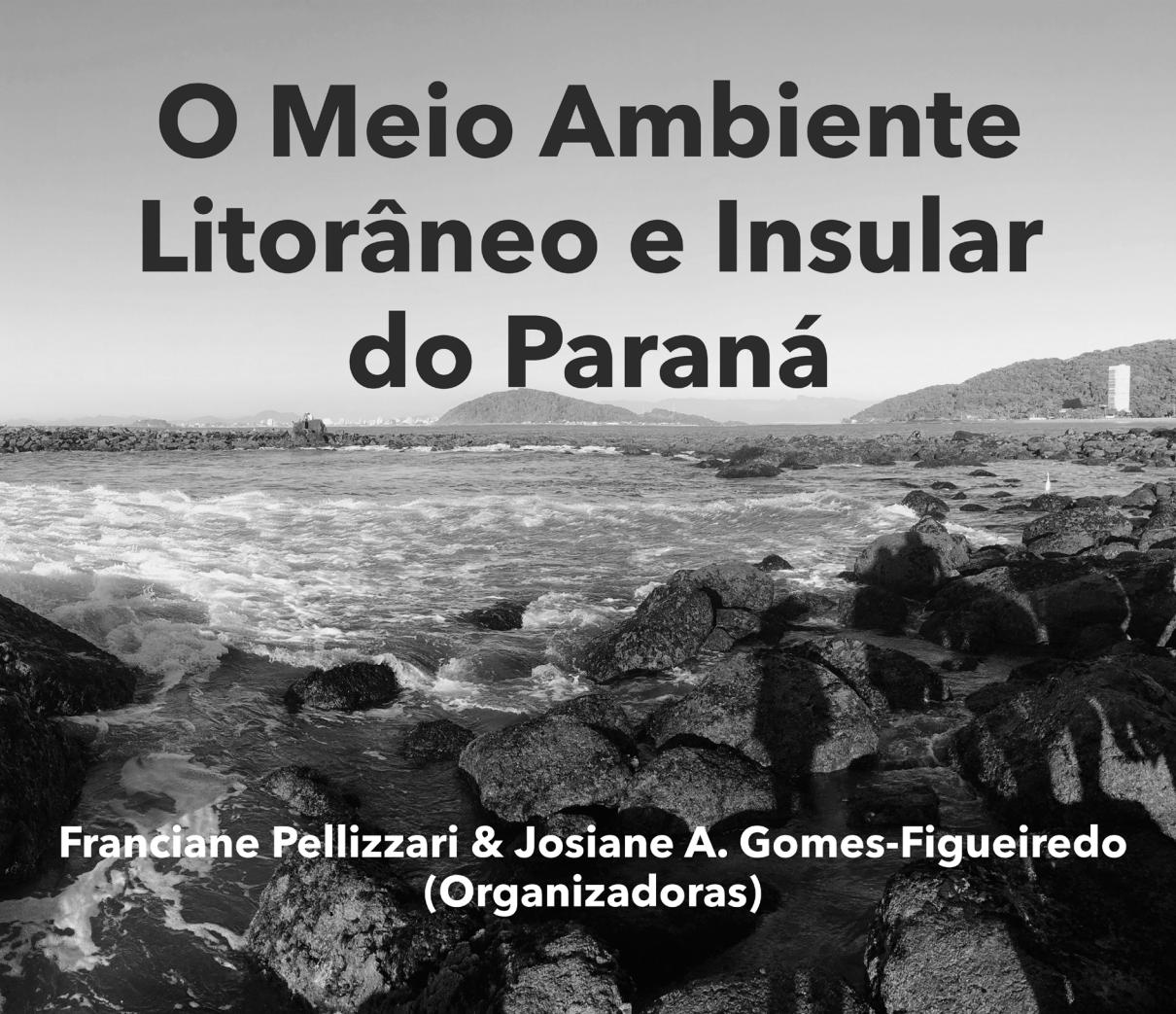


O Meio Ambiente Litorâneo e Insular do Paraná

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

Prof^a Dr^a 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

Prof^a Dr^a 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 Gaio – 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. Elio 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 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 Cândido 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. Fágnor Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gislene 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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal 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
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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. Abrão 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. Alessandro 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 Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoletti – 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 Atílio 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 Krah – 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/UFPA
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 Fenomenologia & 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 Lívia 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. Sulivan 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.atenaeitora.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. Declararam 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 Guarqueçaba, ARIE de Pinheiro e Pinheirinho, Estação Ecológica de Guarqueçaba, 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 Guarqueçaba, 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). 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 Thaís 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 (<i>LITOPENAEUS SCHIMMITSI</i>) 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 ECOSISTEMAS 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 ECOSISTEMAS 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 ECOSSISTÊMICOS

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

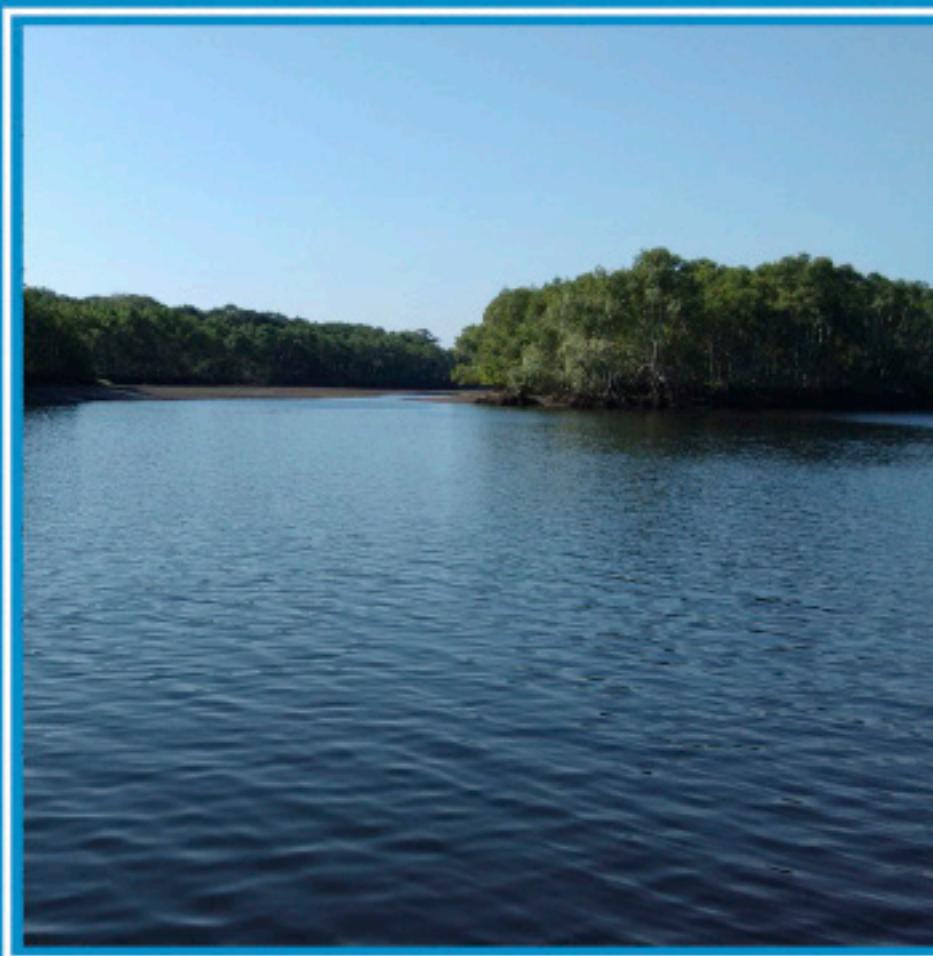
Máira Zacharias

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

SOBRE AS ORGANIZADORAS.....288

Estrutura Ecológica

e



Funcionamento de Ecossistemas

CAPÍTULO 1

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 apresentado, 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 coccolitoforídeos (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 fitoplancônicas.

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 turvada 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 macroalgas 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 irradiação 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 fitoplântônicos, as diatomáceas (*Bacillariophyta*), 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 fitoplântônicas: 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 fitoplântônica 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 | 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.

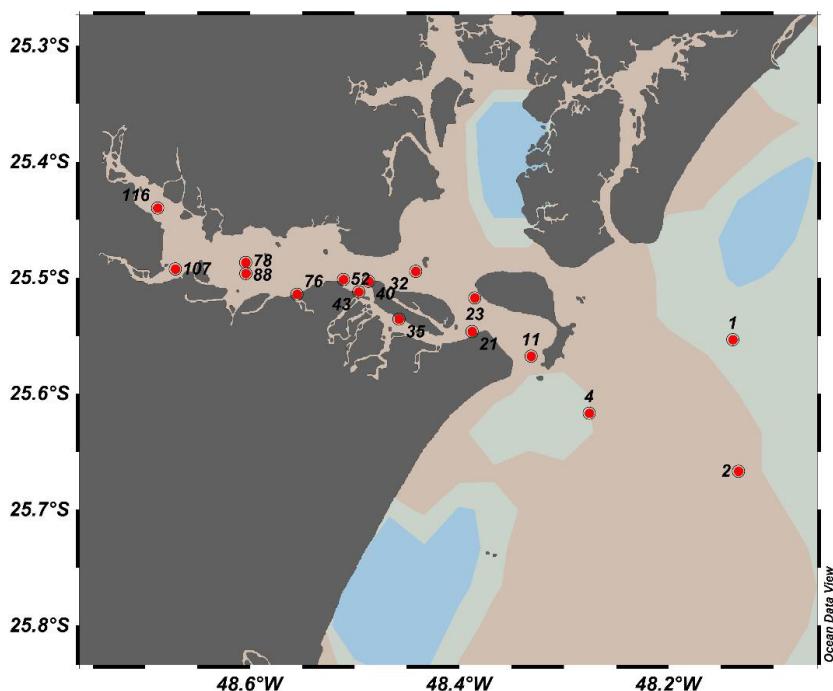


Figura 1. Mapa da malha amostral do Programa de Monitoramento da Biota Aquática ao longo do CEP e posições das coletas fitoplancônicas (mapa gerado por ODV, Ocean Data View).

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 absorbâncias, 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 \pm 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 nanoplanctônicas (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 | 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.

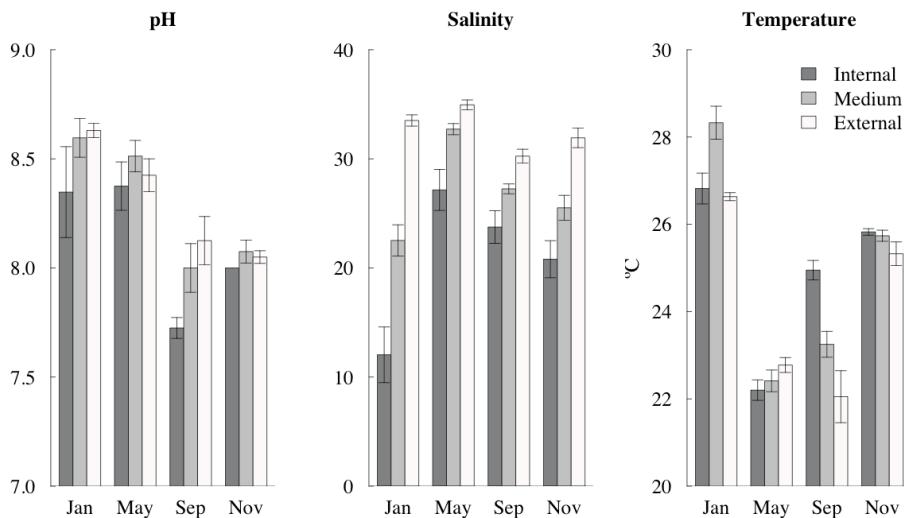


Figura 2 Dados de temperatura (°C), salinidade (ups) e pH obtidos durante as amostragens de janeiro, maio, setembro e novembro de 2018, em diferentes setores do CEP (interno, mediano e externo).

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.

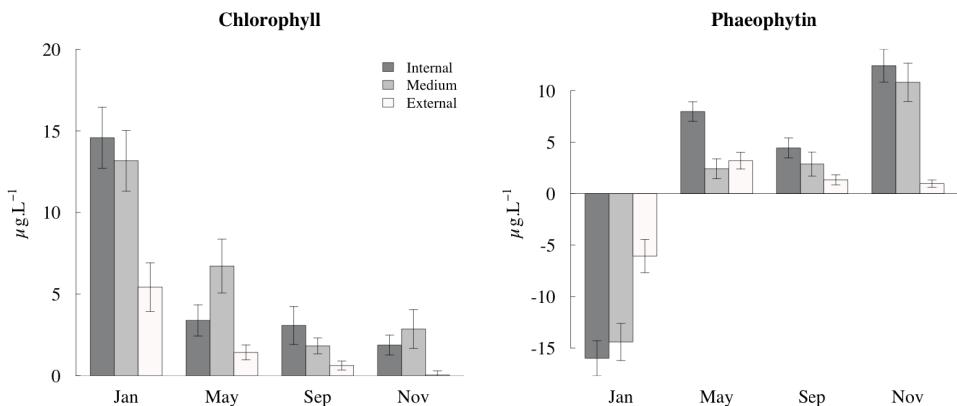


Figura 3. Concentrações de clorofila-*a* e feofitina obtidas em diferentes setores do Complexo Estuarino de Paranaguá.

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 30-100 μm de diâmetro (máx 2.300 céls/L), as maiores concentrações ocorreram na primavera, no setor interno e mediano do estuário. Considerando células > 100 μm , 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*.

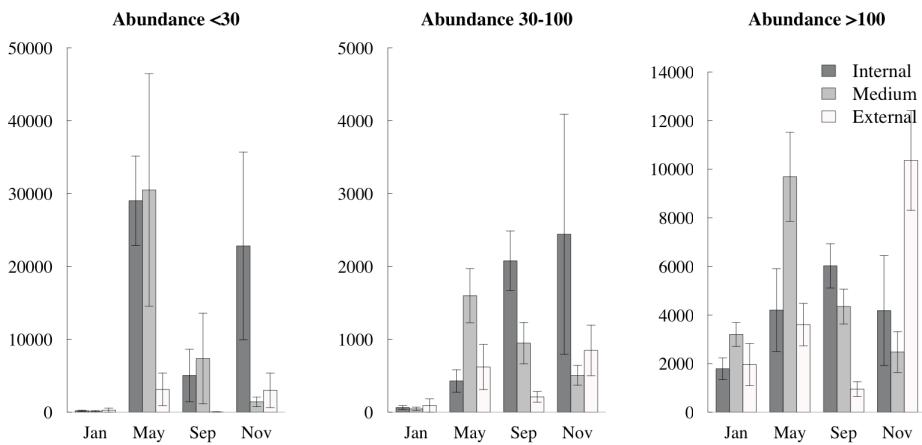


Figura 4. Abundância total média do fitoplâncton em amostras coletadas durante 2018 em distintos setores do CEP.

A riqueza total do fitoplâncton foi maior durante verão e outono, nos meses de janeiro e maio de 2018, com máximos de 44 spp. Espacialmente, 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.

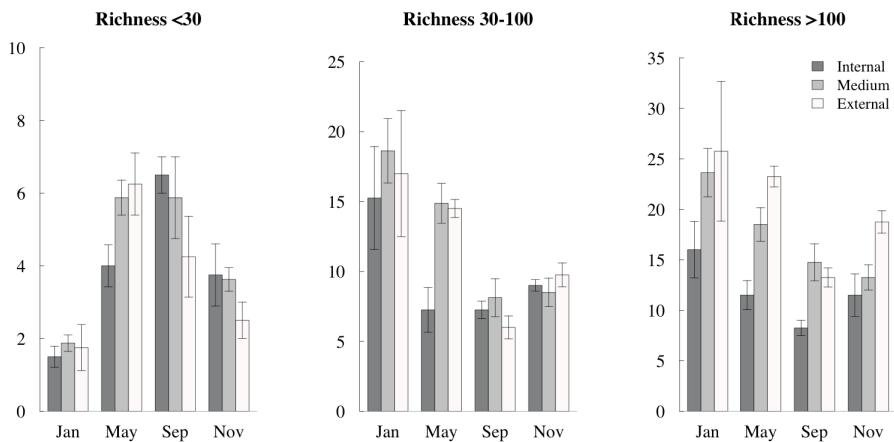


Figura 5. Riqueza média do fitoplâncton, analisados por classes de tamanho, e por setores do CEP, em amostras coletadas durante o ano de 2018.

A maior riqueza, por classes de tamanho (Figura 5), para organismos $> 100\mu\text{m}$, e entre $30 - 100\mu\text{m}$, ocorreu durante o verão (janeiro) e outono (maio) no setor externo do CEP. Embora, para organismos $< 30 \mu\text{m}$, 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 ($< 30\mu\text{m}$) 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>Parundella</i> sp.	silicoflagellates	0	0	1	0
<i>Amphorides amphora</i> Clapared & 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 /coccoi	1	0	0	1

Paranaguá Estuarine Complex - Phytoplankton composition - Southeastern Brazil		Taxa Group	2018			
	Taxa list ... continuation		JAN	MAY	SEPT	NOV
<i>Actinocyclus</i> sp.		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Actinptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Actinptychus</i> sp.		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Actinptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs		Bacillariophyta	1	0	0	1
<i>Amphipora</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>Bacteriastrum delicatulum</i> Cleve		Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Bacteriastrum</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>Climasphenia</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>Diadesmis</i> sp.		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Diploneis</i> sp.		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Discoforma</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

Paranaguá Estuarine Complex - Phytoplankton composition - Southeastern Brazil		Taxa Group	2018			
	Taxa list ... continuation		JAN	MAY	SEPT	NOV
<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 scitoense</i> (W.S.Sullivan)	Cleve	Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Gyrosigma sp.1</i>		Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Gyrosigma sp. 2</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Helicostomella subulata</i> Ehrenberg		Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Helicothecea 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> Greville		Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Hemiaulus sp.</i>		Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Lioloma sp.</i>		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Melosira nummuloides</i> C.Agardh		Bacillariophyta	1	1	1	0
<i>Melosira sp.</i>		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 sp.</i>		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 sp.</i>		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 longicirrus</i> (Greville)	M.A.Hoban	Bacillariophyta	1	1	0	0
<i>Odontella mobilis</i> (Bailey)	Grunow	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Odontella rhombus</i>		Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Odontella sp.</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg)	Cleve	Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Pennales n.i.</i>		Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Phaeodactylum tricornutum</i> Bohlin		Bacillariophyta	0	1	0	0
<i>Pinnularia sp.</i>		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 sp.1</i>		Bacillariophyta	1	0	1	1
<i>Pleurosigma sp.2</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Podosira sp.</i>		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 sp.</i>		Bacillariophyta	0	0	1	0
<i>Pseudosolenia sp.</i>		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> (Grey)	Ralfs	Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Stenopterobia sp</i> (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 sp.</i>		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 sp.</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow		Bacillariophyta	1	1	1	1
<i>Thalassiotrix sp.</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Trachyneis sp.</i>		Bacillariophyta	1	0	0	0
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg		Bacillariophyta	1	1	0	1
<i>Triera mobilis</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.

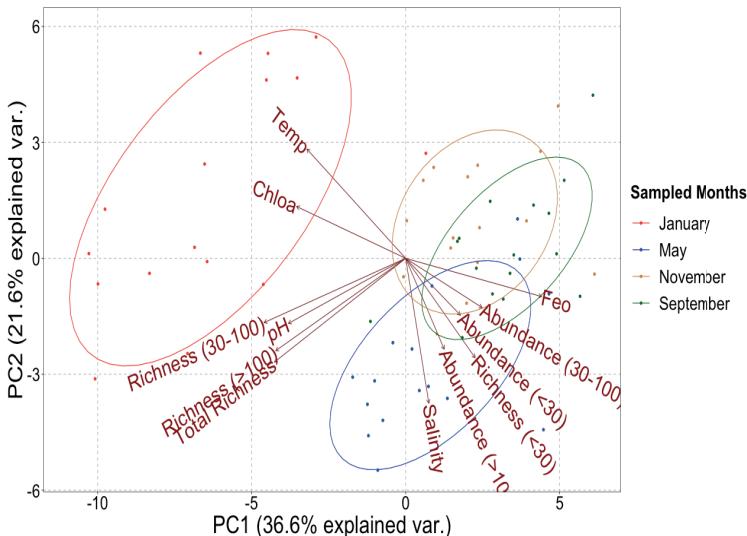


Figura 6. Análise de Componentes Principais (PCA) considerando riqueza e abundância fitoplancônica do CEP, associados a fatores abióticos (temperatura, salinidade, pH, clorofila-a e feofitina) amostrados durante 2018.

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.

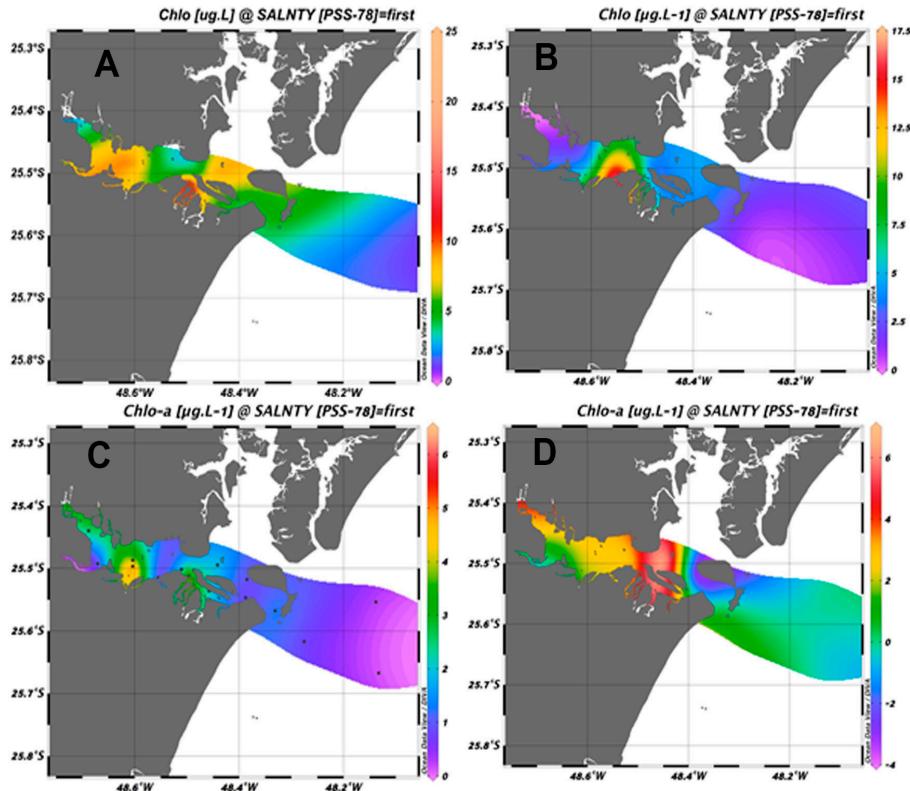


Figura 7: A Mapeamento da concentração de clorofila-a ao longo do CEP, a partir de amostras de água superficial coletadas em janeiro de 2018 (verão); B maio de 2018 (outono); C setembro de 2018 (inverno/primavera); D novembro de 2018 (primavera/verão).

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 fitoplancônica, como indicadores de monitoramento.

Entretanto, considerando o uso da riqueza e da diversidade fitoplancônica, 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.

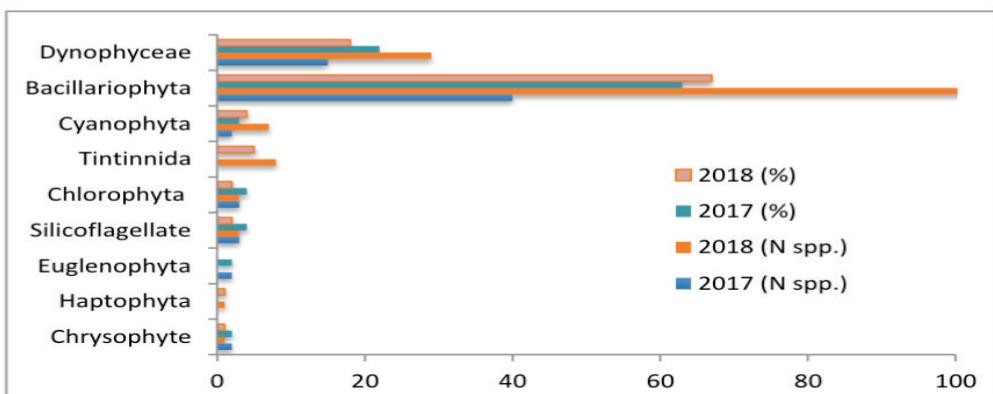


Figura 8. Comparação da riqueza / número de espécies (N spp.), e da proporção (%) de grupos fitoplanctônicos listados no CEP, durante o monitoramento de dragagem em 2017 e 2018.

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 & KAWAI, 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 cocolitoforídeos, 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 (ressuspensão durante as dragagens) é um local importante para a ciclagem da matéria orgânica, contendo a biomassa do microfitobentos. O microfitobentos, 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 microfitobêntica 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 consequentemente 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 fitoplancônica 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 diarréicas; *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 fitoplancônicas (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 morfológicos. 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 perifíticas 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. **Nerítica**, 3(1):1-30. 1988.

BROWN, B., LETISSLIER, 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 microfitobêntica 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 fitoplancônica 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 microfitobento 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-KERSNACH, 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.

CAPÍTULO 2

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

Data de aceite: 01/03/2021

Franciane Pellizzari

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

Fernanda Ribeiro de Freitas

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

João Miragaia Schmiegelow

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

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

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

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

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

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

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

KEYWORDS: seaweeds, estuaries, mangrove, South Atlantic

1 | INTRODUÇÃO

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

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

A costa brasileira, banhada pelo Oceano Atlântico Sul, possui cerca de 13.000 km² de manguezais, representando aproximadamente 8,5% das áreas de manguezais do mundo (MAGRIS & BARRETO, 2010; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.* 2000, 2002). Os manguezais subtropicais do Estado do Paraná, embora pequenos (área de aproximadamente 310 km²), são bem preservados. O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), no Paraná, apresenta três espécies: *Avicennia schaueriana* Stapf. & Leech, *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn., *Rhizophora mangle* L., as quais florescem do início do outono ao final da primavera, sua distribuição é aleatória, e os padrões de zonação raramente são evidentes.

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

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

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

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

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

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

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

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

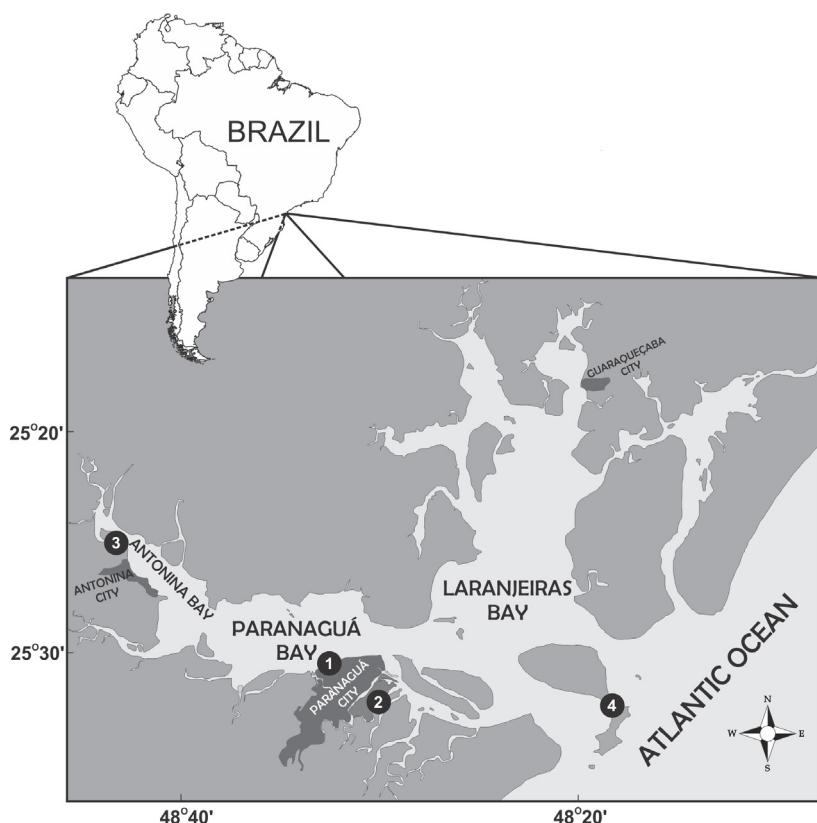


Figura 1: O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e os locais de amostragem de macroalgas de manguezais: #1 Paranaguá Harbor (Vila do Rocio), #2 Ilha dos Valadares (setores mediano do estuário), #3 Baía de Antonina (setor interno), #4 Ilha do Mel (setor externo).

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

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

2.2 Amostragens

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

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

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

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

2.3 Dados Ambientais

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

2.4 Análises Estatísticas

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

3 | RESULTADOS

3.1 Taxonomia e sistemática: Diversidade

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

3.2 Riqueza de macroalgas do CEP

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

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

	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA				
CHLOROPHYTA	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	
Boedleaceae																	
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
Caulerpaceae																	
<i>Caulerpa fastigiata</i> Montagne	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cladophoraceae																	
<i>Cladophora</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cladophora catenata</i> Kützing **	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	
<i>Cladophora montagneana</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing **	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Cladophora vagabunga</i> (Linnaeus) Hoek	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rhizoclonium africanum</i> Kützing	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harvey	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gayraliaceae																	
<i>Gayralia brasiliensis</i> Pellizzari, Oliveira & Yokoya	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	
Prasiolales																	
<i>Prasiola</i> sp. (C. Agardh) **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Udoteaceae																	
<i>Boedleopsis pusilla</i> (Collins) W.R.Taylor, A.B.Joly & Bernatowicz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	
Ulvaceae																	
<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Agardh **	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Ulva fasciata</i> Delile	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	
<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Ulva linza</i> Linnaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Ulva paradoxa</i> C.Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ulva prolifera</i> O.F.Müller **	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	
Riqueza parcial	11	8	4	3	6	5	3	5	10	7	1	6	10	8	4	4	
Riqueza total por estação do ano				26				19				24				26	

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

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

	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
RHODOPHYTA	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
Acinetosporaceae																
<i>Feldmannia indica</i> (Sonder) Womersley & A. Bailey	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ceramiaceae																
<i>Centrocerocolax ubatubensis</i> A. B. Joly	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dasyaceae																
<i>Heterosiphonia gibbesii</i> (Harvey) Falkenberg	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Heterosiphonia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
Delesseriaceae																
<i>Caloglossa apomeiotica</i> J.A. West & Zuccarello **	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloglossa leprieurii</i> (Mont.) G. Martens	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Caloglossa ogawaraensis</i> Okamura	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Erythrotrichiaceae																
<i>Sahlningia subintegra</i> (Rosenvinge) Kornmann	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gelidiaceae																
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Rhodomelaceae																
<i>Bostrichia calliptera</i> (Montagne) Montagne	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bostrichia kelanensis</i> Grunow	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bostrichia moritziana</i> (Sonder ex Kutzing) J. Agardh **	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Bostrichia radicans</i> (Mont.) Mont. In Orbigny	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bostrichia tenella</i> (J. V. Lamour) J. Agardh	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
<i>Bostrichiocolax australis</i> Zuccarello & J. A. West	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Catenella caespitosa</i> (Witheribg) L. M. Irvine	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>Wilsonosiphonia howei</i> (Hollenberg) D. Bustamante, Won & T.O.Cho	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
<i>Polysiphonia scopulorum</i> Harvey	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Pterosiphonia parasitica</i> (Hudson) Falkenberg	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pterosiphonia pennata</i> (C. Agardh) Sauvageau	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza parcial Riqueza total por estação do ano	13	6	5	6 30	5	7	6	3 21	3	6	6	9 24	7	7	6	4 24
** Nova ocorrências para o CEP / (+ presença – ausência)																

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

	VERÃO				OUTONO				INVERNO				PRIMAVERA			
CYANOBACTERIA	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
Hyellaceae																
<i>Chamaecalyx</i> sp.**	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Microcoleaceae																
<i>Sirocoleum</i> sp. (cf. <i>S. kurzii</i>) **	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Oscillatoriaceae																
<i>Blennothrix lyngbyacea</i> (Gomont) Anagn	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gomont.	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Phormidium</i> sp.	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Phormidiaceae																
<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Zanardini ex Gomont **	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Schizotrichaceae																
<i>Trichocoleus tenerimus</i> (Gomont) **	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scytonema																
<i>Scytonema</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stichosiphonaceae																
<i>Stichosiphon mangle</i> L.H.Z.Branco, S.M.F.Silva & C.L. Sant'Anna **	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza parcial	6	4	3	1	1	1	3	0	2	1	3	5	4	2	1	2
Riqueza total por estação	14				5				11				10			

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

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

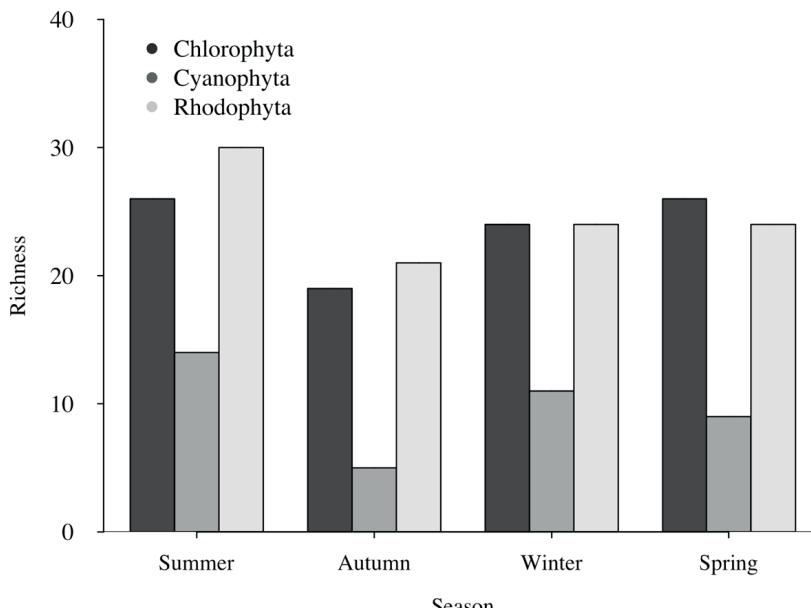


Figura 2. Riqueza sazonal de macroalgas de manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá, comparando distintos grupos algais.

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

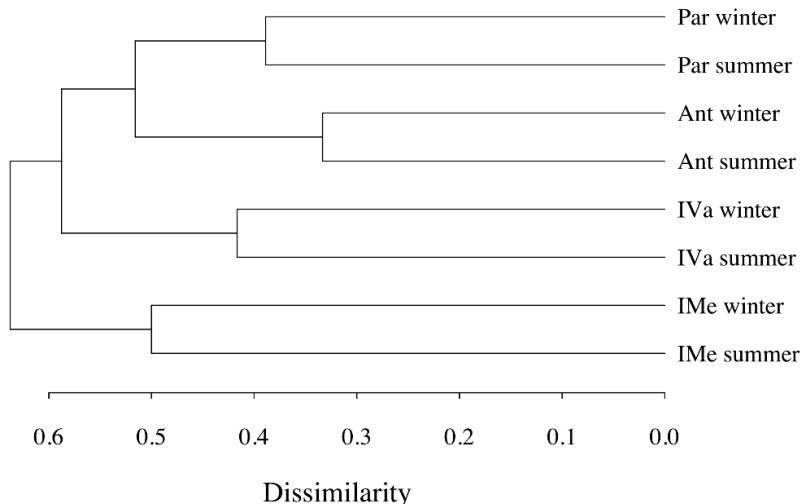


Figura 3: Análise de agrupamento de amostras de macroalgas do Complexo Estuarino de Paranaguá, com base na riqueza sazonal de espécies (inverno e verão) em quatro distintos manguezais: # 1 Porto de Paranaguá (Par), # 2 Ilha do Valadares (IV), # 3 Antonina Bay (Ant), # 4 Ilha do Mel (IM).

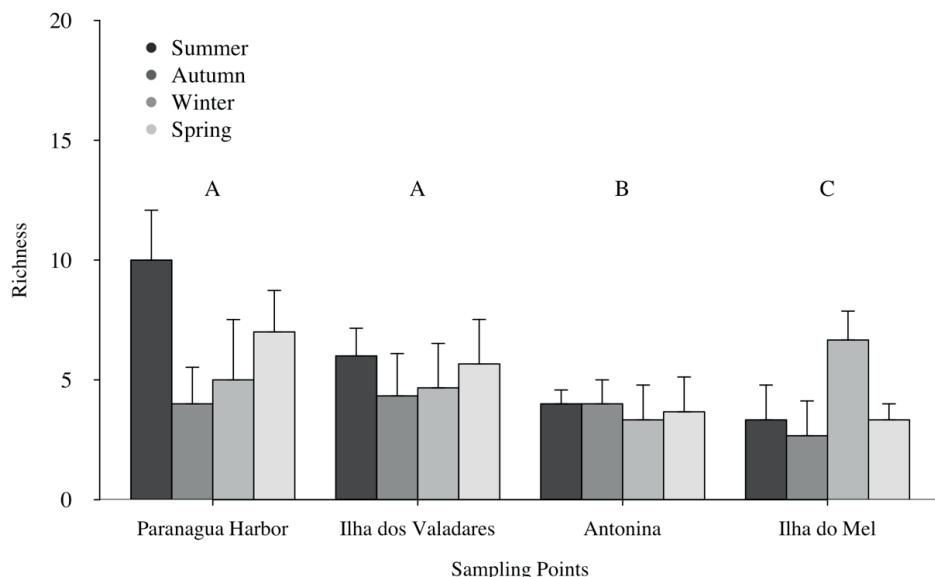


Figura 4: Análise sazonal da riqueza de macroalgas em diferentes manguezais do CEP (valores médio e DP). As letras indicam diferenças significativas entre as amostras (Permanova - $p > 0,05$).

3.3 Biomassa por cobertura

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

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

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

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

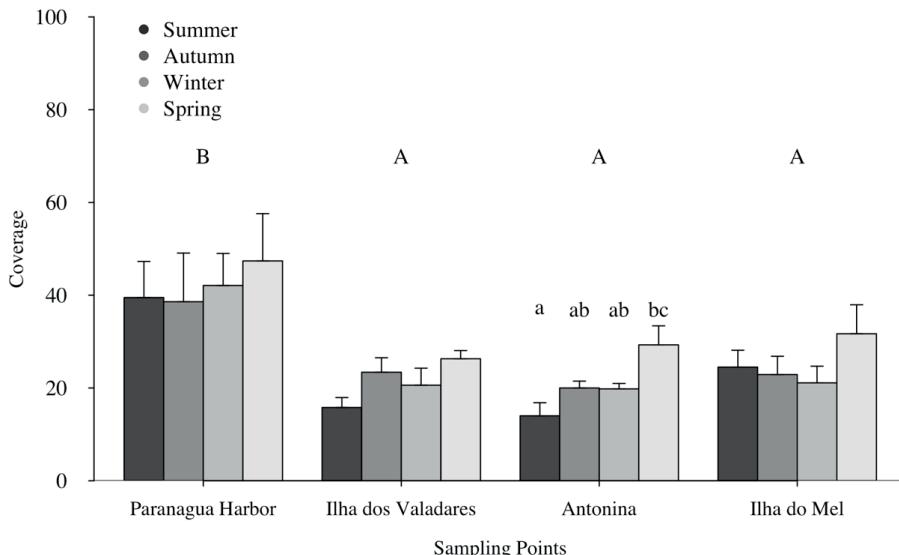


Figura 5: Análise sazonal de cobertura (%) de macroalgas em diferentes manguezais do CEP (valores médio e DP) As letras indicam diferença significativa entre as amostras (Orthogonal Anova – $p>0.05$)

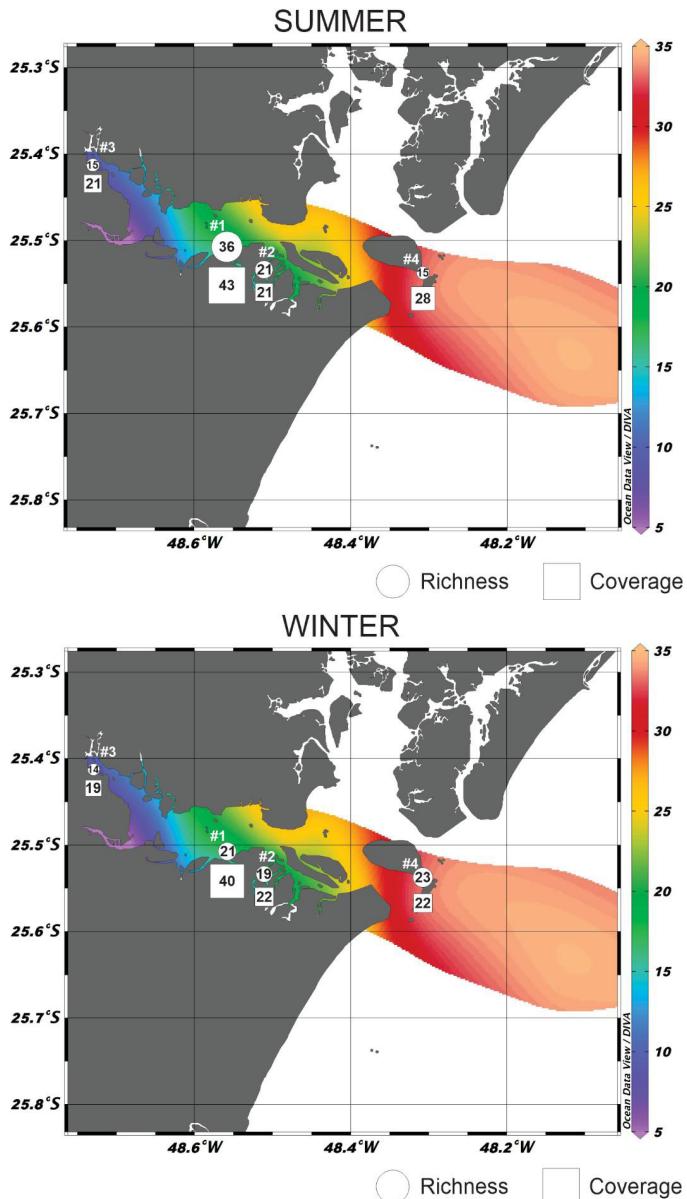


Figura 6. Perfil de salinidade ao longo do CEP, durante verão e inverno. Para cada estação do ano e para as estações amostrais, estão apresentados comparativamente dados de riqueza (círculo) e a porcentagem de cobertura (quadrado).

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

4 | DISCUSSÃO

4.1 Sistemática: Diversidade e riqueza

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.2 Biomassa e Parâmetros abióticos

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

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

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

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

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

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA D.O., RIGONATO J., Branco L.H.Z., FIORE M.F. **Cyanobacteria in mangrove ecosystems.** Biodiversity and Conservation, v. 24, n. 4, p. 799-817, 2015. DOI: 10.1007/s10531-015-0871-2
- BARATA, D. **Clorofíceas Marinhas Bentônicas do Estado do Espírito Santo. Dissertação de mestrado em biodiversidade e meio ambiente.** Instituto de botânica. São Paulo, SP. 216p. 2004.
- BOUZON, Z. L. & OURIQUES, L. C., **Occurrence and distribution of Bostrychia and Caloglossa (Rhodophyta, Ceramiales) in the Ratones River mangrove, Florianópolis-SC-Brazil.** Insula. v.28, n. 1, p. 43-52. 1999.
- Branco, L.H.Z.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, C. **Cyanophyte flora from Cardoso Island mangroves Sao Paulo State, Brazil 2 Oscillatoriales.** Archiv Fur Hydrobiologie-Supplement. v. 118, n.1, p. 39-52, 1997.
- COLLADO-VIDES, L. & WEST, J. A. **Bostrychia calliptera (Montagne) Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta), registro nuevo para el centro del Golfo de México.** Ciencias Marinas. v. 22, n. 2, p. 1

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

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

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

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

CUNHA, S. R. & COSTA, C.S.B. **Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC**. Notas Técnicas Facimar, v. 6, n. 1, p. 93-102. 2002.

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

FONTES, K. A. D. A., PEREIRA, S. M. B. & ZICKEL, C. S. **Macroalgas do “Bostrychietum” aderido em pneumatóforos de duas áreas de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil**. Iheringia. Série Botânica. v. 62, n. 1/2, p. 31-38, 2007.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PELLIZZARI, BERNARDI, J., SILVA, E.M., SILVA, M.C. & YOKOYA, N.S. **Benthic marine algae from the insular areas of Paraná, Brazil: new database to support the conservation of marine ecosystems.** Biota Neotropica, v. 14, n. 2, 2014. DOI: 10.1590/1676-060320140615183049

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

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

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

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

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

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

SANT'ANNA, C.L., Branco, L.H.Z., GAMA-JR., W.A. & WERNER, V.R. **Checklist of Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil.** Biota Neotropica, v. 11, p. 455-495, 2011. DOI: 10.1590/S1676-06032011000500017

SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRON-MOLERO G., SOARES M.L.G., DE-ROSA T. **Brazilian mangroves**. Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 3, n. 4, p. 561-570, 2000. DOI: 10.1080/14634980008650693

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CAPÍTULO 3

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 03/02/2021

Yara Aparecida Garcia Tavares

Universidade Estadual do Paraná *Campus*
Paranaguá. Colegiado de Ciências Biológicas.
Paranaguá, PR.

