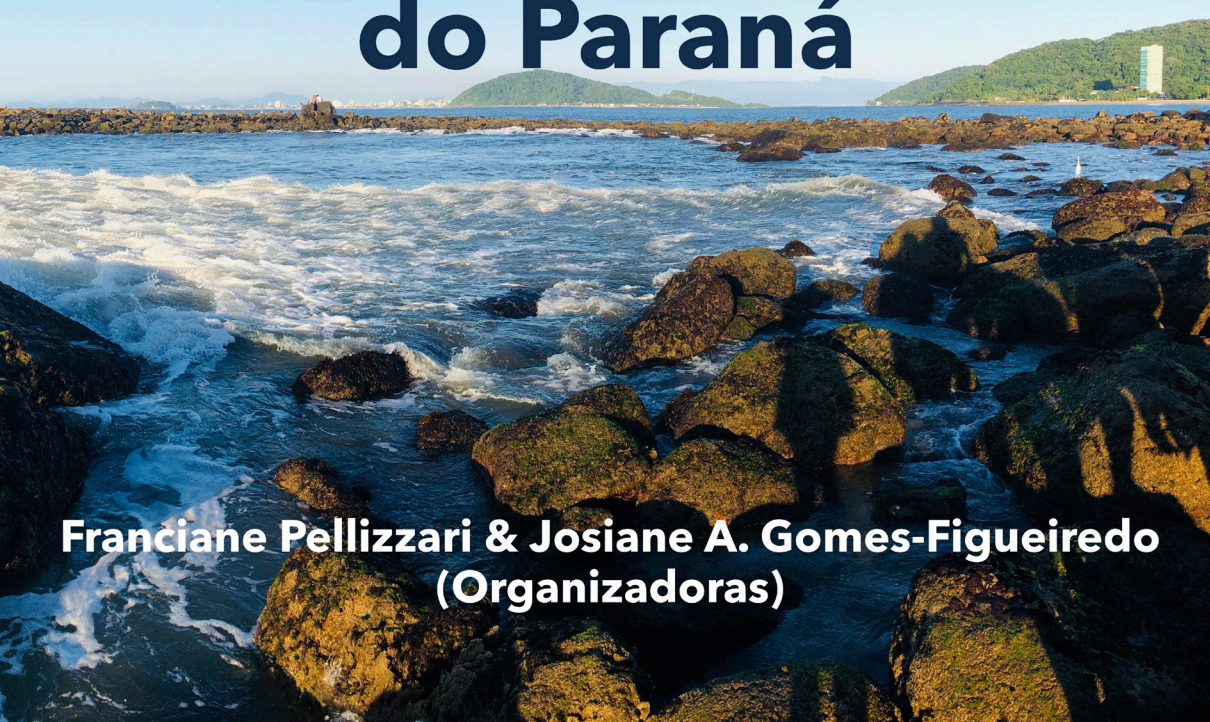


Atena
Editora
Ano 2021

O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná

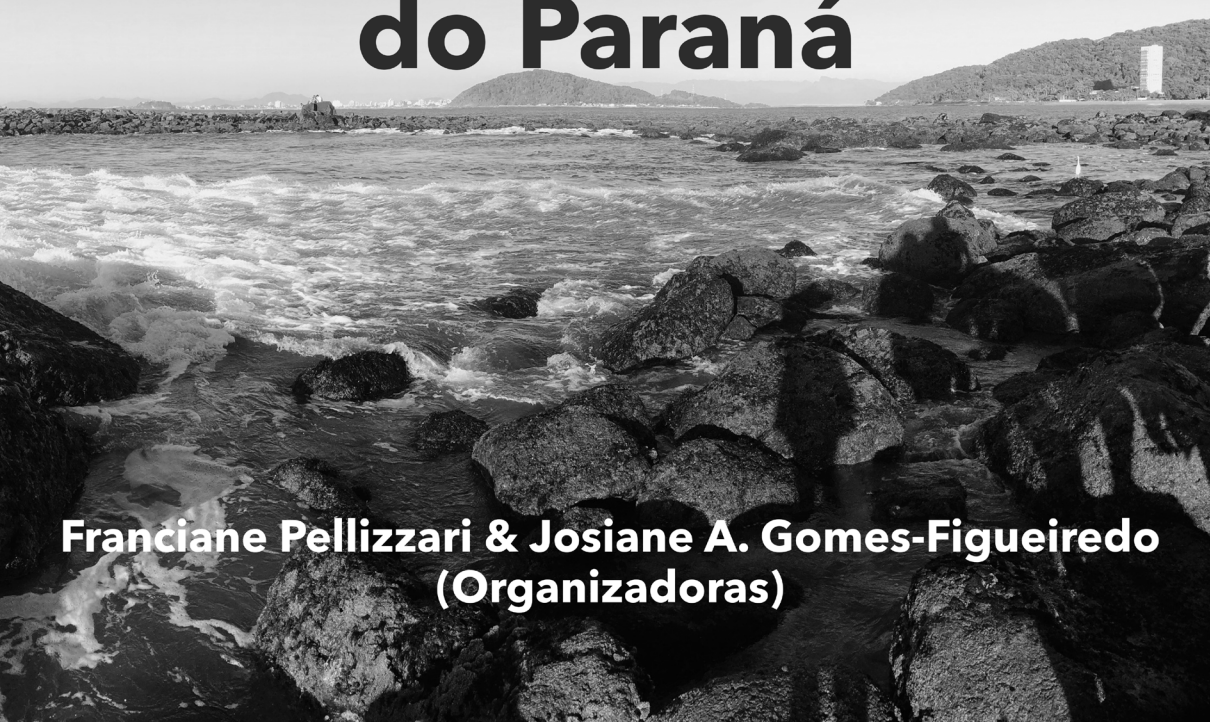
**Franciane Pellizzari & Josiane A. Gomes-Figueiredo
(Organizadoras)**



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 Cremo

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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a 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
Prof^a Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^a Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Prof^a Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Prof^a 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

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 300km² 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). 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, movimentava aproximadamente U\$ 31 bilhões / ano de mercadorias, correspondendo a cerca de 1/3 do PIB do Estado (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>

CAPÍTULO 11	162
OS MANGUEZAIS DO PARANÁ: RESILIÊNCIA FRENTE AO COMPROMETIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	
Sarah Charlier Sarubo Marília Cunha-Lignon	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050711	
CAPÍTULO 12	175
PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO PARQUE ESTADUAL DO PALMITO NAS ESCOLAS DO SEU ENTORNO	
Tânia Zaleski Letícia de Oliveira Wassão Karoline Geraldo Cordeiro Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050712	
CAPÍTULO 13	192
AGRICULTURA ORGÂNICA E A CERTIFICAÇÃO NO LITORAL DO PARANÁ	
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	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050713	
CAPÍTULO 14	207
COURO DE PEIXE	
Kátia Kalko Schwarz	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050714	
CAPÍTULO 15	224
PESCADORES COSTEIROS E INSULARES: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO DE PESCADOS NO LITORAL DO PARANÁ	
Adilson Anacleto Cassiana Baptista-Metri	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.75021050715	
CAPÍTULO 16	244
ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE ATENDIMENTO À FAUNA OLEADA NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ	
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**

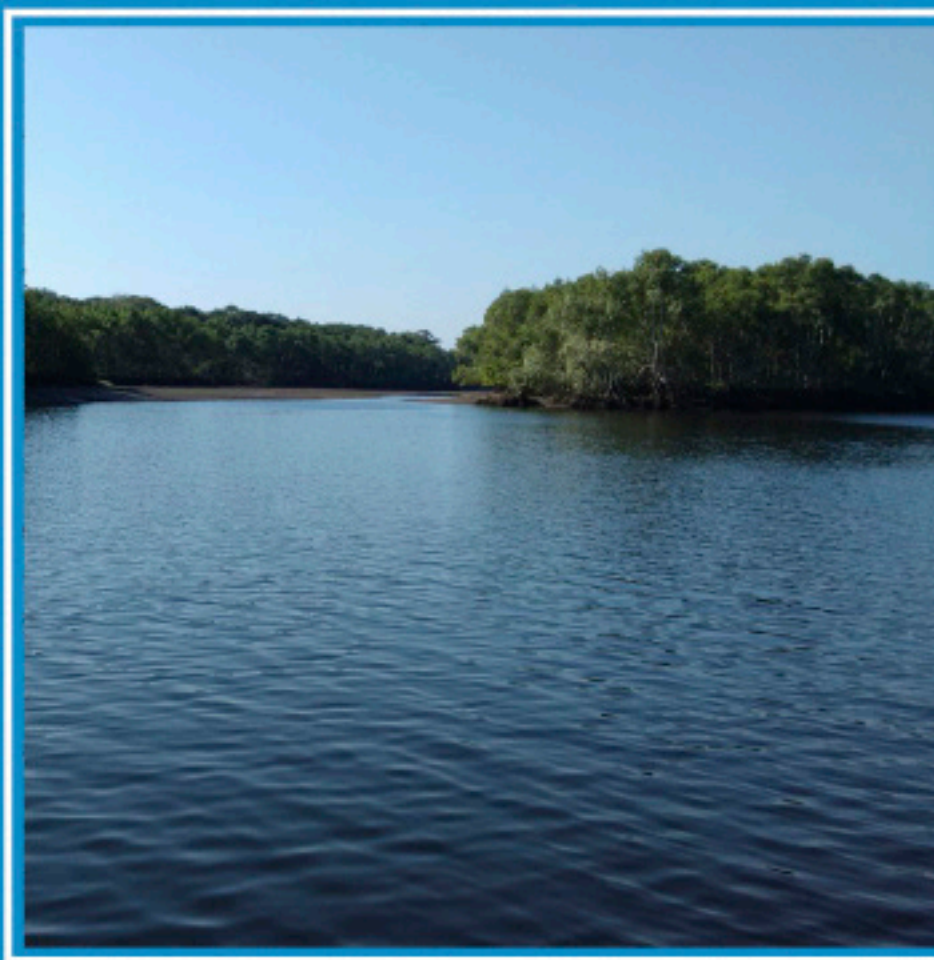
Danyelle Stringari
Letícia Koproski
Leonardo José Duda
Maíra Zacharias

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

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 288

Estrutura Ecológica

e



Funcionamento de Ecossistemas

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

Data de aceite: 01/03/2021

Franciane Pellizzari

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR/*Campus* Paranaguá). Laboratório de Ficologia e Qualidade de Água Marinha. <http://lattes.cnpq.br/5871026743739880>.

