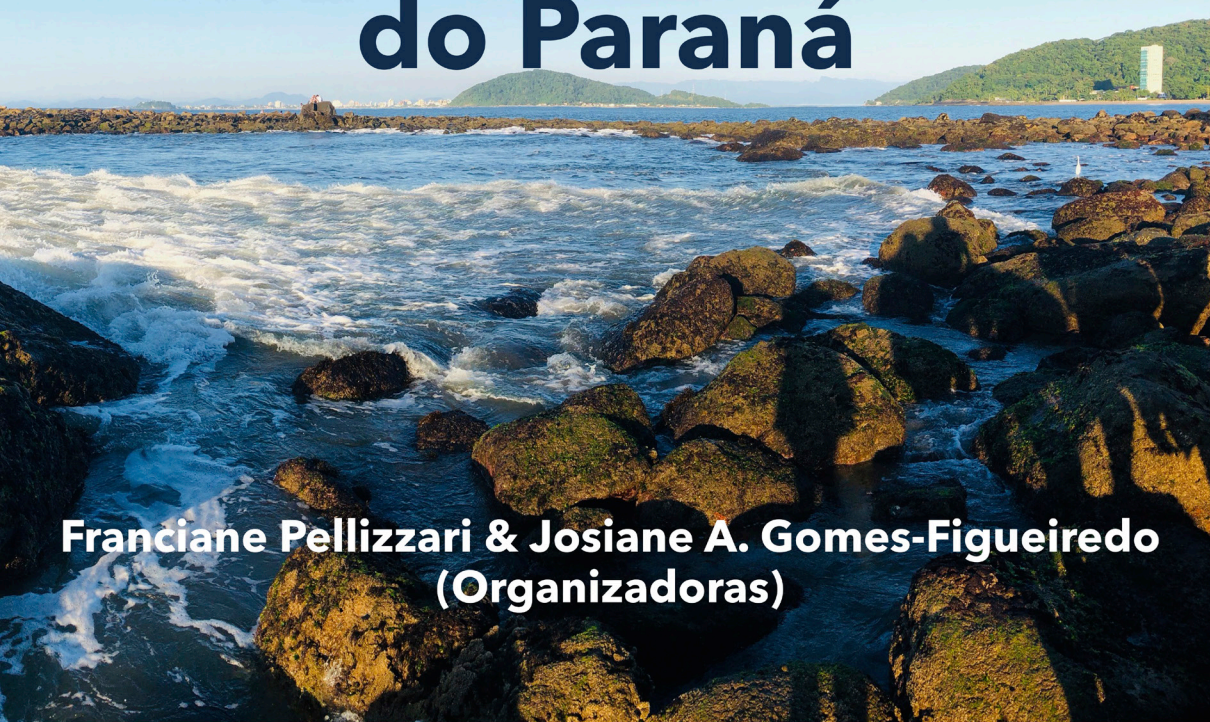


**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná

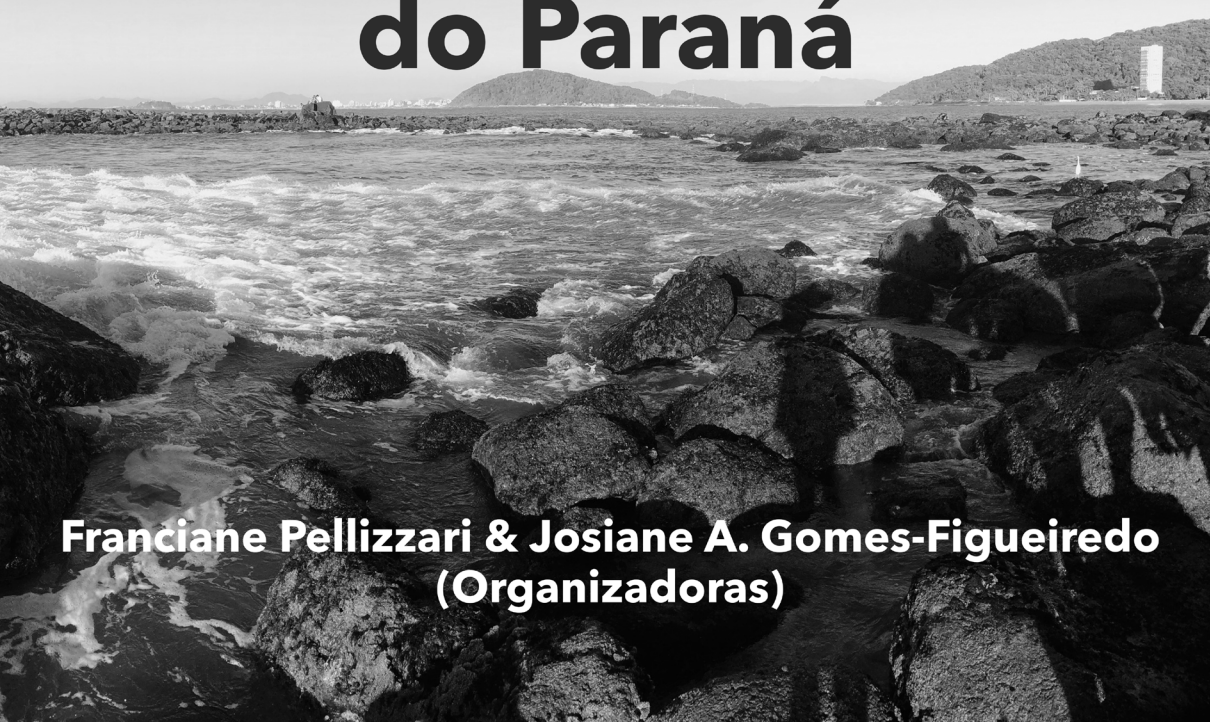
**Franciane Pellizzari & Josiane A. Gomes-Figueiredo  
(Organizadoras)**



**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<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 Internazionale 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>
OS MANGUEZAIS DO PARANÁ: RESILIÊNCIA FRENTE AO COMPROMETIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	
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>
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	
 <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>
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	
 <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>
COURO DE PEIXE	
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>
PESCADORES COSTEIROS E INSULARES: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO DE PESCADOS NO LITORAL DO PARANÁ	
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>
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**

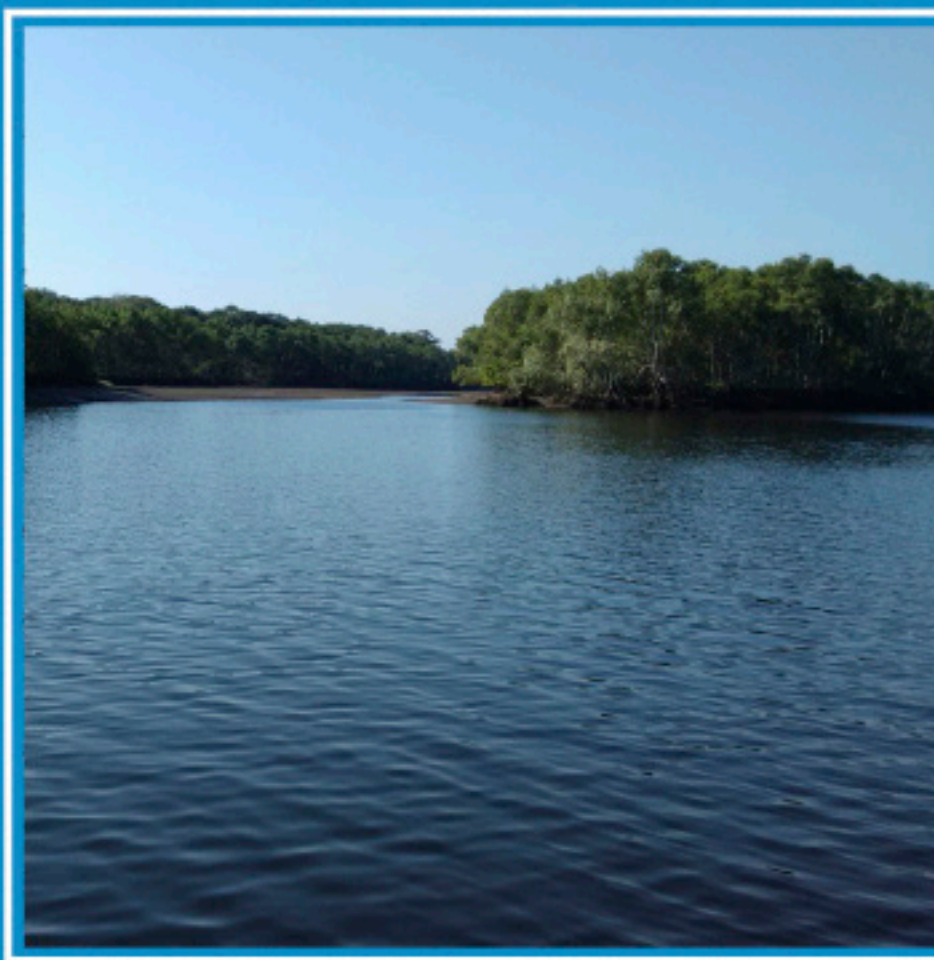
Danyelle Stringari  
Letícia Koproski  
Leonardo José Duda  
Maíra Zacharias

