunda de descarga fluvial e do fluxos de marés. A Figura 10, embora demonstre pouca variação sazonal, apresenta um claro e marcado gradiente halino ao longo do CEP. Lana *et al.* (2001) também demonstraram que a variação de salinidade no estuário, apresenta um gradiente ao longo dos eixos principais leste-oeste e norte-sul, e divide a baía em: 1. um setor externo de alta energia e maior salinidade (euhalino 30-35 ups), 2. um setor intermediário mesohalino (20-25 ups) e 3. um setor interno, de baixa energia e menor salinidade (de 0 a 15 ups).

Portanto, os dados apresentados neste capítulo corroboram as informações de que o gradiente halino rege as populações algais no CEP, porém, o aumento na riqueza e biomassa de algas verdes e de cianobactérias, é um indicador de mudanças neste estuário subtropical, e demanda mais investigação. Os manguezais possuem certa resiliência e suportam taxas moderadas de variações nas amplitudes. No entanto, o grande desafio da conservação da biodiversidade, inclui a seleção de organismos sentinelas. As macroalgas respondem a este apelo com sucesso, mas não estão imunes a expansão de atividades antrópicas, e se as consequências das mudanças meteorológicas e oceanográficas forem adicionadas a estes cenários, as consequências podem ser ainda mais severas.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA D.O., RIGONATO J., Branco L.H.Z., FIORE M.F. **Cyanobacteria in mangrove ecosystems**. Biodiversity and Conservation, v. 24, n. 4, p. 799-817, 2015. DOI: 10.1007/s10531-015-0871-2
- 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.
- BOUZON, Z. L. & OURIQUES, L. C., **Occurrence and distribution of *Bostrychia* and *Caloglossa* (Rhodophyta, Ceramiales) in the Ratonos River mangrove, Florianópolis-SC-Brazil**. Insula. v.28, n. 1, p. 43-52. 1999.
- Branco, L.H.Z.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, C. **Cyanophyte flora from Cardoso Island mangroves Sao Paulo State, Brazil 2 Oscillatoriales**. Archiv Fur Hydrobiologie-Supplement. v. 118, n.1, p. 39-52, 1997.
- COLLADO-VIDES, L. & WEST, J. A. ***Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta), registro nuevo para el centro del Golfo de México**. Ciencias Marinas. v. 22, n. 2, p.

47-55. 1996.

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. 171 p. 2007.

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. 154 p. 2007.

CUNHA, S. R., NASCIMENTO, J., LIMA, G. B., ZACHARJASIEWICZ, G., CRESTANI, D. E. V., MAFRA Jr., L. L., PAZETO, F. D., SANT'ANNA, F. & COSTA, C. S. B. **Distribuição e biomassa de macroalgas em um manguezal da Baía da Babitonga, SC: Resultados Preliminares**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 3, n. 1, p. 1-15, 1999.

CUNHA, S. R. & COSTA, C.S.B. **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, n. 1, p. 93-102. 2002.

FERNANDES, M. E. B.; SILVA, E. F., LIMA, J. F.; *et al.* & SARAIVA, R. M. **Distribuição espacial das macroalgas associadas às florestas de mangue na Península de Ajuruteua Bragança-Pará**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. v. 18, n.1, p. 11-17. 2005.

FONTES, K. A. D. 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. Série Botânica. v. 62, n. 1/2, p. 31-38, 2007.

FOWLES, A., STUART-SMITH R. D., STUART-SMITH J. F., HILL N. A., KIRKPATRICK J. B. & EDGAR G. J. **Effects of urbanisation on macroalgae and sessile invertebrates in southeast Australian estuaries**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 205, n. 1, p. 30-39, 2018. DOI: 10.1016/j.ecss.2018.02.010

FREITAS, F. & PELLIZZARI, F. **Floração de *Ulva lactuca* no Complexo Esturino de Paranaguá: efeitos de super-eutrofização por desgarga de fertilizantes fosfatados**. Anais do XII Congresso Brasileiro de Ficologia. Brasília, DF. 2008.

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

GUIRY, M.D. & GUIRY, G.M. **AlgaeBase**. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2021.

HADLICH, R. M. & BOUZON, Z. L. **Contribuição ao levantamento taxonômico das algas marinhas do mangue de Itacorubi – Florianópolis – Ilha de Santa Catarina – Brasil – II Rhodophyta**. Ínsula. v. 15, n.1, p. 89- 116. 1985.

KARSTEN, U., BARROW, K. D., NIXDORF, O. & KING, R. J. **The compability with enzyme activity of unusual organic osmolytes from mangrove red algae**. Functional Plant Biology, v. 23, n. 5, p. 577-582, 1996. DOI: 10.1071/PP9960577

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R.M. & MACHADO, E.C. **The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil**. In: Coastal marine ecosystems of Latin America. Springer, Berlin, Heidelberg,.