Michelle Cristine Santos-Silva

Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP). Laboratório de Algas Marinhas. <http://lattes.cnpq.br/3968146116631427>

Vanessa Sayuri Osaki

Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP). Laboratório de Algas Marinhas. <http://lattes.cnpq.br/9248111794385783>

Estefan Monteiro da Fonseca

Universidade Federal Fluminense (UFF). <http://lattes.cnpq.br/3479528938704953>

RESUMO: Este capítulo apresenta uma base de dados gerada sobre a composição do fitoplâncton do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), comparando-a com dados pretéritos, e discutindo a eficácia de alguns indicadores de monitoramento sugeridos para estudos de impacto das dragagens de aprofundamento do canal de acesso ao porto. Este panorama atualizado é essencial para se estabelecer um diagnóstico que oriente programas futuros de monitoramento na área. Por outro lado, e embora a comunidade de microalgas planctônicas possa estar mudando nesta área, suscetível a introduções, e também devido as mudanças meteorológica e

oceanográficas vigentes, compilações pretéritas a estas datas são informações dispersas, e em sem padrão amostral e analítico. As áreas estudadas foram setorizadas considerando gradiente halino. Dados de clorofila-*a*, e abióticos, são apresentados, assim como um checklist de 168 táxons, dominado por diatomáceas (69%), dinoflagelados (15%), e com menores contribuições de tintinídeos (6%), cianobactérias (5%), clorófitas (3%), silicoflagelados e cocolitoforídeos (2%). Desta forma, este capítulo apresenta uma *baseline* comparativa, mais robusta e concisa, considerando e discutindo novas técnicas amostrais e analíticas para o monitoramento de comunidades fitoplanctônicas.

PALAVRAS-CHAVE: microalgas, estuários, Atlântico Sul.

PHYTOPLANKTON COMMUNITY FROM PARANAGUÁ ESTUARINE COMPLEX, SOUTHERN BRAZIL: SUBSIDIES FOR MONITORING HARBOR DREDGING

ABSTRACT: This chapter presents a database generated on phytoplankton composition from Paranaguá Estuarine Complex (CEP), compared to past data, and discussing the effectiveness of some monitoring indicators suggested for impact studies of dredging activities. This updated panorama is essential to establish a diagnosis that will guide future monitoring programs in the area. On the other hand, and although the planktonic microalgae community may be changing in this area, susceptible to introductions, and also due to the current meteorological and oceanographic changes, past compilations are scattered information, and with no sampling and analytical pattern. The studied areas were divided into sectors considering the haline gradient. Chlorophyll-*a* and abiotic data are presented, as

well as a checklist of 168 taxa, dominated by diatoms (69%), dinoflagellates (15%), and with minor contributions of tintinids (6%), cyanobacteria (5%), chlorophytes (3%), silicoflagellates and coccolithophorides (2%). Thus, this chapter presents a comparative baseline, more robust and concise, considering and discussing new sampling and analytical techniques for monitoring phytoplankton assemblages.

KEYWORDS: microalgae, estuary, South Atlantic.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre uma série de indicadores de monitoramento ambiental solicitados pelos órgãos ambientais durante obras de dragagem portuária no Brasil estão: concentração de pigmentos fotossintéticos (clorofila-*a*), riqueza e diversidade do fitoplâncton (fitoplâncton de rede) e abundância de células (fitoplâncton total, analisado em classes de tamanho distinto); associadas a parâmetros abióticos básicos como: temperatura, salinidade e pH. Uma limitação importante para a avaliação do ambiente é que raramente são os mesmos técnicos e especialistas que analisam as amostras, e redigem os relatórios de impacto ambiental, mesmo em casos de dragagens contínuas.

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) é permeado por ecossistemas de manguezais, componentes funcionais essenciais das costas tropicais e subtropicais (vide capítulo 2), pois são fonte primária de matéria orgânica para os sistemas costeiros adjacentes, sendo um dos ecossistemas mais produtivos do mundo. Possui o segundo maior porto graneleiro da América Latina e um alto fluxo de embarcações, tornando a atividade de dragagem bastante comum no estuário.

Embora necessária para o desenvolvimento e a sustentabilidade do comércio marítimo internacional, a dragagem é um agente de perturbação antropogênico que pode afetar a qualidade da água e de sua biota. A ressuspensão, o transporte e o descarte de sedimentos de fundo, podem causar várias alterações no ambiente litorâneo. Riemann & Hoffmann (1991) reportam que dragagens causam uma série de mudanças diretas e indiretas nos ecossistemas, essas mudanças vão desde alterações na turbidez da água, impedindo a fotossíntese das algas, até efeitos diretos na ictiofauna e invertebrados bentônicos. Com a coluna d'água turbida de sedimentos ressuspensos, e aporte extra de nutrientes orgânicos e inorgânicos podem ocorrer alterações na composição fitoplanctônica resultando em alterações significativas nos níveis de oxigênio dissolvido (OD).

A comunidade fitoplanctônica é composta por microalgas fotossintéticas unicelulares, encontradas isoladas ou em colônias. Esses organismos, principais produtores primários de ecossistemas aquáticos, são dependentes das correntes marinhas e das marés, podendo migrar vertical e horizontalmente, embora com baixa mobilidade e limitados pela disponibilidade de luz (BONEY, 1989). Nas regiões tropicais e subtropicais, a produção primária do fitoplâncton é menor que em águas oceânicas estratificadas, e maior nas águas costeiras e estuarinas, onde há disponibilidade de nutrientes inorgânicos dissolvidos, um dos fatores determinantes para o desenvolvimento dessas comunidades, além de luz. (GROSS & GROSS, 1996).

A ressuspensão de sedimentos, além de diminuir a irradiância, leva elementos-traço que são prejudiciais em altas concentrações, uma vez que podem ser bioacumulados pelos

organismos. No caso do mercúrio, ele pode ser biomagnificado começando com o acúmulo nos polissacarídeos das paredes celulares das algas, depois consumidos por organismos dos níveis mais elevados da cadeia trófica, acumulando-se nos tecidos adiposo e hepático. A literatura sobre a eficácia de atividades de dragagens e sobre sua necessidade, bem como seus impactos ambientais, são amplamente documentados¹. No entanto, a maioria dos estudos concentram-se na qualidade da água, alteração da ciclagem de nutrientes e disponibilidade de metais traços, e em bactérias, organismos bentônicos, aves e mamíferos marinhos (BROWN *et al.*, 1990; BAINBRIDGE *et al.*, 2012; HEDGE *et al.*, 2009).

Informações sobre os efeitos de longo prazo das dragagens na estrutura das comunidades macroalgais e do fitoplâncton são raros, e quando presentes em algumas regiões, são inconsistentes devido às amostragens pontuais e aleatoriedade analítica. Por outro lado, mudanças na composição específica ou na biomassa de algas, frente às mudanças nos parâmetros físicos e químicos da água, têm sido associadas a estes estresses adicionais, portanto, tanto as microalgas (fitoplâncton) como as macroalgas, podem ser considerados como organismos sentinelas (PELLIZZARI *et al.*, 2017; Santos-SILVA *et al.*, 2018). Organismos fitoplanctônicos dependem da luz e habitam a zona eufótica, possuindo um tempo de residência otimizado nos estratos superiores da coluna d'água através de estruturas celulares e diversos mecanismos fisiológicos especializados. O fitoplâncton compreende organismos de 5 a 400 µm de diâmetro, abrangendo cianobactérias e vários outros grupos taxonômicos de microalgas (PELLIZZARI *et al.*, 2005).

A comunidade fitoplanctônica, diversificada do ponto de vista taxonômico, morfométrico e fisiológico, apresenta distintas respostas à diferentes parâmetros abióticos da água (SABATINI, 2018). A multiplicidade fisiológica do fitoplâncton permite a coexistência de várias espécies interagindo no mesmo ecossistema aquático (SCHEFFER *et al.*, 2003 apud DONLYRE, 2009), apresentando distribuição espacial e sucessão sazonal em resposta e direcionada por mudanças nos parâmetros físico-químicos ambientais. Desta forma, a comunidade fitoplanctônica indica o estado de qualidade da água devido ao curto ciclo de vida das espécies (média de 4/5 dias) e por assimilar nutrientes inorgânicos dissolvidos na coluna d'água. Portanto, a comunidade fitoplanctônica é capaz de indicar alterações no estado trófico, na turbidez (transparência) e nas taxas de oxigênio dissolvido, decorrentes de eventos climáticos, ou de obras de dragagem que alteram o padrão de fatores abióticos em coluna d'água (REYNOLDS, 2006).

Sua dinâmica, biomassa, composição e abundância são reguladas por condições físicas e hidrológicas (luz, temperatura, turbidez, profundidade); características químicas (concentração de nutrientes, matéria orgânica, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, salinidade); e outros fatores biológicos (pressão de organismos filtrantes e relações interespecíficas, como competição e efeito alelopático). Além desses fatores, a clorofila-*a* é um pigmento fotossintético de autótrofos usado como indicador da biomassa fitoplanctônica, e a determinação de sua concentração é uma ferramenta essencial nos estudos de produtividade primária, na interpretação das alterações físico-químicas, e grau de eutrofização de estuários. No entanto, as moléculas de clorofila não são estáveis e dependem das condições do ambiente. Alterações como mudanças no pH, na temperatura ou irradiância excessiva podem degradar a molécula, dando origem aos feopigmentos.