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

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

# Estrutura Ecológica

e



# Funcionamento de Ecossistemas

## BIOESTATÍSTICA APLICADA À ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS LITORÂNEOS E INSULARES

Data de aceite: 01/03/2021

### **Michelle Cristine Santos-Silva**

Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Laboratório de algas marinhas “Édison José de Paula”. <http://lattes.cnpq.br/3968146116631427>

### **Inara Regina Wengratt Mendonça**

Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Laboratório de algas marinhas “Édison José de Paula”. <http://lattes.cnpq.br/2511480675554339>

### **Pablo Damian Borges Guilherme**

Universidade Estadual do Paraná, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Biologia Marinha. <http://lattes.cnpq.br/2689507681780757>

**RESUMO:** Aplicação de análises e conceitos estatísticos é uma prática comum em áreas como biologia e ecologia, essa aplicação é chamada de Bioestatística. A bioestatística é essencial para podermos observar e descrever padrões de distribuição e de variação de dados em estudos ambientais. Ambientes costeiros são bastante sensíveis e, em sua maioria, possuem *status* de área de proteção ambiental. Logo, a bioestatística é aplicada em estudos de monitoramento ambiental, licenciamento ambiental, diversidade biológica entre inúmeros outros. Para a realização de análises confiáveis é necessário que os dados sejam coletados de forma planejada e que sua qualidade seja garantida, que sejam comparáveis e que obedeçam às premissas de cada um dos testes a ser utilizado. Testes estatísticos, devem

ser decididos ainda na etapa de planejamento dos estudos. Dentre as análises estatísticas, uma etapa importante é a descrição dos dados, onde são observadas a média, mediana e dados de dispersão. Esses dados são essenciais para a realização de análises mais complexas, como as análises de variância. Outras análises comuns são a comparação de variáveis com cálculos de regressão/correlação, e índices de diversidade. Estes tópicos foram abordados neste capítulo de forma simplificada para auxiliar na compreensão e na tomada de decisão em estudos ambientais.

### BIostatISTICS APPLIED TO THE ECOLOGY OF COASTAL AND ISLAND ECOSYSTEMS

**ABSTRACT:** The application of statistical analysis and concepts is a common practice in areas such as biology and ecology, this application is called Biostatistics. The biostatistics is essential to observe and describe patterns of distribution and variation of data in environmental studies. Coastal environments are quite sensitive and, for the most part, are considered environmental protection areas. Therefore, biostatistics is applied in studies of environmental monitoring, environmental licensing, biological diversity, and other numbers. In order to carry out reliable analysis, it is necessary to conduct data collection in a planned manner to guarantee its quality and comparability and obeying the premises of each of the tests to be used. Statistical tests must be decided in the planning stage of the studies. Among the statistical analysis, an important part is the data description, where it is possible to observe the mean, median, and dispersion data. These data are essential to implement more complex analysis, such as variance analysis. Other common analyses are the comparison of variables using regression/

correlation and diversity indices. These topics have been covered in this chapter in a simplified way to ease the understanding and decision making in environmental studies.

## 1 | INTRODUÇÃO

A bioestatística utiliza a estatística como uma ferramenta de avaliação para inferência (teste de hipóteses) e descrição de padrões e parâmetros de uma população, seja na área médica ou biológica (PAES, 1998; SULLIVAN, 2020). Os conceitos estatísticos são bastante utilizados em estudos de impacto ambiental, na comparação dos tratamentos em cultivos, na análise filogenética para estudos de diversidade entre outros. Um fator bastante importante para que os trabalhos tenham análises estatísticas robustas é a forma como os dados foram coletados, não apenas a quantidade de dados gerados, mas a comparabilidade desses dados e o respeito às premissas das análises. Portanto, o planejamento amostral deve ser pensado já considerando as premissas das análises que serão feitas. Neste capítulo, veremos os principais conceitos e análises utilizadas em estudos ecológicos de áreas litorâneas e insulares, utilizamos a linguagem R-statistics (4.0) e o software R-Studio (1.2.5042) para gerar os dados hipotéticos e gráficos, assim como para fazer as análises estatísticas desses dados.

### Delineamento Amostral

Imagine que um pesquisador quer saber se a quantidade de nutrientes que está colocando em um tanque é benéfica ou maléfica para os organismos que pretende produzir. Ou que uma equipe de pesquisadores está tentando definir se o gradiente de salinidade de certo estuário faz diferença para o crescimento dos organismos que estão estudando. Ou ainda, como dizer se a latitude ou a ocorrência do *el Niño* influenciam na riqueza ou tamanho dos organismos de um local sendo analisado. Seria suficiente coletar apenas um indivíduo em cada local, medir, pesar e identificar e então comparar essas medidas? Teríamos um resultado confiável?

Em 1935, Ronald Fisher publicou um livro chamado *The design of experiments* que explicava as regras gerais de seus experimentos no campo da agricultura. O autor propõe que é necessário um desenho amostral para testar uma hipótese, geralmente biológica, frente a hipótese nula (aleatória) de que o tratamento utilizado não demonstrou resultados diferentes daquele em que não houve tratamento algum. Portanto, um delineamento amostral claro e bem estruturado deve ser pensado e planejado antes de conduzir um experimento ou a amostragem em campo. Ou seja, é necessário ter em mente qual a pergunta que queremos responder, qual será o método utilizado desde as amostragens até análise de resultados e testes estatísticos para tentar responder a essa pergunta. No caso do estuário/latitude/*El Niño*, seria necessário definir diferentes pontos dentro de cada “região” do estuário (ou período de tempo) pra que essa comparação possa ser medida.

Sabemos então, que não podemos comparar dados com apenas uma ou duas unidades em cada tratamento, pois não sabemos se aquela unidade (indivíduo ou parte) representa toda a população ou não. Porém, como não podemos coletar todos as unidades de uma população em cada local (censo), isso incorreria em acabar com a população do local, com o alto custo e com a incerteza de que todos os indivíduos foram realmente

coletados. Portanto, o *n amostral*, o número de indivíduos a ser amostrado ou o número de unidades deve ser também definido durante o delineamento amostral. Laplace (ESSEEN, 1945) percebeu uma tendência em alguns tipos de dados que depois foi batizada como teorema do limite central. Ele percebeu que quanto mais aumentamos o *n amostral*, mais os valores se aproximam da média. Alguns parâmetros utilizados para análises estatísticas são: a média dos valores amostrados e alguma medida de dispersão (*e.g.* o desvio padrão, variância, erro padrão ou intervalo de confiança). O teorema do limite central diz que se o *n amostral* for grande o suficiente a distribuição dos dados terá a tendência da curva em forma de sino, a distribuição normal (fig. 1). A maioria das análises estatísticas se baseiam neste teorema, uma vez que a frequência de dados extremos é muito menor quando comparados aos dados mais próximos da média.