<http://lattes.cnpq.br/3178953616298297>

Ana Carolina Pavão da Silva

Universidade Estadual do Paraná *Campus*
Paranaguá. Curso de Ciências Biológicas.
Paranaguá, PR.

<http://lattes.cnpq.br/7653017261528155>

Mayra Jankowsky

Instituto de Pesca SAA/SP
Cananéia, SP.

<http://lattes.cnpq.br/9106050537260893>

desembarques sendo os berbigões os recursos mais capturados (632.190,2kg), seguido pelas ostras (275.856,9kg) e os mexilhões-da-lama (15.859,0kg). As menores capturas nos municípios voltados para o ambiente nerítico (Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba) reafirmam a tradição da pesca marinha focada em peixes e camarões. Os resultados obtidos com relação à menor relevância das capturas de almejas e mexilhões-de-pedra podem ser justificados por uma menor demanda local; devido à baixa ocorrência, abundância ou esforço empregue na atividade. Na região a mariscagem tem se revelado uma importante atividade econômica, com distintas demandas e valores de mercado entre as espécies. O grande destaque para as capturas de *A. flexuosa* indica a necessidade urgente de estudos sobre aspectos biológicos, sanitários e ambientais destes recursos vivos.

PALAVRAS-CHAVE: extractivismo, produção pesqueira, moluscos bivalves, estuário, Paraná

RESUMO: O extractivismo dos moluscos bivalves no litoral do Paraná é artesanal e fortemente voltado aos estuários da região, sendo ainda pouco referenciada. No presente estudo foram analisados dados secundários obtidos no Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira no litoral do Paraná, realizado pela FUNDEPAG entre os anos de 2017 e 2019. Seis municípios litorâneos foram monitorados: Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba. Na região, cinco táxons são capturadas: *Phacoides pectinata* (almejas), *Anomalocardia flexuosa* (berbigões), *Mytella* spp (mexilhões-de-lama), *Perna perna* (mexilhões-de-pedra) e *Crassostrea brasiliiana* (ostras). Os municípios de Paranaguá (n=7.810) e Guaraqueçaba (n=3.456) lideraram o total dos

MONITORING OF BIVALVE MOLLUSKS ARTISANAL FISHERY IN PARANÁ COAST (2017-2019)

ABSTRACT: Bivalve mollusks harvesting in Paraná coast is artisanal (extractive) and it is directed to the estuaries in the region, which is still slightly referenced. In the present study, data from Monitoring Fishery Activity in Paraná coast were analyzed between 2017 and 2019, carried out by FUNDEPAG. Six coastal municipalities were monitored: Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos and Guaratuba. In the region, six species were captured: *Phacoides pectinata* (clams), *Anomalocardia flexuosa* (cockles), *Mytella* spp (mud-mussels), *Perna perna* (stone-mussels) and *Crassostrea brasiliiana* (oysters). Paranaguá (n = 7.810) and

Guaraqueçaba ($n = 3.456$) led the total of captures, and cockles were the most captured (632.190,2 kg), followed by oysters (275.856,9 kg) and mud-mussels (15.859,0 kg). The minor captures in municipalities aimed at neritic environment reaffirm the tradition of marine fishery (fish and shrimp). Clams and stone-mussels presented a lower local demand; it is argued that characteristics related to occurrence, abundance or effort spent in the captures may explain the obtained results. Nowadays clamping is an important economic activity, with distinctive demands and market values among the species, with special emphasis on constraints over natural stocks of *A. flexuosa*.

KEYWORDS: extractivism, fishery production, bivalve mollusks, estuaries, Paraná

1 | INTRODUÇÃO

Mundialmente o consumo de invertebrados aquáticos, como os moluscos bivalves (ostras, mexilhões, vieiras e mariscos em geral), constitui importante fonte proteica alimentar, em particular na América Latina, onde são comumente explorados por comunidades de pescadores artesanais (CASTILLA e DEFEO, 2001; BORGHETTI *et al.*, 2003; ROCHA e PINKERTON, 2015). Seu alto valor comercial tem impulsionado o cultivo mundialmente, especialmente na China, Chile, Japão, Coréia do Sul e Espanha (FAO, 2020). Na costa brasileira as iniciativas de gestão destes recursos ainda se encontram dispersas (PEZZUTO e ECHTERNACHT, 1999; HOSTIN, 2003; NISHIDA *et al.*, 2004 e 2006; PEZZUTO *et al.*, 2010; HENRIQUES *et al.*, 2010; RIBAS, 2014; PEZZUTO e Souza, 2015).

Segundo a Lei nº 11.959 de 2009 (BRASIL, 2009) e a Instrução Normativa MPA nº 6 de 29 de junho de 2012, a extração de mariscos é considerada uma atividade pesqueira. Isso porque comprehende-se todas as ações realizadas pelo homem com o objetivo de extrair, colher, apanhar, apreender ou capturar recursos vivos oriundos do ambiente que os cerca. Além disso, tal atividade engloba os processos de exploração, cultivo, conservação, processamento, transporte, comercialização e pesquisa dos recursos pesqueiros.

O processo de coleta de moluscos bivalves para fins comerciais e/ou de subsistência é denominado “mariscagem”, sendo fonte de renda alternativa para algumas comunidades pesqueiras artesanais e com grande incidência nas regiões estuarinas no litoral brasileiro (DIEGUES, 1995 e 2004; Souza, 1999; SOUTO e MARTINS, 2009; FREITAS *et al.*, 2012) (Fig. 1. a-b).

Historicamente, o caráter rudimentar e tradicional dessa atividade tem acompanhado a própria ocupação humana junto à costa do Brasil, o que pode ser comprovado pelo consumo de moluscos bivalves por populações humanas desde o Período Neolítico em sítios arqueológicos pré-coloniais, denominados “sambaquis” (PARELLADA e GOTTAIDI NETO, 1993; DEPINÉ e OKA FIORI, 2005; GERNET e BIRCKOLZ, 2011; CEUTA e BOEHS, 2012).



Figura 1. Registros da pesca artesanal na região estuarina do litoral do Paraná: a: Embarcações do Povoado de São Miguel); b: captura de bacucu no Rio Embogaçu (município de Paranaguá. Fontes: Ana Carolina Pavão e Yara Tavares.

Atualmente, as mudanças na qualidade dos habitats aquáticos (estuarinos e marinhos) têm resultado na redução e consequente escassez dos estoques de recursos vivos pesqueiros utilizados pelas comunidades litorâneas (SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018). Além disso, há deficiência no ordenamento e características de livre acesso aos estoques naturais (SEMA, 2006) que se somam às pressões sobre a biota.

Na última edição do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio/MMA, 2018) foi apresentado um pequeno panorama dos bivalves comercializados em toda a costa brasileira, tendo em vista sua direta relação com a economia e principalmente com o sustento de populações locais. Um dos principais problemas que dificultam a avaliação do risco de ameaça de um determinado táxon (especificamente no que tange os invertebrados estuarinos e marinhos) é justamente o escasso conhecimento sobre a maioria das espécies (Quadro I).

Ordem/Família/Espécie	Nome comum	Categoria
Mytiloida/ Mytilidae		
<i>Mytella charruana</i> d'Orbigny, 1842	sururu	LC
Ostreoida/ Ostreidae		
<i>Crassostrea brasiliiana</i> Lamarck, 1819	ostra-de-pedra	DD
<i>Crassostrea rhizophorae</i> Guilding, 1828	ostra-do-mangue	DD
Veneroida/ Donacidae		
<i>Iphigenia brasiliensis</i> Lamarck, 1818	tarioba	DD
Veneridae		
<i>Anomalocardia flexuosa</i> Linnaeus, 1767	berbigão	LC
<i>Tivela mactroides</i> Born, 1778	berbigão	DD
Myoida/ Pholadidae		
<i>Cyrtopleura costata</i> Linnaeus, 1758	sururu-de-velho	DD

Quadro I - Compilação sobre moluscos bivalves estuarinos comercializados listados no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2018). Abreviações das categorias de avaliação de vulnerabilidade das espécies (IUCN): DD (Dados deficientes); LC (Pouco preocupante, do inglês: *Near Threatened*).

Nesta publicação, todos os táxons estuarinos se encontram nas categorias deficiente em dados (DD) ou pouco preocupante (LC). Dentre as medidas de conservação recomendadas para as espécies incluídas na categoria DD, estão os estudos bioecológicos (ocorrência, estrutura populacional, crescimento, ciclos de vida e aspectos fisiológicos), parâmetros estes indispensáveis na aplicação dos critérios da União Mundial para a Natureza – IUCN.

Desta forma, o conhecimento das espécies exploradas e suas relações com o homem e o ambiente constituem ponto de partida para a tomada de decisões no manejo e conservação da biota (POWER *et al.*, 2004; SANTANA e ROCHA-BARREIRA, 2018).

1.1 Pesca de mariscos no litoral do Paraná

No litoral do Paraná, o uso dos recursos vivos aquáticos é caracterizado por uma grande complexidade social e ambiental – expressa por uma notável multiplicidade de práticas e sistemas de pesca, com petrechos e espécies-alvo diferentes e de distribuição espacial heterogênea (ANDRIGUETTO-FILHO, 1999, 2003, 2006 e 2016; LAURINDO, 2016). No que tange à exploração dos bivalves, a extração é notoriamente artesanal e realizada, em grande parte, por pescadores provenientes de comunidades locais.

De acordo com o Decreto Federal número 8.425 de 31 de março de 2015, quase toda a frota pesqueira do estado do Paraná é considerada artesanal (FUNDEPAG, 2019). Ainda que as informações sobre as atividades da pesca de peixes e crustáceos, especialmente aquelas de pequena escala, estejam disponíveis (ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2006; MENDONÇA *et al.*, 2017; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2016), àquelas relacionadas com as capturas de bivalves são inexistentes ou pouco confiáveis. Não há dados oficiais sobre esta modalidade de pesca e pouco se conhece sobre a ocorrência e a sazonalidade das capturas (DIAS NETO, 2010; FAO, 2012; TAVARES *et al.*, 2009).

SEMA (2006) e Tavares *et al.* (2009) descreveram a mariscagem na Baía de Paranaguá como uma prática alternativa, de subsistência e baixo grau de evolução tecnológica, sendo bastante difundida nos pequenos povoados que margeiam os estuários da região. Nos núcleos urbanos, como a cidade de Paranaguá, a atividade é desenvolvida por pescadores e demais moradores de baixa renda - residentes em bairros periféricos e adjacentes ao rio Emboguaçu (TAVARES *et al.*, 2009) ou ainda (e já em escassez) no entorno da Ilha dos Valadares (TAVARES, *obs. pess.*; SILVA, *obs. pess.*).

Em Paranaguá, a mão de obra empregada no processo pós-mariscagem ou beneficiamento do produto é coletiva e predominantemente familiar, como a fervura e a desmariscagem (quando feita). A extração, o acondicionamento, o transporte e a venda é de competência do extrator (TAVARES *et al.*, 2009; LAURINDO, 2016; TAVARES *obs. pess.*) (Figs. 2 e 3).



Figura 3. Registros da atividade de mariscagem na cidade de Paranaguá (Bairro Emboguaçu).
a, d: Embarcações de tamanhos variados; b: Acondicionamento dos berbigões após as capturas;
c: Petrecho (“gancho”) utilizado nas capturas de berbigões. (Fonte: Yara Tavares).



Figura 3. Processo de fervura (a e b) e desmariscagem (c e d), envolvendo membros familiares e demais colaboradores entre moradores do bairro Emboguaçu (Paranaguá). (Fotos autorizadas. Fonte: Yara Tavares)

Nos estuários da região os bivalves são retirados diretamente dos bancos naturais que ocorrem nos manguezais, baixios ou substratos consolidados (CHRISTO e ABSHER, 2001; CALDEIRA *et al.*, 2004; SEMA, 2006; ANACLETO *et al.*, 2015; LAURINDO e TAVARES, 2011; ALMEIDA e TAVARES, 2011; CHRISTO *et al.*, 2015).

As espécies comumente encontradas são os mexilhões de fundos lamosos (Mytilidae): *Mytella guyanensis* (“sururu”) e *M. falcata* (“bacucu”); os ostreídeos (Ostreidae): *Crassostrea* spp. (“ostra”) além de outros táxons genericamente denominadas de “mariscos” ou que apresentam nomenclatura usual, como o “berbigão” (Veneridae): *Anomalocardia flexuosa*; a “almeja” (Lucinidae): *Phacoides pectinatus*; a “unha-de-velha” (Solecurtidae): *Tagelus plebeius* e o pouco conhecido “asa-de-anjo” ou “porrudo” (designação local) (Pholadidae): *Cyrtopleura costata* (CHRISTO e ABSHER, 2001; TAVARES *et al.*, 2009; VELLA, 2010; BARBOSA, 2010; ALMEIDA e TAVARES, 2011; BARBOSA *et al.*, 2011; GONÇALVES, 2011; GONÇALVES e TAVARES, 2011; LAURINDO e TAVARES, 2011; VELLA e TAVARES, 2011; LAURINDO, 2012; ALMEIDA, 2013; RIBAS, 2014; CHRISTO *et al.*, 2015; LAURINDO, 2016; STAKOWIAN *et al.*, 2020).

Estudos de monitoramento no litoral paranaense sobre a pesca de pequena escala são comumente derivados de projetos pontuais e/ou de periodicidade curta. Em 2005, a EMATER-PR (Empresa Paranaense de Assistência e Extensão Rural) e a Fundação Terra realizaram um levantamento socioeconômico da pesca em 10 comunidades pesqueiras da Baía de Paranaguá. Uma parte destes dados relativos à extração de moluscos bivalves foi analisada por Silva e Tavares (2019), que indicaram a exploração das espécies *A. flexuosa*,

Crassostrea sp., *M. falcata* (atual *M. charruana*) e *M. guyanensis* nestas localidades. No entanto a padronização das informações relativas ao dimensionamento dos locais, modos de captura e comercialização destes invertebrados foram bastantes deficientes.

Uma década após essa iniciativa, novas informações vêm sendo obtidas pelo projeto “Monitoramento Pesqueiro nas Áreas de Influência dos Empreendimentos de Exploração e Produção na Bacia de Santos”, que abrange as atividades no litoral dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Os dados do Paraná são coletados pela FUNDEPAG (Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio e Meio Ambiente) com registros desde outubro de 2016.

Diante deste cenário, o presente estudo apresenta informações que permitem compreender o panorama atual da captura de moluscos bivalves no litoral paranaense, com base na avaliação dos dados disponíveis em um período de três anos, disponíveis no banco de dados do Monitoramento Pesqueiro. O principal objetivo foi analisar as informações secundárias relativas às capturas destes invertebrados aquáticos, a fim de estabelecer um panorama detalhado e atual da atividade nesta região.

2 | METODOLOGIA

2.2 Área de estudo

A linha costeira do estado do Paraná ($25^{\circ}20' S / 48^{\circ}10' E$), embora represente um dos menores litorais do país (98 km de extensão e área de 6.600 km^2), contempla um número significativo de ecossistemas estuarinos e marinhos ainda pouco descaracterizados. Administrativamente abrange 7 municípios: Guaraqueçaba, Antonina, Morretes, Paranaguá, Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba e uma população total de 297 mil pessoas (SEMA, 2006; IBGE, 2019) (Fig. 4). As localidades (municípios) fronteiriços aos corpos d’água estuarinos e os trechos de orla (beira mar) estão na área de abrangência do presente projeto.



Figura 4. Representação ilustrada da região costeira paranaense indicando os limites dos seis municípios monitorados no presente estudo (Fonte: Diego Morroni/FUNDEPAG, 2019).

A região sustenta, com seus recursos naturais, paisagísticos e históricos, várias atividades turísticas, portuárias e industriais. Cerca de 70 vilas, 200 comunidades artesanais e aproximadamente 6.000 pescadores tradicionais, cipozeiros e quilombolas distribuem-se nos diversos municípios litorâneos, especialmente em Guarapeçaba e Paranaguá (LANA *et al.*, 2001; FUZETTI, 2007; ANACLETO *et al.*, 2015).

Das atividades humanas regionais duas apresentam particular destaque: serviços portuários e turísticos. Este último, voltado ao turismo de lazer, histórico cultural e ecológico, é bastante relacionado à proximidade da serra, mar, rios e os diversos recursos naturais associados. Já os serviços portuários, articulam e integram o sistema produtivo paranaense e de outros estados aos mercados mundiais (FUZETTI, 2007; IAP, 2018).

Não obstante, a pesca artesanal tem sido uma parte importante da economia há mais de duzentos anos, lembrando ainda a existência dos valiosos registros arqueológicos dos sítios pré-coloniais (“sambaquis”), que reafirmam o caráter milenar destas atividades (DEPINÉ e OKA FIORI, 2005; MENDONÇA *et al.*, 2017) (Fig. 5).



Figura 5. Registros de material arqueológico pré-colonial no litoral do Paraná. a) Área do entorno dos Sambaquis do Guaraguaçu (município de Pontal do Paraná); b) conchas de berbigões retirados de sambaquis destruídos e utilizados em aterros junto a residências na Ilha do Teixeira. (Fonte: Antônio Galvão e Yara Tavares).

Os pescadores tradicionais são habitantes cujo modo de existência tem uma relação particular com o ambiente, de onde tiram seu sustento e, em muitos casos, dependem das políticas sociais governamentais. Seus povoados ocorrem no interior das baías e áreas fronteiriças ao mar onde predominam atividades artesanais tanto em direção aos estuários, quanto na plataforma continental rasa (FUZETTI, 2007; MENDONÇA *et al.*, 2017).

2.3 Procedimentos

Dados relativos às capturas dos moluscos bivalves no litoral paranaense foram analisados a partir de um recorte temporal (anos de 2017 a 2019), provenientes da base de dados (com acesso solicitado) denominada “Banco de Dados do Monitoramento Pesqueiro do litoral do Paraná” (<http://propesq-pr.fundepag.br/>) relativo ao Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina no litoral do Paraná, de propriedade da FUNDEPAG e realizado pela equipe técnica com a colaboração voluntária de pescadores e “ mestres” atuantes na região, além de parceiros como o Instituto de Pesca/SP, Centro de Estudos do Mar/Universidade Federal do Paraná e EMATER/PR.

A consulta *online* aos dados estatísticos de produção pesqueira do Paraná gera *outputs* na forma de relatórios (planilhas eletrônicas na extensão “csv”), que trazem informações sobre as viagens e as capturas realizadas por um pescador ou embarcação. As informações foram agrupadas por município de descarga ou município do porto de saída (“Antonina”, “Guaraqueçaba”, “Guaratuba”, “Matinhos”, “Paranaguá” e “Pontal do Paraná”) que designa a origem do pescador/embarcação e o local onde foi desembarcado o pescado, respectivamente. A categoria do pescado (nome científico ou de referência) foi também previamente selecionada. Todos os seis municípios foram analisados e optou-se por utilizar o nome usual das espécies (“almeja”, “berbigão”, “mexilhão-de-lama”, “mexilhão-de-pedra” e “ostras”). Tentativas para os nomes de referências como “unha-de-velha” e “asa-de-anjo”

ou “porrudo” não encontraram registros.

Posteriormente, para cada táxon (bivalve) obteve-se informações sobre a quantidade de pescado capturado (“kg no período”), desembarques (“número de descargas no período”) e pescadores ou embarcações atuando no período selecionado (“número de unidades produtivas”) e o valor estimado da primeira venda (R\$). Para análise foram utilizados filtros de informação como: período (“01/2017-12/2019”), tipo de pesca (“artesanal”) e aparelho de pesca (“extrativismo”).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os critérios selecionados, foram encontrados registros para 383 unidades produtivas e monitorados cerca de 58 pontos de desembarque e 50 portos de saída nos três anos. As espécies analisadas foram: “almeja” (*Phacoides pectinata*), “berbigão” (*Anomalocardia flexuosa*), “mexilhão-de-lama” (*Mytella* spp), “mexilhão-de-pedra” (*Perna perna*) e “ostra” (*Crassostrea brasiliiana*).

Um total de 924,87tons de bivalves foram registrados provenientes de 6.302 desembarques. Os municípios de Paranaguá (7.810 ou 62,0% do total) e Guaraqueçaba (3.456 ou 27,4% do total) lideraram os desembarques, seguido por Antonina (1.142 ou 9,0% do total). Dados inexpressivos (inferiores a 1,0%) ou inexistentes ocorreram para Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba. A baixa expressividade da extração destes invertebrados nos municípios localizados à beira-mar (Pontal do Paraná e Matinhos) reafirmam a tradição de pesca no ambiente marinho - voltada para peixes e crustáceos (NATIVIDADE *et al.*, 2005; Gomes e Chaves, 2006; NATIVIDADE, 2006; Robert *et al.* 2007; Schwarz JR *et al.*, 2007; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2016). Entretanto, é preciso considerar que algumas comunidades, como “Maciel” em Pontal do Paraná, estão às margens do estuário, e possivelmente têm captura expressiva de produtos estuarinos (TAVARES, *obs. pess.*).

Destaca-se ainda que, em Guaratuba, além do extrativismo, as atividades de ostreicultura (*Crassostrea brasiliiana*) já se encontram estabelecidas há pelo menos três décadas e estão fortemente associadas a empreendimentos familiares (detalhes em <http://www.sitiosambaqui.com.br/>). Enquanto os estados vizinhos (São Paulo e, sobretudo, Santa Catarina) desde os anos 1980, experimentaram um rápido crescimento das atividades de cultivo, no Paraná, ela é tímida e razoavelmente dependente da exploração de matrizes (animais adultos) e sementes de ostras provindas dos bancos naturais da região (HOSTIN, 2003; CHRISTO, 2006; CHRISTO e ABSHER, 2006; GIA, 2009 e 2011; CASTILHO-WESTPHAL *et al.*, 2014).

Diferentemente do extrativismo (que predomina na baía de Paranaguá) a atividade rentável da ostreicultura na baía de Guaratuba tem sido bastante estudada e recebe incentivos técnicos de pesquisadores das universidades do sul do Brasil como a Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (HOSTIN, 2003; CHRISTO, 2006; CHRISTO e ABSHER, 2006; CASTILHO, 2006; FRANCESCHI *et al.* 2009; GIA, 2009 e 2011; MONTANHINI NETO 2011; CASTILHO-WESTPHAL, 2012; CASTILHO-WESTPHAL *et al.*, 2014; CHRISTO *et al.*, 2015). Embora as atividades de cultivo se caracterizem como

relevantes economicamente, nem os cultivadores, tão pouco os extratores deste município recebem o necessário apoio das políticas públicas regionais (TAVARES, *com. pess.*).

Na tabela 1 são apresentadas as quantidades (em toneladas) de bivalves desembarcados nos municípios monitorados. A maior parte das capturas dos berbigões e das ostras são desembarcadas nas cidades de Paranaguá e Guaraqueçaba. As ostras ainda apresentam escoamentos modestos para os demais municípios e os mexilhões-de-lama aparecem como terceiro organismo mais capturado com desembarques concentrados em Paranaguá e Antonina. Esses três produtos, berbigão, ostra e mexilhão-de-lama apresentaram desembarques em todos os meses, ao longo dos 3 anos avaliados. Essa constatação contradiz a caracterização anterior, de que as capturas de bivalves seriam atividades esporádicas, ainda que para as almejas e os mexilhões-de-pedra se mostrem ocasionais.

Produto	Quantidade desembarcada (t)						Total
	Paranaguá	Guaraqueçaba	Antonina	Pontal do Paraná	Guaratuba		
Almeja	0,34	-	-	-	-		0,34
Berbigão	632,01	0,18	-	-	-		632,19
Mexilhão-de-pedra	-	0,63	-	-	-		0,63
Mexilhão-de-lama	8,24	0,72	5,68	-	1,22		15,86
Ostra	177,57	92,07	4,11	1,90	0,20		275,86
Total	818,16	93,60	9,79	1,90	1,42		924,87

Tabela 1. Quantidade (toneladas) de bivalves desembarcados nos municípios monitorados do litoral paranaense entre os anos de 2017 a 2019.

A ínfima representatividade das capturas de almejas (apenas em Paranaguá) e dos mexilhões-de-pedra (inferiores a 700kg ou < 1,0%, em Guaraqueçaba) pode indicar uma menor demanda dos mercados locais ou a baixa ocorrência ou abundância ou ainda dificuldades na obtenção dos indivíduos nos habitats ocupados. Tal prerrogativa parece bastante plausível para *Phacoides pectinata* (almeja) que habita sedimentos arenolamosos e anatomicamente é provida por um pé bastante adaptado para escavação sendo usualmente descrita em profundidades de 15 a 20cm (NARCHI, 1976; ASSIS, 1985; NOGUEIRA e FREITAS, 2002; RONDINELLI e BARROS, 2010). De acordo com Ribas (2014), relatos informais de catadores da Reserva Extrativista de Pirajubaé (Florianópolis, SC) confirmam o comportamento acentuadamente escavador e o esforço considerável para suas capturas:

“(...) nós não temos o hábito de consumi ela porque ela dá enterrada muito funda, dá mais ou menos 30cm de fundura enterrada. Só que essa não vem no gancho. Essa tu tem que tirá com enxada. Enxada porque, tu vai prestando atenção e tu vê os furinho, que de tanto levá água, ela tira a lama. Desse jeito

só essa. E é uma coisa só com maré seca. E pra pegá ela tem que cavar muito, dá muito trabalho, dá muita mão de obra. Daí cava com uma pá de corte. (...). Aí vai depender de você ter uma cavadeira, alguma coisa pra cavar – aí dá mais trabalho pra você catar essa aqui. Daí quando a maré tá mais torrada, se você tiver uma cavadeira ou alguma coisa pra cavá, porque ele fica a uns 20 centímetros, com a mão você não consegue cavar. Inclusive tenho um amigo que tem um restaurante e ele “pô, tu tens que conseguir umas pra mim”... “Mas meu, é muito trampo!” (RIBAS, p.121-122, 2014)

A descrição pretérita sobre a extração de bivalves como uma atividade de subsistência, ao menos para os três principais recursos (berbigão, ostra e mexilhão-de-lama) parece não corresponder à realidade. Considerando apenas os valores aproximados de venda/ano foram observadas as seguintes cifras em ordem decrescente de importância: R\$ 9.000,00 (berbigão), R\$ 3.700,00 (ostra), R\$ 1.700,00 (mexilhão-de-lama), R\$ 370,00 (mexilhão-de-pedra) e R\$ 160,00 (almeja). A ostra e o berbigão estão entre os 20 recursos pesqueiros com maior valor acumulado de primeira venda no estado do Paraná, em relação a um total de 151 categorias de pescado.

Assim, na atualidade os resultados mostraram a relevância econômica da exploração dos bivalves na região costeira, sendo as capturas de *A. flexuosa* bastante representativas. Dada a ausência de informações sobre os estoques naturais desse recurso, bem como estudos sobre aspectos biológicos, sanitários e o efeito das pressões ambientais (qualidade da água e do sedimento, perda de habitats) sobre os bivalves economicamente explorados é preciso considerar a urgência de mais estudos, com vistas a promover o uso sustentável destas espécies.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados reiteram as argumentações sobre a exploração extrativista dos moluscos bivalves na região costeira paranaense como mal equacionada entre locais de escoamento e espécies capturadas. Os berbigões configuram ¾ de toda a atividade extrativista, ainda que a disponibilidade de suas populações seja completamente desconhecida. Paranaguá, a maior cidade litorânea, aglutina praticamente todo o escoamento das extrações devido a presença dos maiores mercados de venda de pescados. Todavia, o consumo desse recurso não é usual nos mercados locais indicando a comercialização para outros destinos.

Iniciativas de monitoramento a longo prazo contribuem de modo substancial para uma melhor visualização do panorama pesqueiro regional. Embora a exploração dos moluscos bivalves represente uma importante atividade econômica é pungente a necessidade de mais estudos bioecológicos sobre suas populações, em especial o dimensionamento espaço-temporal dos estoques naturais. Estudos em desenvolvimento complementarão a discussão sobre a temática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. C. R. *Estudo do ciclo reprodutivo de Anomalocardia brasiliiana, Gmelin, 1791 (Mollusca: Bivalvia) no setor mesohalino da baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.* Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual do Paraná, Paranaguá, 25 f., 2013.

ALMEIDA, J. C. R.; TAVARES, Y. A. G. **Estudo do ciclo reprodutivo de Anomalocardia brasiliiana Gmelin, 1791 (Mollusca: Bivalvia) no setor mesohalino da baía de Paranaguá.** In: Livro de resumos do XXII Congresso Brasileiro de Malacologia, 2011.

ANACLETO, A.; BAPTISTA-METRI, C.; GONÇALVES, T. P.; CALADO, A. M.; ROSÁRIO, E. S.; PONTES, M.; NEVES, P. R. **Extrativismo do siri com gaiolas no litoral paranaense: implicações socioeconômicas.** In: Anais do XXXII International Sodebras Congress. Curitiba. v. 10, n. 111, p. 9-14, 2015.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. A mudança técnica e o processo de diferenciação dos sistemas de produção pesqueira do Litoral do Paraná, Brasil. **Desenvolvimento e Meio ambiente.** v. 8, p. 43-58, 2003.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. **Sistemas técnicos de pesca e suas dinâmicas de transformação no Estado do Paraná, Brasil.** Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 242 f. 1999.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; Chaves, P. T.; Santos, C.; LIBERATI, S. A. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Paraná. In: ISAAC, V. N.; HAIMOVICI, M.; MARTINS, S. A. e ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. (Org). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais.** Belém: Universidade Federal do Pará, 186 p., 2006.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; NATIVIDADE, C. D., BRANDINI, F. P.; TEIXEIRA, R. A. Local hydrography and fishing drive life cycle strategies and population dynamics of the sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in a coastal subtropical environment in Brazil. **Hydrobiologia.** v. 771, n. 1, p. 207-225, 2016.

ASSIS, R. C. F. Maturação sexual de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (Mollusca – Bivalvia). **Universitas,** v. 34, p. 77-92, 1985.

BARBOSA, P. C. C. **Estudo do ciclo reprodutivo de *Mytella charruana* d'Orbigny, 1846, (Bivalvia: Mytilidae) num trecho do setor mesohalino da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Estadual do Paraná, 49 f., 2010.

BARBOSA, P. C. C.; TAVARES, Y. A. G.; LAURINDO, J. E. **Estudo do ciclo reprodutivo de *Mytella falcata* (D'orbigny, 1846) (Bivalvia: Mytilidae) num trecho do setor mesohalino da Baía De Paranaguá, Paraná, Brasil.** In: Livro de resumos do XXII Congresso Brasileiro de Malacologia, p. 338, 2011.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R. **Aquicultura, uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo.** Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais. Curitiba, 2003. 128 p.

BRASIL. Decreto nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. nº 122, Seção 1, p. 1-3, 2009.

CALDEIRA, G. A.; DOMINGUES, D.; ABSHER, T. M. **Diagnóstico sócio-econômico e caracterização dos parques ostreícolas das populações tradicionais do Complexo Estuarino de Paranaguá – Paraná: subsídios para o gerenciamento da atividade.** In: Resumos I Congresso Brasileiro de Oceanografia, p. 275, 2004.

CASTILHO, G. G. A certificação sanitária – um instrumento para o desenvolvimento da ostreicultura paranaense. Curitiba, **Revista GIA**. v. 1, n. 1, p. 18-19, mar. 2006.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G. **Ecologia da ostra do mangue *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) em manguezais da baía de Guaratuba-PR**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal do Paraná, 118 f., 2012.

CASTILHO-WESTPHAL, G. G.; DAL PONT, G.; HORODESKY, A.; OSTRENSKY, A. Comunidades ribeirinhas extrativistas e a exploração de bancos de ostras do mangue *Crassostrea* sp., na Baía de Guaratuba - Paraná, litoral sul do Brasil. **Biosciense Journal**, v. 30, p. 912-923, 2014.

CASTILLA, J. C.; DEFEO, O. Latin-American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 11, n. 1, p. 1-30, 2001.

CEUTA, L.O.; BOEHS, G. Parasitos do marisco-do-mangue, *Mytella guyanensis* (Bivalvia: Mytilidae), na Baía de Camamu, Bahia. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 421-427, 2012.

CHRISTO, S. W.; ABSHER, T. M. **Ciclo reprodutivo de *Mytella guyanensis* e *Mytella charruana* (Bivalvia: Mytilidae), na Baía de Paranaguá, Paraná**. In: Anais do IX Congresso Latinoamericano sobre Ciências del Mar. Isla San André, 2001.

CHRISTO, S. W.; IVACHUK, C. S.; VERONESE, F. C.; FERREIRA-JR, A. L.; ABSHER, T. M. Descrição alimentar e estágio de maturação de *Crassostrea brasiliiana* comercializadas no Mercado Municipal de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 2, p. 1-9, 2015.

CHRISTO, S.W. **Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero Crassostrea (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil): um subsídio ao cultivo**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, 146 f., 2006.

CHRISTO, S.W.; ABSHER, T.M. Reproductive period of *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828) and *Crassostrea brasiliiana* (Lamark, 1819) (Bivalvia: ostreidae) in Guaratuba bay, Paraná. **Brazilian Journal of Coastal Research**, p. 1215-1218, 2006.

DEPINÉ, P.; OKA FIORI, C. Análise ambiental da área do sambaqui do Guaraguaçu, município de Pontal do Paraná, litoral do estado do Paraná, Brasil. **Revista RA'EGA**. Curitiba: Editora UFPR, n. 9, p. 107-122, 2005.

DIAS NETO, J. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Brasília: IBAMA, 2^a ed., 242 p., 2010.

DIEGUES, A. C. S. (Org.) **Enciclopédia Caiçara: O Olhar do Pesquisador**. São Paulo: Editora HUCITEC. NUPAUB/USP, v. 1, 382 p., 2004.

DIEGUES, A. C. S. (Org.) **Povos e Mares: Leituras em Sócio-Antropologia Marítima**. São Paulo: NUPAUB/USP, 138 p., 1995.

FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i2727e.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2020.

FRANCESCHI, F.; CASTILHO, G. G.; OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Variação da concentração de bactérias fecais na carne de ostras do mangue, (*Crassostrea rhizophorae*) Guilding, 1828, coletadas em bancos naturais da Baía de Guaratuba, PR. **Revista Higiene Alimentar**, v. 23, p. 168-169, 2009.

FREITAS, S. T.; PAMPLIN, P. A. Z.; LEGAT, J.; FOGAÇA, F. H. S.; BARROS, R. F. M. Conhecimento

tradicional das marisqueiras de Barra Grande, área de proteção ambiental do delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Ambiente e Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 91-112, 2012.

Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa do Agronegócio e Meio Ambiente (FUNDEPAG). **Projeto de Monitoramento Pesqueiro no litoral do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://propesq-pr.fundepag.br>. Acesso em: 10 mai. 2020.

FUZETTI, L. A pesca na Ilha do Mel (Paraná - Brasil): **Pescadores, atividades e recursos pesqueiros**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Paraná, 120 f., 2007.

GERNET, M. V.; BIRCKOLZ, C. J. Fauna malacológica em dois sambaquis do litoral do Estado do Paraná, Brasil. Universidade Federal do Paraná. **Revista Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 39-49, 2011.

Gomes, I. D. Chaves, P. T. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. **Bioikos**, v. 20, p. 9-13, 2006.

GONÇALVES, I. C. M. **Análise reprodutiva da ostra nativa (*Crassostrea sp.*) na Ilha do Teixeira, Baía de Paranaguá, PR**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Estadual do Paraná, 17 f., 2011.

GONÇALVES, I. C. M.; TAVARES, Y. A. G. **Análise dos índices de condição e rendimento da ostra nativa *Crassostrea sp.* (Sacco, 1897) e a qualidade ambiental na Ilha do Teixeira, Baía de Paranaguá, PR**. In: Livro de resumos do XXII Congresso Brasileiro de Malacologia, 2011.

GRUPO INTEGRADO DE AQUICULTURA E ESTUDOS AMBIENTAIS (GIA). **Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura (PLDM's)**. vol. 2. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 509 p., 2011.

GRUPO INTEGRADO DE AQUICULTURA E ESTUDOS AMBIENTAIS (GIA). **Projeto de Maricultura de Ostras no Complexo Lagamar-SP e Baía de Guaratuba –PR: Desenvolvimento de bases tecnológicas, ecológicas e mercadológicas**. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais - UFPR, 63 p., 2009.

HOSTIN, L.M. Influência de cultivos de ostras *Crassostrea* (Sacco, 1897) nas comunidades macrobênticas de um canal de maré da Baía de Guaratuba, Paraná. (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Paraná, 76 f., 2003.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ (IAP). **Estudo técnico: Projeto Criação do Parque Estadual Ilha das Cobras**. Curitiba, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Coordenação de População e Indicadores Sociais: População estimada**. Brasil: Ministério da Economia, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/>. Acesso em: 13 mai. 2020.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - ICMBIO/MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**: v. 1, 1^a ed. Brasília. 492 p., 2018.

JANKOWSKY, M.; MENDONÇA, J. T.; MORRONI, D. Monitoramento Pesqueiro no litoral do Paraná. In: TULLIO, L. (Org.). **Fronteiras para a Sustentabilidade**, p. 41-55, 2019.

LANA, P. C.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay. **Ecological Studies**, v. 44, p. 131-145, 2001.

LAURINDO, J. E. **Aspectos ecológicos sobre *Mytella falcata* d'Orbigny, 1846 (Bivalvia: Mytilidae)**

num trecho do setor mesohalino da baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Estadual do Paraná, 19 f., 2012.

LAURINDO, J. E. Aspectos socioeconômicos dos pescadores artesanais e coletores de mariscos do Rio Embogaçú, Paranaguá, Paraná. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Gestão Ambiental) – Instituto Federal do Paraná, 36 f., 2016.

LAURINDO, J. E.; TAVARES, Y. A. G. Aspectos ecológicos sobre *Mytella falcata* (Bivalvia: Mytilidae) em um trecho mesohalino da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. In: Resumos do XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, 2011.

LEGAT, A. P. Anestesia e hidratação experimental e laboratório de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae). Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, 112 f., 2017.

MENDONÇA, J. T.; LUCENA, A. C.; MUEHLMANN, L. D.; MEDEIROS, R. P. Socioeconomia da pesca no litoral do estado do Paraná (Brasil) no período de 2005 a 2015. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 140-157, 2017.

MONTANHINI NETO, R. Influência de variáveis ambientais sobre o desenvolvimento de ostras *Crassostrea* (Sacco, 1897) na Baía de Guaratuba, Brasil. Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, 56 f., 2011.

NARCHI, W. Ciclo anual da gametogênese de *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Bivalvia). **Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo**, v. 1, p. 331-350, 1976.

NATIVIDADE, C. D. Estrutura populacional e distribuição do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) (Decapoda: Penaeidae) no Litoral do Paraná, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade Federal do Paraná, 76 f., 2006.

NATIVIDADE, C. D.; Robert, R.; HOFART, C. E. Avaliação preliminar da macrofauna de invertebrados bentônicos capturada pela pesca de arrasto do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 (Crustacea, Decapoda), na plataforma continental rasa do estado do Paraná, Brasil. In: Anais do XI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. 2005.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Abordagem etnoecológica da coleta de moluscos no litoral Paraibano. **Tropical Oceanography**, v. 32, p. 53-68, 2004.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Mollusc gathering in Northeast Brazil: na ethnoecological approach. **Human Ecology**, v. 34, p. 133-145, 2006.

NOGUEIRA, E.M.S.; FREITAS, L.M. Distribuição e aspectos biológicos de *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (Bivalvia-Lucinidae) na Lagoa Mundaú-Alagoas-Brasil. **Tropical Oceanography**, vol. 30, n. 1, p. 7-14, 2002.

PARELLADA, C. I.; GOTTAZI NETO, A. Inventário de sambaquis do litoral do Paraná. **Arquivos do Museu Paranaense**, n. 7, p. 1-42, 1993.

PEZZUTO, P. R.; ECHTERNACHT, A. M. Avaliação de impactos da construção da via expressa SC-SUL sobre o berbigão *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) (Mollusca: Pelecypoda) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (Florianópolis, SC - Brasil). **Revista Atlântica**, v. 21, p. 105-119, 1999.

PEZZUTO, P. R.; SCHIO, C.; ALMEIDA, T. C. M. Efficiency and selectivity of the *Anomalocardia brasiliiana* (Mollusca: Veneridae) hand dredge used in Southern Brazil. **Journal of the Marine**

Biological Association of the United Kingdom, v. 90, p. 145-146, 2010.

PEZZUTO, P. R.; Souza, D. S. A pesca e o manejo do berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*) (Bivalvia: Veneridae) na Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, SC, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 34, p. 169-189, 2015.

POWER, A. J.; NUNEZ, J.; MITCHELL, M.; WALKER, R. L.; STURMER, L. Reproductive pattern of the blood ark *Anadara ovalis* from the northeast coast of Florida. **Journal of Shellfish Research**, v. 23, p. 173-178, 2004.

RIBAS, L. C. C. (Org.) **A Reserva extrativista marinha de Pirajubaé: sujeitos, memórias e saberes etnobiológicos**. Publicação do Instituto Federal de Santa Catarina, 168 p., 2014.

Robert, R.; BORZONE, C. A.; NATIVIDADE, C. D. Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, p. 237-246, 2007.

ROCHA, L. M.; PINKERTON, E. Comanagement of clams in Brazil: a framework to advance comparison. **Ecology and Society**, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2015.

RONDINELLI, S. F.; BARROS, F. Evaluating shellfish gathering (*Lucina pectinata*) in a tropical mangrove system. **Journal of Sea Research**, v. 64, p. 401–407, 2010.

SANTANA, L. M. B. M.; ROCHA-BARREIRA, C. A. Rainfall seasonal variation effect on the reproductive cycle of the bivalve *Phacoides pectinatus* from semiarid coast of Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 51, p. 84-95, 2018.

Schwarz JR, R.; Franco, A. C. P.; SPACH, H. L.; Santos, C.; PICHLER, H. A.; QUEIROZ, G. M. L. N. Variação da estrutura espacial da ictiofauna demersal capturada com rede de arrasto de porta na Baía dos Pinheiros, PR. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 33, p. 157-169, 2007.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA (Governo do Estado do Paraná). **Paraná Mar e Costa – Subsídios ao Ordenamento das Áreas Estuarina e Costeira do Paraná**. Curitiba, 2006. 144 p.

SILVA, A. C. P.; TAVARES, Y. A. G. **Aspectos socioeconômicos da pesca de moluscos bivalves na baía de Paranaguá, litoral do Paraná**. In: Resumos do IV Encontro de Malacologia do Paraná, 2019.

SOUTO, F. J. B.; MARTINS, V. S. Conhecimentos etnoecológicos na mariscagem de moluscos bivalves no Manguezal do Distrito de Acupe, Santo Amaro – BA. **Revista Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 207-218. 2009.

Souza, R. M. **Moluscos Bivalves Comestíveis do Canal de Santa Cruz em Pernambuco: mariscagem, manejo, comercialização e métodos de conservação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, [s.l.], 1999.

STAKOWIAN, N. **Description of morphological, reproductive and physiological aspects of the angel wing bivalve *Cyrtopleura costata* (Pholadidae) in a subtropical estuary of Brazil**. (Dissertação de Mestrado) Universidade Estadual do Paraná, 89 f., 2020.

TAVARES, Y. A. G.; LAURINDO, J. E. BARBOSA, P. C. C. **Bases econômicas para o conhecimento do potencial extrativista sobre o “bacucu” *Mytella falcată* d’Orbigny, 1846 na Baía de Paranaguá, Litoral do Paraná**. In: Anais do I Simpósio Integrado sobre Logística Portuária e Meio Ambiente. p. 24, 2009.

VELLA, M. F. **Aspectos reprodutivos da ostra nativa *Crassostrea sp.* Sacco, 1897 (Bivalvia:**

Ostreidae) num trecho do setor mesohalino da Baía de Paranaguá, Paraná - Brasil. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Estadual do Paraná, 44 f., 2010.

VELLA, M. F.; TAVARES, Y. A. G. Aspectos reprodutivos da ostra nativa *Crassostrea* sp. Sacco, 1897 (Bivalvia: Ostreidae) cultivada no setor mesohalino da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. /n: Livro de Resumos XXII Encontro Brasileiro de Malacologia, 2011.

CAPÍTULO 4

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

Data de aceite: 01/03/2021

Yara Aparecida Garcia Tavares

Universidade Estadual do Paraná *Campus*
Paranaguá, Colegiado de Ciências Biológicas
Paranaguá – PR
<http://lattes.cnpq.br/3178953616298297>

Natalie Petrovna Semanovschii

Universidade Estadual do Paraná *Campus*
Paranaguá, Curso de Ciências Biológicas.
Paranaguá – PR
<http://lattes.cnpq.br/9634618738715611>

Pablo Damian Borges Guilherme

Universidade Estadual do Paraná *Campus*
Paranaguá, Colegiado de Ciências Biológicas
Paranaguá – PR
<http://lattes.cnpq.br/2689507681780757>

Carlos Alberto Borzone

Universidade Federal do Paraná, Centro de
Estudos do Mar.
Pontal do PR – PR
<http://lattes.cnpq.br/2197966244886819>

Claudio Dybas Natividade

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba, Centro de Referência em
Pesca e Navegação Marítima
Cabedelo – PB
<http://lattes.cnpq.br/1779243886195105>

RESUMO: A fauna acompanhante (equinodermos) da pesca do camarão “sete-barbas” foi avaliada ao longo da plataforma interna rasa do Estado do Paraná. De agosto 2004 a julho 2005 foram realizados arrastos mensais (15' de duração) em 5

setores (6, 9, 12 e 15m) com embarcações providas de redes de portas duplas. Os equinodermos foram triados do *bycatch*, fixados (formalina 10%), conservados a seco e identificados e então analisados a riqueza e constância de táxons, abundância total e específica, frequência relativa e distribuição espaço-temporal. Dos seis táxons de equinodermos registrados no *bycatch* a maioria das frequências de ocorrência não foram associadas a uma participação numérica relevante e apresentaram distinções espaciais e temporais. As exceções foram *Mellita quinquiesperforata* e *Astropecten marginatus* que predominaram particularmente nos setores centro-sul do litoral (início do verão e fim do inverno respectivamente) cujas abundâncias e *status* de vulnerabilidade foram bastante distintos.