1. Ver também Duclos *et al.* (2013)

A feofitina, um produto da degradação da clorofila-*a*, pode interferir nas concentrações desse pigmento absorvendo a luz no mesmo comprimento de onda do espectro de luz que a clorofila-*a*. Lorenzen (1967) propôs um método para estimar as concentrações de clorofila e feofitina por meio de leituras espectrofotométricas antes e após a acidificação da amostra, e por esse método, o resultado da clorofila-*a* pode ser corrigido. Desta forma, a determinação da concentração de clorofila-*a* e feofitina também podem ser utilizadas em programas de monitoramento para avaliar o nível de eutrofização dos ecossistemas e subsidiar ações de controle em estudos de impactos decorrentes de obras de dragagem, poluição orgânica ou industrial, auxiliando na interpretação de análises bióticas e abióticas de forma rápida.

Considerando os grupos fitoplânctônicos, as diatomáceas (Baccilariophyta), é o grupo mais representativo em estuários e águas marinhas neríticas do Paraná (BRANDINI & FERNANDES, 1996), também dominando a zona pelágica *offshore*. Apesar disso, poucos trabalhos ecológicos, e especialmente de monitoramento técnico, registram apenas seus gêneros, embora a taxonomia das diatomáceas do litoral do Paraná seja bem estudada², representando uma exceção dentre outras regiões do Brasil. No CEP, foram realizados os seguintes estudos descrevendo as comunidades fitoplanctônicas: Valente-Moreira, *et al.*, 1994; Brandini, 1985; Brandini *et al.*, 1988 e 2001; Fernandes *et al.*, 1999; Anderle, 2004; Mafra, 2005; Mafra *et al.*, 2006; Fonseca *et al.*, 2013.

No entanto, embora listas específicas sejam importantes para conhecer a biodiversidade local, por outro lado, a análise taxonômica requer profissionais qualificados e o uso de várias ferramentas, incluindo a biologia molecular, de alto custo. Fato que é agravado ainda mais quando se considera um *pool* de aproximadamente 500 espécies, apenas de diatomáceas para a costa do Paraná (PROKOPIAK *et al.*, 2006). Além disso, ao considerar a taxonomia do fitoplâncton, devemos atentar às espécies nocivas e / ou introduzidas. Existem programas internacionais como o *Harmful Algal Blooms* (HAB), sobre espécies nocivas, iniciados por membros da Comissão Oceanográfica Internacional 2005 (COI - UNESCO) e o programa *Global Ballast Water Management Program* (GLOBALLAST), que são monitoramentos específicos e focados na maricultura e na saúde pública.

É fato que dragagens causam impactos diretos que, embora efêmeros, aumentam significativamente partículas em suspensão, o que bloqueia a penetração da luz e altera a concentração de nutrientes, fatores limitantes ao desenvolvimento do fitoplâncton, iniciando reação em toda a rede trófica. Portanto, é preciso monitorar as atividades portuárias, essenciais para o desenvolvimento do PIB nacional. Sendo assim, o conhecimento da biota aquática nestas regiões é essencial não apenas para o conhecimento científico, e de agências de controle ambiental, mas principalmente por monitorar a presença de espécies nocivas.

Este capítulo tenta responder o seguinte questionamento: o monitoramento a nível específico do fitoplâncton é eficaz e necessário visando investigar os efeitos das atividades de dragagens? Além disto, reporta-se um estudo sazonal sobre a comunidade fitoplanctônica sob influência de dragagem, que integrou um programa mais amplo de monitoramento de biota aquática, e que visou avaliar possíveis impactos ambientais oriundos desta atividade, orientando a adoção de medidas preventivas ou mitigadoras de impactos no CEP.

2. Ver também Prokopiak *et al.* (2006)

2 I METODOLOGIA

O litoral do Paraná, localizado no sul do Brasil e no Oceano Atlântico sudoeste, apresenta aproximadamente 90 km de costa, entre as coordenadas 25°20'-25'S // 48°10'-48'W. O CEP, abriga extensas áreas de manguezais bem preservadas, e tem a pesca e a aquicultura como atividades econômicas principais, além de um complexo portuário; e é composto por quatro baías principais: Pinheiros, Laranjeiras, Antonina e Paranaguá, cobrindo 612 Km². O clima é úmido, com temperaturas médias do ar de 22°C. As marés são semi-diurna com amplitudes de 2.23 m. O CEP é dividido em setores segundo o gradiente halino: oligohalino (interno), mesohalino (intermediário) e euhalino (externo), sendo este o de maior salinidade. A **Figura 1** apresenta o mapa das estações amostrais para análises fitoplanctônicas, coletadas durante o ano de 2018.

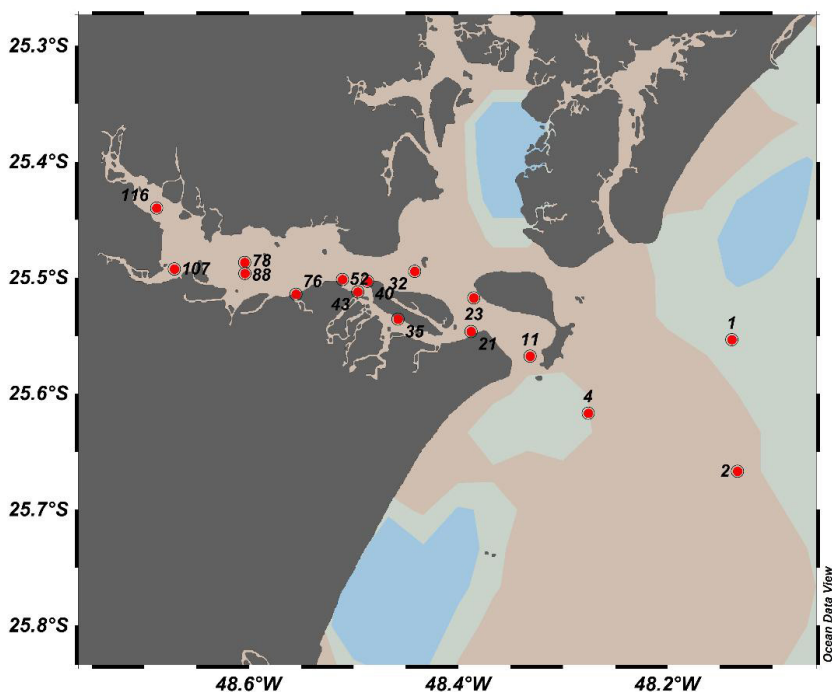


Figura 1. Mapa da malha amostral do Programa de Monitoramento da Biota Aquática ao longo do CEP e posições das coletas fitoplanctônicas (mapa gerado por ODV, Ocean Data View).

2.1 Amostragens

As amostras para análises de clorofila-*a*, fitoplâncton total (análise qualitativa) e de rede (análise quantitativa) foram recebidas em laboratório (UNESPAR), coletadas por uma equipe pré-designada da UFF. Dados abióticos, contendo posição geográfica, temperatura, salinidade e pH, também foram obtidos, e associados às amostragens biológicas. As amostras coletadas ao longo do CEP (**Figura 1**), foram obtidas nos meses de janeiro, maio, setembro e novembro de 2018. A amostragem foi realizada através de arrasto vertical com rede de plâncton, malha de 30 µm (abertura de boca de 60 cm) As amostras para análises qualitativas foram acondicionada em frascos de polietileno de 500 ml com formaldeído a

concentração final de 4%. As amostras para análises quantitativas foram coletadas com garrafa de Van Dorn (na superfície), armazenadas em frascos âmbar de 1L e fixadas com solução acética de lugol a 1%. Outras frações da Van Dorn (1.5L) foram armazenadas em frasco escuro, filtradas, e os filtros congelados para posterior análises de clorofila-*a*.

2.2 Análises Laboratoriais

2.2.1 Análises de pigmentos & biomassa

Para as análises de clorofila-*a* e feofitina, após filtração de aproximadamente 1L de água do mar do local com filtros GFF, os pigmentos foram extraídos com acetona 90% *overnight*, e analisados por espectrofotometria de UV (STRICKLAND & PARSONS, 1972), sendo a primeira leitura em comprimento de onda sequencial de 665 e 750 nm. Uma segunda leitura, após acidificação (com HCL 1%), também foi realizada visando analisar pigmentos degradados (feofitina), em ambos os comprimentos de onda. Com as absorvâncias, foram realizados cálculos a posteriori segundo Lorenzen (1967). A clorofila-*a* foi expressa em médias, a partir de 6 amostras do setor euhalino (externo), 6 do setor mesohalino (mediana), e 4 do setor oligohalino (interno).

2.2.2 Análise quantitativa do fitoplâncton (fito total)

A contagem do fitoplâncton foi realizada em câmaras de sedimentação de 50 ml. As amostras foram sedimentadas por ± 8 horas e analisadas em microscópio invertido com contraste de fase, seguindo a técnica de Uthermöhl (1958). As células foram contadas em transectos visando reduzir a margem de erros. No aumento de 10x, as células de microplâncton ($> 100\mu\text{m}$) foram contadas em transectos paralelos ao longo de toda a cuba. Na objetiva de 20x, dois transectos (cruzados) foram realizados visando a contagem de células nanoplânctônicas (entre <100 e $>30\mu\text{m}$); e finalmente, na objetiva de 40x, um único transecto (central) foi percorrido analisando as células do picoplâncton ($<30\mu\text{m}$). As células foram medidas e seus caracteres morfológicos mais evidentes comparados com literaturas taxonômicas especializadas. Cálculos de concentrações e volumes, assim como correções de áreas de transectos e erros padrão, foram realizados a posteriori.