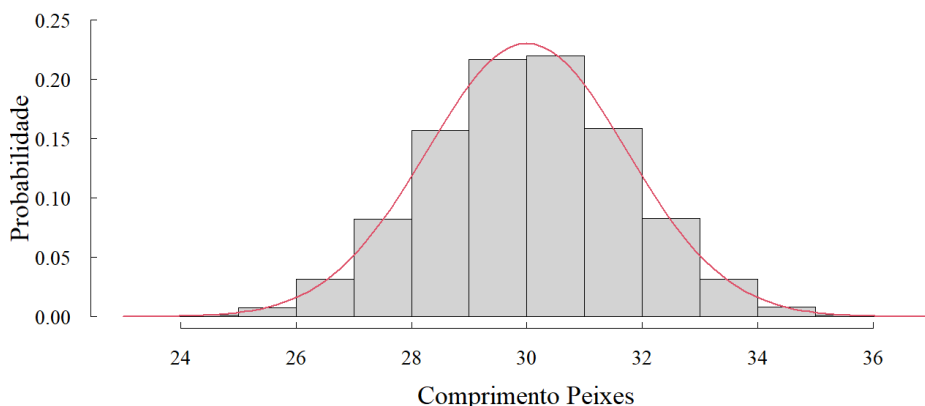


Figura 1: Distribuição de probabilidades em forma de sino, mostrando uma distribuição normal dos dados.

Podemos então, por exemplo, coletar um número determinado de indivíduos de uma população e tratar a média desses valores como sendo a média da população e comparar as médias das populações dos diferentes locais/tratamentos para entender o que está ocorrendo. Porém, uma simples comparação de médias não é suficiente para análises ecológicas, e veremos mais adiante quais os testes estatísticos mais utilizados para isso.

Dois fatos importantes a se pensar no delineamento amostral é evitar os erros do tipo I e II (GOTELLI & ELLISON, 2011). O erro do tipo I nas análises estatísticas aparece quando a amostragem está enviesada e rejeitamos a hipótese nula ( $H_0$ ) quando na verdade não há uma diferença entre tratamentos, mas o método de amostragem não conseguiu coletar indivíduos que demonstram isso. Por isso, a aleatorização de amostras para análises ecológicas é necessária, no caso de um estuário, por exemplo, definir vários pontos nos diferentes gradientes salinos, onde seja possível coletar muitos indivíduos para assim diminuir a chance de incorrer no erro tipo I. Já o erro do tipo II aparece quando aceitamos  $H_0$ , porém há diferenças ambientais, esse erro é particularmente preocupante para estudos de impacto em licenciamento ambiental, se dizemos que um impacto não

está causando problemas ao ambiente, mas no fim o impacto está gerando mudanças significativas naquele ecossistema.

## Estatística Descritiva

Com os dados coletados, o pesquisador geralmente inicia um tipo de análise de resultados chamada estatística descritiva, um tipo de análise de resultados que procura verificar os padrões e parâmetros básicos de cada variável a ser analisada, sem estabelecer relações com outras variáveis. A descrição dessa variável envolve apresentação de medidas centrais como a moda, média, mediana, e as medidas de dispersão como quartil, desvio padrão e variância (GOTELLI & ELLISON, 2011) como veremos no exemplo a seguir.

Exemplo: Em uma praia foram coletados 30 peixes machos e 30 fêmeas.

Machos (comprimento cm)									
24,5	25,6	26	27,9	28,4	28,6	29,3	29,8	30	30
30	30	31,1	31,4	31,5	31,8	31,9	32,1	32,2	32,5
32,6	33,1	33,4	33,5	33,7	33,9	34,3	34,9	37,4	38,2
Fêmeas (comprimento cm)									
22,4	23,6	23,6	23,6	25,2	25,5	25,9	26,4	26,6	26,9
26,9	27,3	27,5	27,8	27,8	28,2	28,4	28,4	28,8	29
29	29,5	29,6	30	30	30,1	31,6	32	32,3	42,8

Tabela 1: Dados hipotéticos de comprimento em centímetros de uma população com 60 peixes, 30 machos e 30 fêmeas para os cálculos dos principais parâmetros estatísticos para análises ecológicas, os valores em vermelho são a moda para cada um dos sexos.

**Moda** - A moda é o dado mais frequente de um conjunto, aquele que se repete mais vezes, olhando a tabela conseguimos visualizar que para os machos o valor da moda é 30 cm e para as fêmeas 23,6 cm.

**Mediana** - Em um conjunto numérico organizado em ordem crescente ou decrescente, a sua mediana será o número que ocupa a posição central da lista. Ela nos mostra quais valores estão abaixo ou acima de 50% dos dados.

**Quartil** - Dentro do conceito de mediana, existem também os quartis que nos mostram qual é o valor que representa 25% dos dados e qual representa 75% dos dados.

**Média** – A média aritmética simples é o resultado da soma de todas os valores de um conjunto de dados dividido pelo número de valores que foram somadas.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$x$  = média |  $\sum$  = soma |  $x_i$  = valores individuais |  $n$  = número total de valores

Todos esses valores precisam ser calculados, para sabermos a dispersão e a distribuição dos dados em que trabalharemos. Geramos então uma tabela parecida

com a tabela abaixo que nos dá as informações descritivas básicas dos nossos dados. Olhando a tabela conseguimos inferir sobre a simetria dos dados. Se a moda, mediana e média tiverem valores parecidos, a tendência é que os dados sejam simétricos, segundo Bonamente (2017).

	N	Mínimo	Máximo	Moda	Média	Mediana	quartil25	quartil75
Machos	30	24,5	38,2	30	31,32	31,65	29,85	33,33
Fêmeas	30	22,4	42,8	23,6	28,22	28	26,45	29,57

Tabela 2: Dados de estatística descritiva da população de peixes amostrada.

Além desses parâmetros que se referem ao valor médio, podemos também obter informações sobre o quanto o nosso conjunto de dados variou em relação à média, chamados de valores de distribuição e dispersão dos dados. Esses são os valores de variância, desvio padrão e erro padrão.

**Variância** - Medida de dispersão usada para expressar o quanto um conjunto de valores se desvia da média.

A variância no comprimento dos peixes foi de 9.8 para os machos e 13.82 para as fêmeas.

$$s = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

s = variância |  $\sum$  = soma |  $x_i$  = valor individual |  $\bar{x}$  = média | n = número total de valores

**Desvio padrão** - é definido como a raiz quadrada da variância (s) e comumente utilizado por estar na mesma unidade dos valores coletados, facilitando a compreensão e comparação dos dados. Em uma curva normal, todos os nossos dados estão contidos em 3 vezes o desvio padrão.

No caso dos nossos peixes o desvio padrão dos machos é de 3,13 cm enquanto o das fêmeas é de 3,72 cm, no desvio padrão já podemos verificar que o comprimento das fêmeas variou mais, aquele dado de outlier pode estar influenciando os nossos dados, visualizaremos isso no boxplot.

$$DP = \sqrt{s}$$

DP = Desvio Padrão | s = Variância

**Erro padrão** - É definido como o a razão entre o desvio padrão e a raiz quadrada do n amostral. Enquanto o desvio padrão nos mostra a distribuição dos dados da nossa amostra em relação à média, o erro padrão nos mostra a incerteza das médias calculadas (BARDE & BARDE, 2012). É bastante utilizado para o cálculo dos intervalos de confiança.