PALAVRAS-CHAVE: Fauna acompanhante, invertebrados bentônicos, *Xiphopenaeus kroyeri*, espécies ameaçadas, recursos vivos

BYCATCH ECHINODERMS OF SEABOB SHRIMP TRAWL FISHERIES FROM PARANÁ STATE COASTLINE

ABSTRACT: Bycatch fauna of echinoderms of seabob shrimp fishery was evaluated along the internal shallow platform from the State of Paraná. From August 2004 to July 2005 monthly trawls were carried out (15' period) in 5 radials perpendicular to the coast and in depths of 6, 9, 12 and 15m in each radial, with fishing vessels provided with doubled-ended trawl nets. The echinoderms were separated, sorted and identified. Subsequently the diversity and consistency of taxons were analyzed, as well as, the total and specific abundance, relative frequency and the temporal-spacial distribution. From the six taxons of echinoderms registered in the bycatch, most of the frequencies of occurrence were not associated to a relevant

numeric participation and presented temporal-spatial distinctions. The exceptions were *Mellita quinquesperforata* and *Astropecten marginatus* which predominated particularly in coastal central-southern sectors (beginning of summer and end of winter respectively) whose abundances and vulnerability status were rather distinct.

KEYWORDS: Bycatch, benthic invertebrates, *Xiphopenaeus kroyeri*, threatened species, living resources

1 | INTRODUÇÃO

O grupo Echinodermata e suas centenas de táxons viventes tem destaque junto às comunidades bênticas de ambientes costeiros e de mar profundo. Em regiões tropicais, temperadas e polares ocupam diversos nichos ecológicos, graças a sua dominância numérica, expressiva biomassa e produção secundária relevante (BLICHER *et al.*, 2007; Branco *et al.*, 2015; HAY, 1984; HENDLER *et al.*, 1995; REX *et al.*, 2006; TAVARES, 1996; TAVARES, 2004).

No entanto o conhecimento sobre o grupo como aspectos bioecológicos e fisiológicos, avaliações sobre a exploração comercial e demais ameaças junto aos estoques naturais ainda têm abrangência restrita, com baixa veiculação e extremamente pulverizados (LANA *et al.*, 1996; TAVARES *et al.*, no prelo).

Assim como outros invertebrados aquáticos os equinodermos compõem uma parcela significativa da biota mais vulnerável à ação antrópica. A pesca arrasteira de peneídeos (*Xiphopenaeus kroyeri*, *Litopenaeus schmitti*, *Penaeus paulensis* e *P. brasiliensis*) constitui uma ameaça preocupante, particularmente no ambiente nerítico bentônico, já que representa uma atividade de grande importância econômica em volume e valor (MMA, 2018). O caráter predatório se configura pela captura e rejeito de parte da fauna acompanhante, também conhecida como *bycatch*, afeta substancialmente a riqueza e a biomassa de distintos grupos zoológicos (Graça-Lopes *et al.*, 2002 a e b; NATIVIDADE, 2005; NATIVIDADE *et al.*, 2005; Robert *et al.*, 2007; PINHEIRO e MARTINS *et al.*, 2018)

Diversas abordagens sobre a fauna acompanhante de camarões enfatizam assembleias de peixes juvenis ou grupos de menor valor comercial como os realizados na costa nordestina (Santos, 2000; TISCHER e Santos, 2001; Santos *et al.*, 2008) e regiões sudeste (COELHO *et al.*, 1986; PAIVA-FILHO e SCHMIEGELOW, 1986; Graça-Lopes *et al.*, 2002 a e b; PINHEIRO e MARTINS *et al.*, 2018) e sul brasileira (VIANNA e ALMEIDA, 2005; Branco e Verani, 2006; Gomes e Chaves, 2006; Schwarz *et al.*, 2007; BERNARDES *et al.*, 2011). Dentre os invertebrados os crustáceos são os mais comumente avaliados (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2002; Graça-Lopes *et al.*, 2002 a e b; Branco e FRACASSO, 2004; KEUNECKE *et al.*, 2007; Robert *et al.*, 2007), bem como a malacofauna (VIANNA *et al.*, 1998; Graça-Lopes *et al.*, 2002b) e ainda a cnidofauna (NAGATA *et al.*, 2009), com raros dados disponíveis sobre os equinodermos (Graça-Lopes *et al.*, 2002b Branco *et al.*, 2015) (Fig. 1 A-D).



Figura 1. A pesca do camarão sete-barbas no litoral paranaense: embarcações arrasteiras de camarão durante pescaria (A-B); grupos zoológicos presentes na descarga da pesca (peneídeos e bycatch) (C) e equinodermos capturados no bycatch (D). Fotos: Cláudio Natividade.

No sul do país, especificamente para a região costeira do Paraná, a pesca de pequena escala tem sido importante fonte de renda da população residente. Há pelo menos dois séculos ela é voltada principalmente para o camarão sete-barbas (*X. kroyeri*) e em menor importância para o camarão branco (*L. schmitti*). A atividade é efetuada por meio de barcos providos de redes de arrasto que capturam também uma grande quantidade de organismos bentônicos (ANDRIGUETTO-FILHO, 2002; NATIVIDADE, 2005; NATIVIDADE *et al.*, 2005; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2006; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2016).

Com o objetivo de avaliar parte da macrofauna rejeitada nesta atividade artesanal, o presente trabalho buscou identificar, de modo inédito, a equinodermatofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas *X. kroyeri* ao longo da costa paranaense. Além disso são apresentadas informações sobre riqueza, constância, abundância total e específica, frequência relativa e distribuição espaço-temporal na área abrangida por estas pescarias.

2 | METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O litoral paranaense situa-se na porção oriental do Estado, a partir da Serra do

Mar, constituindo a região denominada planície costeira. Possui cerca de 107km de extensão com forma retilínea e orientação NNE-SSO, limitada ao norte, pelo Canal do Rio Varadouro – Vila Ararapira ($25^{\circ}12'30''S$ e $48^{\circ}01'15''O$) e ao sul, pela barra do Rio Saí-Guaçu ($25^{\circ}58'37''S$ e $48^{\circ}35'26''O$). No trecho ao norte, a linha de costa é recortada pela desembocadura da Baía de Paranaguá e ao sul pela Baía de Guaratuba. Os únicos trechos contínuos reduzem-se a três setores: a) ao norte da Baía de Paranaguá (Planície da Praia de Superagui); b) entre as baías (Planície de Praia de Leste); c) e ao sul da Baía de Guaratuba (Planície da Praia do Saí) (ANGULO e ARAÚJO, 1996; LANA, 2001).

O clima regional é quente e úmido (Cfa) e a temperatura média anual é de $21,1^{\circ}C$ atingindo no mês mais quente uma média de $24,9^{\circ}C$ e no mais frio $17,0^{\circ}C$ (VANHONI e MENDONÇA, 2008; ALVARES *et al.*, 2013). A estação chuvosa típica ocorre entre a primavera e o final do verão, com precipitações três vezes maiores do que na estação seca (outono e inverno). O tipo de maré é semi-diurno, os ventos mais frequentes são os de NE ($4m/s$) com ventos de tempestades (SE) podendo chegar a $25m/s$. O sistema de correntes marinhas é fortemente direcionado de S-N (ANGULO e ARAÚJO, 1996; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2016).

A plataforma continental interna (área de abrangência da pesca de arrasto do camarão sete-barbas) é bastante homogênea quanto a seu ambiente físico. Sua feição estende-se da linha de praia até 40-50m de profundidade e é recoberta por areias finas quartzosas e bem selecionadas. Nas áreas mais rasas, os depósitos de sedimentos finos são oriundos dos estuários das baías de Paranaguá e Guaratuba. No setor central a presença do canal da Galheta divide o delta de desembocadura da Baía de Paranaguá no sentido L-O e age como uma barreira de sedimentos (LESSA *et al.*, 2000; NOERNBERG, 2001; ANDRIGUETTO-FILHO *et al.*, 2016; MIHÁLY e ANGULO, 2017).

2.2 Amostragens e Procedimentos

De agosto de 2004 a julho de 2005 foi avaliada a fauna de equinodermos presentes no descarte da pesca artesanal de *X. kroyeri* ao longo da plataforma continental rasa do estado do Paraná. Um trecho desta região (aproximadamente $60km^2$) foi amostrado a partir de 5 radiais ou transversais perpendiculares (setores) à linha de costa (A-E) distanciados 15km entre si. (Fig. 2)

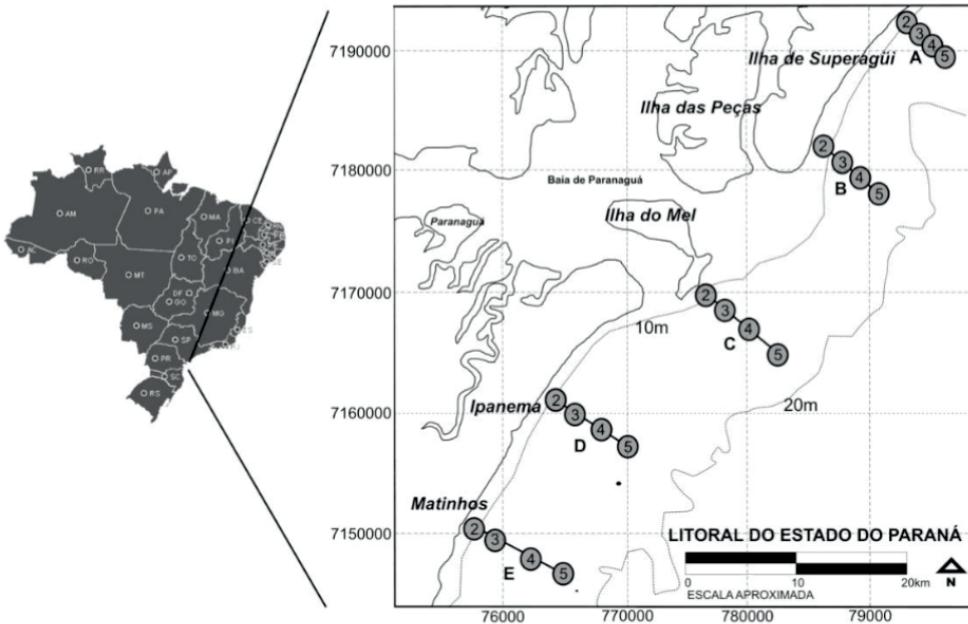


Figura 2. Representação do litoral paranaense com a indicação da área de estudo e respectivas siglas das radiais (2-5) e setores (A-E) dos pontos de amostragem junto à linha de costa. Fonte: Natividade *et al.* (2005).

As amostragens dos peneídeos e sua fauna acompanhante foram realizados por arrastos de 15' de duração e em profundidades de 6, 9, 12 e 15m. As embarcações típicas da frota artesanal utilizam redes de fundo com portas tracionadas do tipo "bote" com 7m de comprimento, motor de 45 Hp, tangones e duas redes de portas (100cm x 60cm e 27kg cada) comercial e guincho. As redes, específicas para a captura do camarão sete-barbas possuíam cada uma 7m de abertura entre as mangas, 1,6m de boca, malha de 24 mm na manga e 20mm no ensacador (NATIVIDADE, 2005).

Todo o material biológico capturado foi acondicionado e conservado resfriado até seu processamento no laboratório de Ecologia de Praias Arenosas (Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná: CEM-UFPR). Os espécimes foram fixados (formalina 10%), conservados posteriormente a seco e identificados até o menor nível taxonômico possível (TOMMASI, 1966; TOMMASI, 1970; HENDLER *et al.*, 1995) e então contabilizados (Fig. 3 A-D)

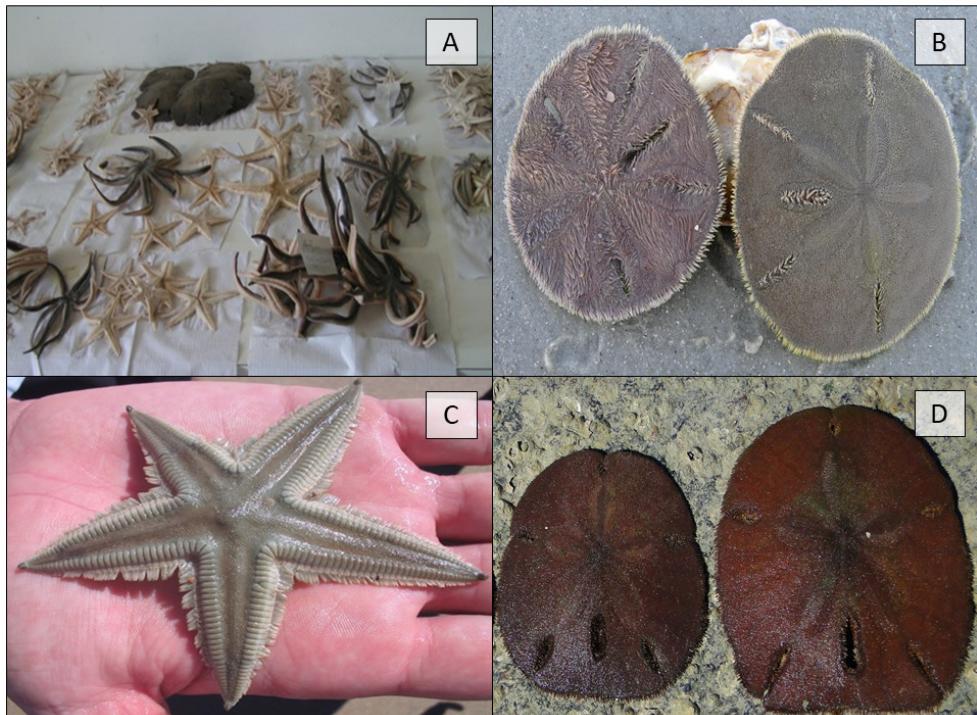


Figura 3. Equinodermos presentes na costa paranaense: organismos secos após triagem do bycatch do camarão sete-barbas (A) e exemplares de *Mellita quinquiesperforata* (B), *Astropecten marginatus* (C) e *Encope emarginata* (D). Fotos: Pablo Guilherme, Guilherme Silvério e Yara Tavares.

A riqueza simples foi expressa pelo número total de táxons. A abundância (número de indivíduos) e a biomassa (peso expresso em kg) da equinodermatofauna em relação à pesca do peneídeo e o total do rejeito foram avaliadas mensalmente. A frequência de ocorrência anual das espécies por setor amostrado foi categorizada segundo a escala de Dajoz (1983): *constantes*, quando presentes em mais de 50% das amostras; *acessórias*, entre 25 e 50% e *acidentais*, em menos de 25%. A frequência relativa e a abundância específica foram analisadas por setor e mês.

Possíveis padrões espaço-temporais da equinodermatofauna foram avaliados utilizando-se uma análise de variância por testes de permutação (PERMANOVA) baseado nos índices de dissimilaridade de Bray-Curtis e aplicada para testar semelhanças na posição centróide “nos grupos” e “entre os grupos” (espécies, setores, profundidade e mês). A seguir uma análise de coordenadas principais (PCOA) foi aplicada para reconhecer distinções entre fatores da PERMANOVA e representada graficamente com o pacote “ggplot2” utilizando as funções *adonis2* e *betadisper* (pacote “vegan” para a linguagem de programação R) (R Core Team, 2019). Os padrões temporais das espécies numericamente expressivas foram ajustadas a modelos lineares generalizados (GLM) para detecção de padrões de dispersão entre os setores e profundidades.

3 | RESULTADOS

Ao longo de 12 meses foram capturados 318.699 peneídeos (793.121,0kg) e um rejeito total de 24.975 organismos (330.000,1kg) (detalhes em Natividade *et al.*, 2005). Deste foram contabilizados 13.152 espécimes (78.497,0kg) de equinodermos com uma riqueza total de seis táxons pertencentes as classes Asteroidea (*Astropecten brasiliensis*, *A. marginatus* e *Luidia senegalensis*), Echinoidea (*Encope emarginata* e *Mellita quinquiesperforata*) e Holothuroidea (Holothuroidea indeterminado). O descarte representou 7,3% de todos os organismos pescados e 29,4% da biomassa. A equinodermatofauna por sua vez expressou numericamente 52,7% e 23,8% do peso deste rejeito (Fig.4 A-B).

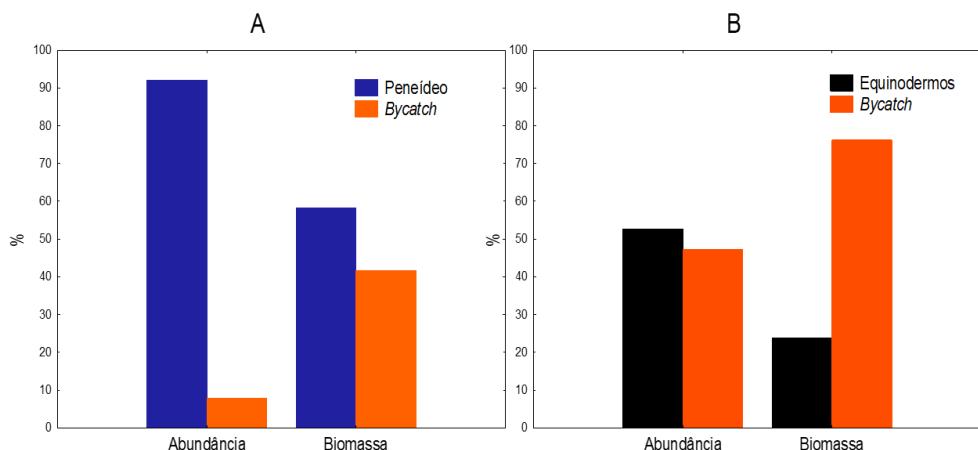


Figura 4. Frequência relativa da abundância e biomassa de peneídeos, bycatch e fauna de equinodermos provenientes da pesca de *Xyphopenaeus kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005). Comparações entre o total de peneídeos e bycatch (A) e entre bycatch e equinodermos (B).

A abundância de equinodermos oscilou entre 38 (abril 2004) e 5.135 (setembro 2004). A biomassa apresentou flutuações entre 381,8 (abril 2005) e 26.830,9Kg (setembro 2004) (Fig. 5 A-B).

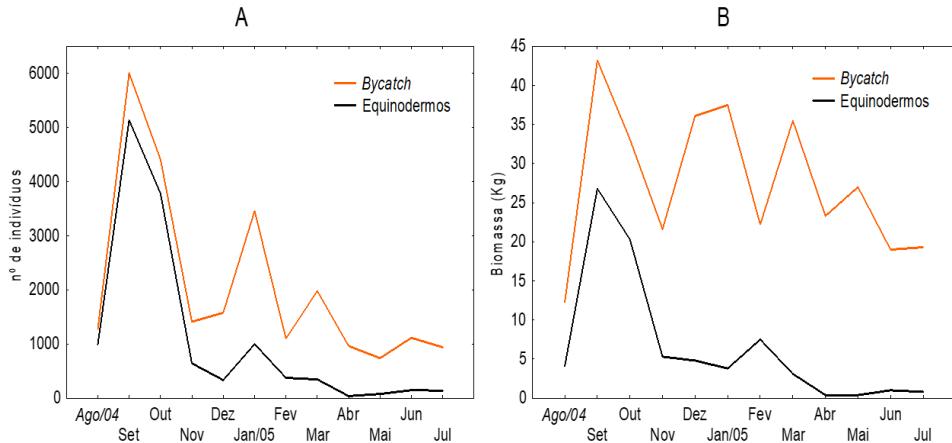


Figura 5. Oscilação mensal da fauna de equinodermos e o bycatch provenientes da pesca de *Xyphopenaeus kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005). Número total de indivíduos (A) e biomassa total (B).

De modo geral o rejeito destes organismos foi expressivo apenas nos meses de agosto e outubro 2004 e janeiro 2005 tanto em número (cerca de 10.500 indivíduos) quanto em biomassa (36.500kg) contribuindo com respectivamente 80% e 60% do total dessas capturas (Fig. 6 A-B).

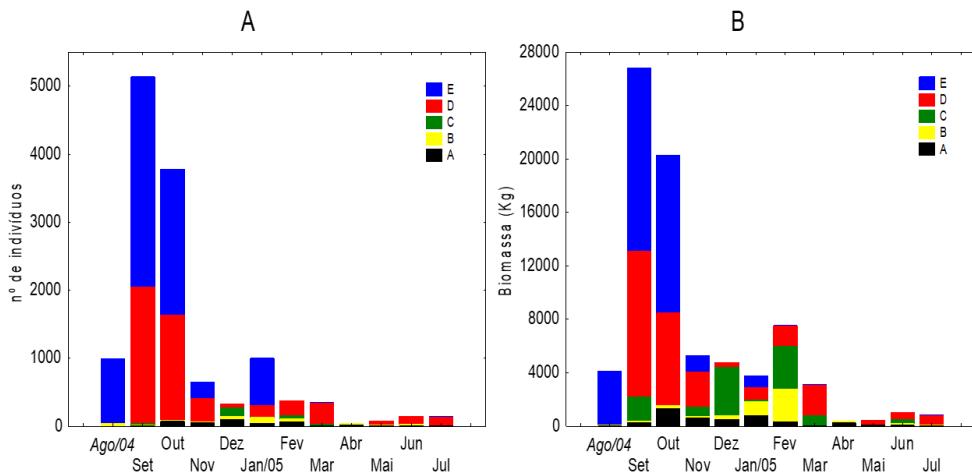


Figura 6. Oscilação mensal da fauna de equinodermos nos setores (A-E) amostrados da área de pesca de *Xyphopenaeus kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005). Número total de indivíduos (A) e biomassa total (B).

Os setores mais ao sul da área das pescarias (D e E) foram os que apresentaram as maiores abundâncias de equinodermos com respectivamente 4.966 e 7.120 (92,9%) e biomassa de 27.096Kg e 31.864Kg (75,1%). Nos trechos centro-norte (A, B e C) foram capturados menos de 1.000 exemplares com biomassa equivalente a 19.536,0Kg.

A. marginatus, *M. quinquesperforata* e *L. senegalensis* foram os únicos táxons presentes em todos os setores (Tabela 1). *A. marginatus* foi a única espécie categorizada como constante (exclusivamente para o setor B). As demais ocorrências foram acessórias ou acidentais dependendo do setor.

M. quinquesperforata foi a espécie numericamente dominante e responsável pelas maiores abundâncias e frequências relativas observadas nos setores D (n=3.283; 64,1%) e E (n=7.085; 99,5%) seguida por *A. marginatus* no setor D (n=1.828; 35,7%). Estas duas espécies constituíram praticamente a totalidade dos equinodermos capturados (98,2%) em todo o período amostral. *E. emarginata* aparece como a terceira espécie mais abundante somente em C (n=122; 50,6%) e as demais espécies apresentaram valores extremamente pontuais e representadas por poucos indivíduos.

Táxon/Setor	A	B	C	D	E
Classe Asteroidea					
Ordem Paxillosida Perrier, 1884					
Família Luidiidae Sladen, 1889					
<i>Luidia senegalensis</i> (Lamarck, 1816)	36 (9,5) ++	17 (5,7) ++	12 (5,0) +	6 (0,1) +	5 (0,07) +
Família Astropectinidae Gray, 1840					
<i>Astropecten marginatus</i> Gray, 1840	313 (83,0) ++	253 (85,1) +++	9 (3,7) + 1 (0,4) +	1828 (35,7) ++ -	26 (0,4) ++ 3 (0,04) +
<i>Astropecten brasiliensis</i> Müller & Troschel, 1842	-	-			
Classe Echinoidea					
Ordem Clypeasteroida A. Agassiz, 1872					
Família Mellitidae Stefanini, 1911					
<i>Encope emarginata</i> (Leske, 1778)	-	25 (8,4) + +	122 (50,6) ++	-	1 (0,01) +
<i>Mellita quinquesperforata</i> (Leske, 1778)	28 (7,5) + +	2 (0,7) + +	96 (39,8) + +	3283 (64,1) ++	7085 (99,5) ++
Classe Holothuroidea					
Holothuroidea indeterminado					
	-	-	1 (0,4) +	-	-

Tabela 1 – Táxons identificados, abundância total (negrito) por radial, frequência relativa (parênteses) e categorias de ocorrência dos equinodermos do bycatch de *Xyphopenaeus kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005. Categorias de ocorrência: (+) acidental, (++) acessória e (+++) constante.

A abundância dos equinodermos foi distinta entre os setores e profundidades (*Pseudo F*_{4,142}=2,59; *p* = 0,0003), sem evidenciar diferenças ao longo do tempo (*Pseudo F*_{11,142}=0,76; *p* = 0,92) (Figs. 7 e 8).

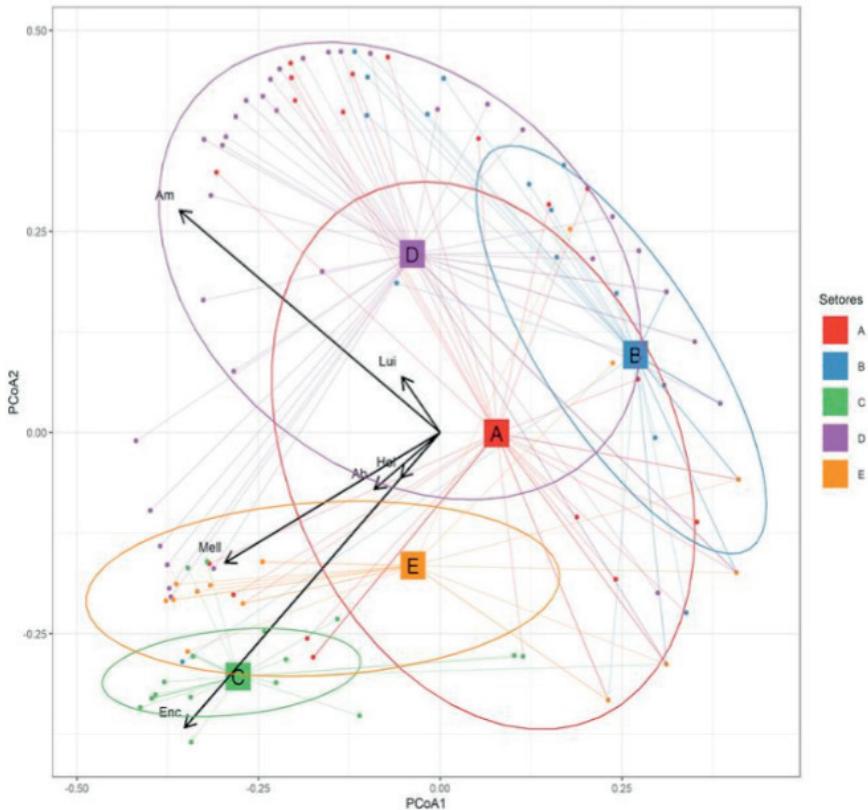


Figura 7. Resultados das análises de coordenadas principais para a distribuição da fauna de equinodermos por setor na área de pesca de *Xyphopenaeus kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005).

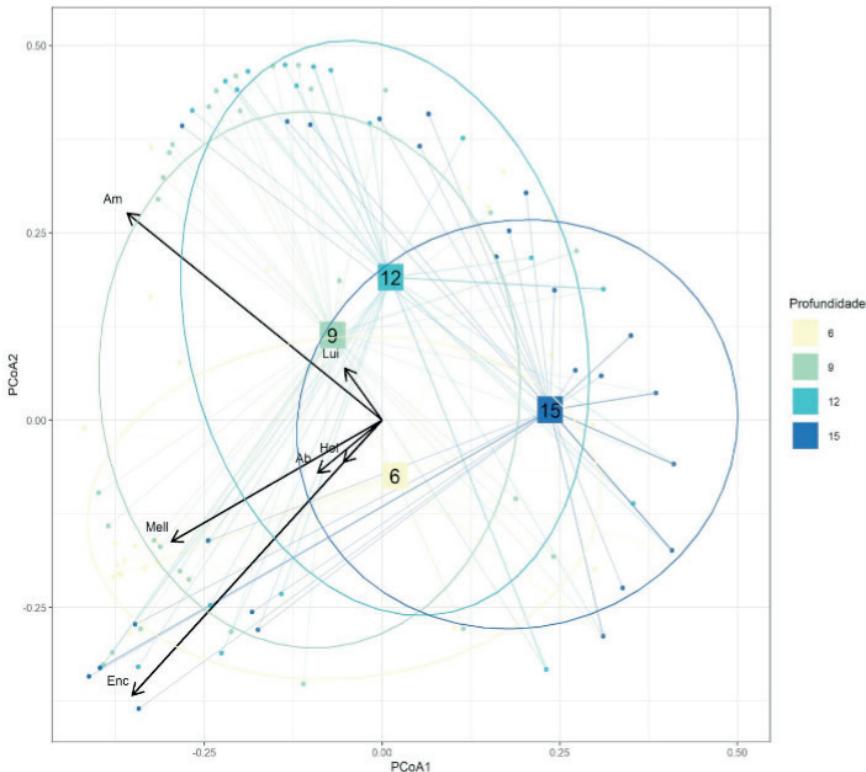


Figura 8. Resultados das análises de coordenadas principais para a distribuição da fauna de equinodermos por profundidade na área de pesca de *Xyphopenaeus. kroyeri* no litoral do Paraná (agosto de 2004 a julho de 2005).

A. marginatus variou numericamente entre os setores, apresentando no máximo 300 indivíduos nos setores A e B e chegando a 2.000 indivíduos em D (ANOVA: $F_4 = 8,59$; $p < 0,05$). *M. quinquiesperforata* esteve presente entre C e E com elevadas expressões numéricas (3.300 a 7.000 indivíduos) nos últimos setores - D e E (ANOVA $F_4 = 8,91$; $p < 0,05$). *E. emarginata* apresentou abundância menores que 35 indivíduos para B e C, enquanto que *L. senegalensis* embora presente em todos os setores apresentou valores inferiores a 15 exemplares, com destaque para A e B. *A. brasiliensis* e o holoturóide indeterminado foram ocasionais (1 a 2 indivíduos) nos setores amostrados (B, C e E).

M. quinquiesperforata apresentou uma distribuição restrita aos 6m com bruscas reduções aos 9m enquanto a *A. marginatus* e *L. senegalensis* ocorreram predominantemente aos 9m. *E. emarginata* esteve presente entre 9 e 15m e os escassos registros de *A. brasiliensis* e do holoturóide indeterminado estiveram distribuídos apenas em profundidades de 12 e 15m.

4 | DISCUSSÃO

No Brasil o conhecimento sobre os equinodermos capturados no *bycatch* de

peneídeos ainda é incipiente. No sudeste (Graça-Lopes *et al.*, 2002b) o grupo foi tratado como de menor relevância e agrupado juntamente aos demais invertebrados; no litoral catarinense (Branco *et al.*, 2015) foi verificada uma elevada riqueza contemplando praticamente o dobro (11 táxons) dos itens registrados nas capturas accidentais no Paraná.

Bueno (2015) registrou para o litoral paranaense (que constitui parte do Embaixamento Sul Brasileiro ecorregião Sudeste) um total de 65 táxons de equinodermos. Pelo menos duas dezenas deste inventário ocorrem a menos de 40 m na plataforma interna rasa, área onde coincidentemente ocorre a pesca artesanal (NATIVIDADE, 2005; BUENO *et al.*, 2018).

Nos ambientes de fundos rasos e constituídos por substratos arenosos Bueno (2015) destaca a presença dos equinoides irregulares *Mellita quinquiesperforata* e *Encope emarginata* além de cinco espécies de asteroídes (*Astropecten articulatus*, *A. brasiliensis*, *A. marginatus*, *Luidia senegalensis* e *Diplasterias brandti*). Estas últimas apresentam padrões de distribuição ao longo do infralitoral arenoso da plataforma interna rasa (5 e 15m) o que caracteriza ocorrências espaciais e batimétricas mais restritas e, portanto, as tornam suscetíveis às capturas accidentais.

Segundo Severino-Rodrigues *et al.* (2002) diversos fatores ambientais como temperatura, salinidade e tipo de substrato podem interferir na distribuição e abundância dos organismos bentônicos. A elevada abundância de *M. quinquiesperforata* (na zona de arrebentação adjacente à planície costeira de Praia de Leste) revela um modo de distribuição espacial altamente agregado e confirma o habitat ocupado por suas populações na costa paranaense e demais trechos do país (BORZONE, 1997; BORZONE, 1999; TAVARES, 1996; TAVARES e BORZONE, 1998; TAVARES e BORZONE, 2006; DIAS, 2014). As ocorrências de *A. marginatus* estiveram associadas aos locais de menor influência do aporte de finos (oriundos das desembocaduras das baías de Paranaguá e Guaratuba) e confirmam a preferência do gênero por sedimentos arenosos de granulometria fina (VENTURA *et al.*, 1997; FREEMAN *et al.*, 2001; SILVÉRIO *et al.*, 2008; PELAES, 2008).

Adicionalmente os padrões de distribuição temporal observados para este asteroide reafirmam o hábito migratório das populações de *Astropecten* (em direção costa afora) frente ao aumento do hidrodinamismo ambiental, em particular nos meses mais frios do ano. Além disso justificam-se também pelos comportamentos relativos ao hábito alimentar e a dinâmica reprodutiva das espécies do gênero (MOURA, 1999; FREEMAN *et al.*, 2001; SILVÉRIO *et al.*, 2008; GUILHERME e ROSA, 2014). Deslocamentos sazonais também foram mencionados por Borzone e Souza (1997) e Borzone (1999) para as densas agregações (bancos) de *M. quinquiesperforata* que se afastam da zona de arrebentação nos meses de inverno e primavera. Tal comportamento é confirmado pelas elevadas abundâncias deste equinodermos em particular nas radiais C e D. Inúmeros relatos de pescadores sobre a presença maciça desta espécie, no trecho centro-sul da costa paranaense são indicadas como prejudiciais aos arrastos com consequente redução das capturas dos peneídeos (Borzone, com. pess).

Para a maioria dos táxons os padrões de ocorrência não estiveram associados a uma participação numérica relevante, ainda que apresentassem mudanças espaciais e temporais. Exceções foram observadas para *A. marginatus* e *M. quinquiesperforata* que predominaram entre o fim do inverno e início do verão.

As métricas utilizadas na avaliação dos grupos zoológicos afetados pelo *bycatch* são baseadas em análises qualitativas como dados de presença/ausência. Estes, pouco elucidam a estruturação dessas comunidades e não revela a importância relativa de cada espécie numa dada biota avaliada (MELO, 2008). Para os equinodermos relacionados a despesca, tais métricas comparativas se tornam essenciais para uma efetiva valoração dos riscos a que o grupo está condicionado.

De acordo com Branco *et al.* (2015), a elevada frequência de ocorrência de uma espécie poderia indicar a sanidade deste estoque na região, sem considerar o número de indivíduos capturados. Esse argumento pode induzir a interpretações errôneas a respeito do estado de risco das comunidades bentônicas minimizando as pressões seletivas sobre as abundâncias de uma população amostrada.

Os equinodermos foram adicionados nas Listas Nacionais das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçados de Extinção somente a partir de 2004, quando foram listadas 19 espécies ameaçadas ou sobreexplotadas (MMA, 2008) e mais recentemente este número foi elevado para 40 (MMA, 2018). Dentre estes, os asteroïdes são ainda o principal alvo das capturas indiscriminadas ou comercializadas ilegalmente (aquariofilia, zooartesanato e/ou uso religioso) o que vem contribuindo para o *status* de espécies ameaçadas no grupo (TAVARES *et al.*, no prelo). Ao longo da costa brasileira gêneros como *Luidia* e *Astropecten* se encontram em direta associação com as pescarias de peneídeos: *L. senegalensis* (PI-SC), *A. brasiliensis* (PB-SC) e *A. marginatus* (CE-RS). No litoral paranaense *A. marginatus* constitui tradicionalmente parte relevante da biomassa rejeitada nas pescarias artesanais (MOURA, 1999; BRAZ *et al.*, 2006; SILVÉRIO *et al.*, 2008; BUENO *et al.*, 2018).

No presente estudo destaca-se mais uma vez o caráter impactante das “redes de arrasto” particularmente para organismos poucos vágéis como os equinodermos, cujos padrões de organização espacial de suas populações encontram-se relacionados ao ambiente costeiro também compartilhado pela pesca deste peneídeo (Branco *et al.*, 2015; SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2002b).

Ressalta-se, com preocupação, que a participação numérica *A. marginatus* e seu modo de distribuição espacial determinaram o *status* do táxon com provável (ou passivo) risco de extinção local (TAVARES, com. pess.). No final da década de 1990, Moura (1999) já havia relatado oscilações mensais na quantidade do asteróide junto à fauna acompanhante dos peneídeos. Observações pessoais de Y. A. G. Tavares e C. B. Metri para os últimos 10 anos e relatos recentes de pescadores da região confirmam o desaparecimento das populações desta espécie nas pescarias nos municípios de Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba.

Diferentes estratégias de vida (investimentos somático e reprodutivo, sobrevida larval, taxas de assentamento e recrutamento, entre outros) parecem modular a manutenção dos estoques populacionais dos equinodermos *A. marginatus* e *M. quinquesperforata*, cujas abundâncias e *status* de vulnerabilidade demonstram grandes distinções (MOURA, 1999; BORZONE, 1999; TAVARES, 1996; TAVARES e BORZONE, 1998; TAVARES e BORZONE, 2006; TAVARES *et al.*, no prelo).

Um dos principais entraves para uma exploração sustentável dos recursos

pesqueiros na costa brasileira é a carência de dados oficiais da pesca artesanal, comprometendo substancialmente o manejo, a gestão efetiva sustentável e levando a uma exploração totalmente predatória (SEVERINO-RODRIGUES *et al.*, 2002; DIAS-NETO, 2011; NASCIMENTO, 2018).

Os resultados do presente estudo indicam a necessidade do desenvolvimento de ações conservacionistas regionais e planos de monitoramento continuado e integrado das comunidades bênticas acompanhantes da pesca do camarão a curto prazo, num esforço concentrado para a redução das ameaças e/ou recuperação das populações deste importante segmento da biota marinha. Principalmente na década atual denominada pela Organização das Nações Unidas como a “década dos oceanos” quando há necessidade de discutir e implementar a cultura oceânica, visando o incentivo às premissas do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. Sistemas técnicos de pesca no litoral do Paraná: caracterização e tipificação. In: RAYNAUT, C.; ZANONI, M.; LANA, P. C.; FLORIANI, D.; FERREIRA, A. D. D. ADRIGUETO-FILHO, J. M. (Eds.). **Desenvolvimento e meio ambiente:** em busca da interdisciplinaridade. Curitiba: Editora UFPR, 2002. p. 213-233.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; CHAVES, P. T.; SANTOS, C.; LIBERATI, S. A. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Paraná. In: ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETO-FILHO, J. M. (Eds.). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI:** recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais. Belém: Editora UFPB, 2006. p. 117-140.

ANDRIGUETTO-FILHO, J. M.; NATIVIDADE, C. D. da., BRANDINI, F. P.; TEIXEIRA, R. de A. Local hydrography and fishing drive life cycle strategies and population dynamics of the sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in a coastal subtropical environment in Brazil. *Hydrobiologia*, v. 771, n. 1, p. 207-225, 2016.

ANGULO, R. J.; ARAÚJO, A. D de. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 44, p. 7-17, 1996.

BERNARDES JR, J.J., RODRIGUES FILHO, J. L., Branco, J. O; Verani, J. R. Spatiotemporal variations of the ichthyoфаuna structure accompanying the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae) fishery, in important fisheries areas of the Santa Catarina shore, Brazil. *Zoologia*, v. 28, p. 151-164, 2011.

BLICHER, M. E.; RYSGAARD, S.; SEJR, M. K. Growth and production of sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in a high-Arctic fjord, and growth along a climatic gradient (64 to 77 N). *Marine Ecology Progress Series*, v. 341, p. 89-102, 2007.

BORZONE, Carlos Alberto (Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar). Conversa com a Mestre Yara Ap. G. Tavares (Universidade Federal do Paraná, Centro de Estudos do Mar) 05 mar. 2004.

BORZONE, C. A.; SOUZA, J. R. B. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, v. 3, p. 197-212, 1997.

BORZONE, C. A. Influence of *Mellita quinquesperforata* beds on the structure of subtidal benthic communities of sandy beaches. In: EUROPEAN CONFERENCE ON ECHINODERMS, 5, 1998. Milão, Itália. **Proceedings** [...] Milão, Itália: Balkema, Rotterdam, 1999. p. 433-438.

Branco, J. O.; FREITAS-JÚNIOR, F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 2, 2015.

Branco, J. O.; FRACASSO, H. A. Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller (Crustacea, Decapoda), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 2, p. 95-301, 2004.

Branco, J. O.; Verani, J. R. Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 381-391, 2006.

BRAZ, B. L.; TAVARES, Y. A. G.; BORZONE, C. A.; HOFART, C. E.; NATIVIDADE, C. D. Equinodermatofauna acompanhante da pesca de arrasto do camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do PR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 21, 2006, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: UEL, 2006.

BUENO, M. L. **Biodiversidade dos Echinodermata na porção sul do Embaixamento Sul Brasileiro**. 2015. Tese (Doutorado em Biodiversidade Animal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

BUENO, M. L.; ALITTO, R. A. S.; GUILHERME, P. D. B.; DI-DOMENICO, M; BORGES, M. Guia ilustrado dos Echinodermata da porção sul do Embaixamento Sul Brasileiro. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 2, n. 2, p. 169-237, 2018.

COELHO, J. A. P., PUZZI, A., Graça-Lopes, R., RODRIGUES, E. S.; PIETRO JR, O. Análise da rejeição de peixes na pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 13, p. 51-61, 1986.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. 4. ed. Editora Vozes, 1983.

DIAS, I. C. C. M. **Influência da morfodinâmica praial na distribuição e variações morfométricas de *Mellita quinquesperforata* Leske, 1778 no litoral do Estado do Ceará**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

DIAS-NETO. J. **Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil**. IBAMA, Brasília/DF, 2011.

FREEMAN, S. M.; RICHARDSON, C. A.; SEED, R. Seasonal abundance, spatial distribution, spawning and growth of *Astropecten irregularis* (Echinodermata: Asteroidea). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 53, n. 1, p. 39-49, 2001.

Gomes, I. D.; Chaves, P. T. Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. **Bioikos**, v. 20, p. 9-13, 2006.

Graça-Lopes, R., TOMÁS, A. R. G., TUTUI, S. L. S., SEVERINO RODRIGUES, E.; PUZZI, A. Comparação da dinâmica de desembarques de frotas camaroeiras do Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, p. 163-171, 2002a.

Graça-Lopes, R.; PUZZI, A., SEVERINO-RODRIGUES, E.; BARTOLOTTO, A. S.; GUERRA, D. S. F; Figueiredo, K. T. B. Comparação entre a produção de camarão-sete-barbas e de fauna acompanhante pela frota-de-pequeno-ponte. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 2, p. 189-194, 2002b.

GUILHERME, P. D. B.; ROSA, L. C. Seasonal variation in body size and diet of the sea star *Astropecten marginatus* (Paxillosida, Astropectinidae) off coast of Paraná, Southern Brazil. **Revista de Biologia Tropical**, v. 62, n. 1, p. 73-83, 2014.

HAY, M. E. Patterns of fish and urchin grazing on Caribbean coral reefs: are previous results typical?. **Ecology**, v. 65, n. 2, p. 446-454, 1984.

HENDLER, G.; MILLER, J. E.; PAWSON, D. L.; KIER, P. M. 1995. Sea stars, sea urchins, and allies: echinoderms of Florida and the Caribbean. 1-390. **Smithsonian Institution Press**, p. 1-390, 1995.

KEUNECKE, K. A., VIANNA, M., FONSECA, D. B. F., D'INCAO, F. The pink-shrimp trawling bycatch in the northern coast of São Paulo, Brazil, with emphasis on crustaceans. **Nauplius**, v. 15, p. 49-55, 2007.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPEZ, R. M.; MACHADO, E. C. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: SEELIGER, U; KJERFVE, B. (Eds.). **Coastal marine ecosystems of Latin America**. Springer, 2001. p. 131-145.

LANA, P. C.; CAMARGO, M. G.; BROGIM, R. A.; ISAAC, V. J. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858 -1996). **FEMAR**, 1996.

LESSA, G. C. ANGULO, R. J.; GIANNINI, P. C. F.; ARAÚJO, A. D. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. **Marine Geology**, v. 165, n. 1-4, p. 87-108, 2000.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 0-0, 2008.

MIHÁLY, P.; ANGULO, R. J. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 2, p. 217-222, 2017.

MINISTERIO do Meio Ambiente. ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção:** Volume I, 1. ed. Brasília: 2018. 492 p.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Eds.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** 1. ed. Fundação Biodiversitas, 2008. 1420 p.