2.2.3 Análise qualitativa do fitoplâncton (fito de rede)

Esta análise microscópica visou listar as espécies dominantes na composição do fitoplâncton nas diferentes estações amostrais. As análises das amostras homogeneizadas foram realizadas a partir de alíquotas replicadas, montadas em lâminas de vidro ($n=5$ para cada amostra) e analisadas sob microscopia óptica com contraste de fase e captura de imagem (Olympus CX40). As células foram foto-documentadas e medidas, e suas características morfo-anatômicas observadas e comparadas com literaturas taxonômicas especializadas, visando chegar ao menor nível taxonômico possível. As identificações foram baseadas em literaturas principalmente do sul e sudeste do Brasil, e atualização nomenclatural seguindo Guiry & Guiry (2021).

3 I RESULTADOS

3.1 Dados abióticos

A Figura 2 apresenta os padrões espaciais de pH, salinidade e temperatura da água superficial, em diferentes setores do estuário.

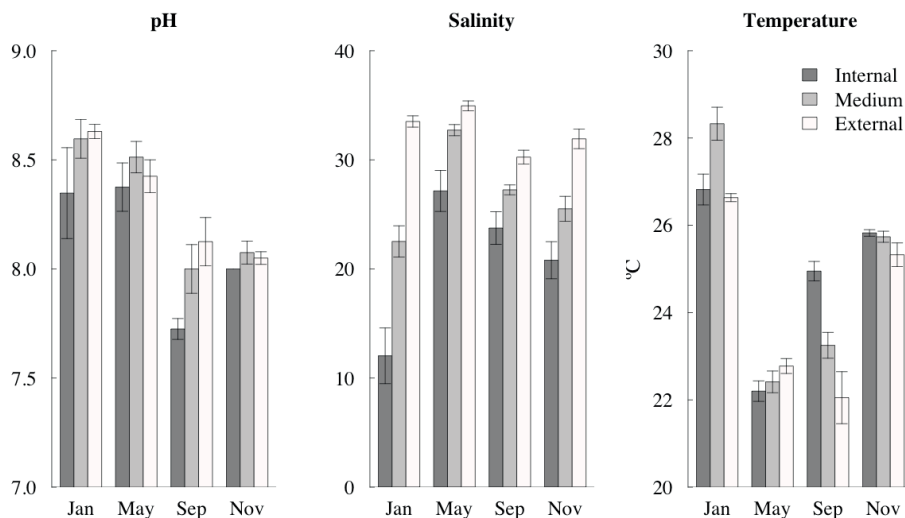


Figura 2 Dados de temperatura (°C), salinidade (ups) e pH obtidos durante as amostragens de janeiro, maio, setembro e novembro de 2018, em diferentes setores do CEP (interno, mediano e externo).

As maiores salinidades ocorreram no setor externo do estuário, e as menores no setor interno, padrão esperado para a área, com mínimos e máximos (médias), variando de 12 a 33 ups, respectivamente (Figura 2). Sazonalmente, a maior salinidade foi observada no mês de maio, nos três setores amostrados, possivelmente associada à estiagem e à entrada de uma frente meteorológica, que trouxe água oceânica para dentro do estuário. As maiores discrepâncias de salinidade em janeiro, nos diferentes setores do estuário, estão associadas aos altos índices de pluviosidade durante o verão. As temperaturas registradas (Figura 2) não apresentaram um padrão linear e homogêneo (de menores temperaturas no setor externo, e maiores no setor interno do estuário). A média mínima foi de 21,0°C em maio e setembro; e a máxima de 28,3°C em janeiro. Os maiores valores de pH (Figura 2) ocorreram no mês de janeiro e maio (verão e outono), e os menores em setembro e novembro (inverno e primavera) de 2018. Considerando os setores, geralmente os menores valores foram registrados no setor interno do CEP (7.6) e o maior no setor externo (8.6).

3.2 Dados Bióticos

3.2.1 Pigmentos fotossintéticos

As concentrações de clorofila-a durante 2018 no CEP (Figura 3), foram menores em maio, setembro e novembro; e maiores em janeiro de 2018 (verão). E comparando

espacialmente, as menores concentrações foram detectadas no setor externo (variando de 0.14 a 1.34 ug/L) e as mais altas nos setores mediano e interno (4,1 a 14,7 ug/L) do estuário.

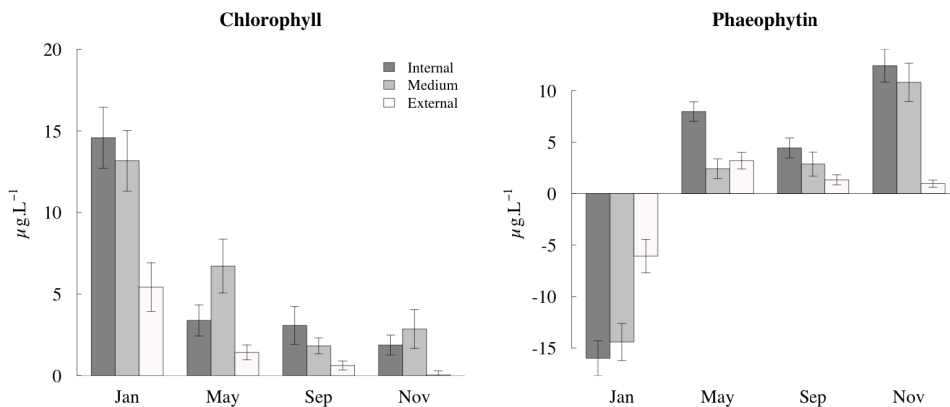


Figura 3. Concentrações de clorofila-*a* e feofitina obtidas em diferentes setores do Complexo Estuarino de Paranaguá.

As concentrações de feofitina seguiram um padrão inversamente proporcional à clorofila em janeiro e novembro; e similar aos padrões de clorofila em maio e setembro, com menores concentrações durante o outono e o inverno. As menores concentrações médias ocorreram no setor externo do estuário (1,34 ug/L), e as maiores concentrações nos setores mediano (3,22 ug/L) e interno (7,31 ug/L).

3.3 Análises quali-quantitativas do Fitoplâncton

A Figura 4 demonstra os dados de abundância por classes de tamanho. Os picos de células com diâmetro < 30 µm (em média 30.000 céls/L) foram registrados durante a amostragem o outono, nos setores mediano e interno do estuário. Considerando organismos de 30-100µm de diâmetro (máx 2.300 céls/L), as maiores concentrações ocorreram na primavera, no setor interno e mediano do estuário. Considerando células > 100µm, as maiores concentrações ocorreram em maio no setor mediano (médias de 8.800 céls/L), e em novembro no setor externo (em média 10.000 céls/L). Em geral, as menores concentrações foram registradas no setor externo do estuário, coincidindo com as menores concentrações de clorofila-*a*.

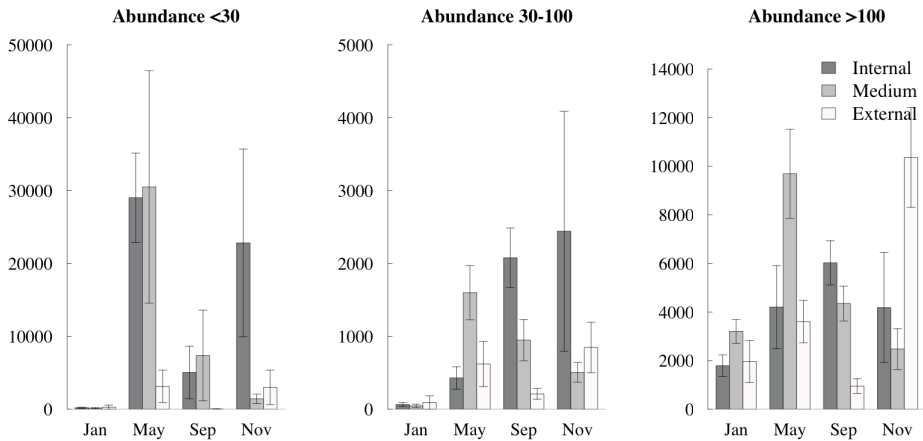


Figura 4. Abundância total média do fitoplâncton em amostras coletadas durante 2018 em distintos setores do CEP.

A riqueza total do fitoplâncton foi maior durante verão e outono, nos meses de janeiro e maio de 2018, com máximos de 44 spp. Especialmente, a maior riqueza ocorreu nos setores externo e mediano do CEP, e a menor riqueza foi registrada no setor interno (22 spp.), sendo inversamente proporcional a abundância.

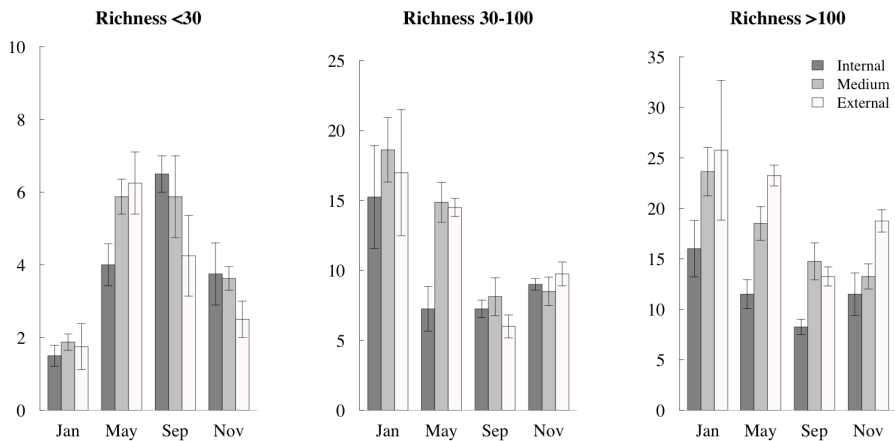


Figura 5. Riqueza média do fitoplâncton, analisados por classes de tamanho, e por setores do CEP, em amostras coletadas durante o ano de 2018.