---

$$EP = \frac{DP}{\sqrt{n}}$$

EP = Erro Padrão | DP = Desvio Padrão | n = número de unidades amostrais

---

Existem alguns gráficos em que é possível visualizar se os dados estão bem distribuídos, e a relação dos mínimos e máximos com os quartis e a mediana. Um desses gráficos é o gráfico que vemos abaixo, ele é chamado de *boxplot* (fig. 2) e usualmente nos mostra a mediana, os dois quartis e o máximo e mínimo. Em alguns conjuntos de dados ele nos mostra também os *outliers*. Nos dados de comprimento das fêmeas, por exemplo, temos 1 valor que está bastante diferente dos outros esse tipo é o *outlier* e conseguimos visualizá-lo no *boxplot* da Figura 2.

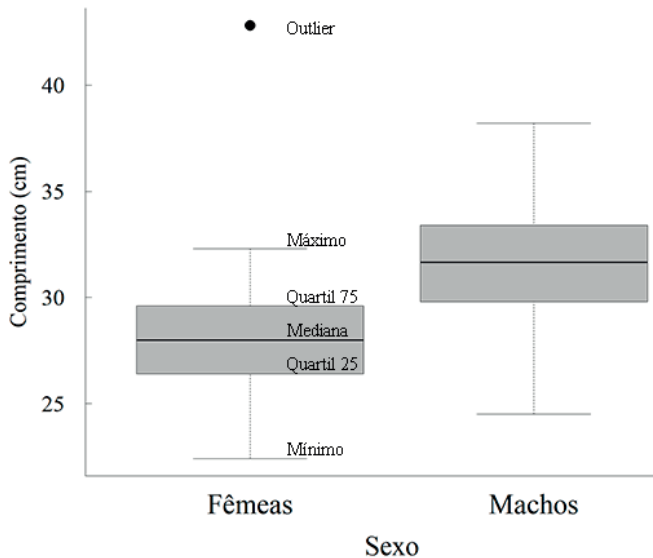


Figura 2: Boxplot dos valores de comprimento de peixes, uma forma rápida de visualizar a distribuição dos dados. Conseguimos visualizar que o outlier ficou fora da nossa “caixa” e que está fora da distribuição comum dos dados.

Outro elemento comumente apresentado para visualização da distribuição dos dados é o histograma (fig. 3), um gráfico de frequência e de distribuição de valores da variável. Este elemento gráfico é comumente utilizado para visualizar se há distribuição normal dos dados, lembrando que em uma distribuição normal, os dados apresentam uma curva gaussiana, ou em forma de sino, conforme descrito anteriormente.



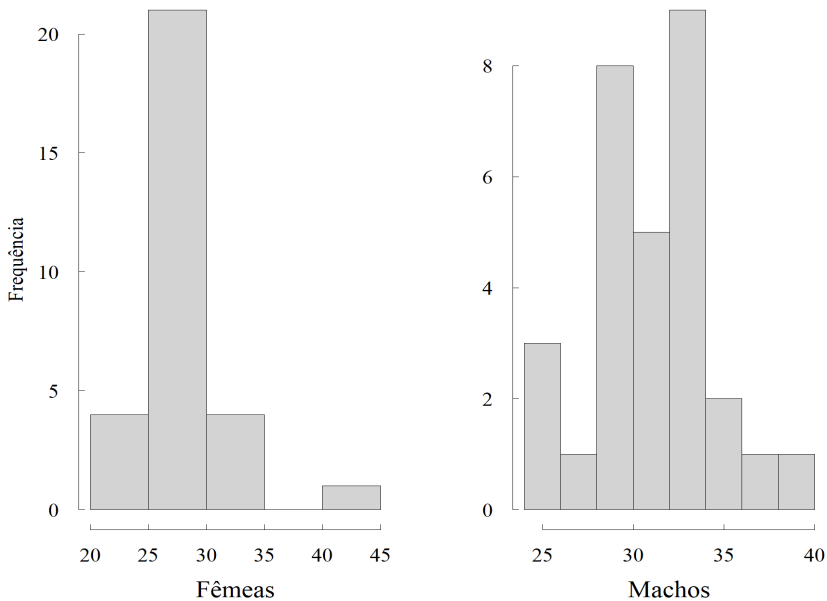


Figura 3: Histogramas de frequência de comprimentos de peixes, por sexo. Podemos visualizar que a distribuição dos dados é normal. Neste gráfico também visualizamos uma única medida entre 40 e 45 (nosso outlier) que modifica um pouco a visualização dos dados.

### Premissas para comparação de variáveis

A partir do momento em que temos mais de uma variável, e que buscamos fazer comparações entre elas, existem algumas premissas que devem ser respeitadas pois influenciam diretamente nos testes estatísticos (FISHER, 1925; UNDERWOOD, 1996). Para análises de regressão, correlação e análises de variância as premissas são:

**1 - Independência amostral** - É necessária ausência de influência de uma amostra nas demais amostras coletadas. A independência é uma das premissas mais importantes para testes de hipóteses. Exemplo de independência: o comprimento de um peixe é independente do comprimento de outro peixe. Exemplo de dependência: a medição do comprimento de um mesmo peixe ao longo dos anos (crescimento) é dependente do peixe. Essa premissa deve ser reconhecida pelo pesquisador durante o delineamento amostral.

**2- Homogeneidade de variâncias** - A variância dos dados coletados entre os dois grupos é similar. A hipótese nula de ausência de diferença entre médias apenas pode ser testada se a variação entre os grupos for similar.

**3- Distribuição normal** - no século XIX, Frederick Gauss, observou um padrão de distribuição simétrica dos valores amostrados em torno de um valor médio, com uma certa variabilidade. Esse padrão ficou conhecido como distribuição gaussiana ou normal, com o famoso formato de curva de sino. Algumas variáveis têm a tendência a distribuição normal, e esta curva representa o comportamento predominante na natureza. Porém, existem outras distribuições dos dados como a distribuição logarítmica, uniforme, Poisson, entre outras. Para as análises já citadas é importante que a distribuição seja normal pois a partir dela é possível fazer inferências com base em probabilidades e frequências.

Apesar de podermos visualizar com histograma a distribuição dos dados, precisamos de um teste estatístico para verificar a normalidade na distribuição dos nossos dados. Existem diversos testes estatísticos utilizados para verificar a distribuição normal dos dados, o mais utilizado é o de *Shapiro-Wilk* (SHAPIRO; WILK, 1965) testado e aprovado primeiramente para análises com  $n$  menor que 50. É capaz de detectar a não-normalidade dos dados por assimetria e/ou curtose da curva, modelado após o teste K-squared de R (ALTHOUSE *et. al.*, 1998). O valor de  $W$  está entre 0 e 1, valores próximos de 0 levam a rejeição de  $H_0$ , rejeitando a normalidade na distribuição dos dados (RAZALI & BEE WAH, 2011). Outra opção é modificação de Royston (1995) da fórmula original do teste de Shapiro-Wilk para que seja possível utilizá-lo em conjuntos com até 5 mil unidades amostrais, tornando o teste o preferido entre pesquisadores da área de ecologia.

Uma vez que os dados foram testados para normalidade e essa premissa foi cumprida, então podemos partir para a comparação entre variáveis. Estas comparações são o motivo para uso da estatística como ferramenta na pesquisa de biodiversidade e impactos ambientais entre inúmeras outras. Um dos testes utilizados quando temos duas variáveis é a regressão linear.

## Regressão e Correlação

A regressão é uma análise com o objetivo principal de identificar relação entre duas variáveis numéricas. Essa análise requer uma variável dependente em relação a uma variável independente. As variáveis independentes são aquelas que não dependem de nenhuma outra variável. A variável dependente, como o próprio nome já diz é aquela que depende do valor de outra variável. Elas também podem ser chamadas de variável preditoras (independente) e resposta (dependente).