MORRISEY, D. J.; HOWITT, L.; UNDERWOOD, A. J.; STARK, J. Spatial variation in soft-sediment benthos. **Marine Ecology Progress**, n.81, p.197-204, 1992.

MOURA, R. S. de. **Dinâmica da reprodução e curva de crescimento de *Astropecten marginatus* Gray, 1840 (Echinodermata: Asteroidea) da fauna acompanhante dos arrastos de camarões provenientes do Balneário Shangri-lá, PR.** 1999. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

NAGATA, R. M.; HADDAD, M. A.; NOGUEIRA JR, M. The nuisance of medusae (Cnidaria, Medusozoa) to shrimp trawls in central part of southern Brazilian Bight, from the perspective of artisanal fishermen. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 4, n. 3, p. 312-325, 2009.

NASCIMENTO, G. C. C. **Conhecimento ecológico local e dinâmica da pesca artesanal do camarão marinho (Penaeidae): subsídios para a conservação.** 2018. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

NATIVIDADE, C. D. da.; Robert, R.; HOFART, C. E.; MIODELI, J. JR.; SCHWARS JR, R. STRENZEL,

G. M. H., ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. SPACH, H. L.; BORZONE, C. A. BRANDINI, F. P. Avaliação preliminar da macrofauna de invertebrados bentônicos capturada pela pesca de arrasto do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller 1862 (Crustacea, Decapoda), na plataforma continental rasa do estado do Paraná, Brasil. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE CIENCIAS DEL MAR, 11, 2005, Viña del Mar, Chile. **Anais** [...] Viña del Mar, Chile: 2005.

NATIVIDADE, C. D. **Estrutura populacional e distribuição do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri*, Heller (1862) no litoral do Paraná, Brasil.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NOERNBERG, M. A. **Porcessos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil. Um estudo a partir de dados in situ e LandSatTM.** 2001. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

PAIVA-FILHO, A. M.; SCHMIEGELOW, J. M. M. Estudo sobre a ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) nas proximidades da Baía de Santos – SP. I. Aspectos quantitativos. **Boletim do Instituto de Oceanografia**, v. 34, p. 79-85, 1986.

PELAES, M. A. L. **Composição, distribuição espacial e temporal das espécies de Echinodermata na plataforma rasa do sul da Bahia num trecho entre Itacaré e Canavieiras, Ilhéus – Bahia.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Santa Cruz, 2008.

PINHEIRO, H. T.; MARTINS, A. S. Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 2, p. 215-225, 2018.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 05 mar. 2019.

REX, M. A.; ETTER, R. J.; MORRIS, J. S.; CROUSE, J.; MCCLAIN, C. R., JOHNSON, N. A., STUART, C. T., DEMING, J. W., THIES, R., AVERY, R. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. **Marine Ecology Progress Series**, v. 317, p. 1-8, 2006.

Robert, R., BORZONE, C. A.; NATIVIDADE, C. D. Os camarões da fauna acompanhante na pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral do Paraná. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, p. 237-246, 2007.

Santos, M. C. F. Diversidade ecológica da ictiofauna acompanhante nas pescarias de camarões em Tamandaré (Pernambuco Brasil). **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 8, p. 7-26, 2000.

Santos, M. C. F., ALMEIDA, L.; SILVA, C. G. M. Avaliação quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante na pesca do camarão sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) no município de Caravelas (Bahia – Brasil). **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 16, p. 99-107, 2008.

Schwarz JR, R., Franco, A. C. P., SPACH, H. L., Santos, C., PICHLER, H. A.; QUEIROZ, G. M. L. N. Variação da estrutura espacial da ictiofauna demersal capturada com rede de arrasto de porta na Baía dos Pinheiros, PR. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, p. 157-169, 2007.

SEVERINO-RODRIGUES, E., GUERRA, D.S.F.; GRAÇA LOPES, R. Carcinofauna acompanhante da pesca dirigida ao camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) desembarcado na praia do Perequê Guarujá (SP). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, p. 33-48, 2002.

SILVÉRIO, G. J.; TAVARES, Y. A. G.; GUILHERME, P. D. B.; BORZONE, C. A; NATIVIDADE, C. D. Distribuição espaço-temporal de *Astropecten marginatus*, Gray 1840 (Echinodermata: Asteroidea) ao

longo do litoral do paraná. Congresso Brasileiro de Zoologia, 27, 2008, Curitiba. **Livro de resumos [...]**. Curitiba: Centro de convenções, 2008.

TAVARES, Y. A. G. Ecologia populacional de *Mellita quinquesperforata* Leske, 1778 (Echinodermata: Echinoidea: Clypeasteroida) em diferentes praias do litoral do Paraná, Brasil. 1996. (Dissertação de Mestrado) – **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 1996.

TAVARES, Y. A. G.; BORZONE, C. A. Reproductive cycle of *Mellita quinquesperforata* (Leske) (Echinodermata, Echinoidea) in two contrasting beach environments. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 573-580, 2006.

TAVARES, Y. A. G.; BORZONE, C. A. General features of population dynamics of the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) in southern Brazilian sandy beaches. In: INTERNATIONAL ECHINODERMS CONFERENCE, 9, San Francisco. **Proceedings [...]** San Francisco: A. A. Balkema, Rotterdam, 1998. p. 837-842.

TAVARES, Y. A. G.; SEMANOVSKI, N. P.; SANCHES, D; GONDIM, I. A. Espécies de Echinodermata ameaçadas de extinção: situação atual e lacunas do conhecimento, **Desenvolvimento e Meio Ambiente [2021?]**. No prelo.

TAVARES, Yara Ap. Garcia. **Espécies de echinodermata ameaçadas de extinção**: situação atual e lacunas do conhecimento. Palestra no III Simpósio Brasileiro de Echinodermata, Águas de Lindóia, 06 mar. 2020.

TISCHER, M.; Santos, M. C. F. Algumas considerações sobre a ictiofauna acompanhante da pesca de camarões na foz do rio São Francisco (Alagoas/Sergipe-Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 9, n. 1, p. 155-165, 2001.

TOMMASI, L. R. Lista dos Asteroides recentes do Brasil. **Contribuições do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, série Oceanografia Biológica**, v. 18, p 1-16, 1970.

TOMMASI, L. R. Lista dos equinóides recentes do Brasil. **Ibidem**, n. 11, p. 1-50, 1966.

VANHONI, F.; MENDONÇA, F. O clima do litoral do estado do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, 2008.

VENTURA, C. R. R.; FALCAO, A. P. C.; Santos, J. S.; FIORI, C. S. Reproductive cycle and feeding periodicity in the starfish *Astropecten brasiliensis* in the Cabo Frio upwelling ecosystem (Brazil). **Invertebrate Reproduction and Development**, v. 31, n. 1-3, p. 135-141, 1997.

VIANNA, M.; ALMEIDA, T. Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*). **Brazilian archives of biology and technology**, v. 48, p. 611-623, 2005.

VIANNA, M.; TOMÁS, A. R. G.; OSTINI, S. Análise da pesca de moluscos capturados como fauna acompanhante do camarão-rosa no litoral norte de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, 7, 1998, Ilhéus. **Anais [...]**. Ilhéus: 1998. p. 219–220.

CAPÍTULO 5

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

Data de aceite: 01/03/2021

José Francisco de Oliveira Neto

UNESPAR-Campus Paranaguá - Rua Comendador Correa Junior, 117 – Centro, CEP 83203-560 - Paranaguá – PR -Brazil
orcid.org/0000-0002-4986-2643

Anna Laura Bontorin Chaves

<https://orcid.org/0000-0002-3206-3917>

Thaís Barbosa

<https://orcid.org/0000-0003-4165-4046>

RESUMO: A amplificação da região d-loop de braquiúros tem se mostrado uma eficiente ferramenta para reconstruir as histórias evolucionárias de suas populações, principalmente por causa de suas altas taxas de evolução. Primers específicos foram desenhados para amplificar mais facilmente um segmento menor de DNA em uma mesma região homóloga, tornando possível as comparações intra e interespecíficas. Nós analisamos 125 sequências de 7 espécies de espécies de Brachyura. Após o processo de edição, as sequências homólogas variaram entre 336 a 345pb. Resultados satisfatórios foram obtidos para *Minuca mordax*, *Minuca vocator*, *Uca maracoani*, *M. thayeri* e *Goniopsis cruentata*, o que tornou possível inclusive análises de estruturação para quatro delas. Estas populações demonstraram alto fluxo gênico e alta diversidade genética. Apenas *Minuca mordax* apresentou evidência de estruturação genética, em sua população sulina.

PALAVRAS-CHAVE: Minuca, Goniopsis, Brasil, Foz do Amazonas

ABSTRACT: Amplification of the d-loop region of brachyurans has proven to be an efficient tool for reconstructing the evolutionary histories of their populations, mainly because of its high mutation rates. Specific primers were designed to amplify a smaller and more easily sequenced DNA segment in a region whose homology allows for more accurate comparisons among species. Different combination of primers was tested. We analyzed 125 d-loop sequences of seven species of Brachyuran species. After the edition process, homolog sequences varied in length between 336 and 345 pb. Satisfactory performances of the tested primers were obtained with *Minuca mordax*, *Minuca vocator*, *Uca maracoani*, *M. thayeri* and *Goniopsis cruentata*, which made it possible to perform population analyses. These populations showed high diversity and high gene flow. Only *Minuca mordax* showed a genetically distinct southern population.

KEYWORDS: Amazon River, *Minuca*, *Goniopsis*, Brazil.

1 | INTRODUÇÃO

A amplificação da região d-loop de braquiúros tem se mostrado uma eficiente ferramenta para a reconstrução das histórias evolutivas de suas populações, principalmente por causa de suas altas taxas de mutação. Essa região foi capaz de revelar a alta diversidade genética e o intenso fluxo gênico nas populações de *Ucides cordatus* e *Cardisoma guanhumi* ao longo da vasta costa brasileira (OLIVEIRA-NETO et al., 2007, 2008). Porém, esta é uma tarefa tão útil e informativa quanto desafiadora. Sua amplificação sempre dependeu de extrações de

DNA de excelente qualidade e parâmetros de amplificação muito precisos. Parte desse problema é a dificuldade em se encontrar regiões conservadas para o ancoragem de primers, e pelo fato de uma dessas regiões possuir características palindrômicas (o que pode fazer com que a DNA polimerase amplifique no sentido oposto ao pretendido da molécula de DNA, criando ruídos no sequenciamento e diminuição na concentração do produto de interesse). Por essa razão, os fragmentos produzidos são um pouco longos (1600 pb) e difíceis de amplificar (PIE *et al.* 2008; OLIVEIRA-NETO *et al.*, 2007).

Adicionalmente, as altas taxas de mutação, maiores do que o verificado para o facilmente amplificável Citocromo Oxidase I (utilizados por Martins, 2018), sempre foi o principal fator estimulante para que tais dificuldades fossem superadas. No entanto, o dloop é pouco conhecido para a maioria das espécies de Brachyura, e o mesmo padrão evolutivo revelado para *U. cordatus* e *C. guanhumi* pode não se repetir em outras espécies simpátricas de braquiúros.

Para solucionar estes problemas, primers específicos foram desenhados para amplificar um segmento menor de DNA, mais fácil de ser sequenciado, em uma região cuja homologia permita comparações mais precisas entre espécies, e tornando possível a avaliação deste marcador como ferramenta para análises populacionais. A pesquisa foi focada em 7 espécies de Brachyura, um grapsídeo e seis ocipodídeos antes agrupados no gênero *Uca*, mas recentemente divididos em mais gêneros por Shi *et al* (2016). As espécies escolhidas para teste foram *Uca maracoani*, *Minuca burgersi*, *Leptuca thayeri*, *Minuca rapax*, *Minuca mordax*, *Minuca vocator* e *Goniopsis cruentata*. A princípio, *Leptuca leptodactyla* foi testada também, mas foi abandonada após várias tentativas fracassadas.

Além do teste de novos primers, foram testadas três hipóteses, quando possível: a primeira é a de que a diversidade genética será alta para todas as espécies. A segunda é de que não haverá estruturação nessa diversidade genética entre as populações ao norte e ao sul das fozes dos Rios Amazonas e Tocantins (somente para *Minuca mordax* e *Goniopsis cruentata*). A terceira é de que não haverá indícios de quebra de fluxo gênico em qualquer ponto da costa brasileira para qualquer espécie estudada. Essas três hipóteses levam em conta as tendências gerais observadas para *U. cordatus* e *C. guanhumi*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de 8 espécies de Brachyura foram coletadas em diversos pontos da costa brasileira, tomando-se o cuidado para, sempre que possível, conseguir amostras de populações diferentes para cada espécie (Fig. 1). Foi possível conseguir amostras de duas espécies, *Uca mordax* e *Goniopsis cruentata*, ao norte da foz do Rio Amazonas, sendo possível testá-la como barreira. Os protocolos de conservação dos tecidos, extração de DNA, e amplificação do Dloop forma muito próximos aos de Oliveira-Neto *et al* (2007).

Em situações em que não houve amplificações suficientemente bem sucedidas, procurou-se testar mais de um método de extração. O primeiro método foi com o kit da Invitrogen Charge Swich. Nos casos em que não houve sucesso com estas extrações, testou-se o kit DNeasy da Qiagen, que seleciona especificamente os fragmentos maiores de DNA. Foram usadas amostras recém coletadas e congeladas, mas em um caso (*Minuca*

vocator) também amostras armazenadas em álcool por mais de 10 anos. Todos os pcrs que não resultaram em amplificação foram repetidos pelo menos três vezes.

aratu.r1	<i>G. cruentata</i>	Reverso interno	5-ttaattgggttatttaggag-3
aratu.r2	<i>G. cruentata</i>	Reverso interno	5-aatttactgaagttaaatgc-3
marac.r2	<i>U. maracoani</i>	Reverso interno	5-tcagttaaataattcgttgagg-3
marac.r1	<i>U. maracoani</i>	Reverso interno	5-ggttataaaatgtgtgag-3
12sucaf3	Todos	Forward externo	5'-ccagtanrcctactatgtacgactta t-3'
6-dlussa-f1	Todos	Forward interno	5'-gtataaccgcgaatgtggcac-3'
dl-uca-r1	<i>Minuca rapax</i> <i>Leptuca leptodactyla</i> <i>Minuca thayeri</i>	Reverso interno	5'-agagagaaggtagagcgg-3'

Quadro 1 -Lista de primers testados e utilizados, com suas respectivas sequências:

Alguns primers internos ao produto de PCR foram criados e testados (quadro 1). A combinação de primers escolhida para a amplificação do dloop foi uma combinação entre os primers 12sucaf3 com os reversos específicos internos arat-r1 (para *Gonipsis cruentata*), marac-r1 (para *U. maracoani*) ou dl-uca-r1 (Para *U. thayeri*, *U. burgersi*, *U. rapax* e *U. vocator*), mas para este último primer, o PCR deve também ter sido feito com ele (quadro 1).

A combinação utilizada para amplificação do dloop de *Minuca mordax* foi 12sucaf3 com lleucar 3, e neste caso o sequenciamento foi feito com o mesmo primer reverso do PCR. Para o sequenciamento de todos as fitas forward, foi usado o primer dl-uca-f1. Os fragmentos sequenciados resultantes incluem 112 bp do gene 12S gene e aproximadamente 400 bp do d-loop (varia de acordo com indels e a localização do primer reverso). Os parâmetros para o sequenciamento e as concentrações dos reagentes. Sequences were aligned using Clustal W (THOMPSON *et al.* 1994), as implemented in BioEdit (HALL, 1999).

Para amplificações de sequências menores de D-loop, nós usamos as seguintes concentrações de 12,5 μ l de PCR : 3 mM de MgCl₂, 0.10 mM de cada dNTP, 0.1 U/ μ l de Taq polymerase, 1X buffer, 2 mM de cada primer, e 1.0 ng / μ l de DNA total da espécie alvo. Condições de temociclagem incluíram uma denaturação inicial a 95 °C por 2 min, seguido por 35 ciclos de 95 °C por 20 s, 56 °C por 30 s, e 72 °C for 60 s, e uma extensão final a 72 °C de 2 min. Uma alíquota de 2 μ l de cada produto de PCR passou por eletroforese em gel de agarose de 1.5%, corados com brometo de etídio. Amplificações bem sucedidas foram amplificadas usando primers internos DL.USSA.F1 e primers reversos específicos. A rede de haplótipos foi feita utilizando GeoDis (POSADA *et al.* 2000) e ARLEQUIN 3.1 (EXCOFFIER *et al.* 2005).

Os primeiros 30 nucleotídeos correspondem ao final do gene 12S e é bem conservada entre as espécies de Brachyura. A região central do d-loop também é uma área conservada entre espécies. Essas duas regiões foram usadas para delimitar uma região homóloga entre as espécies, uma vez que outras regiões tem alta taxa de mutação e não alinhavam adequadamente.

Para as análises preliminares de estruturação na diversidade genética utilizou-se

estatística F. Procurou-se utilizar espécimes originários de pelo menos duas populações de regiões distintas da costa brasileira. Nós também usamos *Mismatch Distribution*. Este método consiste em comparar todos os pares possíveis de haplótipos de uma dada amostra, produzindo um padrão de frequências em número de diferenças de pares de bases que permite algumas inferências. Essas inferências incluem populações resultante de fusão entre duas populações, se houve expansão ou se a população passou por gargalo.

3 I RESULTADOS

Nós produzimos e analisamos 125 sequências de d-loop de sete espécies d Brachyura. Após a escolha de regiões homólogas, a sequências ficaram com um tamanho entre 336 a 345 pb. Essas diferenças foram provocadas pelos muitos gaps que ocorrem nesse tipo de alinhamento. Houve grande diversidade nucleotídica e haplotípica. Exceto por algumas sequências de *Minuca rapax* e *Minuca vocator*, cada haplótipo apareceu somente uma vez.

3.1 Grau de dificuldade de amplificação

A amplificação do dloop foi mais fácil para *Goniopsis cruentata*, *Minuca mordax*, *M. vocator* e *Uca maracoani*, embora em alguns desses casos, primers adicionais foram desenhados ao longo do processo. *Goniopsis cruentata*, contou com 50 indivíduos coletados, dos quais 50% forneceram sequências de d-loop utilizáveis. *Minuca mordax* mostrou uma pequena diferença na região central conservada do dloop em relação às demais, o que foi suficiente para que o primer interno dlussar1 não funcionasse nesta espécie. *Minuca vocator* foi representada por um único conjunto de amostras de São Paulo, não tornando possível uma análise preliminar de estruturação genética na costa brasileira. No entanto, os 8 indivíduos testados amplificaram e foram seqüenciados com facilidade, mesmo estando conservados em álcool, fora da geladeira, por mais de 10 anos. Foram obtidas 32 sequências (de 45 indivíduos coletados). As sequências foram obtidas com primer reverso original lleucar R3 que produziram fragmentos de 1200pb. *Uca maracoani* mostrou grandes diferenças na região central conservada do d-loop, em relação às demais espécies estudadas, de forma que outro primer interno precisou ser desenhado.

As sequências de *Minuca burgersi*, *Uca thayeri* e *Minuca rapax* e *L. leptodactyla*, foram muito difíceis de serem obtidas. *Minuca burgersi* foi representada por amostras frescas e muitos recursos foram usados na obtenção de 14 sequências de um total de 40 amostras. *Uca thayeri* contou com apenas 16 sequências de um total de 40 amostras. *Minuca rapax* contou com 10 sequências bem sucedidas de um total de 31 indivíduos coletados, embora amostras frescas tenham sido usadas e a extração e os pcrs tenham sido repetidos pelo menos duas vezes. *Leptuca lepidodactyla* foi uma espécie que apresentou dificuldades imensas tanto na amplificação quanto no sequenciamento do dloop. Dos 40 indivíduos amostrados de duas populações diferentes, foram obtidas apenas duas sequências, e elas não possuíam boa qualidade.

Todas as populações de *G. cruentata* apresentaram alta diversidade haplotípica e nucleotídica (0.0355 ± 0.019) e não houve evidência forte de estruturação na diversidade genética (maior FST foi de 0,05, mas não significativo), mesmo quando as populações do

Amapá foram comparadas às de Santa Catarina, distantes mais de 4 mil quilômetros entre si, fornecendo um FST de -0.01. A média de diferenças entre sequências pareadas (Tau) foi de 14.

M. mordax apresentou grande diversidade haplotípica, grande diversidade nucleotídica (0.0634 ± 0.033) e falta de estruturação genética entre as populações do norte e nordeste ($FST=0.008$). Mas houve estruturação genética entre estas duas populações e a população sulina amostrada (0.15 e 0.17, ambos significativamente diferentes de 0). O valor de tau para o fragmento analisado foi igual a 17.

Uca maracoani apresentou grande diversidade haplotípica, grande diversidade nucleotídica (0.0427 ± 0.024) e falta de estruturação genética entre as populações do nordeste e sul ($Fst=0.04$, mas não significativo). O valor de tau do fragmento analisado foi de 18.

Uca thayeri também foi de difícil amplificação, com apenas 16 sequências de um total de 40 amostras. A diversidade nucleotídica foi de 0.031 ± 0.017 , um pouco mais baixa que as espécies anteriores. O valor de tau também foi baixo, em torno de 4,5. Não houve evidência de estruturação na diversidade genética entre as populações do nordeste e sul ($FST= -0.1$, não significativo)

A diversidade genética dessa espécie foi menor do que a esperada para esta espécie, que é abundante e com grande abrangência geográfica (apenas 0.0077 ± 0.0057). O valor de Tau para essa população foi de apenas 3. *Minuca rapax* foi de difícil amplificação. Dos 31 indivíduos coletados, obteve-se sequência de apenas 10, embora amostras frescas tenham sido usadas e a extração e os pcrs tenham sido repetidos pelo menos duas vezes.

A diversidade genética dessa espécie foi a maior dentre as espécies estudadas, com cada indivíduo exibindo um haplótipo distinto e com a diversidade nucleotídica de 0.085 ± 0.05 . O valor de Tau foi de 29, o maior valor encontrado dentre as espécies aqui estudadas. Não foram encontrados indícios de estruturação entre as populações do nordeste e as do sul do Brasil.

Minuca vocator, foi representada por um único conjunto de amostras de São Paulo, não tornando possível uma análise preliminar de estruturação genética na costa brasileira. No entanto, os 8 indivíduos testados amplificaram e foram seqüenciados com facilidade, mesmo estando conservados em álcool fora da geladeira por mais de 10 anos. Nesta amostra, a diversidade genética foi notavelmente baixa (0.0032 ± 0.0027), o que não é comum mesmo para uma amostra local. O valor de tau foi de apenas 2.

A amplificação com primers externos revelou um fragmento com quase 2000 pares de base, cerca de 300 pares de base a mais do que o mesmo fragmento nas demais espécies. Com esta falta de êxito após múltiplas extrações de DNA e múltiplos pcrs, as pesquisas sobre o dloop desta espécie foram abandonadas.

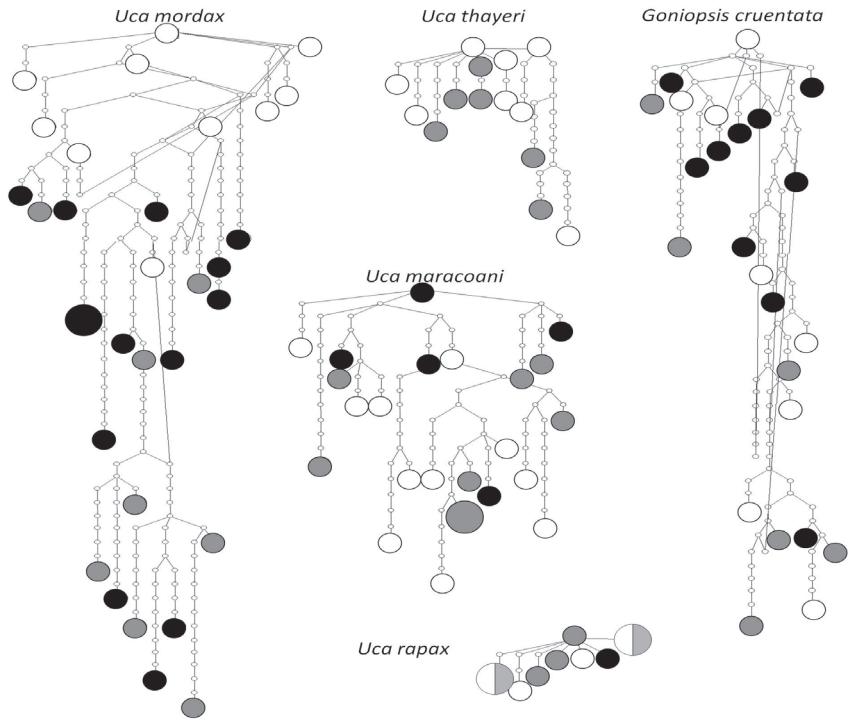


Figura 1 - Redes de haplótipos referente à 5 espécies de braquiúros da costa brasileira.
Amostras da região sul, nordeste e norte estão coloridas de branco, cinza e preto,
respectivamente. O diâmetro da circunferência é proporcional ao número de indivíduos.

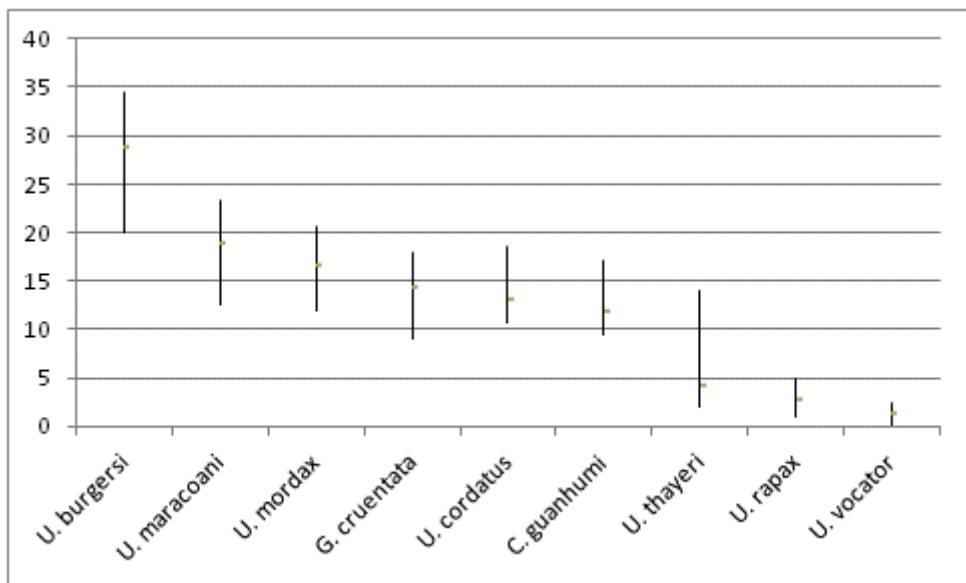


Figura 2 - Valores de τ obtidos da análise das sequências de sete 9 espécies de braquiúros
do litoral brasileiro.

4 | DISCUSSÃO

Minuca rapax, *Minuca burgersi*, e *Leptuca leptodactyla* foram espécies de amplificação muito difícil, embora ooop em ambos os casos contivessem a região central bem conservada. Mesmo com tão baixa taxa de sucesso, os experimentos ao menos demonstraram que a amplificação deste segmento é possível com estes primers, e novos ajustes podem ser tentados no futuro. Esse resultado contrasta com os obtidos por Martins (2017) que obteve êxito na extração e amplificação do COI de *Leptuca lepidodactyla*.

Melhor desempenho dos primers testados foram obtidos com os testes com *Minuca mordax*, *Uca maracoani*, *Uca thayeri*, *Minuca vocator* e *Goniopsis cruentata* o que tornou possível que análises populacionais fossem feitas.

A elevada diversidade genética para todas as populações de *Minuca mordax*, *Uca maracoani*, *Uca thayeri*, *Minuca burgersi* e *Goniopsis cruentata* foi um padrão muito semelhante ao encontrado para *U. cordatus* e *C. guanhumi* na costa brasileira. Comparando todas as espécies estudadas a partir dos 250 primeiros pares de base homólogos, percebeu-se que, embora sejam semelhantes em suas distribuições geográficas e em seus hábitos de vida estuarinos, os padrões evolutivos não foram iguais, evidenciado pelos valores diferenciados de *tau*. *Uca maracoani*, *Uca mordax* e *G. cruentata* demonstraram valores de *tau* semelhantes às já estudadas espécies *U. cordatus* e *C. guanhumi*, enquanto estes valores foram ainda maiores para *U. burgersi*. As razões para esta alta diversidade devem ser os mesmos para todas estas espécies. São populações enormes, que vem sofrendo processo de expansão e são muito conectadas através da migração de larvas pelágicas. Essa grande diversidade também expressa o grande tamanho efetivo dessas populações e seu longo tempo de evolução, o que propiciou o acúmulo de haplótipos ao longo dos milênios (THORSON, 1950; SLATKIN, 1985; STRATHMANN, 1985; PALUMBI, 2003; SIEGEL *et al.*, 2003). Portanto, a maioria da variabilidade genética destas populações é intrapopulacional (GOOCH *et al.*, 1972; GAINES *et al.*, 1974; MARTEL *et al.*, 2004). As larvas planctônicas com duração larval mais duradoura apresentam maior capacidade de dispersão e troca gênica, do que aquelas com desenvolvimento larval de curta duração (PALUMBI, 1994; BOHONAK 1999; MARKO 2004; DIAS *et al.* 2006; SHANKS, 2009).

A única população em que houve evidência de estruturação moderada na diversidade genética foi a população sulina de *M. mordax*, que diferiu das populações do norte e nordeste. *Minuca mordax* é uma espécie que vive em desembocaduras de rios e riachos, com águas oligohalinas, o que a torna muito distinta das demais espécies aqui estudadas. A estratégia reprodutiva de *Minuca mordax* é desconhecida, mas é razoável se supor que o percurso envolvendo mar aberto e águas oligohalinas podem limitar a exportação larval e consequentemente o fluxo gênico entre estuários distantes e que os estuários mais fechados do sul sejam mais apropriados para a retenção de larvas do que os estuários mais abertos do norte.

Exceto por uma população de *Minuca mordax*, não houve nenhuma evidência de estruturação na diversidade genética de qualquer uma das populações. Os padrões genéticos destas 6 espécies de braquiúros na costa brasileira revelaram que, mesmo quando as populações são analisadas separadamente, estas amostras contêm uma diversidade genética equivalente ou próxima a diversidade de todas as populações juntas.

Todas estas espécies utilizam, em graus variados, estratégias de exportação de larvas para mar aberto, tornando possível a troca de indivíduos entre estuários. Ao longo de várias gerações, uma mesma linhagem haplotípica pode chegar aos extremos das distribuições geográficas das espécies as quais pertencem, e este fenômeno acaba prevenindo estruturações geográficas na diversidade genética.

As fozes do Rio Amazonas e Tocantins já foram apontadas como possíveis barreiras geográficas para a dispersão de espécies marinhas, mas nenhuma evidência de que tenha atuado como tal foi encontrada para *U. mordax* e *G. cruentata*, as duas espécies que possuíam amostragens ao norte do Rio Amazonas. As populações de *Minuca mordax* vivem em águas oligohalinas, frequentemente turvas, e suas larvas são liberadas nessas condições em qualquer ponto de sua distribuição. Logo, as condições da foz do Rio Amazonas não representariam um grande desafio a sobrevivência das larvas. *Goniopsis cruentata* também não apresentou sinal de que suas populações estariam divididas pela foz do rio Amazonas. Este resultado é idêntico ao encontrado para *Ucides cordatus* na mesma região (OLIVEIRA-NETO, 2014).

Já *U. thayeri*, *U. rapax* e *U. vocator* evoluíram de forma significativamente diferentes das demais, o que pode se dever aos micro-habitats ocupados dentro dos estuários e às diferenças em suas características bionômicas, mas também pode estar associado à idade de suas populações. Elas apresentaram sequências muito semelhantes entre si, senão iguais, refletindo em valores baixos de diversidade nucleotídica e haplotípica. *U. rapax* é uma espécie abundante ao longo de toda a sua distribuição, mas sua baixa diversidade genética indica que ela passou por eventos de gargalo ou efeito fundador. Embora o número de amostras seja pequeno, é improvável que sequências quase idênticas fossem obtidas de 10 indivíduos coletados a milhares de quilômetros de distância. Da mesma forma, *U. vocator* só contou com 8 indivíduos analisados do sudeste do Brasil. Mesmo nessas condições, seria esperado que estas amostras locais contivessem alta diversidade genética, seguindo a hipótese de que este é o padrão geral para Brachyura. As possíveis explicações para esta baixa diversidade são as mesmas que aquelas apresentadas para *Minuca rapax*, mas há uma possibilidade adicional que não pode ser testada: de que as populações são fortemente estruturadas, resultando numa amostra local com baixa diversidade.

Não só as mudanças climáticas e mudanças no nível do mar, o que foi vivenciado por todas as espécies, mas também as diferenças de tamanho dos caranguejos e a idade de primeira maturação certamente interferiram para que esses padrões se formassem.

Eles contribuem na quantidade de descendentes e de novas mutações que podem ser adicionadas em cada geração. As diferenças nesses parâmetros variam muito entre espécies de braquiúros, e entre populações de uma mesma espécie sujeitas a diferentes condições de produtividade (COLPO & NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; CONDE *et al.* (2000)).

5 | CONCLUSÕES

Em síntese, a diversidade genética não apresentou padrão idêntico para todas

as espécies estudadas. Ela foi alta para todas as populações de *Minuca mordax*, *Uca maracoani*, *Minuca thayeri*, *Minuca burgersi* e *Goniopsis cruentata*, por conta de sua história de expansão populacional e ampla ocorrência geográfica. Mas foi baixa para as populações de *Uca rapax* e *Uca vocator* o que sugere gargalo, efeito fundador ou estruturação na diversidade genética. Com exceção da população sulina de *Minuca mordax*, não houve nenhum sinal de diferenciação na diversidade genética das demais espécies estudadas, nem mesmo as populações de *Goniopsis cruentata* e *Minuca mordax* que estão ao norte da foz do Rio Amazonas, resultado idêntico ao encontrado para *U. cordatus* (OLIVEIRA-NETO et al, 2016).

Os protocolos e primers propostos para *Uca maracoani*, *Uca mordax*, *U. vocator* e *G. cruentata* foram mais eficientes e promissores para uso de análises filogeográficas mais amplas. Já os protocolos propostos para *Leptuca leptodactyla*, *Minuca rapax* e *U. thayeri* não atingiram o sucesso esperado, embora a obtenção de algumas sequências mostre que a amplificação é possível nas condições testadas.

AGRADECIMENTOS

L. Fransozo pelo fornecimento de espécimes de *U. vocator*, M. W. Pil pelo fornecimento de espécimes de *U. maracoani* do Pará. Marcio Pie forneceu aconselhamento técnico. A Walter Boeger pelo auxílio laboratorial.

REFERÊNCIAS

- CASSONE, B.J.; BOULDING, E.G. 2006. Genetic structure and phylogeography of lined shore crab, *Pachygrapsus crassipes*, along the northeastern and western Pacific coast. *Marine Biology*, 149: 213–226.
- CUVELIERS, E. L.; VOLCKART, F.A.N.; RIJNSDORP, A. D.; LARMUSEAU, M.H.D. AND MAES, G. E. 2011. Temporal genetic stability and high population size despite fisheries induced life-history trait Evolution in the North Sea sole. *Mol. Ecol.*: 20-17
- DINIZ, F.M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; CINTRA, I.H.A. AND BENTZEN, P. 2005. The hypervariable domain of the mitochondrial control region in Atlantic spiny lobsters and its potential as a marker for investigating phylogeographic structuring. *Marine Biotechnology*, 7: 462–473.
- HAEMIG, P. D. 2013. The Amazon Barrier. *ECOLOGY. INFO*. Accessed in www.ecology.info in 17-01-2020.
- MAROCHI MZ, MASUNARI S, SCHUBART CD. 2017. Genetic and Morphological Differentiation of the Semiterrestrial Crab *Armases angustipes* (Brachyura: Sesarmidae) along the Brazilian Coast. *Biol Bull.* 2017 Feb;232(1):30-44. doi: 10.1086/691985.
- MAROCHI, M. Z.; MASUNARI, S. AND SCHUBART, C.D. 2017. Genetic and Morphological Differentiation of the Semiterrestrial Crab *Armases angustipes* (Brachyura: Sesarmidae) along the Brazilian Coast. *Biol Bull.*, 232(1):30-44. doi: 10.1086/691985.
- MARTINS, S. B. 2018. Estratégia reprodutiva e variabilidade morfológica e genética dos caranguejos chama-maré *Leptuca leptodactyla* (Rathbun, 1898) e *Minuca mordax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) ao longo da costa do Brasil

MARTINS, S. B.. Estratégia reprodutiva e variabilidade morfológica e genética dos caranguejos chama-maré *Leptuca leptodactyla* (Rathbun, 1898) e *Minuca mordax* (Smith, 1870) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) ao longo da costa do Brasil. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Zoologia-UFPR, 2018.

MCMILLEN-JACKSON A.L.AND BERT T.M. 2003. Disparate patterns of population genetic structure and population history in two sympatric penaeid shrimp species (*Farfantepenaeus aztecus* and *Litopenaeus setiferus*) in the eastern United States.

OLIVEIRA-NETO, J. F., BAGGIO, R. A., OSTRENSKY, A. CHAMMAS, M. A., BOEGER, W. A. 2014. Assessing the Genetic Diversity and Gene Flow of Populations of the Crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Brazilian Coast Using Microsatellite Markers. Journal of Crustacean Biology, 34 (1), 70–75, <https://doi.org/10.1163/1937240X-00002211>

OLIVEIRA-NETO, J. F., M. A. CHAMMAS, A. OSTRENSKY, AND W. A. BOEGER. 2008. Phylogeography of the blue land crab, *Cardisoma guanhumi* (Decapoda: Gecarcinidae) along the Brazilian coast. Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom 88: 1417-1423.

OLIVEIRA-NETO, J. F., M. R. PIE, W. A. BOEGER, A. OSTRENSKY, AND R. A. BAGGIO. 2007. Population genetics and evolutionary demography of *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae). Marine Ecology 28: 1-10.

OLIVEIRA-NETO, J. F.; BAGGIO, R. A.; OSTRENSKY, A.; CHAMMAS, M. A. AND BOEGER, W. A. Assessing the genetic university and gene flow of population of the crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Brazilian coast using microsatellite markers. Journal of Crustacean Biology, 34 (1), 70-75, 2014.

PALUMBI S.R. (2004) Marine reserves and ocean neighborhoods: the spatial scale of marine populations and their management. Annual Review of Environmental Resources, 29, 31–68.

SHIH, H.; PETER K. L.; DAVIE, J. F.; SCHUBART, C. D.; TÜRKAY, M.; NADERLOO R.; JONES, D. AND M. 2016. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensu lato and its subgenera. Raffles Bulletin Of Zoology, 64: 139–175.

SLATKIN M., HUDSON R.R. (1991) Pairwise comparisons of mitochondrial DNA sequences in stable and exponentially growing populations. Genetics, 129, 555–562.

WIEMAN, A.C., BERENDZEN, P.B., HAMPTON, K.R., JANG, J., HOPKINS, M.J., JURGENSON, MCNAMARA, J.C. & THURMAN, C.L. A panmictic fiddler crab from the coast of Brazil? Impact of divergent ocean currents and larval dispersal potential on genetic and morphological variation in *Uca maracoani*. Marine biology, 161(1):173-185, 2014.

WIEMAN, A.C.; BERENDZEN, P.B.; HAMPTON, K.R.; JANG, J.; HOPKINS, M.J., JURGENSON, MCNAMARA, J.C. AND THURMAN, C.L. 2014. A panmictic fiddler crab from the coast of Brazil? Impact of divergent ocean currents and larval dispersal potential on genetic and morphological variation in *Uca maracoani*. Marine biology, 161(1):173-185.

CAPÍTULO 6

PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS NA NUTRIÇÃO EM ALEVINOS DE PEIXES

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 01/02/2021

Kátia Kalko Schwarz

Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR

Campus de Paranaguá. Departamento de Ciências Biológicas, Bolsista DT-2 do CNPq.

Paranaguá-PR

<http://lattes.cnpq.br/5826818769951915>

Tathiana do Carmo Pereira Scarpim

Bióloga e egressa do Curso de Ciências Biológicas da UNESPAR Campus de Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/7850606254062168>

Wellington Luiz Ramos da Rocha

Biólogo e egresso do Curso de Ciências Biológicas da UNESPAR Campus de Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/7022530916338740>

RESUMO: Foram realizados estudos com alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) do probiótico com a levedura viva de *Saccharomyces cerevisiae* (Actisaf PWD®, 10 bilhões UFC) e do prebiótico mananoligossacarídeo (MOS - Safmanann®) no Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais da UNESPAR Campus de Paranaguá. Alguns destes estudos já foram publicados, porém o que se pretende é demonstrar estas sequências de experimentos realizados. Os peixes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizados, em tanques com aeração e monitoramento da qualidade da água, sendo para cada experimento com dosagens e tratamentos específicos de probiótico e MOS, avaliando o desempenho e a morfologia intestinal dos alevinos. Os resultados sugerem

que 0,2% da levedura foi significativo ($P < 0,01$ a 0,05) melhorando os índices de conversão alimentar, ganho em peso, comprimento de intestino, integridade na vilosidade intestinal, menor quantidade de células caliciformes e maior deposição de proteína na carcaça animal em relação aos tratamentos testemunhas. O MOS apresentou resultados semelhantes aos da levedura, e pode ser utilizado inclusive no processamento em rações extrusadas, sem prejuízos no desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho, levedura, mananoligossacarídeo, tilápia.

PROBIOTICS AND PREBIOTICS IN FISH FRY NUTRITION

ABSTRACT: One hundred Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings were carried out on the probiotic *Saccharomyces cerevisiae* live yeast (Actisaf PWD®, 10 billion UFC) and the mannan-oligosaccharide prebiotic (MOS - Safmanann®) at the Multidisciplinary Laboratory for Animal Studies at UNESPAR Campus de Paranaguá. Some of these studies have already been published, but the aim is to demonstrate these sequences of experiments carried out. The fish were distributed in a completely randomized design, in tanks with aeration and water quality monitoring, being for each experiment with specific dosages and treatments of probiotic and MOS, evaluating the performance and intestinal morphology of the fry. The results suggest that 0.2% of yeast was significant ($P < 0.01$ to 0.05), improving feed conversion rates, weight gain, intestine length, intestinal villus integrity, fewer goblet cells and greater protein deposition in the animal carcass in relation to the control treatments. The MOS showed results similar to those of yeast,

and can be used even in processing in extruded diets, without prejudice to the zootechnical performance of the tilapia fry.

KEYWORDS: Performance, yeast, mananoligosaccharide, tilapia.

1 | INTRODUÇÃO:

O Brasil o 4º maior produtor mundial de peixes cultivados, atingindo a marca de 758.006 toneladas em 2019, e a tilápia a espécie mais criada representando 57% desta produção, com aumento expressivo de 31% nos últimos seis anos, sendo o Paraná o maior produtor nacional deste peixe, com produção de 38%, aproximadamente 146.212 toneladas do total de tilápias produzidas no Brasil (Peixe BR, 2020).

Ao considerar a grande demanda pela carne de tilápia, uma importante fase em que ocorrem maiores índices de mortalidades é na larvicultura e alevinagem. De acordo com Resende (2016) os alevinos representam um custo de 5% da produção de forma direta, porém possa representar 90% do sucesso da atividade. O manejo destes animais necessitam de precisão quanto a qualidade da água, densidade de estocagem, alimentação e a nutrição, além de outros fatores como genética, uniformidade de lote, instalações e sanidade.

Com a alta concentração de peixes por área de lâmina d'água e ainda em metros cúbicos, surgem doenças causadas por agentes patogênicos, principalmente pelo estresse animal, no qual pode diminuir a resposta imune, e tornam o sistema dependente de insumos químicos, principalmente os antibacterianos (CAMARGO *et al.*, 2016; BALDISSEROTTO *et al.*, 2017).

Os antibióticos, como um dos principais fármacos antimicrobianos, foram utilizados na aquicultura por alguns anos, e posteriormente banidos por causarem resíduos na carcaça do peixe, desequilíbrio ambiental (quando disperso no meio aquático devido a sua administração aos peixes e camarões) e possível resistência cruzada de patógenos interferindo em seres humanos, e alternativas nutricionais estratégicas são necessárias para suprir esta necessidade (MOUNTZOURIS, *et al.*, 2006; Schwarz *et al.*, 2010; CAMARGO *et al.*, 2016).

Uma das alternativas ao uso dos antibióticos, parece ser a utilização de probióticos e prebióticos na nutrição dos peixes conforme estudos realizados por Schwarz, *et al.* (2016), Azevedo *et al.*, (2016); Andrade e Azevedo (2018) ao concluírem o efeito destes na resposta imune e na integridade das vilosidades intestinais, além da melhora nos índices de desempenho zootécnico em alevinos.

A Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, define os probióticos como cepas de microrganismos vivos (viáveis), que agem como auxiliares na recomposição da microbiota do trato digestório dos animais, contribuindo para o seu equilíbrio. E os prebióticos como ingredientes que não são digeridos pelas enzimas digestivas do hospedeiro, mas que são fermentados pela microbiota do trato digestório dos animais, contribuindo para o seu equilíbrio.