A maior riqueza, por classes de tamanho (Figura 5), para organismos > 100 μ m, e entre 30 - 100 μ m, ocorreu durante o verão (janeiro) e outono (maio) no setor externo do CEP. Embora, para organismos < 30 μ m, as maiores riquezas foram observadas em maio e setembro de 2018, e as menores, registradas durante o verão. Não houve um padrão definido para esta classe de tamanho (< 30 μ m) considerando-se os diferentes setores do estuário; possivelmente associado às distintas origens desta classe de tamanho celular:

a) nos sedimentos de fundo que podem ser ressuspensos; ou b) via intrusão de águas oligotróficas oceânicas, após passagem de frentes meteorológicas.

A composição sazonal do fitoplâncton listado para o CEP, durante 2018, está apresentado na Tabela 1. Considerando os distintos grupos taxonômicos, observou-se a dominância das diatomáceas (116 spp.; Filo Bacillariophyta), seguido de Dinoflagelados (27 spp.; Filo Dinophyta) e Tintinidae (9 spp.; Tintinnidae), menores proporções foram compostas por Cyanobacteria cocoide (6 spp.), Chlorophyta (4 spp.), Silicoflagelados (3 spp.) e Colofitoforídeos (1 spp). Foram identificados 168 táxons fitoplanctônicos nas amostras qualitativas do CEP (Tabela 1). Durante o verão (janeiro) foi observada a maior riqueza, com 131 táxons; e a menor, após o fim do inverno, com 90 spp. listadas.

Paranaguá Estuarine Complex - Phytoplankton composition - Southeastern Brazil	Taxa list	Taxa Group	2018			
			JAN	MAY	SEPT	NOV
	<i>Actinastrum aciculare</i> Playfair	Chlorophyta	1	1	1	1
	<i>Cylindrocystis</i> sp.	Chlorophyta	1	1	0	1
	<i>Spondylosium</i> sp.	Chlorophyta	1	1	0	1
	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	Cyanobacteria	1	1	0	0
	<i>Aphanizomenon</i> sp.	Cyanobacteria	1	1	0	0
	<i>Cyanobacteria</i> n.i.	Cyanobacteria	1	0	0	0
	<i>Nostoc</i> sp.	Cyanobacteria	0	1	1	1
	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont	Cyanobacteria	1	1	0	1
	<i>Planktothrix</i> sp. (Oscillatoriaceae)	Cyanobacteria	1	0	0	0
	<i>Trichodesmium erythraeum</i> Ehrenberg ex Gomont	Cyanobacteria	0	1	0	0
	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	silicoflagellates	1	1	1	1
	<i>Octactis octonaria</i> (Ehrenberg) Hovasse	silicoflagellates	0	0	1	0
	<i>Parundela</i> sp.	silicoflagellates	0	0	1	0
	<i>Amphorides amphora</i> Claparede & Lachmann	Tintinnida	0	0	1	1
	<i>Amplectella</i> sp.	Tintinnida	0	0	1	0
	<i>Eutintinnus</i> sp.	Tintinnida	0	0	1	1
	<i>Steenstrupiella</i> sp.	Tintinnida	1	1	0	1
	<i>Tintinideo</i> sp.	Tintinnida	1	0	0	1
	<i>Tintinnopsis campanula</i> Ehrenberg	Tintinnida	0	0	1	1
	<i>Tintinnopsis compressa</i> Daday	Tintinnida	1	0	0	1
	<i>Tintinnopsis</i> sp.	Tintinnida	1	1	0	1
	<i>Undella</i> sp.	Tintinnida	0	0	1	1
	<i>Emiliana huxleyi</i>	Haptophyta /coccol	1	0	0	1

Paranáguá Estuarine Complex - Phytoplankton composition - Southeastern Brazil	Taxa Group	2018			
		JAN	MAY	SEPT	NOV
<i>Taxa list ... continuation</i>	Diatoms				
<i>Actinocyclus</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Actinoptychus</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Amphiprora</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Amphora</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Amphorela</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Aulacoseira</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Bacillaria paradoxa</i> J.F. Gmelin	Bacillariophyta	1	0	1	0
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	Bacillariophyta	0	1	1	1
<i>Bacteriastrium delicatulum</i> Cleve	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Bacteriastrium</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Biddulphia</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Biddulphia biddulphiana</i> (J.E. Smith) Boyer	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Brachysira</i> sp. 1	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Brachysira</i> sp. 2	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Centrales</i> sp. 1	Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Centrales</i> sp. 2	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Cerataulina pelagica</i> (Cleve) Hendey	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Chaetoceros brevis</i> F.Schütt	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	Bacillariophyta	1	0	1	0
<i>Chaetoceros laevis</i> Leuduger-Fortmorel	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Chaetoceros simplex</i> Ostenfeld	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Climacodium frauenfeldianum</i> Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Climacodium</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Climacophenia</i> sp.	Bacillariophyta	0	1	0	0
<i>Corethron pennatum</i> (Grunow) Ostenfeld	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus gigas</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Cyclotella litoralis</i> Lange & Syvertsen	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Cyclotella stylorum</i> Brightwell	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J. Lewin	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Cylindrotheca</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> (Bergon) Hasle	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Delphineis</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Detonula pumila</i> (Castracane) Gran	Bacillariophyta	0	1	0	0
<i>Diademsis</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Diploneis</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Discotella</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Entomoneis</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Fragilariopsis doliolus</i> (Wallich) Medlin & P.A.Sims	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Fragilariopsis kerguelensis</i> (O'Meara) Hustedt	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Fragilariopsis</i> sp. 1	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle	Bacillariophyta	0	1	0	0

Paranáguá Estuarine Complex - Phytoplankton composition - Southeastern Brazil	Taxa Group	2018			
		JAN	MAY	SEPT	NOV
<i>Taxa list ... continuation</i>	Diatoms				
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Gyrosigma fasciola</i> (Ehrenberg) J.W.Griffith & Henfrey	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Gyrosigma sciotoense</i> (W.S.Sullivant) Cleve	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Gyrosigma</i> sp.1	Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Gyrosigma</i> sp. 2	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Helicostomella subulata</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) M.Ricard	Bacillariophyta	0	1	0	1
<i>Hemiaulus hauckii</i> Grunow ex Van Heurck	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Hemiaulus membranaceus</i> Cleve	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Hemiaulus sinensis</i> Gréville	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Hemiaulus</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Lioloma</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh	Bacillariophyta	1	1	1	0
<i>Melosira</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Meuniera membranacea</i> (Cleve) P.C.Silva	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Navicula</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Neocalyptrella robusta</i> (G.Norman ex Ralfs) Hernández-Becerril & Meave del Castillo	Bacillariophyta	1	1	1	0
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Nitzschia</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	1
<i>Octadus octadina</i>	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) C.Agardh	Bacillariophyta	1	1	1	0
<i>Odontella longicuris</i> (Greville) M.A.Hoban	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Odontella rhombus</i>	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Odontella</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Pennales</i> n.i.	Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin	Bacillariophyta	0	1	0	0
<i>Pinnularia</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Planktoniella sol</i> (G.C.Wallich) Schütt	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Pleurosigma angulatum</i> (J.T.Quekett) W.Smith	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Pleurosigma</i> sp.1	Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Pleurosigma</i> sp.2	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Podosira</i> sp.	Bacillariophyta	0	1	1	1
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundström	Bacillariophyta	0	1	1	0
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> (Cleve) H.Peragallo	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Pseudosolenia</i> sp.	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Rhizosolenia imbricata</i> Brightwell	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Stenophanopyxis turris</i> (Grev.) Ralfs	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Stenopterobia</i> sp (freshwater)	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Terpsinoë americana</i> (Bailey) Grunow	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Thalassionema bacillare</i> (Heiden) Kolbe	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Thalassionema</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow ex Van Heurck) E.G.Jørgensen	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Thalassiosira punctigera</i> (Castracane) Hasle	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Thalassiosira</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Thalassiothrix</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Trachyneis</i> sp.	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Trieres mobiliensis</i> (Bailey) Ashworth & Theriot	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) Poulin	Bacillariophyta	1	1	0	0

Tabela 1. Composição sazonal do fitoplâncton, listadas para o CEP durante 2018, indicando seus respectivos grupos dominantes e sua Presença (1) e Ausência (0) nos distintos meses de amostragem.

3.4 Análises numéricas, estatísticas e modelagem em ODV

Na análise de PCA (**Figura 6**), o mês de janeiro (verão) forma um agrupamento distinto dos outros meses, resultado possivelmente de maiores temperaturas e concentrações de clorofila-a. Os meses de setembro e novembro (final do inverno, e início de primavera) apresentaram maior semelhança, possivelmente associada a menor riqueza e maior abundância, além de maiores salinidades.