Vamos retomar o exemplo da adição de nutrientes em um tanque para aumentar o ganho de peso em organismos. Neste caso, o nutriente é a variável independente, e suas quantidades são pré-determinadas. O ganho de peso dos organismos é a nossa variável dependente, uma vez que a resposta de ganho de peso de cada organismos depende da adição de nutrientes. A regressão pode ser visualizada através uma representação gráfica, onde a variável independente é plotada no eixo  $x$  (horizontal) e a variável dependente no eixo  $y$  (vertical). Quando esses pontos criam uma tendência de linha reta, temos o que se chama de Regressão Linear (Fig. 4). A regressão linear apresentada abaixo é uma das mais comumente utilizadas, mas é importante ressaltar que existem outras formas de calcular uma regressão.

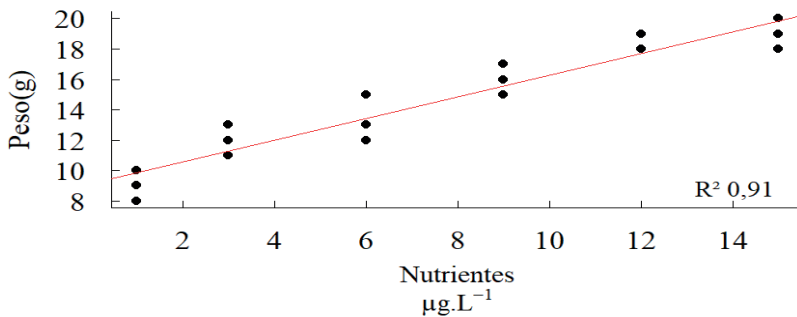


Figura 4: Regressão linear entre o peso dos organismos cultivados e a concentração de nutrientes adicionada ao cultivo.

A partir da regressão, é possível calcular o Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ). Este coeficiente mede o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas, ou seja, calcula a distância dos pontos do gráfico em relação a reta. O valor de  $r$  é um índice adimensional com valores situados entre -1,0 e 1,0, sendo que para  $r = 1$  as variáveis são diretamente correlacionadas, enquanto para  $r = -1$  as variáveis são inversamente correlacionadas. Quando  $r = 0$  há inexistência de correlação. Correlação com valor acima de 0,8 é geralmente descrita como forte, e abaixo de 0,5 é descrito como uma correlação fraca. Outra medida bastante comum nas regressões é o Coeficiente de Determinação ( $r^2$ ), utilizado para representar percentualmente o ajuste dos dados à linha. No nosso exemplo, em que  $r = 0,95$ , então  $r^2 = 0,90$ , ou seja, a reta explica 90% da relação entre as variáveis.

As regressões e correlações podem ser utilizadas em diversas áreas como estudos econômicos, sociais, ecológicos entre outros. É importante observar que em todos os casos, estas análises nos indicam tendências, que podem ou não ser confirmadas. Outro ponto importante é que a existência de correlação não implica em causalidade. *Por exemplo, podemos encontrar correlação positiva entre avistagem de aves e consumo de sorvetes, mas a causa para ambos é o número de pessoas de folga. Aumentar o consumo de sorvetes não aumentará o número de aves voando.*

## Teste T de Student

Outro teste bastante utilizado para comparação de variáveis, ou de uma mesma variável com duas categorias. O teste t de Student foi descrito por William Sealy Gosset em 1908 e é o método mais utilizado para teste de hipótese de diferenças entre duas médias. Existem 3 tipos de teste t: teste t de uma amostra, teste t de duas médias dependentes (pareadas) e o teste t de duas médias independentes.

1. O teste t de uma amostra é utilizado para comparar a média de um grupo em estudo, com uma média já conhecida. Este tipo de abordagem é menos comum nos estudos ecologia de ecossistemas litorâneos e insulares.

2. O teste t pareado deve ser utilizado quando as amostras não seguem a premissa da independência, esta abordagem é comum para experimentos em que um mesmo indivíduo é monitorado ao longo do tempo (e.g.: taxa de crescimento de macroalgas em cultivo).
3. O teste t de amostras independentes é o mais comumente utilizado em ecologia, uma vez que as amostras coletadas são independentes, e frequentemente são amostradas aleatoriamente.

Cada tipo de teste t é calculado de uma forma diferente, mas para todos é necessário saber a média, a variância, o n amostral e o grau de liberdade de cada grupo. Quando os dados são próprios, ou seja, nós os geramos/coletamos podemos testar as premissas e calcular o nosso teste-t, tendo sempre a preocupação de deixar explícitos os parâmetros estatísticos dos nossos dados. O grau de liberdade (GL) é definido como o número de valores que é livre para variar. Para entender o GL vamos considerar que nosso conjunto amostral tenha 4 valores: 2,4,6,8, logo, a média deste conjunto de dados é igual a 5. Sabendo que 2, 4 e 6 estão no conjunto de dados, certamente o último valor é 8 para que possamos atingir a média 5. Ou seja, dentro deste conjunto de dados, 3 valores são livres para variar. Portanto,  $df$  é calculado pela fórmula:  $GL = n - 1$ , onde  $GL =$  graus de liberdade  $n = n$  amostral.

Ao término do cálculo do teste t, temos um t-valor que é utilizado para o teste de hipóteses, onde a hipótese nula  $H_0$  é a de que não existe diferença entre as médias e para  $H_1$  existe diferença entre as médias. O t-valor é uma medida de diferença das amostras, ou seja, quanto maior seu valor, maior é a chance de os grupos serem realmente diferentes, e de rejeitar  $H_0$ . Entretanto, o t-valor por si só é de difícil compreensão pois este varia de acordo o grau de liberdade dos dados. Para facilitar a compreensão, o t-valor é convertido em valor de probabilidade (p-valor) que varia de 0 a 1, onde 1 significa alta probabilidade de aceitar  $H_0$ , e 0 representa baixa probabilidade de aceitar  $H_0$ . Por convenção é aceito que valores abaixo de 5% ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) são improváveis de aceitar  $H_0$ , mas isto não quer dizer que  $H_1$  seja 95% verdade. É importante ressaltar que o p-valor é condicionada ao aceite ou rejeição de  $H_0$  e não ao teste de  $H_1$ .

Retomando os dados de comprimentos de peixes, utilizados na estatística descritiva (Tabela 2) e com todos os testes de premissa realizados, sabemos que os nossos dados são normais, as variâncias são homogêneas e as variáveis independentes. Utilizamos então a linguagem estatística R para realizar um teste t dos nossos dados de peixes, para tentar responder à pergunta, o tamanho dos peixes é o mesmo independente do sexo ( $H_0$ )?

---

Welch Two Sample t-test	
data: Comprimento_Peixes by Sexo	
t = -3.4897, df = 56.363, p-value = 0.0009462	
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0	
95 percent confidence interval:	
-4.874032 -1.319301	
sample estimates:	
mean in group femea	mean in group macho
28.22333	31.32000

---

Tabela 3: Resultado do teste t para comparação de comprimento entre machos e fêmeas de peixes.

A tabela acima nos mostra que pelo teste-t as médias não são iguais entre os sexos dos peixes, os machos são em média 3,1 cm maiores que as fêmeas. Quando o número possui muitos “0” o R nos retorna o resultado em notação científica, ou seja, o p-value de 0.0009462 poderia ter sido dado como  $9,462 \times 10^{-4}$  ( $9,462 \times 10^{-4}$ ), que nos diz que a chance dessas médias serem diferentes devido ao acaso é de 9,462 em 10 mil casos, portanto, as médias são significativamente diferentes.

## 2.1 ANÁLISES DE VARIÂNCIA

Quando possuímos mais de uma categoria para comparação, um teste bastante popular e poderoso é a Análise de Variância (ANOVA). Proposta por Sir Ronald Fisher em 1925 como um método para comparar a média de 3 ou mais variáveis categóricas. A análise de variância pode ser aplicada em diferentes delineamentos amostrais, desde que atentando as premissas previamente descritas. A hipótese nula da ANOVA propõem que todas as variáveis terão a mesma média. O oposto de  $H_0$  não implica em todas as médias serem diferentes, para  $H_1$ : há pelo menos uma média que difere das demais.