Os probióticos são os mais estudados, e conforme Baldissserotto *et al.* (2017) são usados há décadas na nutrição animal, e em dietas de peixes colabora na eficiência da conversão alimentar e ganho de peso. Isso se deve ao fato da proteção ao hospedeiro (principalmente na mucosa intestinal), através da exclusão competitiva por sítios de adesão e produção de

compostos como os ácidos graxos (fórmico, acético e láctico), o peróxido de hidrogênio além dos bacteriocinas, entre outros compostos e no sistema imune (BALDISSEROTTO *et al.*; 2017; ANDRADE e AZEVEDO, 2018).

Nayak (2010) ainda cita que os probióticos podem ser utilizados como aditivos na água em tanques de criação dos peixes, contribuindo para a decomposição da matéria orgânica, além de controlarem os níveis de fósforo, nitrito e amônia, melhorando assim a água de cultivo e pode diminuir o lodo resultante em cada safra.

Entre a gama de prebióticos está o mananoligossacarídeo (MOS) proveniente da parede celular da levedura *Sacharomyces cerevisiae*, e tem sido utilizado nas formulações de rações objetivando a melhora da conversão alimentar, integridade da mucosa intestinal, saúde dos peixes e pode ser utilizado também como adstringente de microtoxinas presentes na dieta (LI & GATLIN III, 2004; Schwarz, *et. al.*, 2011; FRACALOSSI e CYRINO, 2013; BALDISSEROTTO *et al.*, 2017).

São compostos contendo cerca de 40% de β-glucanos, 40% de α-mananos, 28% de proteínas, 7% de lipídios, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quintina, conforme Schwarz, *et al.* (2011), sendo que estes componentes parecem ter relação no epitélio gastrointestinal, no citoesqueleto dos enterócitos e na borda escova (microvilosidades), o que confere à capacidade desta célula absorptiva maior eficiência (Schwarz *et al.*; 2011).

As dietas dos peixes podem ser fornecidas de diversas formas, entre elas as rações, fareladas, peletizadas, extrusadas, floculadas e microcapsuladas. As rações peletizadas e extrusadas são as mais utilizadas pela indústria (FRACALOSSI e CYRINO, 2013; CAMARGO *et al.*, 2016) sendo que nas peletizadas o produto é um pélete denso, que afunda rapidamente (Embrapa, 2013 p. 175), com aumento da densidade (CAMARGO *et al.*, 2016) devido a aglutinação dos ingredientes através da compressão mecânica durante a peletização, em que as temperaturas médias não deveriam ultrapassar os 70° C, o que em tese poderia desagregar as leveduras vivas, no caso dos probióticos.

As rações extrusadas passam por um processo de alta temperatura em curto espaço de tempo, em um equipamento chamado de extrusor que pode proporcionar uma pressão de 34 a 37 atm e temperatura entre 125 a 150°C, realizando assim a gelatinização do amido contido na formulação da dieta e a desnaturação das proteínas, diminuindo a densidade, fazendo com que a ração “boie” a superfície, a tornando mais estável na água e melhorando a digestibilidade dos carboidratos (FRACALOSSI E CYRINO, 2013; CAMARGO *et al.*, 2016) sendo atualmente a ração extrusada a melhor opção conforme a Embrapa (2013) destinada à peixes.

Porém, uma problemática no processamento das rações que possuem na sua formulação os probióticos e prébióticos é justamente a resistência e a eficiência após os processos de fabricação. Uma solução para os probióticos é a aspersão após a ração processada, o que pode encarecer o processo produtivo das fábricas, ou ainda o desenvolvimento de cepas probióticas micro encapsuladas resistentes a alta temperatura. Outra dúvida é que sendo o MOS, a parede celular da *S. cerevisiae*, teria seus efeitos positivos na nutrição dos peixes, alterados devido a extrusão nos meios produtivos da ração comercial.

Para tanto, o objetivo desta coletânea de pesquisas realizadas do Laboratório

Multidisciplinar de Estudos Animais da UNESPAR Campus de Paranaguá é demonstrar os efeitos do uso de probióticos e prebióticos no desempenho zootécnico e na morfologia intestinal em alevinos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em rações peletizadas e extrusadas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Experimento de probióticos e prebióticos em rações peletizadas e extrusadas

O experimento foi realizado na UNESPAR Campus de Paranaguá no Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais/LABMEA, sendo utilizados alevinos (n=384) e juvenis (n=16, utilizados no teste de digestibilidade aparente) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), todos oriundos do Laboratório S3 de Piscicultura, Registro/SP.

As dietas formuladas tiveram como base a proteína do farelo de soja (Tabela 1), os tratamentos testados foram 0,0%; 0,20%; 0,30%; 0,40% de mananoligossacarídeo (MOS) e 0,20% de probiótico (*Sacharomyces cerevisiae*) nas dietas peletizadas e, 0,20%; 0,30%; 0,40% de mananoligossacarídeo (MOS) nas dietas extrusadas. Foi adicionado 0,10% do indicador óxido de cromo III (Cr_2O_3) nas dietas utilizadas para a determinação da digestibilidade aparente.

Para a elaboração da dieta e homogeneização dos ingredientes, foi acrescentado água a temperatura de 60°C numa proporção de 30% sobre o peso seco da dieta. Após a homogeneização, os ingredientes foram misturados manualmente e peletizados no moedor de carne, e desidratados em estufa de ventilação forçada à temperatura de 52°C.

As rações que foram submetidas ao processo de extrusão foram enviadas para o laboratório de bioquímica da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em São Paulo, sendo utilizada uma extrusora EX Micro® a uma temperatura máxima de 90°C e mínima de 2°C.

A dieta foi distribuída três vezes ao dia, às 8 horas, 12 horas e 17 horas, através de arraçãoamento manual até saciedade aparente, quando não se observava mais captura e regurgitação dos grânulos pelos peixes. A temperatura foi mensurada diariamente pela manhã às 8 horas e no período da tarde às 17 horas. A cada cinco dias, foram medidos os parâmetros fisioquímicos como pH, nitrito, amônia e oxigênio dissolvido para acompanhamento da qualidade da água, com a utilização de kit portátil (LabconTest®) e a cada 15 dias os peixes eram medidos e pesados.

Para a determinação da carcaça (matéria seca, resíduo mineral, extrato etéreo e proteína bruta) e a determinação do desempenho, foram utilizados 240 alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em um delineamento inteiramente casualizado, composto por 8 tratamentos e 4 repetições, num total de 32 tanques de capacidade para 100 litros. Ao final do período experimental, os peixes foram sacrificados com Eugenol Biodinâmica®, a desidratação da carcaça foi feita em estufa de ventilação forçada à temperatura de 62°C por um período de 24 horas, após a secagem, as carcaças foram identificadas e armazenadas em refrigerador para posteriores análises bromatológicas da carcaça.

Para a coleta de fezes de cada dieta, foram distribuídos 16 peixes em dois tanques

de digestibilidade de formato cônico com capacidade de 200 litros cada. A coleta das fezes foi realizada diariamente às 8 horas e 17 horas, durante um período de cinco dias para cada tratamento. Para a troca de dieta foi feito um intervalo de mais cinco dias para adaptação dos peixes, a fim de ter um melhor resultado, para a limpeza do trato intestinal para que não houvesse contaminação do tratamento anterior. Todos os peixes foram pesados em balança semi-analítica (0,001 g), a cada 10 dias de acordo com o início e o fim de cada tratamento.

Ingrediente	(%)
Farelo de soja	40,00
Farinha de peixe	25,00
Farelo de trigo	12,00
Milho Moído	11,21
Quirera de Arroz	5,00
Óleo de soja	3,00
Fosfato bicálcico	2,00
Sal Comum	0,50
Suplemento mineral vitamínico ¹	0,60
L-lisina	0,20
DL-metionina	0,20
Vitamina C	0,15
BHT	0,04
Antifúngico	0,10
TOTAL	100,00
Proteína bruta (%) ²	35,00
Energia digestível (kcal/kg) ²	3333,00
Fibra bruta (%) ²	3,70
Cálcio (%) ²	1,86
Fósforo disponível (%) ¹	0,90
Extrato etéreo (%) ²	6,40
Vitamina C, (mg/kg) ¹	640,00

TABELA 1- Composição percentual e composição química dos ingredientes da dieta ofertada para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

¹Suplemento Mineral Vitamínico: Composição por kg: Vit. A=1200.000UI; vit. D3=200.000UI; vit. E=12.000 mg; vit. K3=2.400 mg; vit. B1=4.800 mg; vit. B2=4.800 mg; vit. B6=4.000 mg; vit. B12=4.800 mg; ácido fólico= 1.200 mg; pantotenoato de Ca=12.000 mg; vitamina C=48.000 mg; biotina=48 mg; colina=65.000 mg; niacina=24.000 mg; Cu=600 mg; Fe=10.000 mg; Cu=600 mg; Mg= 4.000 mg; Zn=6.000mg; I=20 mg; Co=2 mg e Se=20 mg. A adição de MOS (Safmanann®) contendo 23 % de β-glucanos, 21% de α-mananos, 28% de proteínas, 1% de fósforo,, 95% de matéria seca, 20% de lipídios e 4% de cinzas) e da levedura (Actisaf PWD®, 10 bilhões UFC) foram realizadas por meio da substituição do milho.

²De acordo com Pezzato *et al.* (2002).

As amostras de fezes foram desidratadas em estufa de ventilação forçada

à temperatura de 55°C durante 48 horas, o material foi identificado e armazenado em refrigerador para posterior análise bromatológica. Assim como a carcaça e as fezes, as dietas oferecidas foram armazenadas para posteriores análises bromatológicas.

As análises bromatológicas das fezes, dieta com presença de óxido de cromo III (Cr_2O_3) (resíduo mineral, matéria seca, fibra bruta, proteína bruta e extrato etéreo), dieta sem cromo (fibra bruta e proteína bruta) e das carcaças (proteína bruta) foram enviadas para serem realizadas no LABTEC (Laboratório de Alta Tecnologia) – Campinas – São Paulo - Brasil. Para a determinação da proteína bruta da digestibilidade, a metodologia utilizada foi a de Kjeldahl. As análises bromatológicas da dieta sem o óxido de cromo III (Cr_2O_3) (resíduo mineral, matéria seca e extrato etéreo) e das carcaças (matéria seca, resíduo mineral e extrato etéreo) foram realizadas no LABMEA na UNESPAR *Campus de Paranaguá*.

Para a determinação da matéria seca da dieta sem cromo e da carcaça, foram utilizadas três gramas de amostra de cada tratamento. A amostra foi colocada em um cadiño de porcelana previamente seco, e esfriado em dessecador. O cadiño contendo a amostra foi colocado em estufa regulada à temperatura entre 100/105°C, e deixado durante o período de três horas, após o tempo, o cadiño foi retirado da estufa e colocado em um dessecador por 20/30 minutos para esfriar, após o cadiño foi retirado do dessecador e pesado com a amostra em uma balança de precisão.

Para determinação do resíduo mineral da dieta sem cromo e da carcaça, foram utilizadas três gramas de amostra de cada tratamento. Antes de ser feita a análise da dieta, o cadiño foi submetido à secagem em uma estufa a 100/105°C durante três horas, após a secagem o cadiño foi colocado num dessecador para esfriar e foi pesado numa balança de precisão com a amostra. O cadiño contendo a amostra foi levado até a mufla a 600°C, deixado durante três horas sob aquecimento, à temperatura mencionada. Após as três horas foi retirado o cadiño da mufla e deixado em um dessecador por 20/30 minutos para esfriar, após esse tempo foi retirado do dessecador e pesado com a amostra em uma balança de precisão (0,0001g).

Para a determinação do extrato etéreo da dieta sem cromo e da carcaça, foram utilizadas quatro gramas de amostra de cada tratamento, a amostra foi colocada em um cartucho de extração e fechado com algodão, o balão receptor foi pesado em balança de precisão (0,0001). Foi colocado o cartucho com a amostra no extrator e ajustado o condensador do aparelho de extração, foram colocados cerca de 70 ml de hexano P.A no balão através do condensador. A amostra foi extraída durante 6 (seis) horas, após completada a extração, o hexano foi recuperado e o balão foi secado em estufa 100/105°C por 3 (três) horas. Após o período na estufa o material foi colocado no dessecador para esfriar e então ser pesado. O método utilizado foi o Extrator de Soxhlet.

Os coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes das dietas foram determinados de acordo com a expressão descrita por Nose (1960):

$$CDA = 100 - \left[100 \left(\frac{\% I_d}{\% I_f} \right) \left(\frac{\% N_f}{\% N_d} \right) \right]$$

Em que:

CDa = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

$\% I_d$ e $\% I_f$ = % Indicador na dieta e nas fezes, respectivamente;

$\% N_f$ e $\% N_d$ = % de nutriente nas fezes e na dieta, respectivamente.

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas por intermédio do programa ASSISTAT 7.5beta® (UFCG, 2008), conforme análise de variância ANOVA e avaliado pelo teste de Tukey.

2.2 Experimento sobre desempenho zootécnico de alevinos de tilápia alimentados com levedura de *Saccharomyces cerevisiae* (Schwarz, et al.; 2016a).

Para este experimento, as metodologias empregadas foram as mesmas do experimento 1, realizadas no LABMEA da UNESPAR Campus de Paranaguá, com algumas particularidades. Os alevinos de tilápia foram obtidos da S3 de Piscicultura, Registro/SP com excelente estado de saúde (n=540).

Os alevinos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado 30 tanques com 60 litros de água cada, em uma densidade de estocagem de 18 peixes por tanque e por repetição, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo testado um tratamento testemunha sem adição de probióticos (T1) e quatro com adição da Levedura *S. cerevisiae* como probiótico, nas concentrações de: T2: 0.10%, T3: 0.20%, T4: 0.30% e T5: 0.40%.

A formulação da ração foi a mesma do experimento 1, bem como o manejo alimentar, controle da qualidade da água e de sifonagem diária dos tanques. Os peixes foram pesados e medidos com balança de precisão e paquímetro, respectivamente. No primeiro dia do experimento individualmente, aos 15 e 30 dias foram pesados em blocos e aos 60 dias (último dia do experimento), individualmente.

Ao final do experimento, conforme descrito por Schwarz, et al., (2016a) os peixes foram pesados, medidos, contados individualmente para determinação dos parâmetros de ganho de peso (GP = peso final – peso inicial), conversão alimentar (CA = consumo de ração/ganho de peso) e taxa de crescimento [TCE= Ln (peso total) – Ln (peso total inicial) / dias de experimento]. Para avaliação da composição química da carcaça foi obtida utilizando-se oito peixes de cada unidade experimental. As análises químicas das carcaças foram analisadas no Lab Tec (Laboratório de Análises Químicas Ltda) seguindo a metodologia citada por Silva & Queiroz (2002).

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente, por análise de variância (ANOVA), pelo programa estatístico ASSISTAT®, e teste de Tukey ($p<0,05$) de significância.

2.3 Experimentos sobre o uso de probiótico, prebiótico na nutrição de alevinos de tilápia (Schwarz, et al.; 2016b).

Para este experimento, as condições experimentais foram semelhantes aos experimento 1 e 2, utilizando a mesma formulação da dieta, manejo alimentar, monitoramento da qualidade da água e os alevinos de tilápia também oriundos da S3 piscicultura/Registro-SP.

Os peixes ($n=400$) foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, e cada tanque com 60 litros de água, sendo os tratamentos: T1= tratamento testemunha, T2= 0,2% do probiótico, T3= 0,2% de prebiótico e T4= 0,2% de probiótico mais 0,2% de prebiótico (T2+T3), sendo estes componentes incluídos na formulação em substituição ao milho da dieta controle. A metodologia deste experimento foi descrita por Schwarz *et al.*; (2016b) e interessante a metodologia para análises da mucosa intestinal, demonstradas nas Figuras 1 e 2.

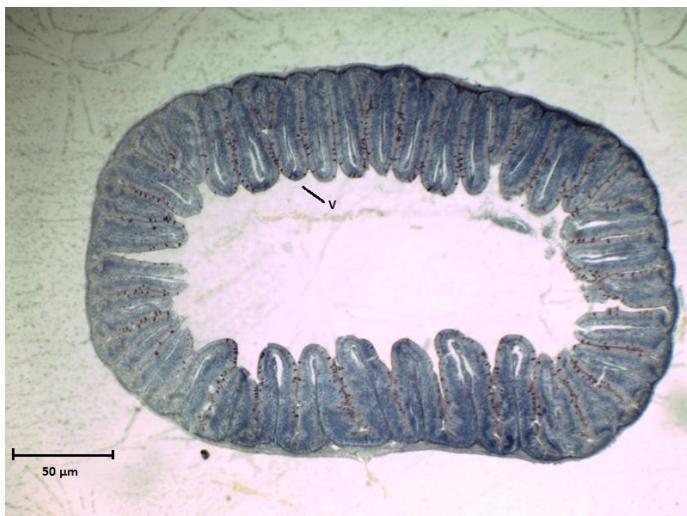


Figura 1. Porção do intestino médio de tilápia do Nilo em aumento de 40 vezes em microscópio ótico acoplado ao sistema analisador de imagem para contagem das vilosidades. Coloração: P.A.S. V= vilosidades. Barra 50 μ m. Fonte: Schwarz *et al.* (2016b).

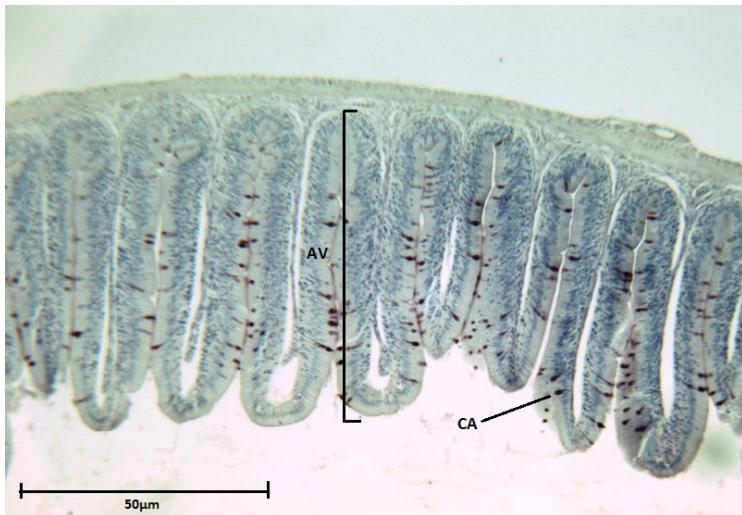


Figura 2. Porção do intestino médio de tilápia do Nilo em aumento de 100 vezes em microscópio ótico acoplado ao sistema analisador de imagem para contagem de vilosidades. Coloração: P.A.S. AV= altura da vilosidade; CA= células caliciformes. Barra 50 μ m. Fonte: Schwarz *et al.* (2016b).

Os dados foram submetidos às análises de variância e, quando constatado significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,01$) e ($P<0,05$) utilizando o programa estatístico ASSISTAT® (Schwarz, *et al.*, 2016b).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período experimental, para o primeiro experimento a temperatura média da água foi de 26°C, oxigênio dissolvido 6,2 mg/L, pH 6,62, valores considerados satisfatórios para o desenvolvimento dos peixes conforme Resende (2016). Por outro, lado a amônia 0,90 mg/L e nitrito 1,06 mg/L não diferiram entre os tratamentos, porém podem ser considerados tóxicos de acordo com Araná (2013), talvez devido a proteína da dieta. Para os demais experimentos realizados os valores do monitoramento da qualidade da água foram semelhantes, apenas no Schwarz *et al* (2016a) a temperatura foi entorno de 22,16 +/- 1,20°C sendo uma condição de desafio, porém os peixes responderam bem a esta condição.

Na tabela 2, encontram-se apresentados os valores de mortalidade, consumo de ração, ganho em peso, conversão alimentar e comprimento do intestino de alevinos de tilápia do Nilo que utilizaram em suas dietas peletizadas e extrusadas a adição de mananoligossacarídeo (MOS-Safamanann®) e do probiótico advindo de leveduras (*Sacharomices cerevisiae*- Actisaf PWD®, 10 bilhões UFC).

Parâmetros	Tratamentos ³								CV% ¹
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Taxa de sobrevivência	10,75 ^a	12,00 ^a	12,00 ^a	10,75 ^a	11,50 ^a	11,25 ^a	11,00 ^a	12,00 ^a	12,03
Consumo da dieta (g) ²	37,24 ^d	41,31 ^{cd}	52,19 ^{ab}	52,21 ^{abc}	58,85 ^a	45,12 ^{bcd}	34,32 ^d	51,26 ^{abc}	11,76
Ganho em peso (g) ²	29,97 ^c	36,63 ^{bc}	46,23 ^{ab}	43,40 ^{ab}	49,62 ^a	37,78 ^{bc}	28,67 ^c	45,58 ^{ab}	12,33
Conversão alimentar	1,24 ^a	1,13 ^a	1,19 ^a	1,21 ^a	1,18 ^a	1,19 ^a	1,20 ^a	1,12 ^a	9,8
Comprimento intestino(cm) ²	28,77 ^b	31,03 ^{ab}	34,75 ^a	29,40 ^b	31,29 ^{ab}	27,40 ^b	30,79 ^{ab}	31,91 ^{ab}	5,89

Tabela 2. Resultados do desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo.

¹Coeficiente de Variação. ²significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P<0,01$) pelo teste de Tukey. ³Tratamento 1 (0,0%); Tratamento 2 (0,30% de MOS peletizado); Tratamento 3 (0,30% de MOS extrusado); Tratamento 4 (0,40% de MOS peletizado); Tratamento 5 (0,40% de MOS extrusado); Tratamento 6 (0,20% de MOS peletizado); Tratamento 7 (0,20% de MOS extrusado) e Tratamento 8 (0,20% de probiótico peletizado).

Não foram observadas diferenças ($P>0,01$), para a taxa de sobrevivência e conversão alimentar para os alevinos de tilápia do Nilo durante o período de 30 dias alimentados com dietas contendo diferentes níveis de MOS e prebiótico. Para os demais experimentos também não houve diferenças para a taxa de mortalidade, porém para a conversão alimentar e ganho de peso foram significativos com a utilização de probiótico (Schwarz *et al.*, 2016a; Schwarz *et al.*, 2016b).

Os resultados para conversão alimentar da tabela 2 não corroboraram com os obtidos por Schwarz *et al.*(2011), que trabalharam com níveis crescentes de MOS em dietas para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual, concluindo que a melhor dosagem para conversão alimentar foi a inclusão de 0,3 e 0,45% de MOS na dieta. Este fato se deve as condições de manejo, fase de vida do peixe, bem como ingredientes da dieta, entre outros fatores.

Os parâmetros de consumo da dieta e ganho em peso dos tratamentos T3 (0,30% de MOS, dieta extrusada), T4 (0,40% de MOS, dieta peletizada), T5 (0,40% de MOS, dieta extrusada) e T8 (0,20% de probiótico, dieta peletizada) diferiram ($P<0,01$) do tratamento testemunha (T1), sendo que o T5 apresentou melhor resultado entre os demais.

O consumo e ganho em peso mostraram eficiência nos níveis de MOS na dieta, sendo que as dosagens não diferiram entre elas, mas a dosagem de 0,40% de MOS na dieta extrusada diferiu do tratamento testemunha, sendo a mais adequada, considerando ainda quando comparado com os valores de conversão alimentar e consumo de ração, nos quais apresentou os melhores resultados. Porém a dosagem de 0,30% de Mos extrusado apresentou resultados satisfatórios, sendo o mais indicado economicamente à dietas comerciais.

Segundo Grisdale-Helland *et al.* (2008), que trabalharam com salmão do Atlântico (*Salmo salar*) os peixes alimentados com dieta contendo MOS mostrou um consumo de oxigênio e de proteína menor que o usual, e uma maior reserva de energia que os peixes alimentados com dieta basal. Os resultados indicam que a dieta com MOS parece ser mais positiva para a produção de salmão. Por outro lado, Refstie *et al.* (2010) não encontraram diferenças significativas para alevinos de salmão do Atlântico (*Salmo salar*) nos parâmetros de ganho em peso e consumo da dieta diferindo, portanto, do presente estudo. Essas diferenças podem ter ocorrido por o salmão estar em um meio salino, considerando ainda a variação de salinidade demonstrada no trabalho desta espécie de peixe marinho.

As respostas de ganho em peso dos peixes que receberam as dietas com o MOS e probiótico, encontradas nesta pesquisa, podem estar relacionados com os efeitos benéficos dos componentes da parede celular sobre uma menor taxa de passagem da dieta conforme Schwarz *et al.* (2011) possibilitando melhor digestão e absorção dos nutrientes. Também pode estar relacionada pelo fato do MOS possuir na sua composição química, proteínas, entre outras substâncias que poderiam ter contribuído para uma maior eficiência.

De acordo com Baldisserotto *et al.* (2017), com algumas exceções, maioria dos experimentos que utilizaram probióticos na larvicultura, tiveram resultados positivos no crescimento e na mortalidade.

Para os dados de comprimento de intestino estes resultados estão de acordo com os encontrados por Schwarz *et al.* (2011) que estudaram com reversão sexual de tilápias, encontraram um melhor resultado para 0,3% de MOS na dieta para este parâmetro. Porém Schwarz *et al.* (2010) não encontraram diferenças para comprimento de intestino em alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) por este tipo de animal apresentar um trato digestório diferente ao da tilápia.

Os resultados da composição química da carcaça de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com as dietas contendo diferentes níveis de inclusão de prebiótico mananoligossacarídeo (MOS) e probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) na composição da dieta ofertada, estão descritos na Tabela 3.

Não houve diferença estatística ($P>0,05$) para os teores de matéria seca (umidade) e proteína bruta entre os tratamentos, e comparando com os resultados encontrados por Hisano *et al.* (2007) e Schwarz *et al.* (2011) corroboram com os obtidos na tabela 3, para composição química da carcaça de tilápia para estes parâmetros e também na matéria mineral.

Porém Schwarz *et al.* (2016a) encontraram significância ($P<0,01$) para a proteína bruta na carcaça em alevinos de tilápia tratados com 0,2% de probiótico na dieta peletizada, influenciando diretamente na mucosa intestinal, beneficiando o aproveitamento de aminoácidos presentes da dieta.

Quanto ao extrato etéreo, o trabalho aqui disposto obteve um resultado diferenciado, apresentando uma taxa maior para os tratamentos com MOS em dietas extrusadas. Schwarz *et al.* (2010) encontraram diferenças significativas em carcaça de juvenis de tilápia do Nilo, nos teores da proteína bruta e no extrato etéreo que diminuíram na medida em que as concentrações do prebiótico aumentavam, este fato devido as concentrações altas de

MOS (0, 1, 2 e 3%) além dos ingredientes da dieta o que ocasionou resultados diferentes.

Parâmetros	Tratamentos ³								CV%¹
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Matéria seca ²	89.47 ^a	90.47 ^a	89.98 ^a	90.11 ^a	90.61 ^a	89.83a	89.70 ^a	90.52a	7.89
Resíduo mineral ²	17.24abc	18.26 ^a	16.29bcd	18.39 ^a	15.79cd	17.57abc	15.17d	17.68ab	4.60
Extrato etéreo ²	8.53 ^c	8.64 ^c	11.69ab	9.10 ^c	13.12 ^a	8.41 ^c	12.84 ^a	9.27bc	10.66
Proteína bruta ²	61.90 ^a	62.26 ^a	60.47 ^a	61.41 ^a	60.06 ^a	63.31 ^a	59.49 ^a	61.09 ^a	2.56

Tabela 3. Composição química da carcaça de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com dietas peletizadas contendo probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) e Mananoligossacarídeo (MOS) na sua composição.

¹Coeficiente de Variação. ² Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P<0,01$) pelo teste de Tukey. ³ Tratamento 1 (0,0%); Tratamento 2 (0,30% de MOS peletizado); Tratamento 3 (0,30% de MOS extrusado); Tratamento 4 (0,40% de MOS peletizado); Tratamento 5 (0,40% de MOS extrusado); Tratamento 6 (0,20% de MOS peletizado); Tratamento 7 (0,20% de MOS extrusado) e Tratamento 8 (0,20% de probiótico peletizado).

Os dados de coeficiente de digestibilidade aparente da proteína apresentaram efeitos ($P < 0,01$) entre os tratamentos, como demonstrados na Figura 1.

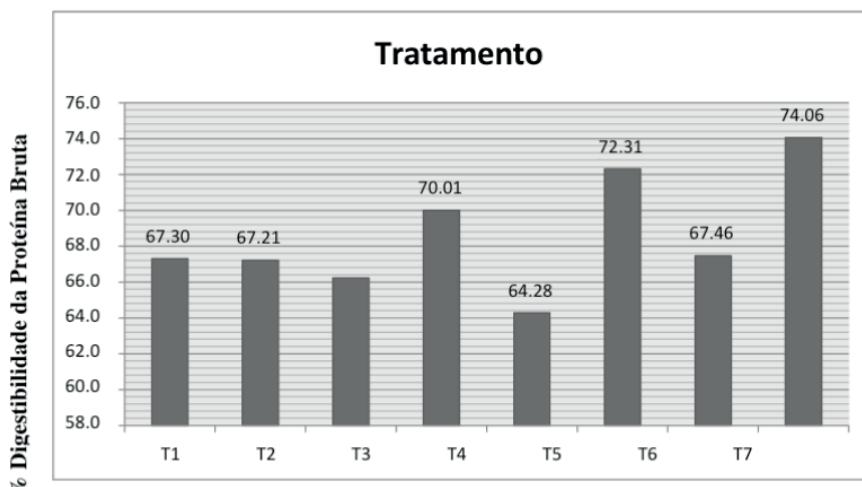


Figura 3: Efeito do probiótico e prebiótico na digestibilidade proteica em juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

¹Coeficiente de Variação. ² Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P<0,01$) pelo teste de Tukey. ³ Tratamento 1 (0,0%); Tratamento 2 (0,30% de MOS peletizado); Tratamento 3 (0,30% de MOS extrusado); Tratamento 4 (0,40% de MOS peletizado); Tratamento 5 (0,40% de MOS extrusado); Tratamento 6 (0,20% de MOS peletizado); Tratamento 7 (0,20% de MOS extrusado) e Tratamento 8 (0,20% de probiótico peletizado).

Para o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, os tratamentos contendo MOS peletizado (0,20 e 04%) responderam bem, mas o tratamento com 0,20% de probiótico sobressaiu sobre todos os demais ($P<0,01$) demonstrando a grande eficiência em relação a todos os demais tratamentos. Diante deste fato posteriormente foram realizados mais dois experimentos no LABMEA, para confirmar estes resultados com esta dosagem.

E realmente foi confirmado por estudos comprovados por Schwarz *et al.* (2016a) e Schwarz *et al.* (2016b) em que concluíram com estudos histológicos da porção média do intestino, que os componentes benéficos da levedura sobre a menor taxa de passagem da dieta no tubo digestório, possibilitou uma melhor absorção dos nutrientes, como já observado por Hisano *et al.* (2008).

Este fato se deu pela colonização positiva nos sítios de aderência do epitélio intestinal, ou seja, os probióticos e o MOS apresentaram efeitos diretos na altura das vilosidades intestinais, na integridade destes vilos, aumentando a borda escova dos enterócitos facilitando a absorção de nutrientes conforme Figura 4.

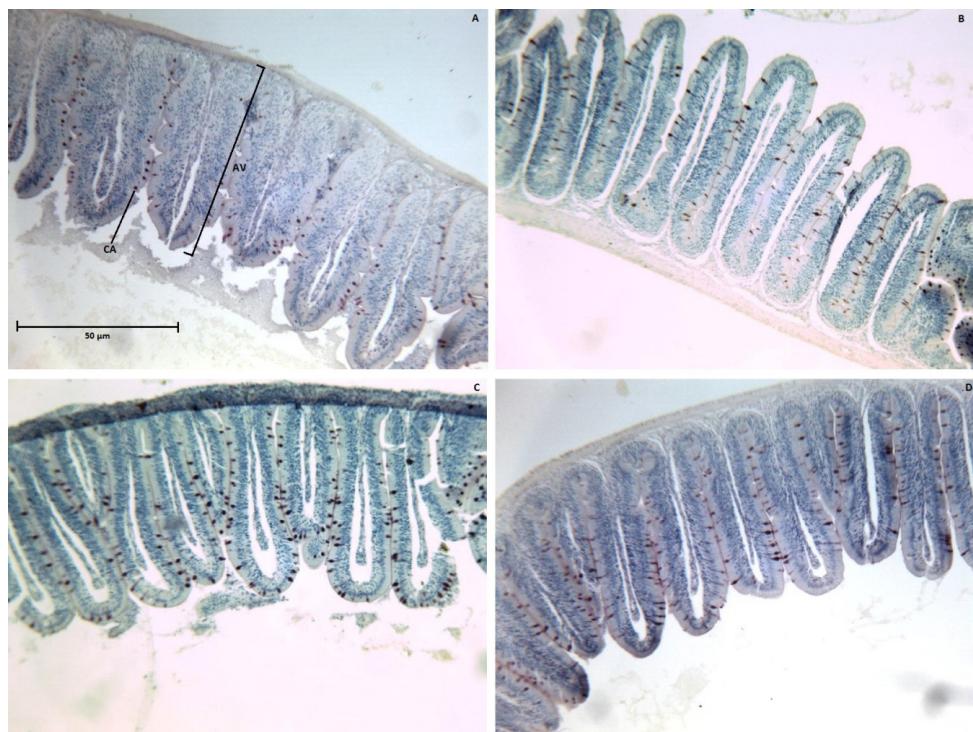


Figura 4. Diferenças da quantidade e altura de vilos e integridade do tecido intestinal. A= T1; B= T2; C=T3; D=T4; AV= altura dos vilos; CA= células caliciformes. Coloração: P.A.S. Barra 50 μ m.

Fonte: SCHWARZ *et al.* (2016).

A impressionante colonização da levedura de *S. cerevisiae*, pode ter beneficiado as células caliciformes por ter a função de produção de muco e são secretoras de glicoproteínas. (MACARI *et al.*, 2002; Schwarz *et al.*, 2010). Estas por sua vez têm longa porção polissacarídica, que as tornam hidrofólicas e viscosas.

"A principal função destas glicoproteínas é a de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta, e atuar como uma barreira protetora para patógenos intestinais. Pode ser considerado que estas células estariam mais ativas ou em maior quantidade na presença de patógenos, sugerindo que ocorreram poucos desafios aos alevinos que receberam as dietas que posuíam probiótico durante a fase experimental" (Schwarz *et al.*, 2016b).

A utilização de probióticos e do MOS na dieta de alevinos de tilápia tem efeito direto na integridade da mucosa intestinal (Schwarz, *et al.*, 2011; Schwarz, *et al.*, 2016a; Schwarz, *et al.*, 2016b), o que pode ter relação direta nos resultados da conversão alimentar.

Pode-se chegar à conclusão que o uso dos probióticos e prebióticos como promotores de crescimentos na piscicultura, parecem serem eficientes e inovadores por resultarem melhorias no ganho em peso, consumo da ração, na conversão alimentar, na mucosa intestinal, e na saúde dos peixes (CAMARGO *et al.*, 2016 ; BALDISSEROTTO *et al.*, 2017) sendo que estas conclusões estão de acordo com os experimentos aqui realizados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos com probióticos e MOS apresentaram melhores resultados para consumo da dieta e ganho em peso, sendo que a inclusão de 0,3% de MOS extrusado parecem serem adequados na dieta em alevinos de tilápia do Nilo, quando utilizados para rações comerciais, visto a sua influência no comprimento do intestino.

A inclusão de 0,2% da levedura viva *S. cerevisiae* como probiótico melhorou a digestibilidade aparente da proteína bruta presente na dieta. Tanto o MOS quanto o probiótico apresentaram resultados benéficos no desempenho zootécnico e na mucosa intestinal em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária, Superintendência de Ciência e Tecnologia de Estado do Paraná SETI-PR/UGF, CNPq, a Phileo By Lesaffre pelos produtos e apoio financeiro, ao Alfredo de Andrade Navaro pelo grande incentivo e credibilidade, assim como ao Marcos Aronovich. Também agradeço a todos os alunos de ciências Biológicas da UNESPAR Campus de Paranaguá que de forma direta trabalharam nestas pesquisas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. A. R.; AZEVEDO, T. M. P. Manejo experimental de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com ração comercial e pre/probióticos. *Pubvet*, Maringá, v. 12, n. 8, p. 1-9, 2018.

ARANA, L.V. **Qualidade da água em aquicultura: Princípios e práticas.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010.

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C.; HEINZMANN, B.M.; CUNHA, M. A. **Farmacologia aplicada à aquicultura.** Santa Maria: Editora UFSM, 2017. P. 413-466.

CAMARGO, A. C. S.; NOGUEIRA, W. C. L.; TORRES, A. F. B.; ALMEIDA, A. C.; STEFANELLO, C. M. **Piscicultura: Aspectos relevantes.** Uruguaiana: Unipampa, 2016. P. 415.

EMBRAPA. **Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA Pesca e Aquicultura, Brasília, p. 440, 2013.

FRACALOSSI, D. M. & CYRINO, J. E. P. **Nutriqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira.** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013.

GRISDALE-HELLAND, B.; HELLAND, S.J.; GATLIN, D.M. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v.283, n.1-4, p.163-167, 2008.

HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com levedura e derivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1035-1042, 2007.

HISANO, H.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, et.al. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-Nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.1, p. 43-49, 2008.

LI, P. & GATLIN III. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™AE influence growth performance, imune responses and resistance of hibrid striped bass (*Morone chrysops X M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1-4, p. 445-456, 2004.

MACARI, M; FURLAN, R.L; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** FUNEP, Jaboticabal, 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Instrução normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015.** Brasília, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inssumos-agropecuarios/inssumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf/view>. Acesso em: 18 de maio, 2020.

MOUNTZOURIS, K. C.; BALASKAS, C.; FAVA, F.; TUOHY, K. M.; GIBSON, G.R.; FEGEROS, K. Profiling of composition and metabolic activities of the colonic microfors of growing pigs fe diets supplemented with prebiotic oligosaccharides. **Anaerobe**, v. 12. N. 4, p. 178-185, 2006.

NAYAK, S. K. Probotics and immunity: a fish perspective. **Fish Shellfish Immunology**, v. 29, p. 2-14, 2010.

Nose, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.) **Bulletin Freshwater Fish Research Laboratory**, v.10, p.11-22, 1960

PEIXE BR. São Paulo: Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2020. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/> instrucao-normativa-sda-mapa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf. Acesso em: 18 ago.2020.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PEZZATO, A.C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.

RESENDE, GIOVANI. **Criação de peixes: como implantar uma piscicultura.** Viçosa: CPT-Centro de

REFSTIE, S.; BAEVERFJORD, G.; SEIM, R.R. et al. Effects of dietary yeasty cell wall α -glucans and MOS on performance, gut health, and salmon lice resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed sunflower and soybean meal. **Aquaculture**, v.305, p.109-116, 2010.

Schwarz, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. N.; MICHELATO, M.; GUALDEZI, M. C. Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.2, p.197-203, 2010.

Schwarz, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. M.; GAUDEZI, M. C.; LIMA, P. A. G. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 2634-2640, 2011.

Schwarz, K. K.; NASCIMENTO, J. C.; Gomes, V. A. A.; SILVA, C. H.; SALVADOR, J. G.; FERNANDES, M. R.; NUNES, R. M. Desempenho zootécnico de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com levedura de *Saccharomyces cerevisiae*. **Holos**, Natal, v. 3, n. 32, p. 104-113, 2016 (a)

Schwarz, K. K.; RAMOS, A.C.; SCHLOTTAG, B. B.; LUZ, M. N. M.; ROCHA, T. A. R.; SILVA, C. H. Probiótico, prebiótico e simbiótico na nutrição de alevinos de tilápis do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 43-51, 2016 (b)

SILVA, D.J.; QUEIROZ, C. **Análise de alimentos** (Métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; LIRA, A. D.; ALMEIDA, T. R.; Santos, G. B. Eugenol como anestésico para tilápias do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/produtos-veterinarios/legislacao-1/instrucoes-normativas/instrucao-normativa-sda-mapa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf/view>

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão 04/02/2021

Robin Hilbert Loose

Associação MarBrasil.
Pontal do Paraná – PR.

<http://lattes.cnpq.br/2500623991624834>

RESUMO: As capturas voltadas às espécies de camarões geram uma grande quantidade de ictiofauna acompanhante. Todavia, devido à importância econômica desse recurso, há uma intensificação na captura, elevando os impactos ecológicos. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto da captura do camarão-branco (*Litopenaeus schimmitti*) por meio do arrasto de fundo e do caceio redondo na ictiofauna. A avaliação foi realizada, em cada estação do ano e em três profundidades, por meio de pescarias experimentais, com o auxílio dos pescadores artesanais através de arrasto de rede de manga redonda e de rede de caceio redondo. De um total de 9175 indivíduos capturados com os arrastos foram registradas 60 espécies, distribuídas em 23 famílias. De um total de 1203 indivíduos capturados com o caceio foram registradas 46 espécies distribuídos em 18 famílias. Conclui-se que as variações abióticas atuaram na seleção adaptativa enquanto que as interações biológicas promoveram ajustes de menor escala nos padrões de distribuição das espécies dentro da comunidade, além disso é evidente diferenças nas abundâncias e diversidades das espécies de peixes entre as diferentes artes de pesca, com maiores abundâncias e padrões de diversidades na pesca

de arrasto. O conhecimento dos diferentes tipos de técnicas de captura é importante para definir quais as melhores estratégias podem ser adotadas pelos órgãos ambientais, de modo a garantir tanto a sobrevivência das espécies utilizadas quanto das comunidades que delas dependem. O manejo de águas costeiras deveria ser uma prioridade no país, considerando-se o número de pescadores ao longo da costa e a importância da pesca como fonte de alimento e renda para a população. Assim como o comportamento dos pescadores e as estratégias de pesca, quando correlacionados com os estoques pesqueiros, são relevantes nos estudos sobre manejo pesqueiro. Dados inéditos foram gerados provando que o caceio redondo é uma arte de pesca alternativa altamente criativa, adaptada de uma técnica passiva e altamente seletiva em conjunto com uma pesca ativa com baixa seletividade e altamente impactante ao ambiente marinho (arrasto).

PALAVRAS-CHAVE: ictiofauna acompanhante, arrasto de fundo, caceio redondo.

TEMPORAL ASSESSMENT OF THE
ICHTHYOFAUNA ACCOMPANYING
ARTISANAL FISHERIES TARGETING
WHITE SHRIMP (*LITOPENAEUS*
SCHIMMITTI) ON THE SHALLOW
PLATFORM OFF THE COAST OF PARANÁ,
SOUTHERN BRAZIL AND ALTERNATIVES
FOR THE CONSERVATION OF MARINE
BIODIVERSITY

ABSTRACT: Shrimp trawling fisheries generate a lot of bycatch ichthyofauna. However, due to the economic importance of this feature, there is an intensification in the capture, raising ecological impacts. In this sense, the objective of this study was to evaluate the impact of bottom trawling capture and driftnet round in fish populations. The

evaluation was performed in every season and at three depths, through experimental fisheries, with the help of artisanal fisherman through round sleeve bottom trawling and of driftnet round network. A total of 9175 individuals caught with bottom trawling were recorded 60 species belonging to 23 families. A total of 1203 individuals caught with driftnet were recorded 46 species distributed in 18 families. It is concluded that the abiotic variations acted in adaptive selection while the biological interactions promoted small-scale adjustments in the distribution patterns of species within the community, also is evident differences in the abundance and diversity of fish species between different fishing gear, with higher abundances and patterns of diversity in trawling. The knowledge of the different types of capture techniques is important to define which the best strategies can be adopted by the environmental agencies, in order to guarantee both the survival of the species used and the communities that depend on them. Coastal water management should be a priority in the country, considering the number of fishermen along the coast and the importance of fishing as a source of food and income for the population. As well as the behavior of fishermen and fishing strategies, when correlated with fish stocks, they are relevant in studies on fisheries management. Unpublished data were generated proving that driftnet round is a highly creative alternative fishing gear, adapted from a passive and highly selective technique together with an active fishing with low selectivity and highly impacting the marine environment (bottom trawling).

KEYWORDS: bycatch ichthyofauna, bottom trawling, driftnet round

1 | INTRODUÇÃO

A pesca é uma atividade amplamente difundida na maioria das sociedades mundiais e devido à grande exploração e degradação dos ambientes, os estoques dos principais recursos pesqueiros têm sofrido grande impacto negativo. Estima-se que 80% dos estoques mundiais de peixes estão totalmente explorados ou sobreexplotados (FAO, 2009).

Nas últimas décadas, o declínio dos estoques pesqueiros alertou a comunidade mundial para problemática do *bycatch* (KENNELLY e BROADHURST, 1995). O *bycatch* ou fauna acompanhante, é o conjunto de organismos capturados juntamente com a espécie-alvo e que não tem interesse comercial, sendo muitas vezes descartados ao mar (FAO, 2014). Esse descarte é comum nas pescarias de camarões e representa uma ameaça para os estoques pesqueiros (KELLEHER, 2005), já que muitas espécies descartadas em fases juvenis podem fazer parte dos recursos pesqueiros explorados por outras pescarias em outras fases de vida (FAO, 2009).

A pesca de arrasto com portas, amplamente utilizada para a captura de camarões, é uma das pescarias que mais geram *bycatch* (FAO, 2005). Além do arrasto de portas, existem outras técnicas para a captura de camarão, como por exemplo, a pesca de caceio redondo, que é realizada com redes de emalhe de fundo tracionadas por uma embarcação (Robert e Chaves, 2006).