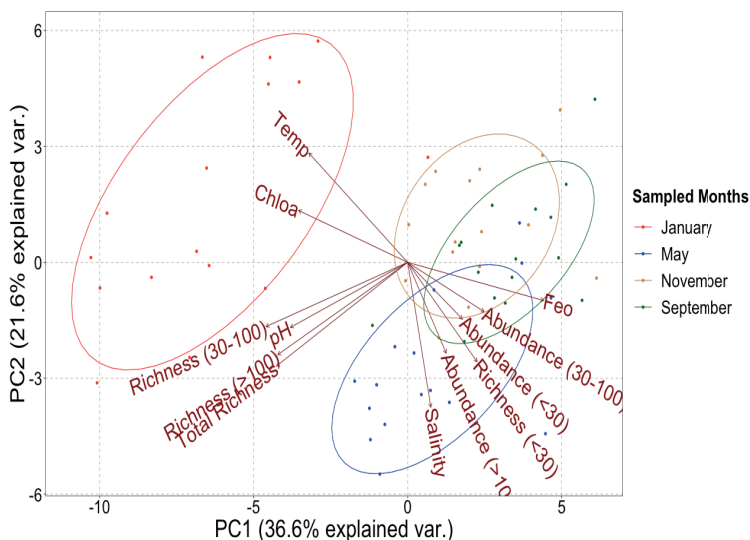


Figura 6. Análise de Componentes Principais (PCA) considerando riqueza e abundância fitoplanctônica do CEP, associados a fatores abióticos (temperatura, salinidade, pH, clorofila-a e feofitina) amostrados durante 2018.

As **Figuras 7 (a-d)** são mapas espaciais gerados pelo *Ocean Data View -ODV* (SCHLITZER, 2020), com os dados de clorofila-a amostrados sazonalmente no CEP, e onde observa-se um gradiente halino definido, e um padrão geral de menores concentrações de clorofila-a nas áreas mais externas do estuário, ou seja, sob influência de massas de água euhalinas e oligotróficas, independente da época do ano.

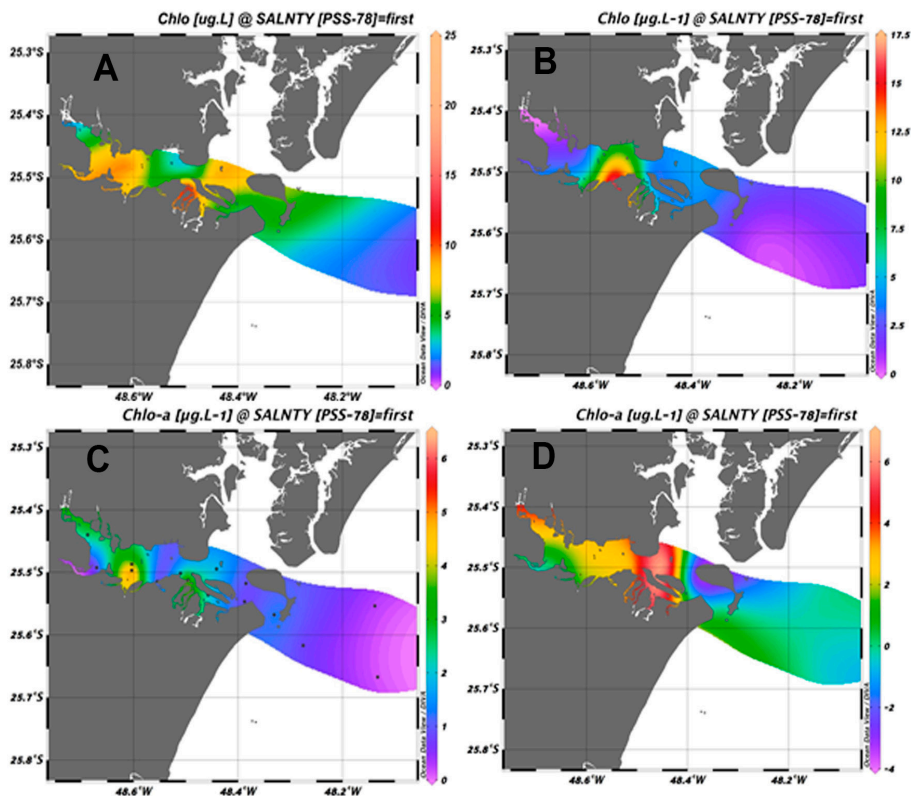


Figura 7: A Mapeamento da concentração de clorofila-a ao longo do CEP, a partir de amostras de água superficial coletadas em janeiro de 2018 (verão); B maio de 2018 (outono); C setembro de 2018 (inverno/primavera); D novembro de 2018 (primavera/verão).

4 | DISCUSSÃO

Apesar de ser uma zona portuária e da iminente degradação do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), foram listados 168 táxons de microalgas, observando-se diferenças espaço-temporais nas amostras fitoplanctônicas durante 2018, em evento pré-dragagem. Tanto ao longo das estações do ano, quanto dos distintos setores halinos do estuário, os dados bióticos e os padrões de variação verificados foram comparáveis às descrições pretéritas para o CEP (BRANDINI *et al.*, 1985; 1988 e 2001), embora realizadas há mais de duas décadas. Isso sugere certa capacidade de resiliência do CEP, ao menos usando-se clorofila-a e abundância da comunidade fitoplanctônica, como indicadores de monitoramento.

Entretanto, considerando o uso da riqueza e da diversidade fitoplanctônica, como indicador de alterações ambientais, questiona-se a sensibilidade do método, devido à alta riqueza reportada para a área, e da necessidade de técnicas de análises que exigem mãos de obra técnica qualificada e de alto custo, como é o caso da biologia molecular. Sendo que este custo teria que ser incorporado ao orçamento das empresas que demandam o laudo ambiental, tornaria-se insustentável (financeira e tecnicamente) em áreas com

necessidade de dragagens constantes, como é o caso do CEP.

Em relação as listas específicas pretéritas do CEP, disponibilizadas pelo setor de meio ambiente do Porto de Paranaguá, e que foram utilizadas nesta discussão comparativa, foram verificadas algumas inconsistências na distribuição, *status* e validade de nomes científicos nas listas geradas em 2016 e 2017 por empresas de consultorias. Sugerindo a necessidade de conhecimento científico acadêmico, e de especialistas para realizar certos estudos demandados pelos órgãos ambientais, e para emitir estes laudos. Por exemplo: 1. *Bicosoeca maris*, foi listada para o CEP em 2016, porém, sua distribuição em teoria está limitada ao Mar Báltico e à algumas localidades do Reino Unido; mesmo que introduções de espécies em áreas portuárias sejam recorrentes, é pouco provável que este táxon esteja presente no estuário. 2. *Dictyocha crux*, foi listada em 2017 para o CEP, porém, é uma espécie fóssil sem populações remanescentes, cuja espécie tipo do Mioceno foi descrito com material encontrado na Sicília (IT) e a posteriori também registrado no Mar Negro, França, Espanha e México. Estes dados de distribuição foram obtidos da plataforma global *Algaebase* (GUIRY & GUIRY, 2020).

Embora as listas de 2017 e 2018 sejam bastante distintas em termos de resolução taxonômica, e de riqueza específica, a proporção de grupos morfofuncionais do fitoplâncton foi semelhante entre a lista de 2017 e a presente, de 2018 (Figura 8). Isso sugere que uma resolução taxonômica mais alta, não impossibilita a interpretação de impactos efêmeros; exceto quando consideram-se organismos nocivos ou introduzidos.

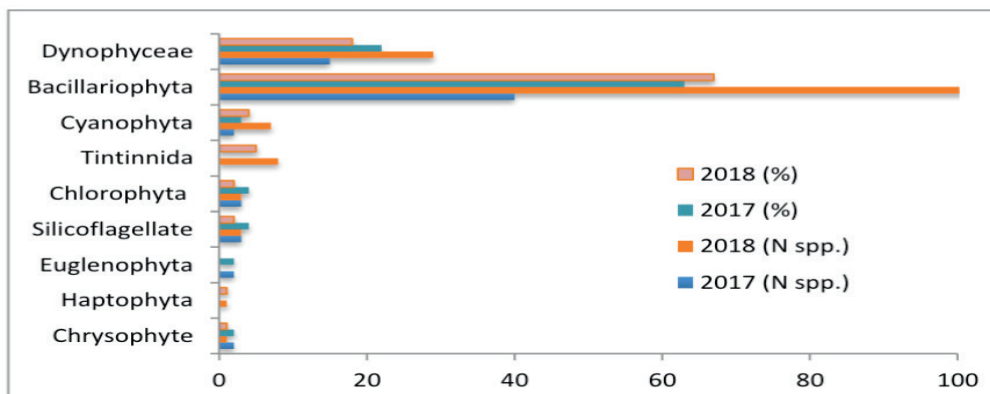


Figura 8. Comparação da riqueza / número de espécies (N spp.), e da proporção (%) de grupos fitoplanctônicos listados no CEP, durante o monitoramento de dragagem em 2017 e 2018.

Procopiak *et al.* (2006) compilaram para o Paraná um total de 789 táxons específicos de diatomáceas distribuídos em 167 gêneros. Destes, 575 táxons, distribuídos em 152 gêneros, foram registrados para o Complexo Estuarino de Paranaguá. Isso denota a dificuldade de identificações específicas em planos de monitoramento, devido a elevada riqueza específica presente na área, à demanda de especialistas, e de ferramentas taxonômicas diversas, sendo algumas de alto custo.

Por outro lado, algumas espécies de fitoplâncton são potencialmente nocivas

por sintetizarem toxinas (CHAPMAN, 2002), como *Amphora coffeaeformis* e *Pseudo-Nitzschia spp.* Já *Asterionellopsis glacialis*, *Cerataulina pelagica*, *Cylindrotheca closterium*, *Leptocylindrus spp.* e *Skeletonema costatum*, podem causar anoxia durante eventos de floração, devido ao excesso de biomassa, decomposta por bactérias, embora sem toxinas. Já outros gêneros, como *Chaetoceros spp.* possuem estruturas celulares em forma de flechas que podem danificar brânquias de peixes, causando matança massiva em algumas regiões. Estas espécies devem ser monitoradas em eventos de dragagem, sendo que a atividade “mimetiza” as condições de eventos severos meteorológicos, favoráveis a formação de florações. Além disso, existe a possibilidade de invasão biológica em áreas portuárias, seja via casco de navios para espécies bênticas, ou durante as trocas de lastro, para espécies planctônicas. Embora exista legislação nacional e internacional extensiva sobre a temática (ver MARPOL), que em tese regulamenta as trocas, não há controle ou supervisão eficientes mesmo em áreas costeiras, tornando essas problemáticas crônicas à conservação de ecossistemas adjacentes às áreas portuárias, globalmente.