LOPES, O. L. **Fauna associada às macroalgas epífitas no manguezal do Rio das Garças, Guaratuba, Paraná.** Tese - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas. p.116. 2011.

MAGRIS, R. A. & BARRETO, R. **Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 5, n. 4, p. 546-556, 2010.

MELVILLE, F. & PULKOWNIK, A. **Seasonal and spatial variation in the distribution of mangrove macroalgae in the Clyde River, Australia.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 71, n. 3-4, p. 683-690, 2007. DOI: 10.1016/j.ecss.2006.09.023

NEWTON, A., ICELY, J., CRISTINA, S., BRITO, A., CARDOSO, A. & ZALDÍVAR, J.M. **An overview of ecological status, vulnerability and future perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 140, p. 95-122, 2014. DOI: 10.1016/j.ecss.2013.05.023

PELLIZZARI, F. **Monitoramento da diversidade de macroalgas na Ilha da Trindade: Conservação e Implicações ecológicas frente às mudanças climáticas** (Capítulo 5) In: As ciências do Mar em todos os seus aspectos. Org. Rodrigues, Neto & Galvão. Editora Atena. 43-64 pp. 2019. DOI: 10.22533/at.ed.48119090745

PELLIZZARI, 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, v. 14, n. 2, 2014. DOI: 10.1590/1676-060320140615183049

PELLIZZARI, F., OLIVEIRA, M.C., MEDEIROS, M.S., YOKOYA N.S. & OLIVEIRA E.C. **Morphology, ontogeny, and phylogenetic position of *Gayralia brasiliensis* sp. nov.(Ulotrionales, Chlorophyta) from the southern coast of Brazil.** Botanica Marina, v. 56, n. 2, p. 197-205, 2013. DOI 10.1515/bot-2012-0197. DOI: 10.1515/bot-2012-0197

PELLIZZARI, F., SILVA, M.C., MEDEIROS, A., OLIVEIRA, M.C., YOKOYA, N.S., PUPO, D. e ROSA, L. **Diversity and spatial distribution of seaweeds in the South Shetland Islands, Antarctica: an updated database for environmental monitoring under climate change scenarios.** Polar biology, v. 40, n. 8, p. 1671-1685, 2017. DOI: 10.1007/s00300-017-2092-5

PELLIZZARI, F.M., T. ABSHER, N. YOKOYA & E.C. OLIVEIRA. **Cultivation of the edible green seaweed *Gayralia* (Chlorophyta) in Southern Brazil.** Journal of Applied Phycology, v. 19, n. 1, p. 63-69, 2007. DOI: 10.1007/s10811-006-9111-1

PELLIZZARI, F. M.; OLIVEIRA, E. C. & YOKOYA, N. S. **Coverage and Recruitment of the Edible Green Macroalga *Gayralia* sp. (Monostromataceae) in Paranaguá Bay, Southern Brazil.** Journal of Coastal Research, v. 1, n. 39, p. 157-159, 2006.

PHILLIPS, A., LAMBERT, G., GRANGER, J.E. & STEINKE, T.D. **Vertical zonation of epiphytic algae associated with *Avicennia marina* (Forssk.).** Vierh. pneumatophores at Beachwood Mangroves Nature Reserve, Durban, South Africa. Botanica Marina. v. 39, n. 1, p.167-175. 1996. DOI: 10.1515/botm.1994.37.6.567

RIGONATO, J. **Diversidade de cianobactérias em manguezais do Estado de São Paulo.** Tese de doutorado em ciências, UFPR. 322p, 2010.

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, v. 11, p. 455-495, 2011. DOI: 10.1590/S1676-06032011000500017

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRON-MOLERO G., SOARES M.L.G., DE-ROSA T. **Brazilian mangroves**. Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 3, n. 4, p. 561-570, 2000. DOI: 0.1080/14634980008650693

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRON-MOLERO, G. & SOARES, M. L. G. **Chapter nine mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world**. In: Proceedings in Marine Science. Elsevier, v. 1, n 2, p. 245-262. 2002. DOI: 10.1016/S1568-2692(02)80083-3

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., SORIANO-SIERRA, E. J., VALE, C. C. D., BERNINI, E., ROVAI, A. S., PINHEIRO, M. A. A. & CINTRÓN-MOLERO, G. **Climate changes in mangrove forests and salt marshes**. Brazilian Journal of Oceanography, v. 64, n. 2, p. 37-52, 2016. DOI: 10.1590/S1679-875920160919064sp2

SCHILTZER, R. **Ocean Data View**, <https://odv.awi.de>, Software. 2020.

SEANGKAEW J., BOVONSOMBUT S. & PEERAPORNPIHAL, Y. **Species diversity and distribution of mangrove-associated red alga *Bostrychia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from southern Thailand**. Int. J. Appl. Env. Sci, v. 11 n.1, p. 55-71, 2016.