No Paraná, as principais técnicas pesqueiras voltadas à captura de camarão-branco (*Litopenaeus schmitti*) em mar aberto são o arrasto de fundo com rede do tipo manga redonda e o caceio redondo ou caracol com malhas 5, 6 e 7 cm (entre nós opostos) (Chaves e Robert, 2003; NOGUEIRA *et al.*, 2011), sendo que o caceio redondo é muito utilizado no período do defeso do camarão, que ocorre entre os meses de março e maio, no qual a pesca com arrasto de fundo fica proibida (Robert e Chaves, 2006).

Algumas pesquisas já exploraram o impacto da pesca na ictiofauna acompanhante da pesca de arrasto de fundo, no entanto pouco se sabe sobre a composição e taxas de descarte das pescarias realizadas com a técnica de caceio redondo. Dessa forma o principal objetivo do presente trabalho é descrever a variação temporal e espacial da ictiofauna acompanhante das duas principais pescarias de camarão em uma área adjacente a um assentamento de recifes artificiais.

2 | METODOLOGIA

As pescarias experimentais foram realizadas com os dois dos principais tipos de petrechos utilizados para a captura do camarão-branco em mar aberto no litoral do Paraná: 1) o arrasto de fundo com pranchas, do tipo manga redonda, e 2) o caceio redondo com malhas 5 e 6 cm (entre nós opostos). A mesma rede de arrasto foi utilizada ao longo de todo o período de amostragens: trilha superior com 6 m e 2 boias; trilha inferior com 6 m e 3 kg de chumbo; abertura da boca, quando em uso, estimada em 8,5 metros; malha 2 cm (entre nós opostos) no ensacador. A rede de caceio redondo era composta por três panos de rede: um com malha 6 cm – fio 0,30mm, 54,2m de trilha superior com uma boia a cada 2,45m, 59,6m de trilha inferior com uma chumbada de 22g a cada 0,33m e 2,38m de altura; e outros dois com malha 5cm – fio 0,20mm, 58,5m de trilha superior com uma boia a cada 2,40m, 62,5m de inferior com uma chumbada de 22g a cada 0,25m e 1,92m altura. No intuito de não reduzir a capturabilidade, os panos de malha 5cm, menos resistentes pela menor espessura do fio, foram substituídos a cada estação do ano ou sempre que houvessem rasgos, e os panos de malha 6 cm somente quando danificados.

A pescaria de arrasto de fundo de manga redonda com pranchas é a arte que objetiva a captura de camarão-branco. Uma rede de arrasto, independente do tipo, possui formato cônico e é tracionada por embarcação motorizada, operando no fundo da coluna d'água, sobre o substrato em ambientes de mar aberto, da arrebentação até cerca de seis quilômetros da costa (3,2 milhas náuticas) (Robert *et. al.* 2012).

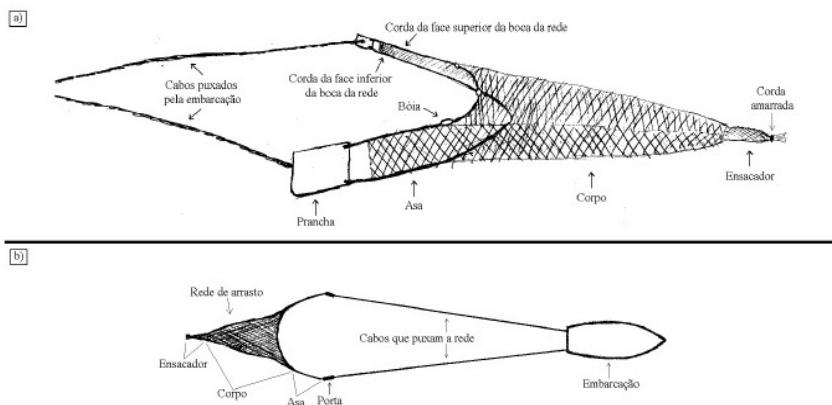


Figura 1 - Pesca de arrasto. a) vista lateral; b) embarcação puxando uma rede de arrasto.
Imagem retirada de Robert (2001).

Os cabos que tracionam a rede são presos às pranchas, que por sua vez, são amarradas às tralhas superior e inferior da rede. As pranchas são retangulares e têm a função de manter a rede de arrasto aberta durante a operação. As pranchas também possuem sapatas metálicas na porção inferior, que além de as manterem na vertical, sofrem o atrito com o substrato. As pranchas, de menor tamanho, são usadas com redes de menor porte, sendo construídas com chapas de compensado ou fibra de vidro não vazadas (Robert *et. al.* 2012).



Figura 2 - Pranchas com sapatas metálicas de rede de arrasto de manga redonda

Em conjunto com as mangas (asas) da rede, as pranchas conduzem os pescados ao corpo da rede, que posteriormente são recolhidos no ensacador. A tralha inferior, que compõem a parte inferior da manga e da boca da rede, é composta de lastros de chumbo em seu interior. O ensacador é fabricado com nylon multifilamento, com tamanhos de malha normalmente enquadrando-se entre 2 e 3cm (entre nós opostos) (Robert *et. al.* 2012).

O caceio, arte de pesca de emalhe à deriva, possui algumas modalidades, como o caceio redondo. O caceio redondo (Figura 3) é uma pescaria que difere dos outros tipos de caceio. Nela, a rede, que opera no fundo da coluna d'água, é lançada em linha reta e tracionada pela extremidade, com o auxílio de embarcação motorizada, com a intenção de formar uma alça com a rede, que pode variar de um segmento de circunferência a um segmento de contorno elíptico. Em geral o arco formado pela rede assume configuração próxima de uma semicircunferência a uma semi-elipse (cerco). A primeira extremidade da rede de caceio redondo solta no momento do lançamento é provida de uma poita, enquanto que a extremidade da rede tracionada pela embarcação pode conter uma vara com uma bandeira (Robert *et. al.* 2012).

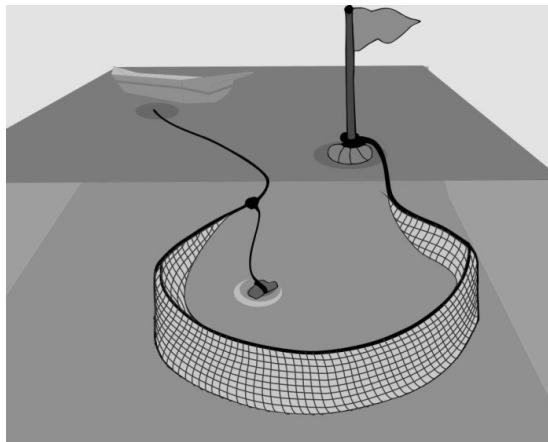


Figura 3 – Caceio redondo ou caracol. PROJETO REBIMAR (2015).

A tração da rede é feita através de um cabo, que liga a vara à embarcação. Uma das extremidades da rede é sinalizada com bandeira, o que auxilia no processo da formação da alça. O entralhamento de uma rede de caceio redondo também pode ser diferenciado entre os cabos superior e inferior (Robert *et. al.* 2012) (Figura 4).

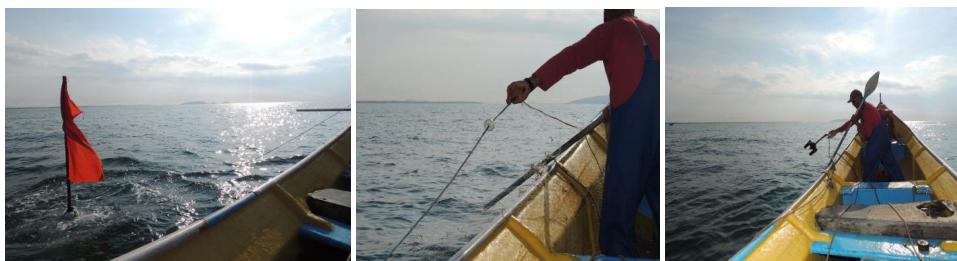


Figura 4– Bandeira de sinalização do caceio redondo. Rede de Caceio no momento do lançamento. Poita da extremidade do caceio antes de iniciar a circunferência com a canoa.

Usualmente são realizados de quatro a seis lances diários, cada um com duração variando entre 30 minutos e duas horas. Os alvos do caceio redondo de malhas 5 e 6 cm entre nós opostos, realizado desde a arrebentação até cerca de 16 quilômetros da costa, são o camarão-branco e a pescada-membeca (*Macrodon atricauda*, anterior *M. ancylodon*) (Figura 5), mas também, em menor frequência, as sardinhas (*Sardinella brasiliensis*, *Harengula clupeola* e *Pellona harroweri*), a pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*), e a betara (*Menticirrhus spp.*). O comprimento total médio das redes de malhas 5 e 6 cm é de 315,7m), e a altura média, de 2,4 metros (Robert *et. al.* 2012).



Figura - 5 Ictiofauna acompanhante do caceio redondo. Pescada membeca e camarão-branco.

Para atender os objetivos propostos foram realizadas pescarias experimentais com os dois principais tipos de petrechos utilizados para a captura do camarão-branco em mar aberto no litoral do Paraná, o arrasto de fundo com pranchas, do tipo manga redonda, e o caceio redondo com malhas 5 e 6 cm (entre nós opostos). A rede de arrasto foi confeccionada por um dos principais fornecedores de redes de arrasto na região e os panos da rede de caceio foram entralhados por um pescador fabricante de redes local. As pescarias com ambos os petrechos foram realizadas por outro pescador local com mais de 25 anos de experiência na pesca.

A rede de arrasto utilizada possuía tralha superior com 6 m e 3 bóias, e tralha inferior com 6 m e 3 kg de chumbo, sendo a abertura da boca, quando em uso, estimada pelo pescador em 8,5 metros. A altura da manga era de 50 cm junto à prancha. O tamanho de malha do ensacador era de 2 cm (entre nós opostos). A mesma rede foi utilizada ao longo de todo o período de amostragens.

A rede de caceio redondo era composta por três panos de rede; um de malha 6 cm e outros dois de malha 5cm. As dimensões dos panos de malha 5 cm, quando entralhados, eram de 58,5 m na tralha superior, 62,5 m na inferior e 1,92 m de altura, enquanto que na malha 6 cm, 54,2 m na tralha superior, 59,6 m na tralha inferior e 2,38 m de altura. Foram usadas uma bóia a cada 2,40 m de tralha superior nos panos de malha 5 cm e uma bóia a cada 2,45 m no pano de malha 6 cm. A tralha inferior dos panos de malha 5 cm possuía 4 chumbadas por metro, totalizando 5 kg por pano, e do pano de malha 6 cm, 3 chumbadas por metro, totalizando 4 kg por pano. A espessura do fio dos panos de malha 5cm era de 0,20 mm, e a do pano de malha 6 cm, 0,30 mm. No intuito de não reduzir a capturabilidade, os panos de malha 5cm, menos resistentes pela menor espessura do fio, foram substituídos a cada estação do ano ou sempre que houvessem rasgos, e os panos de malha 6 cm somente quando danificados.

Quatro campanhas de pescarias, cada uma representando uma estação do ano, foram realizadas entre agosto de 2014 a junho de 2015; a saber: inverno de 2014, primavera de 2014, verão de 2015 e outono de 2015. Em cada campanha foram realizados 18 lances com cada um dos equipamentos: seis lances por profundidade por estação do ano. Para os arrastos foram realizados dois lances (com duração variando de 7 minutos e 54 segundos

a 13 minutos e 12 segundos) por profundidade a cada dia, durante três dias, e para os caceios foi realizado um lance (com duração variando de 14 a 40 minutos) por profundidade por dia, durante seis dias. Considerando ambas as pescarias, foram despendidos 9 dias de mar para as coletas de cada estação do ano. Dias estes nem sempre consecutivos, devido condições climáticas adversas, com intervalo máximo de 14 dias entre as saídas.

Ao final de cada lance, seja de arrasto ou de caceio, a água de fundo foi coletada com uma garrafa de Van Dorn, para obtenção da temperatura e da salinidade. A primeira foi obtida com um termômetro digital, precisão de 0,1°C, e a salinidade com um refratômetro, precisão de 1 ppm. O material biológico capturado com o arrasto foi acondicionado em sacos plásticos e mantido em caixa térmica com gelo durante o transporte ao laboratório, onde o material foi triado e os peixes identificados (Figueiredo, 1977; Figueiredo e Menezes, 1978, 1980 e 2000; Menezes e Figueiredo, 1980 e 1985) e medidos (comprimento total). No caso dos caceios, a maior parte da captura foi triada, identificada e medida a bordo. A massa individual foi estimada por meio de equações massa/comprimento específicas disponíveis na literatura.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De um total de 10378 peixes capturados em ambas as pescarias, 9175 no arrasto e 1203 no caceio, foram registrados 71 *taxa*, pelo menos 69 espécies, pertencentes a 30 famílias. Trinta e cinco *taxa* foram registrados em ambas as pescarias, 25 apenas no arrasto e 11 apenas no caceio. A família com maior número de espécies no arrasto foi Sciaenidae (12 espécies), seguida de Carangidae e Paralichthyidae (ambas 5 espécies), de Engraulidae (4), de Ariidae, Clupeidae, Gerreidae e Haemulidae (3 cada uma), de Achiridae, Pristigasteridae, Rhinobatidae e Tetraodontidae (2 cada uma), e de Batrachoididae, Cynoglossidae, Dasyatidae, Diodontidae, Monacanthidae, Narcinidae, Serranidae, Sphyraenidae, Stromateidae, Trichiuridae e Triglidae (1 cada família). No caceio a família com maior número de espécies foi Sciaenidae (13 espécies), seguida de Carangidae (7), de Ariidae (4), de Engraulidae (4), de Haemulidae (3), de Paralichthyidae (2) e de Lutjanidae, Achiridae, Balistidae, Centropomidae, Clupeidae, Ephippidae, Gerreidae, Polynemidae, Pristigasteridae, Scombridae, Stromateidae, Trichiuridae e Triglidae (1 para cada família).

De forma geral as famílias com maior número de espécies e as espécies mais abundantes nas capturas do arrasto do presente estudo não divergiram do padrão observado para o litoral paranaense (Santos, 2006; Schwarz, 2009; Cattani *et al.*, 2011) e para o litoral dos estados adjacentes (Graça-Lopes *et al.*, 2002; Bail e Branco, 2003; Branco e Verani, 2006; Souza e Chaves, 2007), com um maior número de espécies encontrado em Sciaenidae, seguida de Carangidae. Outras famílias, como Achiridae, Ariidae, Engraulidae, Paralichthyidae e Pristigasteridae alternam as posições conforme o trabalho, fato provavelmente associado com diferenças nas redes de arrasto utilizadas (Robert, 2008), velocidade dos arrastos e local/profundidade de coleta (Schwarz 2009), inclusive variações interanuais na composição da ictiofauna no ambiente e proximidade a estuários (Gomes e Chaves, 2006) podem afetar a distribuição.

Com relação à distribuição sazonal da ictiofauna, Chaves *et al.* (2003) e Godefroid *et al.* (2004) encontraram diferenças significativas entre as estações do ano, com maiores

capturas na primavera e verão e menores no outono e inverno. Gomes e Chaves (2006) também encontraram diferenças significativas, com maiores abundâncias médias na primavera, porém sem apresentar qualquer tendência temporal entre as demais estações do ano. No estudo de Santos (2006) um maior número de peixes foi amostrado em março e abril, sendo menor em setembro, janeiro e junho. Schwarz (2009) encontrou maiores abundâncias médias em janeiro a abril, menores de julho a dezembro, com valores intermediários em maio e junho. Pode-se observar de modo geral, que na plataforma continental do estado do Paraná ocorre uma maior abundância nos meses quentes e menor nos meses frios, um padrão similar ao observado no presente estudo. Para Schwarz (2009) as flutuações sazonais na ocorrência das espécies neste ambiente estão fortemente associadas a eventos oceanográficos de média e grande escala, tais como variações de correntes e marés e a entrada de sistemas frontais.

Nos estudos que avaliaram os peixes do *bycatch* da pesca do camarão sete-barbas na região sul do país, também foram observados padrões sazonais na abundância da ictiofauna. Bail e Branco (2003) e Branco e Verani (2006) na armação do Itapocoroy, Penha-SC e Souza e Chaves (2007) no litoral norte de Santa Catarina encontraram maior abundância nos meses de dezembro e abril. Para Branco e Verani (2006) as oscilações sazonais no número de espécies refletem a elevada frequência de espécies visitantes de ocorrência ocasional em trânsito na plataforma continental, onde uma pequena porcentagem da ictiofauna presente nos arrastos costeiros é dominante em número de exemplares e em biomassa.

Analizando a ictiofauna e sua distribuição batimétrica, é possível perceber a formação de grupos quanto à abundância de exemplares nas três profundidades amostradas, sendo que nos estratos mais rasos foram encontradas maiores abundâncias. Este gradiente de abundância associado à profundidade é bem evidente para muitas espécies de ctenídeos e outras espécies dominantes capturadas pela pesca de arrasto de fundo, esse padrão já foi observado anteriormente na região por Robert *et al.* (2007). Dentro desse panorama, a profundidade é o principal gradiente pelo qual as comunidades de plataforma sofrem modificações. Por sua vez, as interações biológicas mostram-se menos importantes entre os fatores que influenciam a distribuição da ictiofauna Schwarz, (2009).

Para pescarias de emalhe os trabalhos são escassos. Em comparação ao arrasto, as pescarias de emalhe estático (fundeio) tendem a possuir uma distribuição da abundância das espécies mais equitativa Robert, (2008). Além disso, o número de espécies capturadas é maior que nos arrastos. No presente estudo se observou o oposto; o número de *taxa* registrados no arrasto (60) foi maior que no caceio (46). Tal fato pode estar associado a forma como o caceio redondo é realizado, de forma não estática. A rede é tracionada pela embarcação por uma de suas extremidades, funcionando como um arrasto com maior tamanho de malha que o arrasto tradicional. Com isso se espera que a fuga de certas espécies ao caceio seja semelhante a fuga ao arrasto tradicional. O maior tamanho de malha permitiria maior escape e com isso um número menor de espécies seria suscetível a captura pelo caceio redondo.

A composição das capturas de outros tipos de redes de emalhe com os mesmos tamanhos de malha, como o caceio de fundo e como o fundeio, certamente são distintas a do caceio redondo e mereceriam investigações específicas. Cabe ressaltar também

que os resultados das pescarias experimentais do presente estudo, realizadas a 0,7mn da costa (9m de profundidade), a 1,4mn (11m) e a 2,5mn (14m), representam em parte o limite superior onde as pescarias de arrasto são realizadas, cujo máximo afastamento médio equivale a cerca de 1mn da costa, e que representam a quase totalidade da área de pesca do caceio redondo, cujo afastamento máximo médio da costa é próximo as 2mn das costa Robert, (2008). Ambas as pescarias são realizadas em distâncias mínimas há poucas centenas de metros da costa.

Apesar de o trabalho ter avaliado o descarte de duas artes de capturas, ele permitiu uma avaliação ecológica dos peixes demersais. Nesse sentido foi possível avaliar os padrões de ocorrências espacial e temporal, de forma incremental no caso do arrasto e um enfoque maior na lacuna do conhecimento sobre o impacto da pesca de caceio redondo. Com base nos resultados, podemos afirmar que o caceio redondo captura muito pouco camarão sete-barbas, ao contrário do arrasto, e o caceio também captura uma quantidade maior de indivíduos do camarão-branco, além de peixes com aproveitamento comercial, ou seja, o caceio passa a ser provavelmente uma modalidade mais seletiva e menos impactante do que o arrasto. Dados inéditos foram gerados apontando que o caceio redondo é uma arte de pesca alternativa altamente criativa, adaptada de uma técnica passiva e altamente seletiva em termos de tamanho (emalhe) em conjunto com uma pesca ativa com baixa seletividade (arrasto). Há uma importância ecológica e pesqueira no conhecimento da composição da comunidade capturada com o caceio (pouco estudado), que é uma lacuna do conhecimento, portanto, com os resultados deste trabalho, o que se observou é que o caceio foi menos impactante, no sentido de capturar menos espécies, ou seja, a diversidade taxonômica foi menor nas amostras dessa arte.

O manejo da pesca no Brasil, especialmente nas décadas de 1980 e 1990, foi realizado por medidas implementadas de forma centralizada, e utilizava métodos convencionais. Embora o ordenamento pesqueiro adotado pelo IBAMA e MPA, esteja atualmente atingindo um modelo mais participativo e adaptativo, com a participação dos diferentes segmentos envolvidos na formação dos grupos gestores, a adversidade ocorre em fatores como deficiências da fiscalização e a adoção de claros objetivos no manejo das pescarias (Franco *et. al.*, 2009).

Segundo Franco *et. al.* (2009) as medidas mais utilizadas no país são permissões de pesca ligadas às embarcações para controle do esforço; permissão de pesca para os pescadores; paralisação da pesca por um período determinado (defeso) ou em determinado local; restrições sobre aparelhos de pesca; limitação de comprimento e/ou peso dos indivíduos capturados; criação de reservas marinhas; e mais recentemente, o uso de mecanismos de escape da fauna acompanhante (BRD's - *Bycatch Reduction Devices*).

A pesca de arrasto de camarões é uma atividade marcada por conflitos, resultante, dentre outros motivos, de inconsistências nos instrumentos de ordenamento, da baixa qualidade e disponibilidade das informações e da ausência de processos efetivamente participativos na gestão (PEZZUTO *et al.*, 2008). No que se refere à pesca artesanal de arrasto de camarões, esta é a base da economia familiar em diversas comunidades do litoral sul brasileiro, especialmente nos Estados de Santa Catarina e Paraná, onde a fauna acompanhante possui importância comercial e/ou nutricional (Chaves; Robert, 2003; Bail; Branco, 2007). Até 2001, o defeso reunia todas as espécies de camarão de interesse

comercial (*Lithopenaeus schimitti*, *Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis*, *Artemesia loginaris* e *Pleocitcus muelleri*), proibindo a captura de 1º de março a 31 de maio. Uma mudança foi realizada em 2006, estabelecendo para o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) o período de 1º de outubro a 31 de dezembro, mantendo as demais espécies com o defeso entre 1º de março e 31 de maio (BRASIL, 2006). Mais recentemente, outra mudança foi realizada, reunificando o defeso das espécies de camarão, para o período de 1º de março a 31 de maio (BRASIL, 2008).

A pesca industrial tem sido apontada como a principal responsável pelo uso desordenado e mais predatório, do ponto de vista sócio-ecológico dos estoques pesqueiros. Apesar da ocorrência de práticas ilegais e mais impactantes, predomina aqui a utilização de um conjunto diversificado de técnicas eficientes e supostamente com menos impacto sobre os ecossistemas marinho-costeiros, no caso do caceio em relação ao arrasto. O aspecto mais evidente da crise da pesca artesanal no litoral sul do Brasil diz respeito à gradativa diminuição do volume de capturas. Apesar das reconhecidas limitações das estatísticas disponíveis, os dados relativos aos desembarques controlados de pescado, no período de 1980 a 1998, indicam uma queda significativa na produção a partir de meados da década de 1980. Este declínio acompanha o aumento do percentual de capturas no setor da pesca industrial em relação ao total da produção pesqueira. Em 1980, a produção artesanal alcançou o patamar de 24.277.822 kg, equivalente a 20,56% do total produzido; e até 1984 a produção sofreu apenas pequenas oscilações, atingindo seu auge neste ano com 27.719.188 kg (28,54% do total). Contudo, no sul do Brasil, a partir de 1985 o declínio foi se acentuando e em 1998, o setor artesanal contribuiu com apenas 7,10% do total obtido (CEPSUL/IBAMA, 2000).

Em busca de alternativas, estes resultados podem subsidiar ou embasar eventuais planos de gestão, gerando consequências diretas na vida dos pescadores. Também se pode afirmar que os dados gerados permitem uma modalidade de pescaria (caceio redondo), levando em consideração os impactos gerados nas assembleias dos peixes no caso do arrasto, ou seja, o caceio pode ser uma arte alternativa à tradicional pesca de arrasto, visando a redução dos impactos ecológicos. Inserir o Caceio redondo no lugar do Arrasto como uma medida de manejo, pode ser uma alternativa mais eficiente do que o salário defeso, pois devido à atual crise econômica que o Brasil se encontra, o pescador pode não receber esse recurso e terá que contar com outras alternativas de renda.

Rumores de que os armadores de Itajaí pretendem proibir a pesca de caceio redondo (caracol) alegando que esta arte é impactante, não é verdade, pois o caceio se mostra muito mais seletivo na pescaria do camarão branco do que o arrasto. Provavelmente o que os armadores temem, é que o caceio capture o camarão-branco que poderia migrar para áreas mais profundas da plataforma, aonde a pesca industrial é liberada, afetando o lado comercial dos mesmos (comunicação pessoal com pescadores locais).

Diante desta situação o gerenciamento da pescaria de camarão deve considerar não somente a espécie-alvo, mas o conjunto da captura, incluindo-se aí o pescado acessório. Esta preocupação, além do cunho ambiental e social, possui também implicações econômicas, pois a parte da fauna acompanhante aproveitada, em muitos casos, é que sustenta a pescaria, enquanto a parte descartada é composta por indivíduos jovens de espécies de valor comercial e por outros pescados cuja aceitação pelo mercado consumidor

ainda não foi bem explorada.

Outra questão diz respeito à pesca em locais de criadouro, por sua notória deficiência, a fiscalização no litoral brasileiro não consegue impedir a captura de indivíduos juvenis, por arrasto, nestes ambientes. Medidas implementáveis, como a colocação de recifes artificiais sobre o fundo, podem reduzir este problema. No litoral do Paraná, uma iniciativa pioneira em co-gestão com a comunidade de pescadores local tem tido bons resultados, criando um corredor ecológico paralelo à costa do Município de Pontal do Paraná, com a instalação de RRL's (recifes de recrutamento larval) (MARBRASIL, 2013- Projeto REBIMAR I). Sugere-se também a criação de áreas livres de atividades pesqueiras, para permitir a recuperação e conservação de diversas espécies, de valor comercial ou não, além da criação de Unidades de Conservação, como o Parque Nacional Marinho dos Currais-PR.

O aumento da seletividade na pescaria de camarão em mar aberto é um processo do qual o Brasil não pode se ausentar. O incentivo a este tipo de pesquisa é passo importante para um efetivo manejo da pesca de arrasto em nossa costa. Uma administração pesqueira coerente e eficaz deve passar, inicialmente, pelo gerenciamento do petrecho de captura e não, unicamente, do principal recurso-alvo. Contudo, uma abordagem ecossistêmica é a mais indicada, e deve ser utilizada, devido à elevada sobreposição espacial entre os diferentes estoques e grande diferença na composição das capturas dos distintos petrechos.

CONCLUSÃO

Foram encontradas maiores quantidades de espécies de peixes na fauna acompanhante do arrasto, corroborando com os resultados e confirmando as hipóteses de que a pesca de arrasto, comparada com o caceio redondo, tem um maior impacto negativo na ictiofauna acompanhante.

O conhecimento dos diferentes tipos de técnicas de captura é importante para definir quais as melhores estratégias podem ser adotadas pelos órgãos ambientais, de modo a garantir tanto a sobrevivência das espécies utilizadas quanto das comunidades que delas dependem. O manejo de águas costeiras deveria ser uma prioridade no país, considerando-se o número de pescadores ao longo da costa e a importância da pesca como fonte de alimento e renda para a população. Assim como o comportamento dos pescadores e as estratégias de pesca, quando correlacionados com os estoques pesqueiros, são relevantes nos estudos sobre manejo pesqueiro.

As pescarias experimentais utilizadas para o presente estudo continuam sendo realizadas como parte integrante do monitoramento da pesca do Projeto REBIMAR – Associação MarBrasil, condicionado à licença do IBAMA de instalação de recifes artificiais na costa de Pontal do Paraná-PR, e que irá compor um banco de dados e a geração de mais resultados que irão complementar ainda mais esta pesquisa.

Sugere-se a proposta de um novo projeto para ampliar este tipo de pesquisa com mais embarcações e observadores à bordo, inclusive de avaliação de outros tipos de arte de pesca, pois o real entendimento da dinâmica de capturas não só destas artes de pesca, como das demais, colabora com que o litoral paranaense avance criando embasamento para uma gestão efetiva dos recursos naturais presentes em sua plataforma, fazendo com

que futuras medidas de manejo possam surgir baseadas cada vez mais na realidade local.

Os resultados aqui apresentados servem como subsídio para a gestão pesqueira na região, demonstrando padrões das capturas realizadas com rede de arrasto para camarão-branco e, de forma inédita, padrões de captura para o caceio redondo. O menor número de espécies capturadas com o caceio redondo sugere que essa pescaria possa ser menos impactante que o tradicional arrasto de fundo com pranchas ou com portas, contudo mais estudos são necessários para uma melhor compreensão sobre o tema.

REFERÊNCIAS

Anderson, M. J., GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. 2008. **PERMANOVA + for PRIMER: guide to software and statistical methods**. PRIMER-E, Plymouth.

Bail, G. C.; Branco, J. O. 2010. **Ocorrência, abundância e diversidade da ictiofauna na pesca do camarão sete-barbas, na região de Penha, SC**. BJAST, v. 7, n. 1, p. 73-82.

BLABER, S.J.M. e BLABER, T.G. 1980 **Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish**. Journal of Fish Biology, 17: 143–162.

Branco, J. O; Verani, J. R. 2006. **Análise quali-quantitativa da ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas na Armação do Itapocoroy, Penha, SC**. Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, v.23.

Cattani, A. P.; Santos, L. O.; SPACH, H. L.; BUDEL, B. R.; GONDIM GUANAIS, J. H. D. 2011. **Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do litoral do Paraná, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo. V.37(2). p.247-260.

Chaves, P. T. C.; Robert, M. C. 2003. **Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral Sul do Estado do Paraná, Brasil**. Revista Atlântica, Rio Grande. v.25(1). p.53-59.

Chaves, P. T.; COVA-GRANDO, G.; CALLUF, C. 2003. **Demersal ichthyofauna inacontinental shelf region on the south coast of Brazil exposed to shrimp trawlfisheries**. Acta Biol. Par., Curitiba, v. 32, n. 1-4, p. 69-82.

CORRÉA, C. E.; Chaves, P. T. e GUIMARÃES, P. R. B. 2005. **Biology of *Chirocentrodon bleekerianus* (Poey, 1867) (Clupeiformes: Pristigasteridae) in a Continental Shelf Region of Southern Brazil**. Brazilian Archives of Biology and Technology. 48(3): 419-427.

FAO, 2005. **Fisheries and Aqualculture topics. Fishing gears and methods**. Rome.

FAO. 2009. Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture**.

FAO, 2014. **The State of World Fisheries and Aquaculture** Rome. 223p.

Figueiredo, J. L. 1977. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: I. Introdução. Cações, raias e quimeras**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 104p.

Figueiredo, J. L.; Menezes, N. A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: II. Teleostei** (1). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 110p.

- Figueiredo, J. L.; Menezes, N. A. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: III. Teleostei** (2). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 90p.
- Figueiredo, J.L.; Menezes, N. 2000. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei** (5). Museu de Zoologia. Universidade de São Paulo, São Paulo. 116p.
- GODEFROID, R. S.; SPACH, H. L.; Santos, C.; MACLAREN, G.; Schwarz, JR. R.; 2004. **Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil**. Iheringia, Serie Zoologia, Porto Alegre. V.94, p. 95-104.
- Graca-Lopes, R.; TOMÁS, A.R.G.; TUTUI, S.L.S.; SEVERINO RODRIGUES, E.; PUZZI, A. 2002. **Fauna acompanhante da pesca camaroeira no litoral do estado de São Paulo, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca, 28(2):173-188.
- Gomes, I. D.; Chaves, P. T. 2006. **Ictiofauna integrante da pesca de arrasto camaroeiro no litoral sul de estado do Paraná, Brasil**. Bioikos, v. 20, n. 1, p. 9-13.
- KELLEHER, K. 2005. **Discards in the world's marine fisheries**. Rome: FAO Fisheries T. Paper, v.470.
- KENNELLY, S. J. & BROADHURST, M. K. 1995. **Fishermen and scientists solving bycatch problems: examples from Australia and possibilities for the Northeastern United States. Solving bycatch: considerations for today and tomorrow**. Alaska Sea Grant College Program Report 96-03, Univ. Alaska, Fairbanks, AK, p. 121-128, 1995.
- Menezes, N. A.; Figueiredo, J. L. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: IV. Teleostei** (3). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 96p.
- Menezes, N. A.; Figueiredo, J. L. 1985. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: V. Teleostei** (4). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 105p.
- NOGUEIRA, A. B.; Chaves, P. T.; Robert, M. C.; AGUIAR, K.D. 2011. **Participação da fisiografia local na composição dos atributos e estratégias de pesca no sul do Brasil**. Bol. Inst. Pesca, São Paulo. v.37(1). p.13-30.
- Robert, M. C. & Chaves, P. T. C. 2001. **Observações sobre o ciclo de vida da corvina, *Micropogonias furnieri* no litoral do Estado do Paraná, Brasil**. Revista bras. Zool., 18(2).
- Robert, M. C.; Chaves, P. T. 2006. **Dinâmica da atividade pesqueira artesanal em duas comunidades da região litorânea limítrofe Santa Catarina – Paraná, Brasil**. Boletim do Instituto de pesca, 32 (1).
- Robert, M. C.; MICHELS-Souza, M. A. & Chaves, T. C. 2007. **Biologia de *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner) (Teleostei Sciaenidae) no litoral sul do Estado do Paraná, Brasil**. Revista bras. Zool., 24(1): 191-198.
- Robert, M. C. 2008. **Variações nos procedimentos de pesca associadas às flutuações sazonais na disponibilidade do recurso ictiofaunístico costeiro na região limítrofe Paraná/Santa Catarina: um estudo de caso na comunidade de Barra do Saí (Itapoá, SC)**. Tese de Doutorado em Zoologia, UFPR. 255p.
- Santos, C. 2006. **Comunidade de peixes demersais e ciclo reprodutivo de 4 espécies da família Sciaenidae na plataforma interna entre Superagui e Praia de Leste, PR**. Zoologia, UFPR, 163p.
- Souza, L. M.; Chaves, P. T. 2007. **Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. V. 24(4) P.

113-1121.

Schwarz, R. J. 2009. **Composição, estrutura e abundância da ictiofauna capturada com redes de arrasto de portas na plataforma continental interna rasa do litoral do Paraná**. Curitiba. Tese (Doutorado) – Setor de Ciências Biológicas – Zoologia, Universidade Federal do Paraná.

Souza, L. M.; Chaves, P. T. 2007. **Atividade reprodutiva de peixes (Teleostei) e o defeso da pesca de arrasto no litoral norte de Santa Catarina, Brasil**. Revista Brasileira de Zoologia. V. 24(4) P. 113-1121.

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

Data de aceite: 01/03/2021

Hugo Bornatowski

Associação MarBrasil
Pontal do Paraná-PR.

<http://lattes.cnpq.br/5758406667966430>

Robin Hilbert Loose

Associação MarBrasil
Pontal do Paraná-PR.

<http://lattes.cnpq.br/2500623991624834>

Cristina Bernardo

Associação MarBrasil
Pontal do Paraná-PR.

<http://lattes.cnpq.br/1820918676631585>

RESUMO: Os tubarões são animais de alto sucesso evolutivo, sobrevivendo vários eventos de extinção em massa a mais de 400 milhões de anos. No entanto, apesar desse sucesso, o risco de extinção desses animais é relativamente alto se comparado com os demais vertebrados, especialmente devido à sobre pesca e degradação de habitats. No entanto, alguns pontos são importantes serem destacados, principalmente aqueles relacionados com o impacto do medo de ser atacado por um tubarão. O medo e a percepção errônea que tubarões são “matadores de humanos” podem levar a superestimar o risco de ser atacado em qualquer ambiente aquático através de eventos raros ou até nulos. Isso, involuntariamente, pode conduzir a uma aceitação de medidas de caça e pesca de tubarões, desconsiderando que esse grupo é considerado como um dos mais ameaçados do planeta Terra. Além disso, o consumo de carne de tubarão pode

não cessar se medidas educacionais não forem tomadas.

PALAVRAS-CHAVE: Tubarão, medo, sobrepesca

SHARKS: THE FEAR, CONSUMPTION OF THREATENED SPECIES AND IMPACTS ON CONSERVATION

ABSTRACT: Sharks are highly successful evolutionary animals, surviving several mass extinction events for more than 400 million years. However, despite this success, the risk of extinction of these animals is relatively high compared to other vertebrates, especially due to overfishing and habitat degradation. However, some points are important to highlight, especially those related to the impact of fear of being attacked by a shark. The fear and misperception that sharks are “human killers” can lead to overestimating the risk of being attacked in any aquatic environment through rare or even zero events. This, involuntarily, can lead to an acceptance of shark hunting and fishing measures, disregarding that this group is considered as one of the most threatened on the planet Earth. In addition, consumption of shark meat may not cease if educational measures are not taken.

KEYWORDS: Shark, fear, overfishing

INTRODUÇÃO

Os tubarões, junto com as raias e as quimeras, pertencem à classe *Chondrichthyes*, um grupo particular de animais aquáticos que possui esqueleto formado por cartilagem e ausência de bexiga natatória (órgão responsável pela flutuação dos peixes). Cerca de 1220 espécies compõe o grupo, com 520 espécies para tubarões e 650 para raias atualmente

descritas. Os tubarões são animais de alto sucesso evolutivo, sobrevivendo vários eventos de extinção em massa a mais de 400 milhões de anos. No entanto, apesar desse sucesso, o risco de extinção dos Cetáceos é relativamente alto se comparado com os demais vertebrados, especialmente devido à sobrepesca e degradação de habitats.

Em um primeiro momento, quando se fala em um tubarão, logo vem a imagem de um ser marinho de olhos negros e boca cheia de dentes, pronto para matar alguém. Mas isso não é verdade! No mundo inteiro são conhecidas cerca de 509 espécies de tubarões, distribuídos em todos os mares e oceanos, desde áreas costeiras até oceânicas, do raso até grandes profundidades. Ocupam todos os ecossistemas possíveis, incluindo rios e lagos. Os tubarões possuem diversos tamanhos e formas, com espécies medindo desde pouquíssimos centímetros até o gigante tubarão-baleia, que pode chegar até 18 metros. Apesar de sua má fama, a maioria dos tubarões não se alimenta de grandes animais, apenas de pequenos peixes, camarões, caranguejos e lulas. Os gigantes tubarão-baleia e o tubarão-peregrino se alimentam apenas de plâncton, em uma estratégia alimentar denominada filtração.

Os tubarões evoluíram inicialmente como pequenos predadores de áreas costeiras, onde a seleção favoreceu os indivíduos maiores, com crescimento contínuo, maturidade tardia e capacidade de tolerar ambientes profundos de áreas oceânicas. O grupo ocupou nichos previamente dominados por vertebrados predadores (hoje extintos), e influenciaram na diversificação e distribuição de suas presas e concorrentes. Um espetacular exemplo foi o tubarão Megalodonte *Carcharodon megalodon* (vivente entre 20 e 1,6 milhões de anos atrás), maior peixe predador já registrado, o qual pode ter influenciado em mudanças substanciais na história evolutiva de mamíferos marinhos. Comparando com outros vertebrados marinhos, a evolução dos tubarões parece estável, com baixa taxa de extinção. Essa resiliência tem sido relacionada com a alta adaptabilidade evolutiva e sua ecologia generalista.

Os tubarões podem ser encontrados em profundidades desde a superfície até 3700 m de profundidade. Todos são carnívoros, com tamanho corporal variando de 20 cm até 20 metros, apresentando variadas formas de obtenção de presas, mas com mínima variação nos aparatos alimentares. Alimentam-se desde plânctons (exemplo tubarão-baleia) até grandes mamíferos (exemplo tubarão-branco). O centro para esse sucesso evolutivo é o mecanismo de captura de presas, que permitiu que os elasmobrânquios ocupassem inúmeros nichos, podendo morder, succionar e filtrar as suas presas em conjunto com o movimento do predador até a sua presa. A presa apanhada é processada por vários mecanismos: sopro e aspiração para reposicionamento da presa, esmagamento, mordida e mordida com “chacoalhamento” da cabeça para desmembrar e arrancar grandes pedaços de animais.

MAS POR QUE TEMEMOS OS TUBARÕES?

Você, alguma vez entrou na água, nadou até o fundo e ficou com medo de ser atacado por um tubarão? Então, saiba que estatisticamente nós temos uma mínima chance de ser atacado por este tipo de animal. Em números, a chance de ocorrer um incidente com

esses animais é de uma em três milhões, ou seja, é muito mais fácil morrermos por um raio, ou com a queda de um coco-verde na cabeça, ou até mesmo fazendo um *selfie* em algum lugar inusitado. Mas, apesar dessa baixíssima chance de um encontro com um tubarão, a ocorrência de um simples incidente com humano é suficiente para atrair a atenção do público e atitudes do governo são severamente cobradas (como por exemplo, o abate destes animais). Mas por que as pessoas tem tanto medo desses animais?

A resposta para este tipo de pergunta talvez seja muito mais complexa do que imaginamos. Primeiro porque quando se trata de nome “tubarão”, a imagem do Ser Marinho com centenas de dentes na boca logo vem na nossa cabeça. Talvez por consequência do filme Jaws, de 1975, dirigido por Steven Spielberg. Mas, do ponto de vista psicológico, o medo dos tubarões pode estar ligado em como o cérebro processa tal informação. Os seres humanos tendem a responder primeiro com sentimentos e depois agem com o pensamento. Explicando melhor, os humanos consideram primeiro o perigo que os tubarões apresentam e somente depois consideram o atual e real risco que eles realmente apresentam. Se formos mais fundo nesse assunto, o aspecto psicológico por trás do medo de animais é, possivelmente, herdado dos nossos ancestrais. Os primatas atuais, por exemplo, possuem estruturas do cérebro que estão envolvidas na vigilância, no medo, no aprendizado e na memória associada ao medo de predadores. Então, o pânico e a ansiedade podem ter desempenhado um papel muito importante na sobrevivência do nosso grupo. As interações com predadores perigosos constituíram uma pressão significativa que modelou nossa evolução. Nossos ancestrais interagiram com predadores terrestres para comer as mesmas presas e também para aproveitar de carcaças nos mesmos locais onde carnívoros felinos habitavam. Acredita-se que os carnívoros noturnos tenham desempenhado um papel muito importante na evolução humana, impulsionando a necessidade de abrigo noturno e do controle do fogo, além do medo inato da escuridão. Mas podemos aplicar o mesmo para os tubarões?

Bem, primeiro precisamos pensar que as interações entre humanos e tubarões não ocorrem da mesma forma que com animais terrestres. Tubarões e humanos não compartilham o mesmo ambiente. O misterioso ambiente aquático, conjugado com a natureza oculta dos tubarões e demais animais marinhos (que nadam abaixo da superfície e não podemos ver), acaba despertando um sentimento de “medo” e atenção para nossa sobrevivência. Provavelmente nós não conseguimos moldar o nosso design dos mecanismos psicológicos para fazer inferências sobre os tubarões, assim como fizemos para os demais predadores terrestres. Outro fator que não pode ser ignorado é o nível de empatia que temos por vários grupos de animais. Estudos já mostraram que os humanos tem muito mais empatia por animais evolutivamente próximos a nós (ex. mamíferos). Leões, tigres, ursos, apesar de serem animais potencialmente perigosos, possuem filhotes fofos, peludos e de olhos grandes, e são usados como brinquedos de crianças. Albert e colaboradores classificaram os 20 principais animais mais carismáticos, no qual apenas dois não foram mamíferos: crocodilos e tubarões. O curioso foi que tubarões não foram carismáticos pela sua aparência, mas sim por que são assustadores.



Figura 1 – O Grande Tubarão Branco nadando na superfície. Apenas a silhueta aparece.
Créditos: Elias Levy – Creative Commons CC.

O medo e a percepção errônea que tubarões são “matadores de humanos” podem levar a superestimar o risco de ser atacado em qualquer ambiente aquático através de eventos raros ou até nulos. Isso, involuntariamente, pode conduzir a uma aceitação de medidas de caça e pesca de tubarões, desconsiderando que esse grupo é considerado como um dos mais ameaçados do planeta Terra.

INTERAÇÕES ENTRE HUMANOS E TUBARÕES.

Interações ou conflitos entre humanos e grandes predadores ocorrem globalmente, mas a compreensão de sua ocorrência espacial e os relatórios de mídia são limitados e tendenciosos. O alcance da mídia, hoje em dia, é global e rápido, principalmente através dos meios de comunicação, sendo amplificados pelas redes sociais. Isso acaba tendo consequências para a maneira como o público percebe os conflitos entre predadores e humanos e, por sua vez, afetando diretamente na conservação e o manejo das espécies. Para abordar esse ponto mais profundamente, uma pesquisa mostrou que os conflitos entre predadores e humanos possuem divergências de divulgação pela mídia.