No entanto, mesmo em meio à essa complexidade, o monitoramento da biota aquática em áreas portuárias, principalmente dragadas, é essencial para informar se o ecossistema está em equilíbrio após eventos severos, sejam naturais ou antrópicos. Porém, os indicadores a serem utilizados neste tipo de monitoramento demandados pelos órgãos ambientais precisam ser melhor definidos, considerando suas limitações de amostragem, de métodos analíticos, e de expertise de mão de obra), a fim de evitar desperdício de recursos e de trabalho técnico.

Ao mesmo tempo em que listagens específicas são importantes para se conhecer a biodiversidade local, ecossistemas onde a riqueza é muito alta, há dificuldades no uso deste indicador em planos de monitoramento, e esse fato está sendo questionado por vários autores tanto para micro, quanto para macroalgas (PELLIZZARI *et al.*, 2017; PROKOPIAK *et al.*, 2006). Na Holanda e na Bélgica, os indicadores microficológicos mais usados nos planos de monitoramento portuário são: 1- concentrações de clorofila-*a* e feofitina, embora medidas por CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência ou HPLC, sigla em inglês), um método cujos padrões analíticos são de alto custo³; 2- Medidas de produção primária, além de OD, turbidez, pH, temperatura e salinidade; e 3 - a riqueza por grupos funcionais. Ademais diversidade e a biomassa de macroalgas também têm sido utilizadas como bioindicador sensível, principalmente em áreas de menor riqueza, como é o caso dos estuários do litoral do Paraná⁴ (PELLIZZARI & KAWAII, 2010; PELLIZZARI *et al.*, 2014).

Em geral, as menores concentrações celulares (abundância) e menores concentrações de clorofila-*a* foram registradas no setor externo do estuário, porém, sendo inversamente proporcional à riqueza, que foi maior no setor externo (euhalino). O padrão de abundância do fitoplâncton é limitado no setor oligohalino pela maior turbidez e consequente, menor penetração de luz; e no setor euhalino pela menor concentração de nutrientes, corroborando o padrão encontrado no CEP (BRANDINI *et al.*, 1988; LANA *et al.*, 2001; MACHADO *et al.*, 1997;). Já o setor mesohalino (mediano) é favorável tanto ao crescimento quanto à riqueza de fitoplâncton devido à combinação de condições favoráveis em termos de luz, nutrientes e salinidade. Maiores densidades e riquezas constantes ao

3. Ver também KROMKAMP & JAN PEENE (2005)

4. Ver Capítulo 2.

longo do ano nessa área corroboraram esta afirmação. Ademais, nas áreas mais externas ao estuário, a riqueza de fitoplâncton também é influenciada pelo regime hidrográfico da plataforma continental adjacente, de água mais fria oligotrófica (BRANDINI *et al.*, 1988), resultando neste setor na ocorrência mista de espécies tanto de águas de plataforma eg. dinoflagelados e cocolitofórideos, quanto da dominância de diatomáceas comuns em águas estuarinas, costeiras e oceânicas. Já a presença de cianobactérias e de clorofíceas denota a influência de *runoff* de água continental que o estuário recebe, e estas dominaram o setor mediano e interno do estuário.

As áreas meso e euhalinas do CEP são dinâmicas naturalmente, e o sedimento (ressuspenso durante as dragagens) é um local importante para a ciclagem da matéria orgânica, contendo a biomassa do microfítobentos. O microfítobentos, durante períodos de turbulência também fica disponível como produtor primário em coluna d'água, bem como a fração planctônica. Portanto incrementando as concentrações de clorofila-a, que em alguns meses deste monitoramento dobraram suas concentrações, conforme também reportado por Brandini *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2013).

Os estuários subtropicais brasileiros apresentam sazonalidade evidente, com um período chuvoso durante a primavera-verão e uma estação seca no outono-inverno, quando os ventos são mais fortes devido à passagem de frentes meteorológicas (BRANDINI *et al.*, 2001). Em tais circunstâncias, ventos do Quadrante Sul são registrados, como observado em maio de 2018, o que pode romper a estabilidade da camada microfítobentônica e causar mistura destas células com as planctônicas, como já observado por Fonseca *et al.* (2013). A persistência desses ventos ainda pode causar aumento da amplitude das marés, confinando a água de fora no CEP por mais tempo. Este represamento da água da plataforma foi observado durante a amostragem de maio de 2018, início do outono (Figura 7b), onde a turbulência gerada pelos ventos fortes desestabilizou a comunidade fitoplanctônica, resultando em maior abundância e riqueza de células < 30, caracterizada por pequenas diatomáceas bentônicas do sedimento, e por dinoflagelados e silicoflagelados típicos da intrusão das águas oligotróficas, e conseqüentemente diminuindo a concentração de clorofila, pois substituíram as células maiores ao longo do estuário. Além disso, no outono, com a diminuição da temperatura e do consumo de nutrientes, as concentrações de fitoplâncton também tendem a diminuir. Entretanto, é quando os sistemas frontais meteorológicos do quadrante sul podem gerar fortes ventos e ondas, favorecendo a entrada de nutrientes de fundo para a superfície no CEP (LANA *et al.*, 2001).

O padrão randômico de temperaturas de superfície observado nos três setores do estuário em 2018 pode estar associado a entrada de frentes meteorológicas e ressuspensão de fundo, o que teoricamente desestabiliza o padrão termo-halino. O perfil da temperatura de superfície, meio e fundo é recomendado para que este parâmetro físico contribua como um indicador em ecossistemas dragados. Em relação a salinidade, observou-se claro gradiente halino de menores salinidades no setor interno, e maiores no setor externo, sugerindo certa estabilidade em coluna d'água. Valores de salinidade próximos a zero foram registrados próximos de Antonina, como já reportado por Machado *et al.* (1997) e Lana *et al.* (2001), após intensas chuvas e *runoff* fluvial.

Considerando outros indicadores potenciais, não abordados durante 2018, Kromkamp & Jan Peene (2005) estudaram a produtividade primária do fitoplâncton no

estuário de Westerschelder durante uma década, onde as atividades de dragagem aumentaram desde 1997 para permitir que navios maiores adentrassem no porto de Antuérpia (Bélgica). Os resultados sugeriram que, em geral, devido à diminuição do carbono orgânico particulado e dissolvido, as concentrações de oxigênio aumentaram. No entanto, na primavera e no verão, as taxas de OD diminuíram consideravelmente (10 a 30% de saturação) e foram correlacionadas com o aumento da temperatura e não necessariamente a atividade de dragagem. Já as concentrações de fosfato, amônia e nitrato diminuíram, e as concentrações de Silica (que compõe as frústulas das diatomáceas) permaneceram inalteradas e os outros nutrientes inorgânicos permaneceram altos o suficiente para não limitar o crescimento do fitoplâncton. Apesar da maior turbidez durante o trabalho de dragagem, a biomassa fitoplanctônica na maior parte do estuário belga não diminuiu e a relação entre biomassa e produtividade primária também não foi alterada. Semelhante à abundância, a composição do fitoplâncton também apresentou variações temporais e entre os setores do CEP. Espécies potenciais causadoras de FAN (Floração de Algas Nocivas) foram observadas durante o verão no setor euhalino, a ex. *Dinophysis spp.* que sintetiza toxinas diarreicas; *Prorocentrum spp.* e *Pseudo-nitzschia spp.*, toxinas neurotóxicas.. No setor mesohalino, onde a salinidade é menor, nenhuma espécie potencialmente tóxica foi registrada. Apesar destes resultados e de que poucos eventos de FAN foram registrados no CEP nas últimas décadas (PROKOPIAK *et al.*, 2006), a falta de um programa de monitoramento de algas nocivas torna o CEP suscetível aos efeitos destrutivos de eventos futuros do FAN.

Apesar dos resultados apresentados neste capítulo, e de que algumas investigações tenham demonstrado que os efeitos das atividades de dragagens portuárias são efêmeros, e de menor impacto à produção primária e nas assembleias fitoplanctônicas (KROMKAMP & JAN PEENE, 2005), sugere-se a implementação de um plano contínuo de monitoramento do fitoplâncton, incluindo análises de pigmentos e de ficotoxinas, com foco em setores do CEP com atividades intensas de pesca e aquicultura, e principalmente nas adjacências do porto.

Portanto, o sucesso de um programa de monitoramento depende da frequência e constância das amostragens, bem como da escolha de alguns indicadores mais sensíveis e de menor custo (pigmentos fotossintéticos, OD, DBO, medidas de produtividade primárias e turbidez), e dependendo da área e da frequência das dragagem, é recomendável incluir a abundância de fitoplâncton por grupos, e a biomassa de macroalgas por grupos morfofuncionais. Indicadores que efetivamente demonstram o *status* de conservação da dada área, proporcionando o estabelecimento de medidas preventivas, e com potencial de mitigar os efeitos da dragagem, apesar da resiliência teórica do ecossistema e de sua biota.

REFERÊNCIAS

ANDERLE, A. Parque Nacional. Fitoplâncton na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil: Variação anual e recorrência interanual de espécies abundantes. Monografia de Graduação do curso de ciências biológicas, Universidade Federal do Paraná. 2004. 58 p.