As análises de variância são adequadas para estudos de processos ecológicos em escalas espaciais e temporais, como por exemplo, predação, competição, sucessão entre outros. Para melhor entender a análise de variância, vamos tomar como exemplo a comparação de peso de mexilhões coletados em 3 praias diferentes. Neste caso, a hipótese nula é de que a média de peso dos mexilhões será similar entre as praias,  $H_0: x_1 = x_2 = x_3$ . Este tipo de delineamento é chamado de unifatorial, pois temos 1 fator de interesse, o peso do mexilhão, e cada praia representa um tratamento do fator.

Em cada praia foram coletados 10 mexilhões aleatoriamente, e pesados (g). Para facilitar o entendimento, vamos partir de um conjunto de dados balanceado, ou seja, todas os tratamentos têm o mesmo n amostral, e os dados seguem as 3 premissas descritas previamente. Abaixo temos a tabela de dados:

Réplica	Praia 1	Praia 2	Praia 3
1	21	25	23
2	20	27	21
3	22	25	22
4	20	26	24
5	21	24	22
6	21	25	22
7	20	24	22
8	19	25	21
9	18	25	21
10	20	26	24
Média	20.2	25.2	22.2
Variância	1.28	0.84	1.28
Média global	22.53		

A partir dos dados contidos nesta tabela, é possível calcular a ANOVA unifatorial (UNDERWOOD, 1996). Vamos explicar resumidamente o passo a passo dos cálculos e seus conceitos, com o objetivo de facilitar a leitura e compreensão de uma tabela de resultados de ANOVA.

A análise de variância é baseada no particionamento da variabilidade, isto significa que podemos identificar a variabilidade **entre** os tratamentos, mas também podemos identificar a variabilidade **dentro** de cada tratamento. A variabilidade entre tratamentos é a principal pergunta, onde queremos saber se as praias têm mexilhões de tamanhos diferentes. A variabilidade dentro dos tratamentos é menos intuitiva, para simplificar podemos pensar que é o quanto cada indivíduo amostral está distante da média daquela praia. É essencial calcular essa variabilidade porque ela indica o erro (resíduo) amostral. Apesar do nome, o erro é uma variação esperada devido a aleatoriedade amostral. Na Figura 4 podemos visualizar os conceitos básicos da ANOVA. Cada ponto representa o peso de um indivíduo de mexilhão coletado, os pontos pretos são da Praia 1, vermelhos da Praia 2 e verdes da Praia 3. A linha vertical entre os pontos é o valor da média de cada praia, e as linhas horizontais equivalem ao erro amostral. A ANOVA fará então, uma análise dentro de cada conjunto de pontos, assim como entre os conjuntos de ponto.

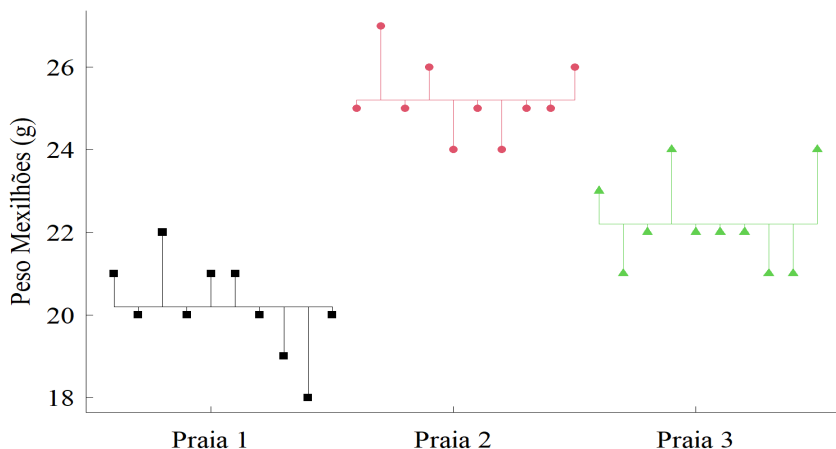


Figura 5: Ilustração da variação entre e dentro de grupos calculada pela ANOVA. Os pontos representam o peso de cada mexilhão coletado, a linha horizontal a média de peso dos mexilhões para cada praia e a linha vertical representa o erro (distância) de cada unidade amostral em relação à média.

O cálculo utilizado para determinar a variabilidade entre e dentro dos tratamentos é chamado de Soma dos Quadrados (SQ). O nome de soma dos quadrados deriva do fato de todas os desvios calculados serem elevados ao quadrado (para não existirem dados negativos) e então somados.

A **Soma dos Quadrados Entre (SQE)** dos tratamentos é calculada pela distância da média de cada tratamento em relação à média global do conjunto de dados. No exemplo acima, a variabilidade entre tratamentos seria identificada ao comparar a média de cada praia, com a média global.

A **Soma dos Quadrados Dentro (SQD)** de cada tratamento é calculada através do desvio de cada réplica em relação à média de cada praia.

A **Soma dos Quadrados Total (SQT)** é calculada somando SQE + SQD.

Com os valores de SQ é então calculado o **Quadrado Médio (QM)**. Tal qual SQ, QM é calculado para entre e dentro dos tratamentos (QME e QMD) e é a divisão da soma dos quadrados pelos seus graus de liberdade, e é uma parte essencial para o teste estatístico. Neste contexto, GL entre é relativo ao número de praias (a) ( $GL = a - 1$ ), e o GL dentro é relativo ao n amostral (n) dentro de cada praia ( $GL = n - 3$ ).

Por último é feito o **teste estatístico F** para testar  $H_0$ . O teste-F recebeu seu nome em homenagem a Sir Ronald Fisher. A estatística F é a razão entre os quadrados médios dentro e entre tratamentos. Quanto mais próxima de 1, maiores as chances de aceitar  $H_0$ , e quanto maior o valor de F, maior a proporção de diferença da variância entre os tratamentos. Da mesma forma como acontece com o teste-t, o teste-F também é convertido em p-valor levando em consideração o grau de liberdade entre e dentro de cada tratamento.

A seguir temos uma tabela (tab. 4) com as fórmulas utilizadas no cálculo da análise de variância, para os dados de mexilhões, seguido da tabela (tab. 5) com os resultados. Este modelo de tabela é a forma comumente utilizada para apresentação dos resultados

da ANOVA.

	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F
Praias (entre)	$SQE = n\sum(\bar{x}_j - \bar{x})^2$	$GL = a-1$	$QME = SQE/GL$	$F = QME/MQD$
Resíduo (dentro)	$SQD = \sum(x_{ij} - \bar{x}_j)^2$	$GL = n-1$	$QMD = SQD/GL$	
	$SQT = SQE + SQD$			

Tabela 4: Tabela demonstrativa com as fórmulas para cálculo das análises de variância.

	Soma dos Quadrados	GL	Quadrado Médio	F	p-valor
Praias (entre)	126.67	2	63.33	55.55	2.70E-10
Resíduo (dentro)	30.8	27	1.14		
	157.47				

Tabela 5: Tabela da ANOVA dos dados de mexilhões, podemos verificar que o alto valor de F indica que os dados obtidos nas praias não possuem a mesma média, rejeitando portanto  $H_0$ .

Olhando para a tabela 5 podemos verificar que o alto valor de F e o baixo valor de p indicam que podemos rejeitar  $H_0$  e que, portanto, há uma diferença na média de peso de mexilhões entre as praias amostradas.

## Permanova

É um tipo de análise de variâncias não pareada e multivariada proposto por (Anderson, 2001) como uma alternativa para ANOVA. A análise da variância é calculada da mesma forma, e apresenta os dados em uma tabela muito parecida com a da ANOVA (soma dos quadrados, F e p valor).