Um total de 3.301 incidentes de tubarões foram relatados pelo Arquivo Internacional de Ataques de Tubarões (ISAF), com destaque nos EUA ($n = 1407$; 42,6%), Austrália ($n = 621$; 18,8%), África do Sul ($n = 252$; 7,6%), Brasil ($n = 104$; 3,1%) e Nova Zelândia ($n = 51$; 1,5%). Desses ataques relatados, a maioria, cerca de 65%, ocorreu em países desenvolvidos. Por outro lado, os carnívoros terrestres foram implicados em mais de 25.000 incidentes (97%) em regiões economicamente mais pobres, como países africanos e asiáticos. Nos países desenvolvidos, carnívoros terrestres (ursos, puma, coiotes e lobos na América do

Norte e Europa) representaram apenas 780 (26%) dos incidentes, em comparação com 2.225 (74%) dos tubarões na Austrália, EUA, Nova Zelândia e Ilhas Reunião. No geral, esses dados mostram que os conflitos entre tubarões e humanos ocorrem principalmente nos países desenvolvidos, enquanto os conflitos predadores terrestres e humanos ocorrem e são predominantemente relatados nos países em desenvolvimento.

Ao considerar a busca sistemática dos 100 artigos de mídia mais recentes para três principais predadores (tubarão, leão e leopardo); foi observado um grande viés no conteúdo. Para os tubarões, mais de 65% dos artigos da mídia relataram ataques ou eventos sensacionalistas. Por outro lado, quando essa pesquisa foi repetida para “leopardos” e “leões”, menos de 5% relataram ataques ou eventos sensacionalistas. Além disso, o contexto das incidências entre leões e humanos (apesar de poucas) estava principalmente ligado, basicamente, entre caçadores ou visitantes e não a conflitos ou interações com a população local.

A alta cobertura da mídia sobre os conflitos entre tubarões e humanos pode levar os seres humanos a superestimar o risco de serem atacados. Portanto, é sugerido um aumento da comunicação entre as partes interessadas para estabelecer regras básicas dos relatos da mídia sobre conflitos entre tubarões e humanos, relatórios melhor informados sobre ataques, pesquisas adicionais realizadas para entender a percepção do público sobre relatos da mídia sobre conflitos e investimento contínuo em programas de comunicação, educação e conscientização pública. Por meio dessas ações, será possível reequilibrar a percepção pública dos tubarões para promover a compreensão e o valor de seu papel ecológico, e minimizar os acidentes com tubarões humanos.

CONSUMO DE TUBARÕES E OS PROBLEMAS DA PESCA EXCESSIVA.

Os tubarões apresentam uma série de características biológicas complexas, principalmente em relação à reprodução. Em geral, são animais que vivem muito, tem uma maturidade sexual bem tardia (espécies que se tornam maduras acima dos 10 anos de idade) e dão à luz a poucos filhotes. Por exemplo, recentemente foi descoberto que o tubarão da Groenlândia, o *Somniosus microcephalus*, é o vertebrado mais velho já conhecido, com uma fêmea de idade próxima aos 400 anos. Além disso, essa mesma espécie atinge maturidade com 150 anos de idade.

Infelizmente, essas particularidades da vida dos tubarões os enquadram como um dos vertebrados mais ameaçados do planeta. Os tubarões já não são mais os grandes predadores dos mares e agora, o predador virou presa da pesca comercial. Isso mesmo, a pesca atua como um “Predador de Topo” que aumenta drasticamente a taxa de mortalidade dos tubarões, principalmente em razão do comércio das nadadeiras e da carne. As nadadeiras estão entre as mais valiosas iguarias marinhas no mundo e são usadas para elaboração de uma sopa, considerada um item alimentar de luxo e símbolo de riqueza no mercado asiático. Assim como outras espécies terrestres com história de vida semelhante e que são vítimas do comércio ilegal (pênis de tigres, chifre de rinocerontes, marfim de elefantes e outros), o alto valor das barbatanas incentiva a captura comercial, mesmo para espécies raras ou ameaçadas de extinção.

O comércio internacional de nadadeiras de tubarões tem sido a principal causa do recente aumento da sobrepesca de elasmobrânquios e, embora o comércio global deste item esteja diminuindo desde a década de 2000, o comércio da carne aumentou 42% de 2000 a 2011, com o Brasil figurando como o maior importador de carne de tubarão do mundo. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), as frotas industriais e de pequeno porte em todo o mundo fornecem as nadadeiras ao mercado internacional, enquanto a carne dos mesmos tubarões capturados é desviada para atender a demanda de mercados emergentes.

O consumo da carne de cação ocorre em alguns países em desenvolvimento, como Sri Lanka, México e partes da África, os quais agregam este item como parte de sua dieta e fonte de proteína às comunidades mais pobres. Em contrapartida, em muitos países, a carne de tubarão é vista como de baixa qualidade, sendo necessário desvincular o nome “tubarão” ou “raia” da carne comercializada para superar o preconceito do consumidor. A dieta das populações humanas resulta, em grande parte, das interações com recursos naturais, e tem sido integrada a estudos sobre a pesca de pequena escala, especialmente no que diz respeito à resiliência e segurança alimentar, que podem estar associados à conservação. Dados pretéritos dão conta de que o Brasil vivenciou um aumento do consumo aparente anual de pescado, passando de 9,9 Kg per capita na década de 1960 para 19,7 Kg per capita em 2013. Isso se deve à suas características nutricionais e sua associação com a qualidade de vida, fatores que o fazem cada vez mais valorizado em todo o mundo. O valor nutricional e as características sensoriais do pescado, como odor, sabor, cor e textura, são fortes estimulantes na hora do consumo.

No Brasil, tubarões e algumas raias são comercializados sob o nome popular de “cação”, termo utilizado para rotular diversas espécies. Como as carcaças são cortadas antes de serem vendidas, é praticamente impossível saber qual espécie está sendo comercializada com base em características morfológicas. Assim, em regiões costeiras, geralmente ela é vendida na forma de filé ou posta, enquanto que em regiões não litorâneas e em grandes cadeias de supermercados, a carne é vendida em fatias (postas) grandes, congeladas, comumente importada de outros países. É uma carne considerada de baixo valor, se comparada aos peixes mais comuns (tilápia, salmão, linguado), e geralmente comercializada sem rotulagem adequada.

A falta de identificação, monitoramento efetivo e transferência de informações para a sociedade sobre o pescado e frutos do mar, em especial de tubarões, têm afetado diretamente as tentativas de conservação das espécies, gestão das pescarias comerciais, manutenção de serviços ecossistêmicos e preservação ambiental costeira. Em muitos casos, o público tende a consumir um determinado peixe, acreditando ser outro e ignorando as consequências ambientais. Esse fato implica em diversas questões, principalmente nas decisões sobre a compra de um tipo de carne, como também contra o Código de Defesa do Consumidor. Portanto, uma avaliação precisa tanto sobre o conhecimento público acerca dos produtos vendidos quanto do que realmente está sendo vendido, são medidas fundamentais para auxiliar na conservação de espécies ameaçadas, além de garantir a venda de produtos confiáveis ao público consumidor. Consequentemente, a transparência de informações precisas e confiáveis poderá ser repassada ao consumidor, permitindo assim, sua escolha quanto ao consumo ou não da carne de cação.

Por meio da técnica de análise de DNA, um estudo conduzido na costa paranaense identificou 16 espécies distintas de tubarões e raias vendidos nos principais mercados de peixes, sendo 12 espécies de tubarões e quatro espécies de raias. Destes, sete tubarões estavam listados em alguma categoria de ameaça pela IUCN (2019) e/ou pela Portaria 445/2014. Em estudo semelhante realizado mais ao sul do Brasil, os autores identificaram um total de 17 espécies de tubarões e raias comercializadas nos mercados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Desses, 47% estavam classificados como ameaçados pela IUCN. No Norte e Nordeste do Brasil, outros autores registraram, também, 17 espécies, com 53% das espécies listadas em alguma categoria de ameaça. Portanto, o comércio de carne de tubarão (e raias também) sem identificação adequada e desconsiderando a legislação nacional ocorre indiscriminadamente em todo o litoral brasileiro. Essa situação é um reflexo direto da supervisão ineficiente nos pontos de desembarque pesqueiros, indicando que as medidas de gerenciamento precisam ser reavaliadas para se tornarem mais eficientes.

O estado do Paraná, local com maior obtenção das amostras, revelou um grande comércio de espécies ameaçadas, com destaque para as duas espécies de tubarão-martelo (*Sphyraena lewini* e *S. zygaena*), tubarão-lombo-preto *Carcharhinus falciformes*, tubarão-anjo *Squatina guggenheim* e mangona *Carcharias taurus* (Tabela I). Além disso, houve a presença de *Centrophorus squamosus*, uma espécie de tubarão de pequeno porte até então desconhecida para o Brasil.

Todas as análises das amostras obtidas comercializadas como “cação” resultou em 12 espécies de tubarões e quatro raias para o Paraná. Isso nos dá uma dimensão das pescarias e captura de entidades biológicas entre os mercados. Esses dados revelam uma grande necessidade de expandir os estudos pesqueiros e, principalmente, controlar o comércio das espécies (Figura 2).

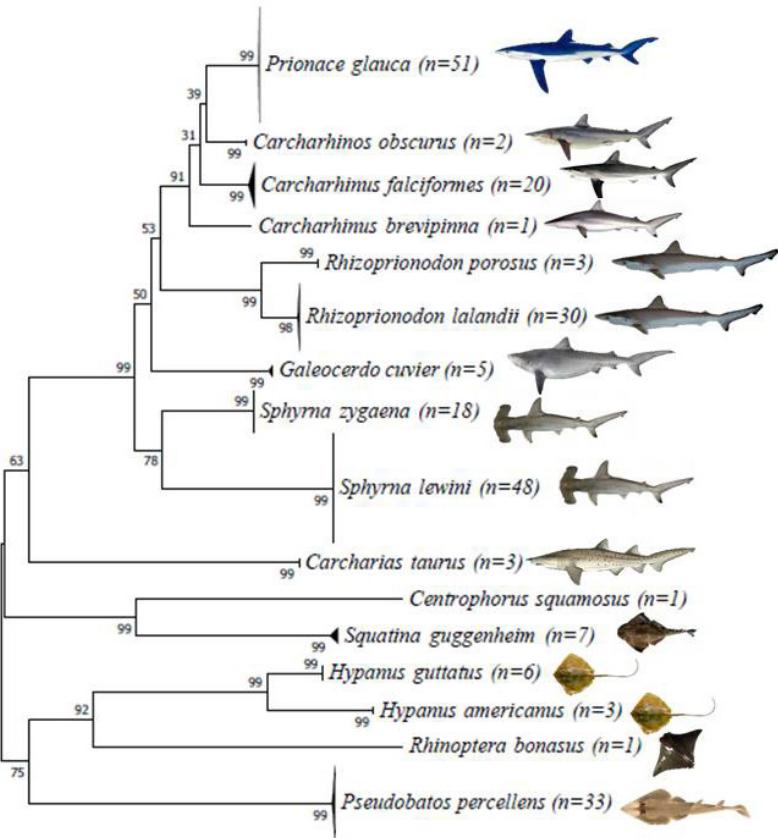


Figura 2 - Análise filogenética para 232 espécies do estado do Paraná.

A pesca comercial luta para aplicar mecanismos regulatórios e legais que dependem de dados confiáveis específicos das espécies comercializadas. Porém, a indústria de tubarões enfrenta um obstáculo ainda maior com a transparência dos produtos, com vendedores alterando os nomes dos produtos para superar a resistência do consumidor. A representação fraudulenta ou má rotulação de peixes, incluindo tubarões e raias, também já foi registrada em alguns países, destacando os impactos sobre a economia e os serviços ecossistêmicos.

A má rotulagem implica em diversas questões, principalmente nas decisões sobre a compra e consumo de um tipo de carne, indo também contra o Código de Defesa do Consumidor. Portanto, uma avaliação precisa tanto sobre o conhecimento público acerca dos produtos vendidos, quanto do que realmente está sendo vendido, são medidas fundamentais para auxiliar na conservação de espécies ameaçadas, além de garantir a venda de produtos confiáveis ao público consumidor.

CONCLUSÃO

Um passo fundamental para alcançar tais mudanças poderia ser a pressão do consumidor sobre os riscos de consumo de produtos inadequadamente identificados. Tal atitude poderia influenciar a decisão de supermercados ou mercados de pescado em adquirir apenas produtos corretamente identificados, o que, por sua vez, levaria à necessidade de especialistas trabalhando ativamente e constantemente junto aos desembarques pesqueiros. Além disso, a fiscalização brasileira deve reforçar a supervisão dos mercados e vendedores, especialmente considerando que cerca de 33% das espécies de tubarões e raias estão ameaçadas no Brasil.

REFERENCIAS

- Albert, C., Luque, G. M., & Courchamp, F. (2018). **The twenty most charismatic species**. PloS one, 13(7), e0199149.
- Almerón-Souza, F., Sperb, C., Castilho, C. L., et al. 2018. **Molecular Identification of Shark Meat From Local Markets in Southern Brazil Based on DNA Barcoding: Evidence for Mislabeling and Trade of Endangered Species**. Frontiers in genetics, 9.
- Barreto, R. R., Bornatowski, H., Motta, F. S., Santander-Neto, J., Vianna, G. M. S., & Lessa, R. 2017. **Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil**. Marine Policy, 85, 114-122.
- Begossi, A., Salivonchyk, S. V., Hanazaki, N., Martins, I. M., & Bueloni, F. 2012. **Fishers (Paraty, RJ) and fish manipulation time: a variable associated to the choice for consumption and sale**. Brazilian Journal of Biology, 72(4), 973-975.
- Bernardo, C., de Lima Adachi, A. M. C., da Cruz, V. P., Foresti, F., Loose, R. H., & Bornatowski, H. (2020). **The label “Cação” is a shark or a ray and can be a threatened species! Elasmobranch trade in Southern Brazil unveiled by DNA barcoding**. Marine Policy, 116, 103920.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., & Vitule, J. R. S. 2013. **Shark mislabeling threatens biodiversity**. Science, 340(6135), 923-923.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Abilioa, V., & Corrêa, M. F. M. 2014. **Feeding ecology and trophic comparisons of six shark species in a coastal ecosystem off southern Brazil**. Journal of fish biology, 85(2), 246-263.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., Kalinowski, C., & Vitule, J. R. S. 2015. **“Buying a Pig in a Poke” The Problem of Elasmobranch Meat Consumption in Southern Brazil**. Ethnobiology Letters, 6(1), 196-202.
- Bornatowski, H., Braga, R. R., & Barreto, R. P. 2018. **Elasmobranchs consumption in Brazil: impacts and consequences**. In **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America** (pp. 251-262). Springer, Cham.
- Bornatowski, H., Angelini, R., Coll, M., Barreto, R. R., & Amorim, A. F. 2018. **Ecological role and historical trends of large pelagic predators in a subtropical marine ecosystem of the South Atlantic**. Reviews in fish biology and fisheries, 28(1), 241-259.
- Bornatowski, H., Hussey, N. E., Sampaio, C. L., & Barreto, R. R. (2019). **Geographic bias in the media reporting of aquatic versus terrestrial human predator conflicts and its conservation implications**. Perspectives in ecology and conservation, 17(1), 32-35.

Camhi, M. D.; Valenti, S. V.; Fordham, S. V.; Fowler, S. L.; Gibson, C. 2007. **The conservation status of pelagic sharks and rays: Report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop.** IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group, Newbury, UK, pp. 78.

Carter, N. H., & Linnell, J. D. (2016). **Co-adaptation is key to coexisting with large carnivores.** Trends in Ecology & Evolution, 31(8), 575-578.

Compagno, L. J. 1990. **Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space.** Environmental Biology of Fishes, 28(1-4), 33-75.

Cortes, E., Manire, C. A., & Hueter, R. E. (1996). **Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida.** Bulletin of Marine Science, 58(2), 353-367.

Dent, F., Clarke S., 2015. **State of the global market for shark products.** FAO Fisheries and Aquaculture technical paper no. 590. FAO, Rome.

Dias Neto, J., Charvet, P., Amorim, A. F., Rodrigues, A. M. T., Castro, A. L. F., Arfelli, C. A., ... & Pereira, H. L. 2011. **Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-exploitados ou ameaçados de sobre-explotação no Brasil.** Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis–IBAMA, 156.

FAO. 2016. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all.** Rome. 200 pp.

FAO. 2018. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. Meeting the sustainable development goals.** Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Feitosa, L. M., Martins, A. P. B., Giarrizzo, T., Macedo, W., Monteiro, I. L., Gemaque, R., ... & Souza, R. 2018. **DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot.** Scientific reports, 8(1), 3347.

ICMBio, 2018. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI-Peixes / 1.ed.** Brasília, DF: ICMBio/MMA, 7. (accessed 11 October 2019).

ISAF (2019). **International Shark Attack File.** 01 May 2018. www.flmnh.ufl.edu/fish/sharks/ISAF.htm.

Maciel, E. S., Vasconcelos, J. S., Sonati, J. G., Savay-da-Silva, L. K., Galvão, J. A., Oetterer, M. 2012. **Perfil dos voluntários de universidade brasileira a respeito do consumo de pescado.** Seg Alim Nutr, 19(1), 60-70.

Motta, P. J., & Wilga, C. D. (2001). **Advances in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks.** In **The behavior and sensory biology of elasmobranch fishes: an anthology in memory of Donald Richard Nelson** (pp. 131-156). Springer, Dordrecht.

Motta, P. J., & Huber, D. R. (2004). **Prey capture behavior and feeding mechanics of elasmobranchs.** In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (Eds.). **Biology of sharks and their relatives.** Boca Raton, FL: CRC Press. Pp. 165-202.

Pauly, D. & Zeller, D. 2016. **Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining.** Nat.Commun. 7, 10244, <https://doi.org/10.1038/ncomms10244>.

Pepin-Neff, C. L., & Wynter, T. (2018). **Reducing fear to influence policy preferences: An experiment with sharks and beach safety policy options.** Marine Policy, 88, 222-229.

- Pomeroy, R. S., & Andrew, N. (Eds.). 2011. **Small-scale fisheries management: frameworks and approaches for the developing world**. Cabi.
- Shirai, S., & Nakaya, K. (1992). **Shark, *Isistius brasiliensis*** (Elasmobranchii, Dalatiinae). Zoological Science, 9, 811-821.
- Simpfendorfer, C. A., Heupel, M. R., White, W. T., & Dulvy, N. K. 2011. **The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis**. Marine and Freshwater Research, 62(6), 518-527.
- Staffen, C. F., Staffen, M. D., Becker, M. L., Löfgren, S. E., Muniz, Y. C. N., de Freitas, R. H. A., & Marrero, A. R. 2017. **DNA barcoding reveals the mislabeling of fish in a popular tourist destination in Brazil**. PeerJ, 5, e4006.
- Stein, W. R., Mull, C. G., Kuhn, T. S., Aschliman, N. C., Davidson, L. N. K., Joy, J. B., ... Mooers, A. O. 2018. **Global priorities for conserving the evolutionary history of sharks, rays and chimaeras**. Nature Ecology and Evolution, 2, 288–298. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0448-4>.
- Stevens, J. D., Bonfil, R., Dulvy, N. K., & Walker, P. A. 2000. **The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems**. ICES Journal of Marine Science, 57(3), 476-494.
- Sunquist, M. E. & Sunquist, F. C. (1989) **Ecological constraints on predation by large felids**. In: **Carnivore behavior, ecology, and evolution**, ed. J. L. Gittleman. Cornell University Press.
- Treves, A. & Naughton-Treves, L. (1999) **Risk and opportunity for humans coexisting with large carnivores**. Journal of Human Evolution 36, 275–82.
- Treves, A. & Bruskotter, J.T. (2014) **Tolerance for predatory wildlife**. Science 344, 476–477
- Tricas, T. C., & McCosker, J. E. (1984). **Predatory behavior of the white shark (*Carcharodon carcharias*), with notes on its biology** (No. 59 CAL).
- Vannuccini, S. 1999. **Shark Utilization and Trade**. Food and Agriculture Organization technical paper, n.389, Rome, Italy.
- Weigmann, S. 2016. **Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity**. Journal of Fish Biology, 88(3), 837-1037.
- WildAid. 2007. **The End of the Line? Global Threats to Sharks**. Available at: www.wildaids.org. Acessado em Agosto de 2018.
- Wilga, C. D., & Motta, P. J. (1998). **Feeding mechanism of the Atlantic guitarfish *Rhinobatos lentiginosus*: modulation of kinematic and motor activity**. Journal of Experimental Biology, 201(23), 3167-3183.
- Wilga, C. D. (2005). **Morphology and evolution of the jaw suspension in lamniform sharks**. Journal of Morphology, 265(1), 102-119.
- Wilga, C. D., Motta, P. J., & Sanford, C. P. (2007). **Evolution and ecology of feeding in elasmobranchs**. Integrative and Comparative Biology, 47(1), 55-69.

BIOESTATÍSTICA APLICADA À ECOLOGIA DE ECOSSISTEMAS 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.

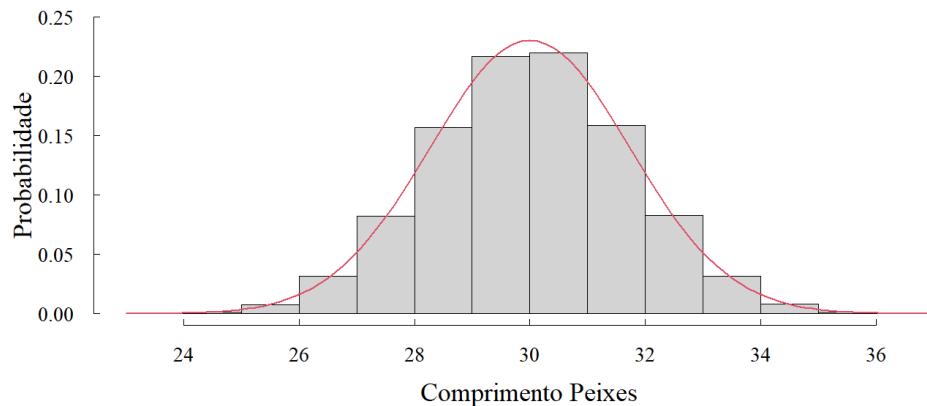


Figura 1: Distribuição de probabilidades em forma de sino, mostrando uma distribuição normal dos dados.

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.

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

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 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.

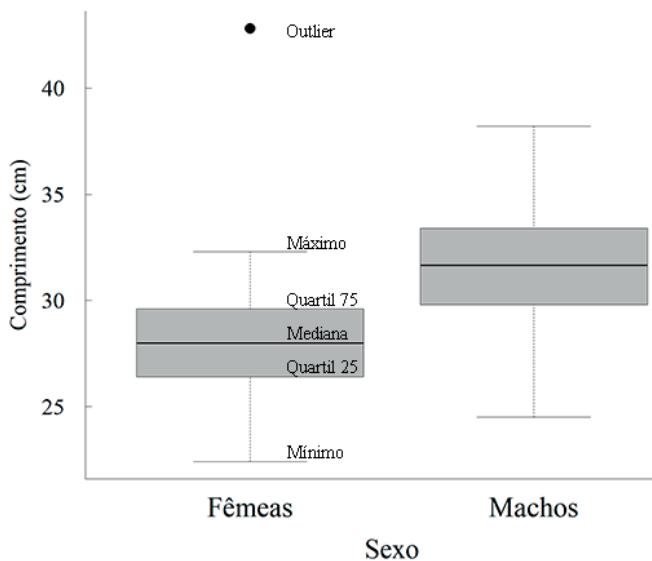


Figura 2: Boxplot dos valores de comprimento de peixes, uma forma rápida de visualizar a distribuição dos dados. Conseguimos visualizar que o outlier ficou fora da nossa “caixa” e que está fora da distribuição comum dos dados.

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.

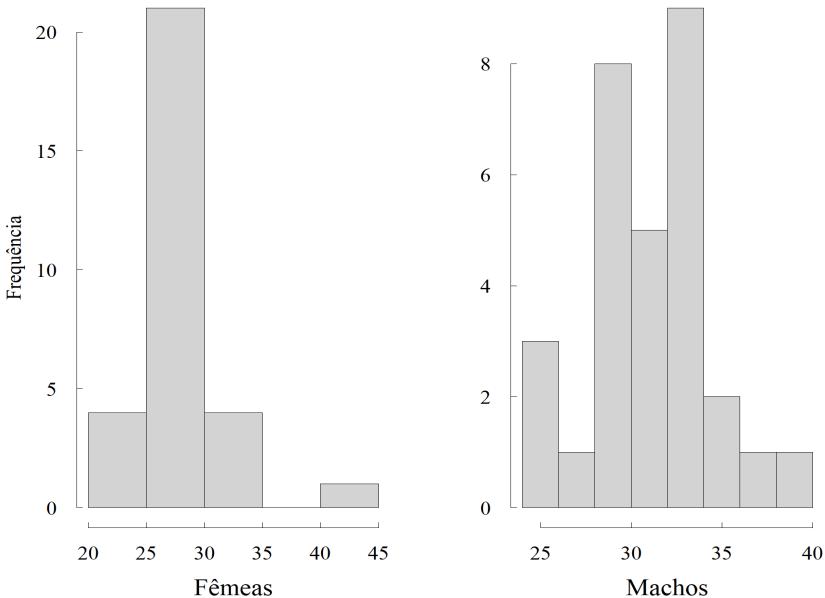


Figura 3: Histogramas de frequência de comprimentos de peixes, por sexo. Podemos visualizar que a distribuição dos dados é normal. Neste gráfico também visualizamos uma única medida entre 40 e 45 (nossa outlier) que modifica um pouco a visualização dos dados.

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 nominal 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 curtoza 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 H₀, 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.

Régressão 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 organismo 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 linhareta, 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.

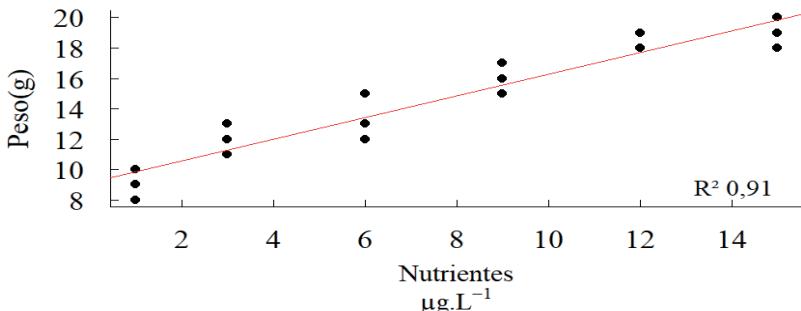


Figura 4:Regressão linear entre o peso dos organismos cultivados e a concentração de nutrientes adicionada ao cultivo.

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.

- 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-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 9,462e-04 (9,462⁻⁰⁴), 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 | 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.

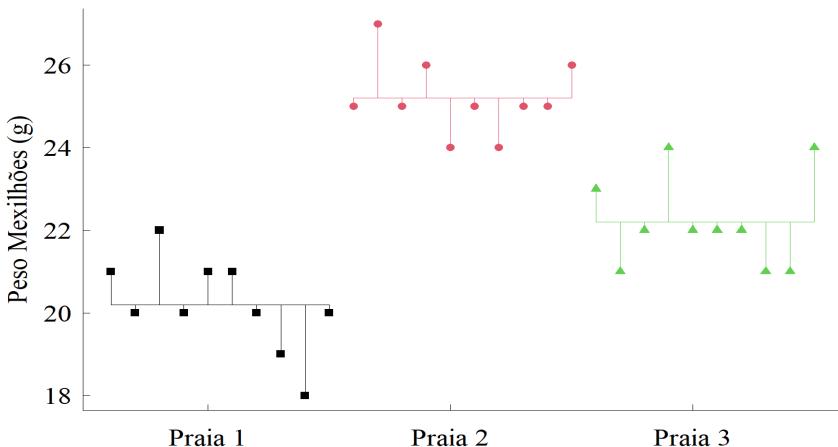


Figura 5: Ilustração da variação entre e dentro de grupos calculada pela ANOVA. Os pontos representam o peso de cada mexilhão coletado, a linha horizontal a média de peso dos mexilhões para cada praia e a linha vertical representa o erro (distância) de cada unidade amostral em relação à média.

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) 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)	$SQD = \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$	$GL = n-a$	$QMD = SQD/GL$	
	$SQT = SQE + SQD$			

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 partitiona 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* (α) é expressa pelo número médio de espécies em um ponto amostral, ou seja, a riqueza de espécies, enquanto a diversidade gama (γ) 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 (β). 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 - β)

Segundo Anderson *et al.*, (2011) diversidade- β 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 Sorenson 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: $Ss = 2a / (2a + b + c)$ 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: $Dj = 1-Ss$ \ $Ds = 1-Ss$)

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.

Esse índice é utilizado quando fazemos análises de agrupamento, 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.

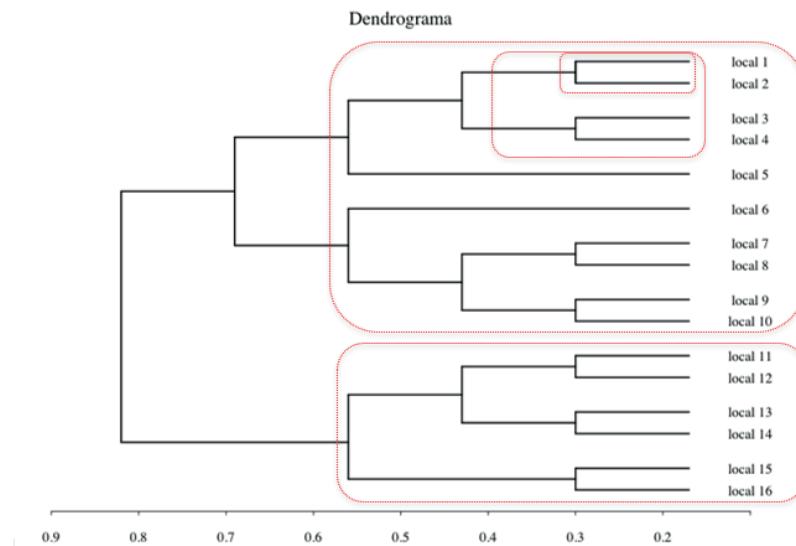


Figura 6: Dendrograma formado pelas médias aritméticas dos agrupamentos, podemos verificar a similaridade dos locais amostrados.

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. I.], 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 β diversity: a roadmap for the practicing ecologist.** *Ecology Letters*, [S. I.], 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. I.], 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. I.], 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. Edinburgh: 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. I.], 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. 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

CAPÍTULO 10

A ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS NO LITORAL PARANAENSE

Data de aceite: 01/03/2021

Rafael Metri

Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI. Paranaguá - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6403295150804669>

Leandro Angelo Pereira

Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Paranaguá
<http://lattes.cnpq.br/1448132656460495>

Cassiana Baptista-Metri

Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI. Paranaguá - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6522819930472028>

Emerson Luis Tonetti

Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Paranaguá,
<http://lattes.cnpq.br/6261394494577324>

RESUMO: Fundamentada pela recomposição dos serviços ecossistêmicos, a AbE visa diminuir a vulnerabilidade e promover a resiliência das pessoas em relação às mudanças do clima com ações de baixo custo, mas alto valor ecológico. Essa concepção vem sendo aplicada na região do Lagamar, por meio do projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica, uma parceria entre a cooperação alemã e o Ministério do Meio Ambiente desde 2015. Buscando integrar da abordagem AbE nas políticas públicas e nos instrumentos de planejamento territorial regionais, foram realizadas capacitações e desenvolvidos

materiais didáticos e de divulgação. No litoral do Paraná, a AbE foi incorporada nos Planos Municipais da Mata Atlântica, que estão sendo atualmente desenvolvidos nos seus sete municípios. É preciso demonstrar que essa abordagem permite reconhecer oportunidades para melhorar a qualidade de vida ao reduzir vulnerabilidades. Serviços importantes relacionados a ecossistemas chave no litoral do Paraná como florestas, manguezais, praias e restingas, estão atrelados ao bem-estar humano. A importância de valorizar os ambientes naturais e a necessidade de seu uso racional pode nos adaptar frente às possíveis desventuras, além de apresentarem menor custo e serem medidas “sem arrependimento”, já que a recomposição do mundo natural só traz consequências benéficas.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação, Planejamento, Desenvolvimento Sustentável, Adaptação às mudanças do clima

THE ECOSYSTEM-BASED ADAPTATION (ABE) IN PARANÁ COAST

ABSTRACT: Based on the ecosystem services restoration, EbA aims to reduce vulnerability and promote people's resilience in relation to climate change with low-cost but high ecological value actions. This concept has been applied in the Lagamar region, through the Biodiversity and Climate Change project in the Atlantic Forest, a partnership between German cooperation and the Brazilian Ministry of the Environment since 2015. Seeking to integrate the EbA approach into public policies and regional planning instruments, training was carried out and didactic and publicity materials were developed. On the coast of Paraná, EbA was incorporated into the Municipal Plans of the Atlantic Forest, which are currently being developed in its seven municipalities. It is

necessary to demonstrate that this approach allows to recognize opportunities to improve the quality of life by reducing vulnerabilities. Important services related to key ecosystems on the coast of Paraná, such as forests, mangroves, beaches and restingas, are linked to human well-being. The importance of valuing natural environments and the need for their rational use can adapt us to possible misadventures, in addition to being less costly and being “unrepentant” measures, since the recombination of the natural world has only beneficial consequences.

KEYWORDS: Conservation, Planning, Sustainable development, Adaptation to climate change

INTRODUÇÃO

Nosso sistema de gestão está baseado em unidades territoriais como, por exemplo, os municípios, que na maior parte dos casos, englobam ecossistemas diferentes. Os ecossistemas geralmente transcendem os limites territoriais, o que dificulta as decisões e ações para implementar medidas para salvaguardar e/ou reforçar essas unidades ambientais, para garantir e/ou incrementar os serviços ecossistêmicos desempenhados por elas.

Desta forma, os territórios podem ser vistos como sistemas compostos por unidades territoriais (política) e ecológicas (ecossistema), interligadas e interdependentes (MONTEIRO, 2000; McDONNELL, 2015). Isto se dá de tal maneira que se algo acontecer em uma unidade as demais serão afetadas, gerando desequilíbrio (temporário ou não) e reduzindo a capacidade de realização dos serviços ecossistêmicos, a resiliência e o bem-estar dos cidadãos (WU, 2014).

Ecossistemas menos antropizados tendem a se recuperar mais rapidamente (maior resiliência) do que ecossistemas mais antropizados (ADLER; TANNER, 2015). Áreas urbanizadas por exemplo, geralmente dependem dos serviços ecossistêmicos de grandes áreas adjacentes não urbanizadas (DeGROOT *et al.* 2002).

Para diminuir essas diferenças, alguns países e cidades do mundo estão passando pelo movimento de reintrodução de elementos da natureza em seus territórios para restaurar/reforçar ecossistemas locais e adjacentes, para garantir a ocorrência dos processos ambientais/ecológicos que promovem os serviços ecossistêmicos, a resiliência ambiental e os benefícios aos cidadãos (AHERN, 2013; HERZOG, 2013). Alguns exemplos são a redução da poluição (da água, do ar e do solo), redução das inundações e alagamentos e o aumento das áreas de lazer, entre outros benefícios (NUCCI, 2009).

No Brasil, no contexto dos efeitos da mudança do clima (MC), foi estabelecida a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) pela lei número 12.187 de 29 de dezembro de 2009, definindo conceitos, apresentando os objetivos, ações e diretrizes (BRASIL, 2009). Contudo, a PNMC só foi consolidada e regulamentada em 22 de novembro de 2018, pelo decreto número 9.578 (BRASIL, 2018). Essas normativas devem subsidiar governantes nas tomadas de decisão relacionadas ao assunto, também conduzir pesquisas e ações da sociedade, considerando que as mudanças do clima provocam efeitos ambientais e sociais (FGB; ICLEI, 2015).

Em toda a área de abrangência do bioma Mata Atlântica são previstos efeitos

relacionados à mudança do clima, como por exemplo o aumento da variabilidade climática, temperaturas mais elevadas, alterações na disponibilidade de água ou precipitação, aumento do nível do mar e salinização de solos, aumento de inundações e erosão (MMA, 2018a). Essas projeções destacam a necessidade de estratégias de adaptação. Uma motivação para isso tem sido as projeções dos efeitos da mudança do clima nas diferentes partes do mundo (McDONNELL, 2015). As Adaptações baseadas em Ecossistemas (AbE) têm sido uma das ferramentas para enfrentar os prováveis impactos dessas mudanças (GIZ, 2015; FGB; ICLEI, 2015).

Somadas a estas previsões cabe destacar a complexidade inerente da região costeira do Paraná. Esta, apresenta-se composta por diferentes ecossistemas, compondo um mosaico de ambientes, organizados politicamente em 7 municípios. É área de Patrimônio Natural da Humanidade (UNESCO), com Sítios RAMSAR¹ (Estação Ecológica de Guaraqueçaba e APA Estadual de Guaratuba), várias unidades de conservação municipais, estaduais e federais de várias categorias, além das cidades e praias que atraem muitas pessoas sazonalmente. Um diferencial dessa região é ocorrência numerosa de vilas de moradores em ilhas estuarinas, com grande número de povos tradicionais caiçaras, quilombolas e indígenas (CUNICO, 2016). Além dos problemas e conflitos rotineiros espera-se um agravamento em alguns aspectos causados pelas mudanças do clima.

A região possui importância nacional pela presença do Porto Dom Pedro II ou Porto de Paranaguá, como é mais conhecido e pelo *status* de conservação da vegetação no contexto regional, constituindo com a região sul do estado de São Paulo na maior área contínua de Mata Atlântica do Brasil, com a denominação de Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, conhecido como Lagamar. Reconhecido pela portaria MMA nº 150, de 8 de maio de 2006, o Lagamar consiste num mosaico de Unidades de Conservação abrangendo as UCs e suas zonas de amortecimento localizadas no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná (Figura 1).

1. Nota: a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, mais conhecida como Convenção de Ramsar é um tratado intergovernamental para a promover a conservação e uso sustentável das áreas úmidas, bem como o bem-estar das populações humanas que delas dependem. O Brasil assumiu o compromisso de manter as características ecológicas dessas áreas - os elementos da biodiversidade, bem como os processos que os mantêm - e deve atribuir prioridade para sua consolidação diante de outras áreas protegidas (MMA, 2020).

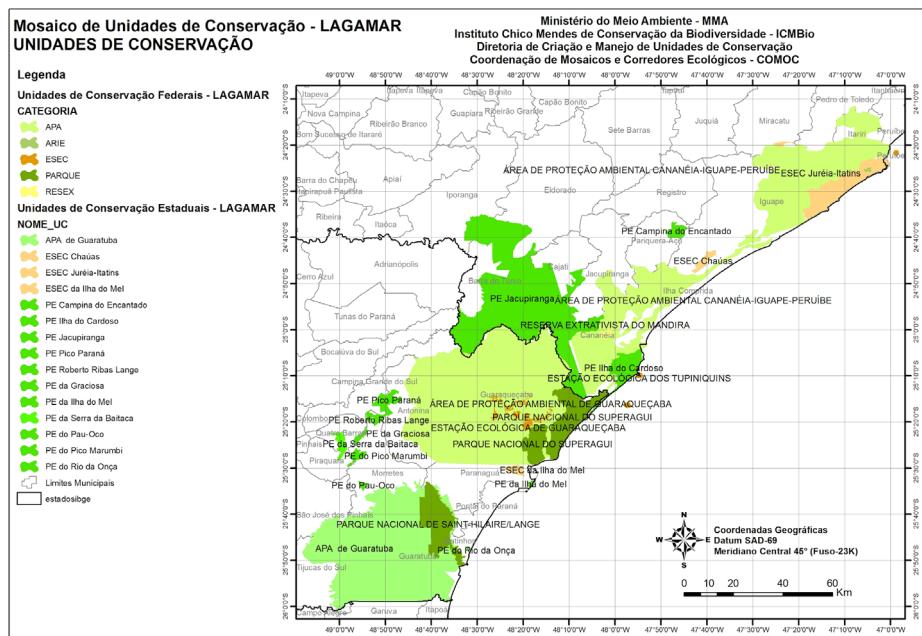


Figura 1. Mapa do mosaico de unidades de Conservação LAGAMAR (Fonte: ICMBio, 2020).

Dos sete municípios paranaenses que estão inseridos no Lagamar, destaca-se Paranaguá com população estimada de 154.936 habitantes (IPARDES, 2020) concentrados na área urbana. Este valor corresponde, praticamente, a metade da população do litoral. Em março de 2011, durante um período de precipitação intensa, em diferentes locais da região, ocorreram enchentes, alagamentos e movimentos de massa (deslizamentos), que comprometeram o sistema de captação, tratamento e distribuição de água, os modais de transporte, o sistema de energia elétrica e comunicação do município de Paranaguá no litoral do Paraná. O episódio causou o isolamento deste e dos demais centros urbanos da região, com perdas sociais, econômicas e ambientais no nível local e regional, que ainda se fazem presentes. Este fato demonstra a sensibilidade da região frente a instabilidade climática que tem se agravado com as mudanças no clima.

Diante da previsão dos eventos decorrentes dos efeitos das mudanças do clima, acredita-se que a implementação de medidas de adaptação que considerem as características sociais, culturais, econômicas e ambientais da região são fundamentais para região. Esse trabalho visa introduzir o conceito AbE e descrever ações realizadas no Paraná com vistas a fomentar pesquisas e a inserção dessas medidas nos instrumentos de gestão e planejamento dos municípios do litoral, para reduzir a vulnerabilidade socioambiental.

ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS

Dentre as possíveis estratégias de adaptação frente às mudanças do clima para

o litoral do Paraná, e como previsto no Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima (MMA, 2015), a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é uma abordagem extremamente relevante para esse enfrentamento (GIZ, 2015). Nesse sentido, a AbE pode ser definida, de acordo com a Convenção sobre a Diversidade Biológica como “[...] o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia geral de adaptação para ajudar as pessoas a se adaptarem aos impactos adversos da mudança do clima” (CDB, 2009).

Pelo conceito, explicitamente percebe-se que a AbE integra a Biodiversidade e a Conservação da Natureza com o Desenvolvimento Socioeconômico, num contexto de mudanças do clima, sem, no entanto, excluir outras abordagens. Desta forma, a AbE pode ajudar as pessoas a se adaptarem às mudanças do clima, reconhecendo e promovendo o uso consciente da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, como parte de estratégias mais amplas de adaptação. Elementos e critérios para distinção de uma abordagem AbE são listados no quadro 1. Com tais elementos e critérios, as AbE podem ser consideradas transdisciplinares, multifuncionais, modulares e adaptáveis.

Elemento A	Ajuda as pessoas a se adaptarem à mudança do clima.
Critério 1	Reduz riscos relacionados à mudança do clima
Critério 2	Gera benefícios sociais no contexto da adaptação à mudança do clima
Elemento B	Faz uso ativo da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos
Critério 3	Restaura, mantém e melhora a saúde ecossistêmica
Elemento C	Faz parte de uma estratégia mais ampla de adaptação
Critério 4	Recebe o respaldo de políticas em múltiplos níveis
Critério 5	Apoia a governança equitativa e fortalece as capacidades

Quadro 1: Elementos e critérios que qualificam AbE. Fonte: FEBA (2019).

Os efeitos previstos da MC devem se manifestar de formas distintas nas diferentes regiões. Por esta razão, as maneiras de combater e/ou reduzir os impactos gerados por esses efeitos deverão ser direcionados para cada localidade. Dentre estas, destacam-se as estratégias de adaptação e mitigação, que são definidas na PNMC, respectivamente, como:

...iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima;

mudanças e substituições tecnológicas que reduzem o uso de recursos e as emissões por unidade de produção, bem como a implementação de medidas que reduzem as emissões de gases de efeito estufa e aumentem os sumidouros. (BRASIL, 2009, Art. 2º).

Considerando os conceitos expostos, é importante ressaltar a diferenciação de adaptação à MC de mitigação da MC. Adaptação pode ser entendido como o ajuste realizado no sistema, em resposta aos efeitos atuais e/ ou esperados da MC e mitigação seria uma medida para reduzir uma ou mais causas da MC. Assim, intensificar o plantio de

árvoreas nas margens de um rio para reduzir os efeitos da erosão provocada pelo aumento da intensidade das chuvas é uma adaptação e a redução do consumo de combustíveis fósseis para reduzir o efeito estufa é uma forma de mitigação. Desta forma, pode-se admitir que medidas de mitigação atuam reduzindo a necessidade de medidas de adaptação, ou seja, elas são complementares nas diferentes escalas de tempo e espaço.

Para o Ministério do Meio Ambiente uma estratégia de adaptação envolve a identificação da exposição do país, região ou sistema de interesse aos impactos atuais e futuros com base em projeções de clima, a identificação e análise da vulnerabilidade à esses possíveis impactos e a definição de ações e diretrizes que promovam a adaptação voltadas para cada setor (MMA, 2016). Nesse sentido, considerando AbE como o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para os interesses humanos, no contexto de integração ao planejamento existente em diferentes escalas de tempo e espaço para fins de adaptação aos efeitos atuais e futuros da MC, uma metodologia para sua implementação é apresentada por Hahn e Fröde (2010), cuja proposta contém seis etapas sistemáticas (Figura 1), constituindo o chamado ciclo AbE.



Figura 1 - Etapas do Ciclo AbE. Fonte: MMA (2018b)

O Ciclo AbE consiste numa metodologia aplicada à diferentes atores envolvidos em um determinado contexto e, resumidamente, cada uma das etapas teria que responder às seguintes questões (GIZ, 2015):

- 1) Aplicar a lente climática- A adaptação é um tema relevante para o sistema de

interesse (local/região)?