BAINBRIDGE, Z.T., WOLANSKI, E., ALVAREZ-ROMERO, J.G., LEWIS, S.E., BRODIE, J.E. Fine sediment and nutrient dynamics related to particle size and floc formation in a Burdekin River flood plume, Australia. **Mar. Pollut. Bull.** 65, 236–248. 2012.

BRANDINI, F.P. Um estudo Ecológico na Baía de Paranaguá, I. Distribuições horizontais e dinâmicas sazonal do fitoplâncton. **Bolm. Inst. Oceanogr.** S. Paulo, 33(2):139-147. 1985.

BRANDINI, F.P. Sucessão sazonal do fitoplâncton na Baía de Paranaguá (Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Biologia**, 45(4): 687-694. 1985b.

BRANDINI, F.P. Hidrografia, biomassa fitoplanctônicas e fotossíntese nas águas oceânicas do sudeste do Brasil durante o outono (May/June, 1983). **Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo**, 36(1/2):63-72. 1988.

BRANDINI, F.P.; SILVA, E.; FERNANDES, L.; PELLIZZARI, F.M., FONSECA, A. Produção e acúmulo de biomassa de diatomáceas períficas que crescem em lâminas de vidro durante um ciclo de 1 ano em ambiente estuarino subtropical (Baía de Paranaguá, sul do Brasil). **Biologia Marinha**.138:163-171. 2001.

BRANDINI, F.P.; THAMM, C.A.H., VENTURA. I. Estudos ecológicos na baía de Paranaguá III. Variações sazonais e espaciais de nutrientes e clorofila-a. **Neritica**, 3(1):1-30. 1988.

BROWN, B., LETISSIER, M., SCOFFIN, T., TUDHOPE, A. Evaluation of the environmental impact of dredging on intertidal coral reefs at Ko Phuket, Thailand, using ecological and physiological parameters. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 65, 273–281. 1990.

CHAPMAN, P.M. Integrating toxicology and ecology: putting the “eco” into ecotoxicology. **Mar. Pollut. Bull.** 44, 7–15. 2002.

DUCLOS, P.A., LAFITE, R., LEBOT, S., RIVOALEN, E., CUVILLIEZ, A. Dynamics of turbid plumes generated by marine aggregate dredging: an example of a macrotidal environment (the Bay of Seine, France). **J. Coast. Res.** 25-37. 2013.

FERNANDES, L.F., BRANDINI, F.P.; GUTSEIT, K.S., FONSECA, A.L., PELLIZZARI, F. Diatomáceas bentônicas (Bacillariophyta) da Baía de Paranaguá, Paraná, sul do Brasil: estrutura taxonômica e variação anual da comunidade em substrato de vidro. **Insula**. 28:53-100. 1999.

FONSECA, A.L.O, MACHADO, E.C., BRANDINI, F.P, BRANDINI, N. Biomassa microfítobêntica em um plano subtropical submarino da Baía de Paranaguá (Sul do Brasil): distribuição espaço-temporal e a influência das condições ambientais. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 61(2):83-92, 2013

GUIRY, M.D., GUIRY, G.M. **AlgaeBase**. Listando as algas do mundo. Publicação Eletrônica Mundial, Universidade Nacional da Irlanda, Galway. Disponível em: <www.algaebase.org>. Acesso em: 20 jan. 2021.

HEDGE, L.H., KNOTT, N.A., JOHNSTON, E.L. Dredging related metal bioaccumulation in oysters. **Mar. Pollut. Bull.** 58, 832–840. 2009.

KROMKAMP J., PEENE, J. Alterações na biomassa fitoplanctônica e produção primária entre 1991 e 2001 no estuário de Westerschelde (Bélgica / Holanda). **Hydrobiologia** (2005) 540:117–126. DOI 10.1007/s10750-004-7124-9.

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**, 144p. 131-145. 2001.

LORENZEN, C.J. Determinação de clorofila e feopigmentos: equações espectrofotométricas. **Limnol Oceanogr.** 12: 343-346. 1967.

MAFRA JR, L.L. **Microalgas e fitotoxinas nocivas no complexo estuarino de Paranaguá, PR: subsídios para monitoramento.** Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Botânica, setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 2005. 173 p.

MAFRA JR, L.L.; FERNANDES, L.F., PROENÇA, L.A.O. Algas e toxinas nocivas na Baía de Paranaguá, Brasil: bases para monitoramento. **Revista Brasileira de Oceanografia**, 54(1/2):107-121, 2006.

PELLIZZARI, F., SILVA, M.C., MEDEIROS, A., OLIVEIRA, M.C., YOKOYA, N.S., PUPO, D., ROSA, L. Diversidade e distribuição espacial de algas nas Ilhas Shetland do Sul, Antártica: um banco de dados atualizado para monitoramento ambiental em cenários de mudanças climáticas. **Polar Biology**. 2017. DOI: 10.1007/s00300-017-2092-5

PELLIZZARI, F., BERNARDI, J., SILVA, E.M., SILVA, M.C., YOKOYA, N.S. Algas bentônicas marinhas das áreas insulares do Paraná, Brasil: nova base de dados para apoiar a conservação dos ecossistemas marinhos. **Biota Neotropica**. 14(2):1–12. 2014.

PELLIZZARI, F., KAWAII, H. (Eds). **Manual de protocolos para o estabelecimento de um sistema de monitoramento e utilização contínua de pesqueiros na área costeira das Baías do Paraná, Brasil.** UNDER JICA PARTNERSHIP PROGRAM. Kobe Univ. Ed. Japan. 2010. 75 p.

PELLIZZARI, F.M., BORZONE, C.A., PEZZUTO, P.R., ZEHNDER-ALVES, L. A contribuição do microfítobento para a vieira *Euvola ziczac* (Bivalvia: Pectinidae) alimentando-se em uma área rasa da plataforma continental do sudeste brasileiro. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** 85: 1-7. 2005.

REYNOLDS C. **Ecologia do fitoplâncton.** Cambridge University Press. Cambridge. 2006. 330 p.

SABATINI, M.E. Ecologia do plâncton do Atlântico Sudoeste. **Springer International Publishing, Cham**. 2018.

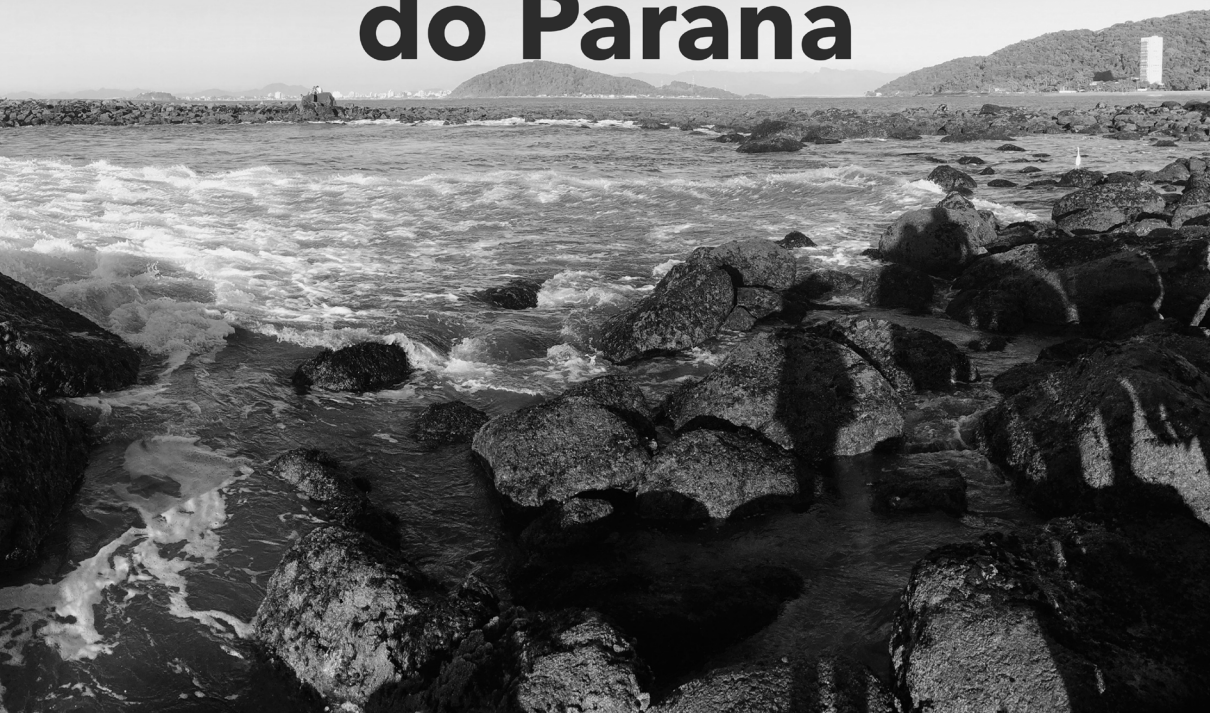
Santos-SILVA, M.C., MACHADO, E.C., WALLNER-KERSANACH, M., CAMARGO, M.G., ANDRADE, C., SÁ, F., PELLIZZARI, F.M. Background levels of trace elements in brown and red seaweeds from Trindade, a remote island in South Atlantic Ocean. **Mar. Pollut. Bull.** 135, 923–931. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.019>

SCHEFFER M., RINALDI S., HUISMAN J., WEISSING F.J. Por que as comunidades de plâncton não têm equilíbrio: soluções para o paradoxo. **Hydrobiologia** 491: 9-18. 2003.

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

VALENTE-MOREIRA, I.M.; MOREIRA-FILHO, H.; J.A. CUNHA. Diatomáceas no biótopo de manguezal do Rio Pereque, em Pontal do Sul, Paranaguá, Paraná. **Acta Biol. Par.** 23:55-72. 1994.

O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná



 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

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

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br