O teste de hipótese para dados multivariados, assim como para os univariados é uma ferramenta importante. Para os dados univariados, como já vimos, a ANOVA é uma ferramenta poderosa e robusta para análise de dados ecológicos. Porém, na ecologia muitas vezes é necessário testar o efeito de um tratamento ou o impacto ambiental em um *dataset* com muitas espécies. E uma das premissas da ANOVA dificilmente é alcançada, a distribuição normal dos dados. Isso porque espécies podem ter sua distribuição agregada ou muito dispersa, e porque espécies raras introduzem muitos zeros na planilha (GASTON & MCARDLE, 1994).

Segundo Underwood et.al., (1996) a análise de variância é uma ferramenta muito útil e importante para realizar testes estatísticos de fatores e suas interações. O particionamento dessa variância para dados multivariados é muito importante para o teste de hipótese em uma base de dados mais complexa com muitos fatores. Este é *dataset* com que muitos pesquisadores da área de ecologia se deparam. A Permanova é opção viável, uma vez que a distribuição normal dos dados não é uma premissa, aceita qualquer tipo de matriz de distância e particiona as variâncias diretamente entre os termos individuais de uma MANOVA (A MANOVA é um tipo de teste de hipótese utilizado para dados multivariados,



porém suas premissas não permitem sua utilização em grande parte dos dados gerados na ecologia). O teste pode ser utilizado para obter as variâncias onde respostas simultâneas de variáveis não independentes foram tomadas (abundância de espécies em uma população).

As premissas da PERMANOVA são: as variáveis devem ser independentes e suas distribuições devem ser parecidas. A tabela do resultado da PERMANOVA é bastante parecida com a da ANOVA e deve ser interpretada da mesma forma (tabela 6), aqui pegamos um conjunto de dados que apresenta a densidade de famílias de Amphipoda encontrada em diferentes espécies de macroalgas no verão e no inverno e podemos verificar que as densidades são significativamente diferentes entre as estações e também entre as espécies algais.

	Df	SumOfSqs	R2	F	Pr(>F)
Alga	2	0,3696	0,07719	2,9675	0,0024
Estação	1	0,9312	0,19477	14,9518	1,00E-04
Residual	56	3,4875	0,72834	NA	NA
Total	59	4,7883	1	NA	NA

Tabela 6: Tabela de resultados da PERMANOVA

## Índices de Diversidade (alpha, beta e gama)

A diversidade local ou *alpha* ( $\alpha$ ) é expressa pelo número médio de espécies em um ponto amostral, ou seja, a riqueza de espécies, enquanto a diversidade gama ( $\gamma$ ) ou regional é o número total de espécies observado em todos os pontos amostrais de determinado estudo ou região (MAGURRAN, 2004). A mudança observada entre os pontos amostrais, o gradiente ambiental, é considerada a diversidade beta ( $\beta$ ). Também chamada de beta-diversidade, ela representa a medida de heterogeneidade da comunidade de determinado local, medindo o quanto a composição das espécies de um determinado ponto amostral muda em relação a outro.

## Análises de Similaridade (Diversidade - $\beta$ )

Segundo Anderson *et al.*, (2011) diversidade- $\beta$  é definida como a variação da composição das espécies em diferentes pontos amostrais. Ganhou muita popularidade entre os pesquisadores que trabalham com ecologia de comunidades, uma vez que as análises são capazes de fornecer subsídios para comparação entre diferentes locais. A escolha dos índices que serão utilizados para essa análise depende do delineamento amostral e do tipo de dados que foram gerados. Quando o pesquisador possui apenas os dados qualitativos (presença e ausência de espécies) os índices de similaridade de Jaccard e de Sorensen são os mais utilizados. Estes índices levam em consideração as duplas presenças (espécies que aparecem em 2 locais de coleta) e as espécies exclusivas em cada local. Nenhum dos dois índices considera a dupla ausência como uma similaridade um ponto importante para esse tipo de análise.

O índice de Jaccard é calculado através da fórmula:  $S_j = a / (a + b + c)$ , onde  $a$  é

o número de espécies compartilhada por dois pontos amostrais  $m$  e  $n$ ,  $b$  é o número de espécies exclusivas em  $m$  e  $c$  é o número de espécies exclusivas no ponto  $n$ . Quanto mais próximo o índice está de 1 mais similares são os pontos amostrados, e quanto mais próximo de 0 está o índice menos parecidos são os pontos.

O índice de similaridade de Sorensen é bem parecido com o índice de Jaccard, mas dá mais peso para a dupla presença, ou seja, mais “valor” para as espécies que aparecem em  $m$  e  $n$  ao mesmo tempo. É calculado através da fórmula:  $S_s = 2a / (2a + b + c)$  onde  $a$  é o número de espécies compartilhada por dois pontos amostrais  $m$  e  $n$ ,  $b$  é o número de espécies exclusivas em  $m$  e  $c$  é o número de espécies exclusivas no ponto  $n$ . (alguns softwares estatísticos usam dados de dissimilaridade que são dados por:  $D_j = 1 - S_j \setminus D_s = 1 - S_s$ )

Estes índices podem ser utilizados para construir matrizes de distância para que seja possível visualizar esses dados através de dendrogramas, como vimos no capítulo onde os autores compararam a riqueza de macroalgas em 4 diferentes pontos no Complexo Estuarino de Paranaguá. Os índices de similaridade portanto, permitem a comparação de 2 ou mais pontos amostrais e a construção de dendrogramas para visualização desses dados variando entre 0 - nenhuma similaridade - e 1 - pontos muito similares.

Esses índices são utilizados quando fazemos análises de grupamento, tentando agrupar uma grande quantidade de dados em um gráfico que mostra quais pontos são mais parecidos de forma fácil e intuitiva. Dendrogramas são uma forma fácil de demonstrar esses dados, uma vez que os pontos mais próximos (similares) ficam nas extremidades do gráfico (Figura 3). Nesta Figura conseguimos visualizar 2 grandes grupos, locais 11 a 16 formando um - «A» e locais 1 a 10 formando o outro - «B». Dentro dos grupos ainda podemos ver que o local 1 e 2, por exemplo, tem uma alta similaridade.

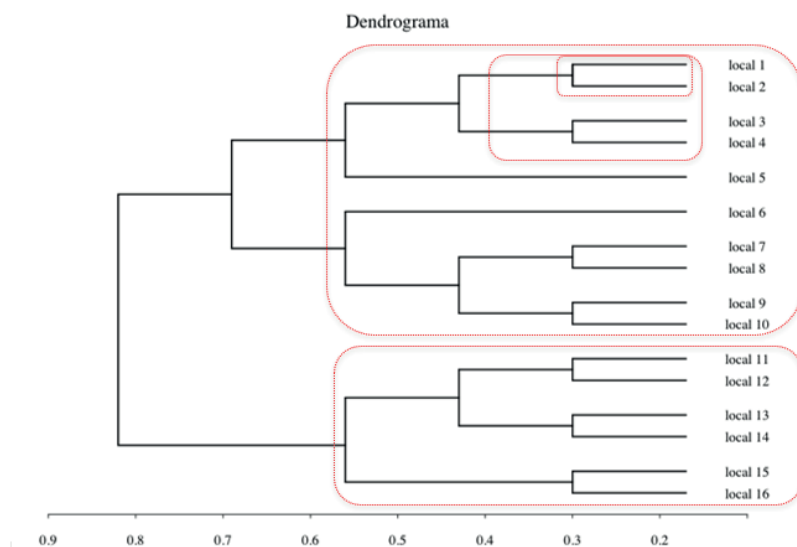


Figura 6: Dendrograma formado pelas médias aritméticas dos agrupamentos, podemos verificar a similaridade dos locais amostrados.