SENA, F.S. **Diversidade de espécies de macroalgas associadas ao Manguezal da Ilha Barnabé, Baixada Santista, SP, Brasil, com base em “DNA Barcode”**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 114 p. 2006.

SHIRATA, M. T. **Algas marinhas bentônicas da Porção Sul do Saco do Limoeiro (Ilha do Mel), município de Paranaguá, estado do Paraná, Brasil**. Arq. Biol. Tecnol. v. 6, n. 4, p. 721-730, 1993.

STEINKE T.D., LUBKE R.A. & WARD C.J. **The distribution of algae epiphytic on pneumatophores of the mangrove, *Avicennia marina*, at different salinities in the Kosi System**. South African journal of botany, v. 69, n. 4, p. 546-554, 2003. DOI: 10.1016/S0254-6299(15)30293-3

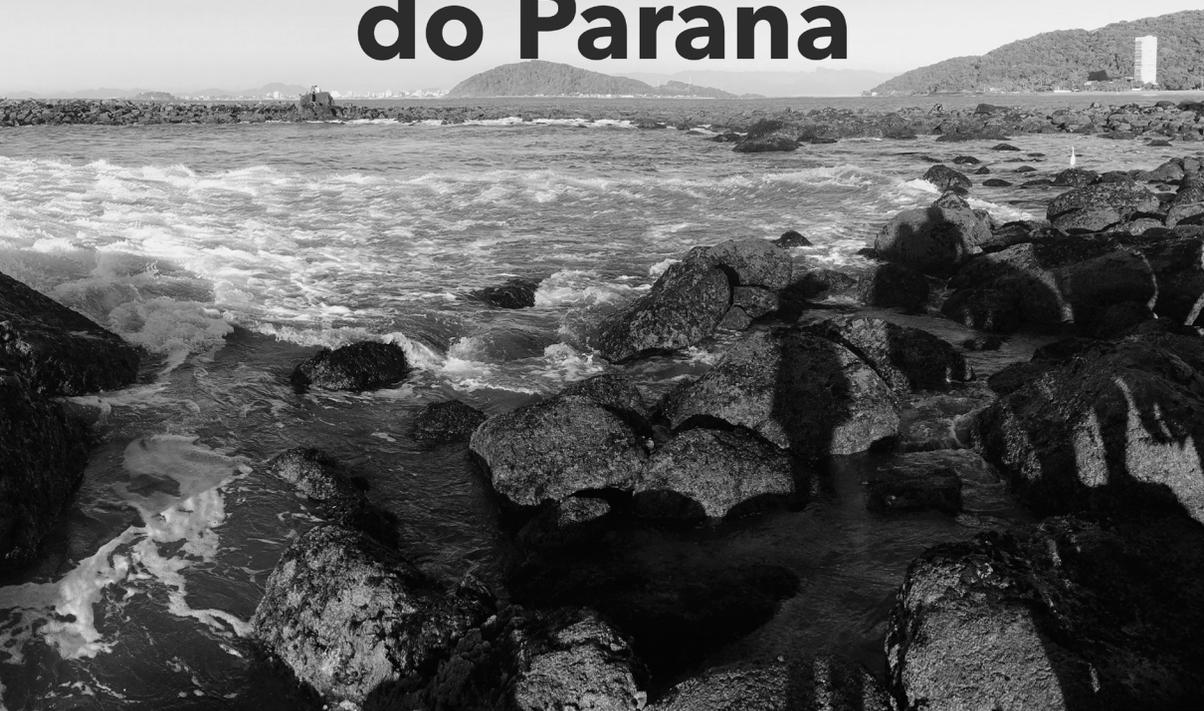
WEST J.A., KAMIYA M., & ZUCCARELLO, G.C. **Observations on some mangrove-associated algae from the western Pacific (Guam, Chuuk, Kosrae, and Pohnpei)**. Algae, v. 28, n. 3, p. 241-266, 2013. DOI: 10.4490/algae.2013.28.3.241

WEST, J. A., HOMMERSAND, M. & ZUCCARELLO, G. C. **Morphology and reproduction of *Bostrychia pinnata* (Rhodomelaceae, Ceramiales) in laboratory culture**. Phycological Research, v. 49, n. 4, p. 285-297, 2001. DOI: doi.org/10.1046/j.1440-1835.2001.00252.x

WITTIG, R. **General aspects of biomonitoring heavy metals by plants**. Em: Markert, B. (Ed.), **Plants as Biomonitors**. Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment, VCH, Weinheim. p. 3-27. 1993.

YOKOYA, N. S., PLASTINO, E. M., BRAGA, *et al.* & HARARI, J. **Temporal and spatial variations in the structure of macroalgal communities associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo state, Brazil**. Revista Brasileira de Botânica. v. 22, n. 2, p. 195-204. 1999. DOI: 10.1590/S0100-84041999000200010

# O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)