A forma como o dendrograma é formado também é importante, para que seja possível visualizar os dados da forma mais confiável possível, o mais utilizado na ecologia é o método hierárquico para formação dos grupos e construção do dendrograma. Os métodos hierárquicos podem ser divididos em métodos que consideram a média aritmética UPGMA (Agrupamento pelas médias aritméticas não ponderadas) que é o mais utilizado. Ele funciona assim, a maior similaridade identifica os grupamentos que serão formados, depois de grupos formados o método calcula a média aritmética das similaridades ou a distância entre um objeto e cada um dos membros do outro grupo. Outra forma de calcular as distâncias é através dos centroides pelo método chamado de distância mínima de Ward, que se baseia no critério dos quadrados mínimos, definindo o grupo através da soma dos quadrados (parecido com a ANOVA) (BORCARD *et. al.*, 2011).

### 3 | CONCLUSÃO

Essas são as principais preocupações com delineamento amostras e as análises de variância e similaridade mais utilizadas nos estudos ecológicos de ecossistemas costeiros e insulares, porém, podem ser utilizadas para analisar dados ecológicos de qualquer região, uma vez que são análises bastante robustas e bem aceitas pela comunidade científica em geral. Em um novo capítulo, análises multivariadas e mais complexas como (n)MDS, PCA, PCOA, RDA e modelagem poderão ser abordados, uma vez que essas análises podem ser utilizadas em conjunto com as já abordadas por este capítulo.

### REFERÊNCIAS

ALTHOUSE, L. A.; WARE, W. B.; FERRON, J. M. **Detecting departures from normality: a Monte Carlo simulation of a new omnibus test based on moments.** *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Califórnia, p. 1-33, 1998. Disponível em: <http://eric.ed.gov/?id=ED422385>.

Anderson, M. J. **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** *Austral Ecology*, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001. DOI: 10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1442-9993.2001.01070.pp.x>

Anderson, M. J.; CRIST, T. O.; CHASE, J. M.; VELLEND, M.; INOUYE, B. D.; FREESTONE, A. L.; SANDERS, N. J.; CORNELL, H. V.; COMITA, L. S.; DAVIES, K. F.; HARRISON, S. P.; KRAFT, N. J. B.; STEGEN, J. C.; SWENSON, N. G. **Navigating the multiple meanings of  $\beta$  diversity: a roadmap for the practicing ecologist.** *Ecology Letters*, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 19–28, 2011. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>

BARDE, M. P.; BARDE, P. J. **What to use to express the variability of data: Standard deviation or standard error of mean? Perspectives in Clinical Research**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 113-116, 2012. DOI 10.4103/2229-3485.100662. Disponível em: <http://www.picronline.org/text.asp?2012/3/3/113/100662>.

BONAMENTE, M. **Statistics and analysis of scientific data.** 2. ed. Nova York: Springer, 2017. DOI: 10.1007/978-1-4614-7984-0. Disponível em: <https://www.springer.com/gp/book/9781489994806>.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R.** 1 ed. Nova York: Springer, 2011. DOI 10.1007/978-1-4419-7976-6. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-7976-6>

ESSEEN, C. **Fourier analysis of distribution functions. A mathematical study of the Laplace-Gaussian law.** *Acta Mathematica*, [S. l.], v. 77, n. 1, p. 1–125, 1945. DOI: 10.1007/BF02392223. Disponível em: <https://projecteuclid.org/journals/acta-mathematica/volume-77/issue-none/Fourier-analysis-of-distribution-functions-A-mathematical-study-of-the/10.1007/BF02392223.full>

FISHER, R. A. **Statistical methods for research workers**. 1. ed. Edinburg: Oliver and Boyd, 1925.

GASTON, K. J; MCARDLE, B. **The temporal variability of animal abundances: measures, methods and patterns.** *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, Great Britain v. 345, n. 1314, p. 335–358, 1994. DOI: 10.1098/rstb.1994.0114. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.1994.0114>.

GOTELLI, N. J; ELLISON, A. M. **Princípios de estatística em ecologia**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 527 p.

MAGURRAN, A. E. **Measuring Biological Diversity**. 1 ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2004. 264 p. Disponível em: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632056339.html>.

PAES, Â. T. **Itens essenciais em bioestatística.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 575–580, 1998. DOI: 10.1590/S0066-782X1998001000003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X1998001000003>

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. **Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests.** *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, Malásia, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2011.

ROYSTON, P. **Remark AS R94: a remark on algorithm as 181: the W-Test for normality.** *Journal of the Royal Statistical Society: Applied Statistics*, [S. l.], v. 44, n. 4, p. 547-551, 1995. DOI 10.2307/2986146. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2986146>.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. **An analysis of variance test for normality (Complete samples).** *Biometrika*, Great Britain, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965. DOI: 10.2307/2333709. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2333709>.

SULLIVAN, L. **Basic Concepts for Biostatistics**. Boston University, 2020. Disponível em: [http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/BS/BS704\\_BiostatisticsBasics/BS704\\_BiostatisticsBasics\\_print.html](http://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/BS/BS704_BiostatisticsBasics/BS704_BiostatisticsBasics_print.html). Acessado em: 2 maio 2020.

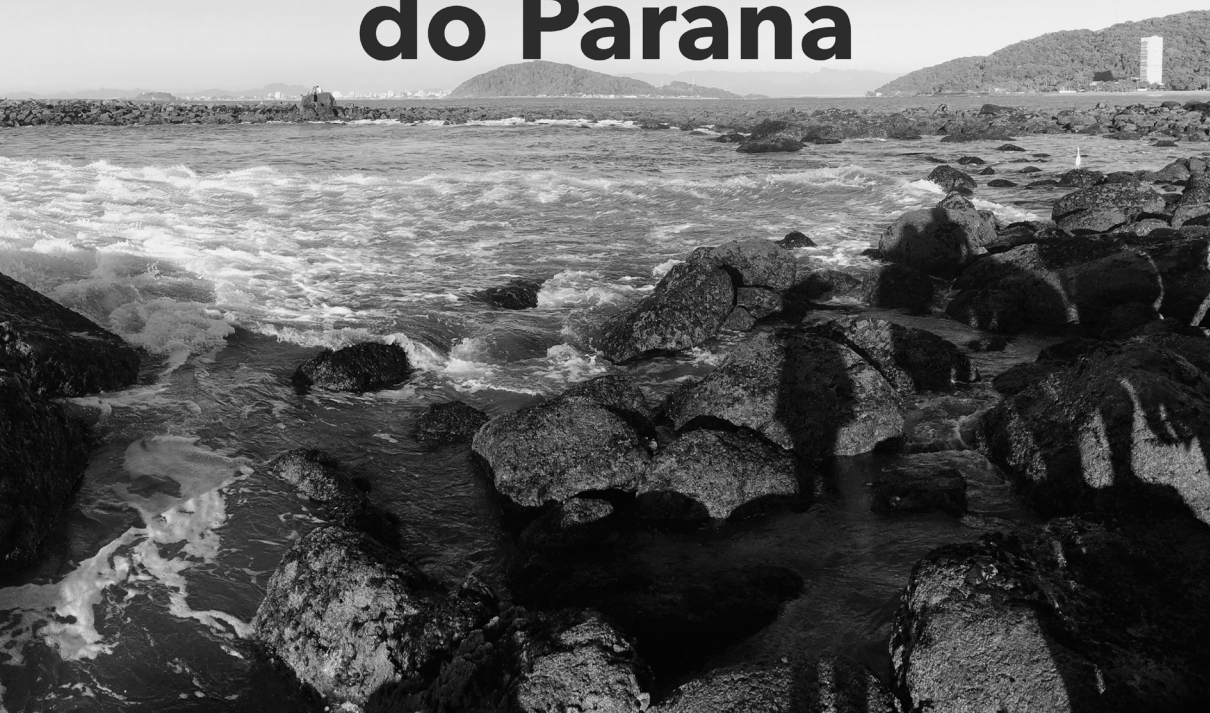
UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 504 p. DOI 10.1017/CBO9780511806407. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511806407>.

# Serviços ecossistêmicos



e sustentabilidade

# 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)