- 2) Avaliar o risco climático- Quais impactos biofísicos e socioeconômicos são observados no sistema de interesse? É necessário agir?
- 3) Identificar medidas de adaptação- Que opções de adaptação existem?
- 4) Priorizar e selecionar medidas de adaptação- Que opções devem ser selecionadas como alternativas estratégicas principais?
- 5) Implementar as medidas de adaptação- Como integramos essas alternativas no planejamento e implementação de projetos? Como podem ser medidos os resultados?
- 6) Monitorar e avaliar as medidas de adaptação- As medidas implementadas estão aumentando a resiliência do sistema de interesse considerado?

Tomadores de decisão, representantes das comunidades impactadas, especialistas nas áreas de interesse são reunidos para debater e aplicar o ciclo dentro do contexto a ser transformado. Para que a construção participativa e coletiva atinja o objetivo dentro da concepção AbE, algumas perguntas norteiam as discussões de modo ativo. Essas perguntas são respondidas gradativamente pelos participantes que assumem papéis ativos, orientados por mediadores e encarregados de sintetizar e expor as suas respostas. As respostas são apresentadas em plenária por um ou mais grupos que apresentam suas conclusões, sendo também um momento para compartilhar experiências e analisar cada resposta, para subsidiar uma síntese consensual de cada etapa (GIZ, 2015). Como resultado final do processo, se tem a elevação da capacidade de resiliência das pessoas, instituições e/ou ações humanas frente aos impactos atuais e futuros da MC pela integração das medidas de adaptação aos planos existentes (GIZ, 2015).

Atualmente existem variados exemplos de casos em que as medidas AbE foram consideradas com sucesso na implementação de estratégias ao redor do mundo. Illeva (2019) apresenta diversos estudos de casos em países da América Latina e Caribe, descrevendo situações em ilhas, áreas úmidas, ambientes florestais e manguezais que se assemelham à algumas condições observadas no litoral do Paraná.

Com o objetivo de aumentar as capacidades técnicas e institucionais, várias ações têm sido conduzidas na região do litoral paranaense, direcionadas à implantação da AbE nos diferentes planos e projetos na região, buscando a integração da abordagem AbE nas políticas públicas e instrumentos de planejamento territorial regionais. Este processo obedeceu a lógica de capacitar pessoas a respeito da metodologia, seguido pela institucionalização da abordagem, sensibilização e alcance da AbE e finalmente sua integração em instrumentos e políticas públicas.

Diferentes cursos metodológicos foram aplicados sobre o tema a partir de iniciativas do Ministério do Meio ambiente, via projeto Biodiversidade e Mudanças Climáticas na Mata Atlântica. Estas ações foram desenvolvidas no contexto da Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável, com apoio técnico da GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH. ONGs e Instituições de ensino superior também apoiaram algumas iniciativas. Um destes cursos ocorreu em setembro de 2015 e capacitou

formadores para planejar e implementar medidas AbE e ainda serem formadores na metodologia. Os envolvidos foram, inicialmente, professores de Instituições de Ensino Superior de Paranaguá (IFPR e UNESPAR). Estes formadores replicaram o conhecimento técnico na região por meio de cursos, palestras e mesmo incorporando no sistema de ensino de suas instituições, sempre que possível, com a participação de atores de várias esferas, estatais e privadas. Foram ainda produzidos materiais didáticos e de divulgação diversos. Nestas oportunidades de fomentar o aprendizado e disseminar o conhecimento, sempre foi ressaltado o potencial de eficiência das medidas AbE para o aumento da resiliência e da capacidade adaptativa das comunidades pelo reconhecimento das vulnerabilidades e da importância dos serviços ecossistêmicos.

Contudo, apesar destas iniciativas, para a adoção das práticas de AbE na formação de pessoas e da inserção nos instrumentos de gestão territorial dos municípios do litoral, permanecem lacunas no envolvimento de pessoas e setores chave dos municípios, ou mesmo de oportunidades de inserção da metodologia nas ações e planos vigentes nos sete municípios do litoral do estado do Paraná.

Um exemplo interessante na região, a partir do direcionamento do MMA e GIZ, foi a incorporação da AbE nos Planos Municipais da Mata Atlântica, que estão sendo atualmente desenvolvidos nos sete municípios do litoral. Esses planos devem considerar particularidades de cada município e uma visão integrada regional, além de explicitamente considerar a abordagem das AbE, como exigido no edital de lançamento do Plano.

PREVISÕES DA MUDANÇA DO CLIMA E SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO LITORAL DO PARANÁ

A Organização das Nações Unidas (ONU) assume que a MC é um dos mais relevantes desafios da humanidade, diante das previsões dos cenários possíveis relacionados com a elevação da temperatura no globo terrestre, que podem gerar diversos impactos ambientais, sociais e econômicos. Tais cenários indicam alterações nos ecossistemas e nos serviços realizados por eles (IPCC, 2014). Tais alterações estariam vinculadas com o aumento global da temperatura média de 0,85 °C, monitorado de 1880 à 2012 (IPCC, 2019) e com a tendência ao aumento da emissão dos gases de aquecimento e o aumento de 2 °C até 2035 em relação ao período anterior ao industrial.

Considerando os estudos realizados sobre o assunto e compilados no documento MMA (2018) que prospectou diferentes cenários, segue uma breve avaliação dos impactos do clima previstos para a bacia litorânea do Paraná. Em seguida, um sumário a respeito dos serviços ecossistêmicos atribuídos ao bioma Mata Atlântica em nossa região e mais especificamente a alguns ecossistemas chave do litoral do Paraná. Essas descrições acompanham um relato sobre lições aprendidas a partir da implementação de cursos e outras estratégias para incorporação da AbE nas iniciativas no litoral do Paraná.

No sul do Brasil, e em particular no Paraná, apesar de não haver previsão de mudanças extremas nos índices de pluviosidade, a probabilidade de aumento de inundações é clara considerando vários cenários, do menos até o mais pessimista. Com maior intensidade nos verões, são previstas maiores taxas de erosão hídrica. Também

há previsão de aumento progressivo nos deslizamentos de terra nas encostas de serras. Períodos de estiagem maiores também podem levar a perda significativa de umidade do solo. Há previsão de alterações significativas também na aptidão agroclimática para algumas culturas. É prevista também maior intensidade ou expansão do mosquito vetor da dengue, *Aedes aegypti*. Finalmente, como apontado por Marengo (2014), há previsão de aumento dos extremos de variabilidade climática de modo generalizado no país, como aumento no número de dias e noites quentes, diminuição do número de dias e noites frias.

Os Serviços Ecossistêmicos compõem todas aquelas qualidades dos ambientes naturais que os seres humanos utilizam de alguma forma (CONSTANZA *et al.*, 1997; DeGROOT *et al.*, 2002). São qualidades variadas, algumas mais óbvias que outras, que nem sempre nos damos conta. Uma classificação comum dos tipos de serviços aponta 4 principais: a) os chamados serviços de Provisão englobam aqueles produtos que podem ser obtidos dos ecossistemas, como alimento, madeira, fibras, energia entre outros; b) os serviços de Regulação, são os benefícios obtidos dos processos regulatórios dos ecossistemas, como regulação do clima, ciclo da água, controle de algumas doenças etc; c) Serviços Culturais, são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas como recreação, contemplação ou com fins espirituais entre outros; d) por fim temos os chamados serviços de Suporte, que são necessários para a manutenção de todos os outros tipos de serviços, como exemplo a formação do solo, a ciclagem de nutrientes, a produção de biomassa, produção de oxigênio etc.

Desta forma, especificamente em relação ao bioma Mata Atlântica, podemos relacionar alguns serviços ecossistêmicos de forma resumida (MMA, 2017):

- Regulação do clima, armazenamento e reservatório de carbono;
- Abastecimento de água para a população e indústria;
- Produção de madeira, fibras, frutas, óleos, dentre outros;
- Proteção de habitats para espécies de fauna e flora;
- Paisagens de grande beleza cênica para atividades em contato com a natureza;
- Manutenção de encostas e atenuamento de enchentes.

É fácil perceber que muitos destes serviços ecossistêmicos podem contribuir decisivamente com o bem-estar humano da população. Também fica claro que muitos aspectos do bem-estar podem ser interpretados como dimensões da vulnerabilidade às mudanças do clima, e que os ecossistemas podem nos auxiliar a diminuir nossa vulnerabilidade por meio dos serviços que fornecem. Essa a lógica utilizada na Adaptação baseada em Ecossistemas.

De todos os ecossistemas presentes no litoral do Paraná, vale destacar alguns deles e seus serviços ecossistêmicos mais particulares, de modo a salientar a necessidade de aprimoramento no manejo desses ecossistemas, para além da sua função mais óbvia de subsistência. Os serviços listados estão longe de serem descritos completamente, podem ser importantes em escalas locais, regionais ou globais, e são altamente interconectados

devidas às interações dos processos físicos e biológicos.

Florestas – Uma grande parte das florestas da planície costeira do Paraná pode ser considerada floresta de restinga, com vários subtipos (CUNICO, 2016). Muitas ocorrem em áreas de solo predominantemente arenosos e com influência do spray marinho. Outras ocorrem em áreas de solo mais argiloso e ao longo do curso dos rios. A cobertura vegetal de maior porte mantém no solo uma camada de matéria orgânica, que disponibiliza nutrientes, segura umidade, e promove a penetração da água no lençol freático (ACHARYA, 2000). Assim a floresta atua de maneira crucial na formação e manutenção dos mananciais, áreas que fornecem água para a população e indústrias. A floresta ainda evita a erosão dos corpos d'água e dos solos, controla o clima, recicla nutrientes e mantém o ar limpo e úmido (MMA, 2017). Ainda fornecem muitos produtos florestais madeiráveis e não madeiráveis como fibras, plantas medicinais e ornamentais (NEGRELLE *et al.*, 2012) e garante a presença de polinizadores diversos. As paisagens belíssimas e a biodiversidade expressiva propiciam o ambiente ideal para o turismo de natureza.

Manguezais - Esses ecossistemas são caracterizados pelas adaptações exclusivas de algumas espécies arbóreas que se desenvolvem no limite entre o sistema aquático e terrestre especialmente no interior dos estuários. A arquitetura do bosque, com árvores que formam um sistema complexo de raízes, troncos e galhos, forma um ambiente ideal para ocorrência de muitas espécies de organismos, residentes ou temporários, que ali encontram abrigo e alimento. Por isso são áreas procuradas por muitas espécies na fase reprodutiva ou juvenil, e acabam por sustentar a produtividade de muitos recursos pesqueiros (WALTERS *et al.*, 2008). A complexidade do sistema de raízes, além de servir como substrato ou refúgio para muitas espécies, promove a retardação do fluxo de água, controlando a sedimentação durante as cheias das marés e mantendo umidade no solo durante as suas descidas. Isso acelera a sedimentação inorgânica, aprisionando partículas e ainda adiciona matéria orgânica ao volume do solo. Desta forma, os manguezais atuam na formação de solos vertical e horizontalmente e podem proteger as linhas de costa tanto em caso de aumento do nível do mar, quanto em caso de erosão por atenuar a energia das ondas (LEE *et al.*, 2014). Os manguezais são ambientes de alta produtividade, o que permite estoque e fluxos de carbono e outros nutrientes. A capacidade de sequestrar carbono nos manguezais tem sido descrita como muitas vezes mais elevada que em outros sistemas florestais (KAUFFMAN *et al.*, 2018). Ainda, os manguezais promovem a reciclagem de resíduos líquidos, normalmente com sobrecargas de esgotos industriais e domésticos nas zonas estuarinas (RAMOS e SILVA *et al.*, 2010). Essas e outras características dos manguezais os tornam ainda muito importantes para o turismo, seja para pesca esportiva ou contemplação, com muitas espécies atrativas de aves e outros animais.

Restingas, praias e mar – As restingas rasteiras, adjacentes às praias e ao mar, são os ambientes mais visitados por turistas e moradores do litoral e movem a economia regional. Praias limpas e suas paisagens bucólicas são fatores fundamentais para atração da população. As restingas propiciam uma paisagem natural atrativa e biodiversa, e evitam a erosão e os efeitos prejudiciais das ressacas ou super marés (MENEZES-SILVA, 2002; SCARANO, 2002). Nas áreas onde a restinga está degradada, é comum observar a destruição causada pelo mar. Nas porções onde a restinga ainda existe, mas foi alterada por queimadas, podas, escavações e depósitos de sedimentos, observa-se o crescimento

excessivo de plantas exóticas, que descaracterizam a paisagem e diminuem a atratividade. As dunas e as praias são depósitos dinâmicos de sedimentos retrabalhada pelos ventos, corrente e ondas. Além do lazer variado que estes ambientes proporcionam, são áreas de extração de recursos pesqueiros diversos, de recarga de aquíferos e refúgio para fauna e flora (DIAS e SOARES, 2008). O mar é meio de transporte, fonte de renda, alimento, entretenimento e turismo, reciclagem de nutrientes, conhecimento e tem uma importância cultural imensurável para as populações costeiras (LOOSE, 2019).

Esta capacidade dos ecossistemas naturais é, portanto, chave para a gestão de áreas costeiras. Ecossistemas em bom estado propiciam um desempenho melhor de vários processos ecológicos, que proporcionam a manutenção ou maior disponibilidade dos serviços prestados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIÇÕES APRENDIDAS

Há uma farta literatura sobre mudanças do clima. Mesmo não tendo todas as respostas e mesmo os modelos não tendo a precisão ideal, devido à complexidade dos fatores medidos, já se sabe o suficiente para perceber que quanto mais demoramos para enfrentar o problema, mais ele se agrava, e menos preparados ficamos.

Muitas pessoas são resistentes à ideia das mudanças do clima. Com frequência isso se dá por falta de entendimento do seu significado, ou mesmo uma confusão entre variabilidade das condições do tempo e do clima. Assim, observa-se a necessidade de ser muito preciso com os termos, confrontando as diferenças nos conceitos. É salutar também enfatizar que não são previstos novos eventos climáticos para a maioria das regiões do mundo, mas sim, alterações na frequência ou na intensidade dos eventos. Grandes tempestades já ocorreram no passado. Sua frequência ou sua intensidade pode ser maior nos próximos tempos, mas continuará sendo uma grande tempestade. Porém agora com maior potencial de prejuízos. Da mesma forma, pode ser necessário contra argumentar observações aparentemente contraditórias com o aquecimento global, como o registro de temperaturas muito baixas em determinadas áreas e épocas. Lembrando que um evento observado, como uma baixa temperatura, não é clima, mas uma condição do tempo. Nesses casos, compreender a diferença entre variabilidade climática e mudança do clima é crucial.

Ainda assim, é bastante importante ressaltar que, mesmo havendo ainda muitas lacunas nesta área do conhecimento e interpretações divergentes, ou mesmo se não estivesse ocorrendo qualquer mudança, a adoção de medidas AbE pode trazer muitos benefícios. Mesmo que o aumento do nível do mar não seja ou não venha a ser um grande problema, a manutenção de manguezais em bom estado de conservação continua promovendo diminuição da erosão costeira, moderação da força das ondas durante tempestades, manutenção da produção pesqueira comercial ou esportiva, turismo etc. Essas são chamadas ‘medidas de não arrependimento’, ou seja, trazem benefícios sempre e podem ser revistas a qualquer momento, ao contrário de algumas soluções ‘cinzas’, impossíveis de serem desfeitas. Além disso, agregam a multifuncionalidade dos ecossistemas aos interesses humanos. Em outras palavras, as AbE além de agirem sobre os impactos da mudança do clima, geram múltiplos benefícios à sociedade aproveitando a contribuição da natureza para o bem estar das pessoas.

Também é importante relembrar que as medidas AbE devem ser consideradas como parte de estratégias mais amplas de adaptação. Este é inclusive um dos pressupostos dessa abordagem. O paradoxo é que, na maioria das vezes, medidas AbE ou similares não são consideradas nos instrumentos de planejamento, ou raramente recebem o devido valor. Conter a erosão na margem de um rio construindo uma parede de concreto, pode ser muito eficiente (se não houver aumento súbito do nível do rio por grandes chuvas). Mas é caro, é feio e polui. A recuperação da mata ciliar, além de ser mais econômica e agradável aos olhos, pode criar ambientes naturais de lazer, filtra e cadencia o escoamento da água durante as chuvas, promove absorção de água no solo, ameniza o clima, filtra o ar, mantém biodiversidade no bosque e no rio e armazena carbono, além de ser mais aceitável socialmente. Se essa opção fosse devidamente considerada ao planejar soluções para o problema da erosão, certamente ganharia prioridade.

Porém, muitas vezes é difícil ver tomadores de decisão aplicarem esses conceitos e incorporarem os serviços ecossistêmicos nos instrumentos de planejamento. É preciso demonstrar que essa abordagem permite reconhecer oportunidades para melhorar a qualidade de vida ao reduzir vulnerabilidades, utilizando tecnologias que a natureza já nos oferece.

Finalmente, apesar de ser uma visão bastante utilitarista do meio ambiente, pois reforça a ideia de uso da natureza, a Adaptação baseada em Ecossistemas promove ao mesmo tempo o desenvolvimento humano e o respeito pela natureza, de modo que a necessidade de desenvolvimento não sobressaia e não se distancie da necessidade que todo ser humano tem de ecossistemas funcionais. Ao contrário, a AbE é uma abordagem que explicita como o bem-estar humano está vinculado aos serviços ecossistêmicos, e em especial aos serviços indiretos que os ecossistemas naturais provém, de forma a valorizar ambientes naturais.

Talvez, antes mesmo de argumentar a respeito de mudanças do clima, a perfeita compreensão do conceito de ecossistemas e em seguida de seus serviços, seja salutar. Essa unidade de estudo da ecologia, o ecossistema, por definição, não apresenta limites fechados. A troca de matéria e energia entre ecossistemas é um dos pontos chave para a conscientização sobre a importância dos ambientes naturais. A umidade que forma as chuvas que caem sobre o litoral paranaense, pode ter origens distintas, uma das principais, é dos rios voadores que deixam a Amazônia e se dirigem ao sul do país. Isso deve explicitar a importância daquele bioma e da evapotranspiração realizada pelas árvores de lá, mesmo para quem vive tão longe como nós. Entender que os componentes de um ecossistema podem interagir de maneira direta, mas especialmente de forma indireta, é crucial para darmos valor a todos os seus componentes, criarmos a consciência da necessidade de seu uso racional, e colocarmos em prática estratégias que nos tornem mais adaptados frente a possíveis desventuras.

REFERÊNCIAS

- ACHARYA, G. *Approaches to valuing the hidden hydrological services of wetland ecosystems. Ecological Economics*, Amsterdam, v. 35, p. 63–74. 2000.

ADLER, F. R.; TANNER, C.J. **Ecossistemas urbanos**: princípios ecológicos para o ambiente construído. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

AHERN, J. **Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design**. *Landscape Ecology*, v. 28, p. 1203-1212, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm Acesso em: 28 abr. 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo federal que dispõem sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.114, de 9 de dezembro de 2009, e a Política Nacional sobre Mudança do Clima, de que trata a Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9578.htm Acesso em: 28 abr. 2020.

CDB. Convenção sobre a Diversidade Biológica. Disponível em <https://www.mma.gov.br/informma/item/7513-convencao-sobre-diversidade-biologica-cdb>. 2009. Acesso em: 07 mai. 2020.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; BELT, M. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature*, v.387, p.253-260, 1997.

CUNICO, C. (Org). **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná - Litoral**. Curitiba, ITCG. 352p. 2016.

De GROOT, Rudolf S.; WILSON, Matthew A.; BOUMANS, Roelof M. J.. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services**. *Ecological Economics*, v. 41, p. 393-408, 2002.

DIAS, H.; SOARES, M. **As Fitofisionomias das restingas do município de Caravelas (Bahia-Brasil) e os bens e serviços associados**. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, Tamandaré - PE - v. 16, n. 1, p. 59-74, 2008.

FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). (2019). **Tornando eficaz a Adaptação baseada em Ecossistemas: parâmetros para definir critérios de qualificação e padrões de qualidade** – documento técnico elaborado por FEBA para UNFCCC-SBSTA 46. Bertram, M.2, Barrow, E.3, Blackwood, K., Rizvi, A.R.4, Reid, H.5, y von Scheliha-Dawid, S.6 (autores). GIZ, Bonn, Alemanha, IIED, Londres, Reino Unido, e UICN, Gland, Suíça. 14 pp.

FGB – FUNDAÇÃO GRUPO BOTÍCARIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA; ICLEI – GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE. **Adaptação baseada em ecossistemas**: oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. 2. ed. Curitiba: FGB, 2015. Disponível em: http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/AbE_2015.pdf Acesso em: 28 abr. 2020.

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GmbH). **Integração da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) no planejamento do desenvolvimento**. Eschborn: GIZ, 2015.

HAHN, M.; FRÖDE, A. **Climate Proofing for Development, Adapting to Climate Change**, Reducing Risk. GTZ GmbH. 2010. Disponível em: https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=34. Acesso em: 07 mai. 2020.

HERZOG, C. **Cidades para Todos**: (re)aprendendo a conviver com a Natureza. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da biodiversidade. **Mosaicos reconhecidos oficialmente:** Mosaico do LAGAMAR. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/mosaicosecorredoresecologicos/moscaicos-reconhecidos-oficialmente/1870-mosaico-de-unidades-de-conservacao-donlitoral-sul-de-sao-paulo-e-do-litoral-do-parana-lagamar> Acesso em: 04 mai. 2020.

ILLEVA, L. (Org). **Evidencia sobre Adaptación basada en Ecosistemas en America Latina y el Caribe.** ONU Medio Ambiente. 2019.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico do Município de Paranaguá-PR.** 2020, 49p. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=83200&btOk=ok>. Acesso em: 30 mar. 2020.

IPCC, 2014: **Alterações Climáticas: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade - Resumo para Decisores.** Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas [FIELD, C.B., V.R. BARROS, D.J. DOKKEN, K.J. MACH, M.D. MASTRANDREA, T.E. BILIR, M. CHATTERJEE, K.L. EBI, Y.O. ESTRADA, R.C. GENOVA, B. GIRMA, E.S. KISSEL, A.N. LEVY, S. MACCRACKEN, P.R. MASTRANDREA E L.L. WHITE (eds.)]. Organização Meteorológica Mundial (WMO), Genebra, Suíça, 34 p. 2014.

IPCC 2019. **Aquecimento Global de 1,5°C, Sumário para Formuladores de Políticas.** Disponível em <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. 2019. Acesso em: 07 mai. 2020.

KAUFFMAN, J., BERNARDINO, A.; FERREIRA, T.; GIOVANNONI, L.; Gomes, L.; ROMERO, D.; JIMENEZ, L.; RUIZ, F. **Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region, Brazil.** *Biol. Lett.* 14. 2018.

LOOSE, R. H. (Org). **Olhares sobre a biodiversidade marinha do Paraná.** Associação MarBrasil. Pontal do Paraná. 2019.

MARENGO, J. **O futuro clima do Brasil.** *Revista USP*, (103), 25-32. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i103p25-32>. 2014.

McDONNELL, Mark J. **Journal of Urban Ecology: Linking and promoting research and practice in the evolving discipline of urban ecology.** *Journal of Urban Ecology*, v. 1, n. 1, 2015, p. 1 – 6.

Menezes-SILVA, S. **Diagnóstico das Restingas do Brasil.** In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (Org.). Workshop para avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha. Relatório técnico. Brasília: MMA, 2002. Publicação em CD-ROM.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima.** Brasília. 2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Roteiro para a elaboração e implementação dos planos municipais de conservação e recuperação da Mata Atlântica.** Brasília. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Impactos da Mudança do clima na Mata Atlântica.** Brasília. 2018a.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Integração da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) no planejamento do desenvolvimento:** Apostila do curso. Brasília. 2018b.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação.** Disponível em: <https://mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao> Acesso em: 24 abr. 2020.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Impactos da Mudança do Clima na Mata Atlântica**: sumário para tomadores de decisão. Disponível em: [file:///C:/Users/HP/Downloads/Impactos%20da%20Mudanca%20do%20Clima%20na%20Mata%20Atlantica_%20Sumario%20para%20Tomadores%20de%20Decisao%20%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Impactos%20da%20Mudanca%20do%20Clima%20na%20Mata%20Atlantica_%20Sumario%20para%20Tomadores%20de%20Decisao%20%20(1).pdf). Acesso em: 04 mai. 2020.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Áreas Úmidas - Convenção de Ramsar. <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar.html> Acesso em: 04 mai. 2020.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a História de uma Procura. São Paulo: **Contexto**, 2000. 127p.

NEGRELLE, R.; MITCHELL, D.; ANACLETO, A. **Bromeliad ornamental species: conservation issues and challenges related to commercialization**. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. 34(1):91-100. 2012.

NUCCI, J. C. **Ecologia e Planejamento da Paisagem**. In: Santos, D.; NUCCI, J. C. (Org.). *Paisagens Geográficas. Um tributo a Felisberto Cavalheiro*. Campo Mourão: Editora da FECILCAM, 2009, p. 50-64. Disponível em http://www.fecilcam.br/editora/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=6&Itemid=12 Acesso em 28 abril 2010.

RAMOS E SILVA, C.A.; MIRANDA, L.B.; DÁVALOS, P.B.; PEREIRA DA SILVA, M. **Hydrochemistry in tropical hyper-saline and positive estuaries**. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, n. 3, p. 432-443, 2010.

WALTERS, B. B.; RÖNNBÄCK, P.; KOVACS, J. M.; CRONA, B.; HUSSAIN, S. A.; BADOLA, R.; PRIMAVERA, J. H.; BARBIER, E.; DAHDOUH-GUEBAS, F. **Ethnobiology, socio-economics and management of mangrove forests: a review**. *Aquatic Botany*, n. 89, 2008, p. 220–236.

WU, J. **Urban ecology and sustainability**: the state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, v. 125, p. 209 – 221, 2014.

CAPÍTULO 11

OS MANGUEZAIS DO PARANÁ: RESILIÊNCIA FRENTE AO COMPROMETIMENTO DE SUAS FUNÇÕES E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Data de aceite: 01/03/2021

Sarah Charlier Sarubo

Laboratório de Ecologia e Conservação, Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná . Pontal do Paraná - PR
<http://lattes.cnpq.br/1148945509265078>

Marília Cunha-Lignon

Universidade Estadual Paulista, *Campus de Registro*. Registro - SP
<http://lattes.cnpq.br/6396735236608800>

RESUMO: O ecossistema manguezal fornece inúmeros serviços ecossistêmicos oferecendo importantes benefícios às populações humanas, tais como produzir alimento, proteger a zona costeira contra eventos extremos, reter sedimento e reduzir processos erosivos em áreas estuarinas, sequestrar e estocar carbono, além de ser importante área de atividades recreativas, entre outros. O Brasil possui a 2^a maior área de manguezal do mundo. Entretanto, esse ecossistema tem sido ameaçado por intervenções humanas, incluindo poluição, aterros, alterações hidrológicas, conversão para aquicultura, desmatamento, atividades portuárias e industriais. Os manguezais do Paraná fazem parte do Mosaico de Unidades de Conservação do Lagamar, da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e do Sítio do Patrimônio Mundial Natural, além de dois sítios Ramsar de importância internacional, por sua grande diversidade biológica e cultural. Apesar disso, trechos de manguezais paranaenses têm sido fragmentados e reduzidos por atividades antrópicas, as quais têm ameaçado a oferta de seus serviços ecossistêmicos, os quais têm sido

cada vez mais demandados pela humanidade. Os manguezais são ecossistemas extremamente resilientes, os quais têm a capacidade de retornar com suas funções e benefícios. A manutenção da saúde dos manguezais garante qualidade de vida às populações humanas do Paraná assim como a de todo o planeta.

PALAVRAS-CHAVE: conservação, impactos antropológicos, impactos naturais, mudanças climáticas

MANGROVE OF PARANÁ: RESILIENCE FACING THE DAMAGE OF THEIR ECOSYSTEM FUNCTIONS AND SERVICES

ABSTRACT: Mangrove ecosystem provides uncountable ecosystem services which offer important benefits to human populations, such as food, protection of coastlines from storm impacts, helping to retain sediment and reducing erosion in estuarine areas, sequestration and storage of carbon; in addition to provide opportunities for leisure and recreation, and so forth. Brazil has the 2nd largest mangrove area in the world. However, this ecosystem has been threatened by human intervention, including pollution, landfills, hydrological changes and conversion to aquaculture, deforestation, port, and industrial activities. Mangroves of Paraná are part of the Mosaic of Protected Areas of Lagamar, the Biosphere Atlantic Forest South-East Reserve and the World Natural Heritage Site, yet two Ramsar sites of international importance, due to their great biological and cultural diversity. Despite this, mangrove areas from Paraná have been fragmented and reduced due to human activities, which have decreased the offer of ecosystem services, while they have been increasingly demanded by humanity. Mangroves are extremely

resilient ecosystems, which can return with their functions and benefits after disturbances. Healthy mangroves support human well-being for adjacent coastal communities of Paraná as well as it does in the whole planet.

KEYWORDS: conservation, anthropological impacts, natural impacts, climate change.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 O ecossistema manguezal, suas funções e serviços

Os manguezais são considerados um dos ecossistemas costeiros mais importantes do planeta, encontrando-se em regiões tropicais e subtropicais. De acordo com Giri *et al.* (2011), aproximadamente 75% dos manguezais do mundo são encontrados em apenas 15 países. O Brasil possui 1.225.444 hectares, ficando em 2º lugar em área de manguezal do mundo (ICMBIO, 2018).

Os manguezais são ecossistemas complexos, situados nas interfaces entre terra firme, rios e mar, sujeitos à influência das marés, e responsáveis pela oferta de diversos serviços ecossistêmicos, que são benefícios fornecidos pelo meio ambiente e utilizados pelos seres humanos para seu bem-estar (UNEP, 2014).

No início do século, estimou-se que mais de 100 milhões de pessoas viveriam a até 10 km de áreas de manguezais e que esse montante chegaria a 120 milhões em 2015 (UNEP, 2014). A proximidade das populações humanas aos manguezais é histórica, assim como sua dependência por recursos e serviços ambientais importantes prestados por este ecossistema (Tabela 1).

Categoría	Serviço Ecossistêmico
Provisão	Produção de alimentos, recursos genéticos/banco genético, compostos bioquímicos ou medicinais.
Regulação	Climática e microclimática, hídrica, controle de erosão e retenção de sedimentos, retenção de partículas atmosféricas, controle biológico, estoque/remoção de CO ₂ da atmosfera (carbono azul), infiltração e escoamento pluvial, recarga de aquíferos, prevenção de proliferação de doenças, estabilidade geotécnica (prevenção de desastres naturais), proteção contra vento, anteparo ao avanço da maré / estabilidade da linha de costa, fixação de dunas.
Supporte	Suprimento hídrico, formação de solo, ciclagem de nutrientes, dispersão de sementes, conectividade de paisagem, manutenção da biodiversidade, polinização, exportação de biomassa.
Culturais	Recreação (incluindo pesca e turismo), ecoturismo, valor educacional, valores espirituais e religiosos, beleza cênica e conservação da paisagem.

Tabela 1. Categorias e serviços ecossistêmicos oferecidos pelos manguezais.

A perda e degradação desses serviços têm causas diversas, incluindo a própria demanda excessiva por eles, decorrente do crescimento da economia, de mudanças demográficas e de escolhas individuais (Santos & SILVA, 2012). Assim, o bem-estar humano é afetado não apenas pelas diferenças entre a demanda e a oferta dos serviços ecossistêmicos, mas também pela crescente vulnerabilidade dos indivíduos, comunidades

e nações. Enquanto ecossistemas bem manejados reduzem os riscos e as vulnerabilidades, sistemas mal manejados podem aumentar os riscos de enchentes, secas, perdas de safra, fome e doenças.

1.2 Impactos negativos

Estima-se que os manguezais estejam sendo destruídos a taxas entre três e cinco vezes maiores que as médias estimadas para outras florestas em todo o mundo, de modo que mais de um quarto da cobertura de mangue original já desapareceu, impulsionado pela conversão de terras para agricultura, aquicultura, portos e indústrias, crescimento urbano, poluição, aterros e exploração excessiva dos recursos naturais (UNEP, 2014). Apesar das taxas de desmatamento terem caído na última década, o futuro desse ecossistema ainda é incerto (FRIESS *et al.*, 2019).

Atividades humanas na zona costeira têm ameaçado a saúde dos manguezais e consequentemente os serviços ecossistêmicos prestados por esse ambiente. Tanto a sobre-exploração quanto a degradação dos manguezais estão levando a redução de capturas de recursos naturais nas regiões tropicais e subtropicais, ameaçando a segurança alimentar de populações humanas (VO *et al.*, 2012).

Estamos aumentando a produção de alimentos, convertendo florestas em pastos e campos agricultáveis especialmente dedicados à monocultura de soja e de cana-de-açúcar – essa última, enquanto parte da estratégia energética do país. Os manguezais sofrem constante pressão pela indústria da carcinicultura, atividades portuárias e de apoio retro portuário voltado à exploração de petróleo em águas rasas ou profundas. A região costeira e marinha brasileira representa uma nova fronteira econômica do país. Todavia, tais decisões implicam na diminuição do fornecimento de serviços que podem ser de valor igual ou superior, como regulação de inundações, filtro biológico, retenção de sedimentos e destinos turísticos (UNEP, 2014).

A complexidade das interações multiescalares e a pequena compreensão da natureza dinâmica dos manguezais sugerem medidas proativas e antecipatórias, já que a recuperação do ecossistema ou de seus serviços envolvem custos e tempo. Assim, é sempre mais interessante, quando possível, prevenir a degradação da região costeira (SCHIMMITT & DUKE, 2015).

Há outros cenários, não animadores, que apontam, até 2050, um aumento demasiado dos impactos decorrentes das mudanças climáticas, incluindo a elevação do nível médio relativo do mar. Sabe-se que o manguezal tem competência para lidar com taxas moderadas de variação no nível médio do mar, na frequência de inundações ou no aporte de sedimento (ALONGI, 2008), de tal forma que a manutenção da declividade dos terrenos de mangue, principalmente no contato com terra firme, pode permitir a migração dos bosques continentais adentro e garantir o usufruto futuro dos serviços ecossistêmicos (BLASCO *et al.*, 1996; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2002; SOARES, 2009).

UNEP (2014) demonstrou que as perdas de manguezais vão ocasionar impactos sobre o bem-estar humano, com depreciação das condições de saúde e dos meios de subsistência: redução de rendimentos, aumento da pobreza e diminuição da segurança alimentar além da desigualdade global e do decréscimo da qualidade de vida das

populações costeiras. Está claro que os governos devem reconhecer a forte ligação entre a degradação dos manguezais e a persistência da pobreza na zona costeira. Diante disso, ações visando a restauração ecológica dos manguezais representam importante estratégia de gestão e enfrentamento da fome e da extrema pobreza.

Embora os manguezais continuem sendo degradados e perdidos em diversas regiões do planeta, iniciativas de conservação, esforços de reabilitação, regeneração natural e expansão do clima promoveram aumento de áreas em outras regiões, servindo para conter as estatísticas de perda tão alta desse ecossistema nos anos 1980 (FELLER et al., 2017).

2 | DISCUSSÃO

2.1 Os manguezais do Paraná

Os manguezais do Paraná integram a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e o Sítio do Patrimônio Mundial Natural, reconhecidos pela UNESCO, desde 1991 e 1999, respectivamente. Eles também fazem parte do Mosaico de Unidades de Conservação (UC) do Lagamar (Figura 1), que se estende do litoral sul de São Paulo até o litoral sul do Paraná. Estuários, manguezais, rios, canais lagunares, planícies costeiras, cachoeiras, florestas, ilhas marinhas e costeiras compõem um conjunto de paisagens rico em zonas úmidas com alta diversidade natural.

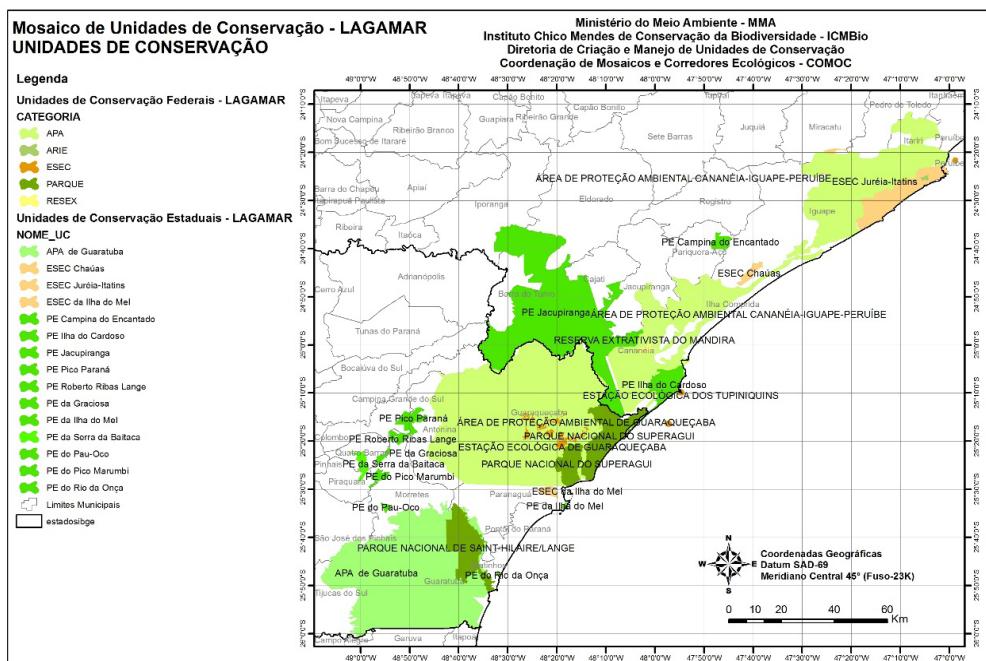


Figura 1. Mosaico de Unidades de Conservação do Lagamar, com as UCs federais e estaduais de diferentes categorias. Fonte: MMA/ICMBio.

Além disso, a Estação Ecológica (ESEC) de Guaraqueçaba e a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaratuba foram reconhecidas como Sítio Ramsar, pela Convenção Internacional das Zonas Úmidas, em junho e setembro de 2017, respectivamente.

A ESEC de Guaraqueçaba é formada por manguezais, restingas e ilhas litorâneas e possui uma grande diversidade de espécies ameaçadas de extinção, como a toninha (*Pontoporia blainvilliei*) e o papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*). A UC é fragmentada, formada por oito áreas: manguezais situados a oeste da Baía dos Pinheiros; Ilha das Laranjeiras; Ilhas do Rabelo e Ilha do Pavoçá; Ilha do Sambaqui; manguezais ao norte da Baía de Guaraqueçaba; manguezais situados a oeste da Enseada do Benito; Ilha das Bananas (Sul da Baía das Laranjeiras) e Ilha da Galheta (ICMBIO, 2020).

A APA de Guaratuba é considerada área importante pela presença do bicudinho-dobrejo (*Stymphalornis acutirostris*), onde ocorre cerca de 42% da população global. Possui manguezais bem conservados, matas alagadas e marismas, além de mais de 3000 ha de um dos últimos remanescentes florestais de caixeta (*Tabebuia cassinoides*). Apesar disso, a Baía de Guaratuba sofre ameaças como a sobrepesca, poluição, turismo não ordenado e ocupação de áreas de manguezal (RAMSAR, 2020).

No litoral do Paraná, as espécies vegetais típicas de mangue são o mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue branco (*Laguncularia racemosa*) e mangue preto (*Avicennia schaueriana*), assim como as espécies associadas a manguezais, tais como o algodoeiro-da-praia (*Hibiscus tiliaceus*) e bancos de marismas (*Spartina* sp) (LANA, 1998). A presença dos manguezais na região em bom estado de conservação propicia abrigo e alimentação para inúmeras espécies de aves, peixes marinhos e dulcícolas, assim como crustáceos, tornando a região extremamente importante em termos de biodiversidade e produção pesqueira. Comunidades caiçaras utilizam os manguezais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) retirando recursos naturais, principalmente o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) e a ostra-do-mangue (*Crassostrea rhizophorae*) (MIRANDA, 2004). O molusco bivalve sururu (*Mytella guyanensis*) ocorre nos substratos lodosos ou areno-lodosos nas franjas dos manguezais. No CEP, o sururu é utilizado em pequena escala comercial como recurso de subsistência pelos pescadores artesanais, servindo de alternativa proteica na alimentação familiar (MIRANDA, 2004). Os manguezais do CEP ocupam cerca de 29.500 hectares, que correspondem a mais de 94% das áreas de manguezais do Estado (FARACO et al., 2010) (Figura 2).

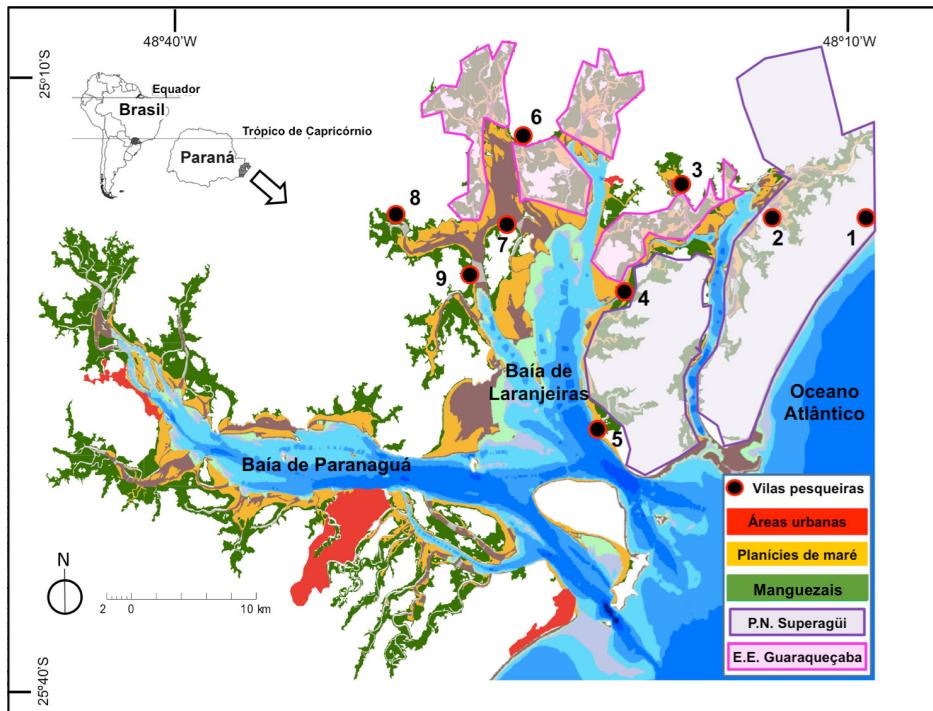


Figura 2. Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) com seus ecossistemas, vilas de pescadores e Unidades de Conservação. Fonte: Faraco *et al.* (2010).

Comunidades humanas identificadas por meio da ocorrência de sítios arqueológicos no litoral do Paraná exploravam recursos como peixes, ostras e mariscos. A presença de grande número de sítios arqueológicos confirma a importância dos manguezais e do CEP como provedores de alimento para comunidades humanas passadas. Na região de Guaraqueçaba, foram registrados entre 50 e 78 sambaquis (PARELLADA, 1989). Os sambaquis desta região são elevações arredondadas, formados por material calcário (PARELLADA, 1989) e colonizados por floresta atlântica e vegetação de restinga e localizam-se próximos a áreas de manguezal.

Quanto à diversidade da ictiofauna do CEP, o mero (*Epinephelus itajara*), considerada criticamente em perigo pela IUCN (2012), utiliza os manguezais da ESEC de Guaraqueçaba como berçário e lá vive até atingir 1 m de comprimento, de acordo com Luiz Francisco Ditzel Faraco, gestor da ESEC de Guaraqueçaba, em 2014. Além disso, onze espécies de peixes que são consideradas sobreexploradas, utilizam essas áreas (BRASIL, 2004; 2008).

Indivíduos juvenis de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) utilizam os manguezais do litoral do Paraná como áreas de alimentação, destacando a importância de conservação destas áreas para manutenção dessas espécies marinhas. Propágulos de mangue preto fazem parte da alimentação da tartaruga-verde (DOMIT, 2014; GAMA *et al.*, 2016).

Nos manguezais da região foram registradas 81 espécies de aves, principalmente das ordens Passeriformes (37.8%), Ciconiiformes (8.5%), Falconiformes (7.3%), and Charadriiformes (7.3%), sendo considerada uma comunidade de avifauna bastante rica

entre os manguezais brasileiros (MESTRE *et al.*, 2007). As espécies mais abundantes e frequentes foram garça azul (*Egretta caerulea*), martim-pescador grande (*Ceryle torquata*), martim-pescador verde (*Chloroceryle amazona*), garça-moura (*Ardea cocoi*), garça branca grande (*Casmerodius albus*), garça branca pequena (*Egretta thula*), socozinho (*Butorides striatus*), socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*). Entre as espécies observadas, 13 são migratórias regionais e quatro migram do Hemisfério Norte (MESTRE *et al.*, 2007).

O papagaio-da-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) e a saíra-sapucaia (*Tangara peruviana*) são espécies endêmicas do litoral sul de São Paulo e litoral do Paraná, que ocorrem nos manguezais da ESEC de Guaraqueçaba em busca de alimento (MESTRE *et al.*, 2007) e são consideradas espécies vulneráveis pela IUCN (2012). Nessa região também foram registradas ocorrências de colhereiro (*Platalea ajaja*) e guará vermelho (*Eudocimus ruber*). Nos manguezais do CEP também são observados filhotes de guará-vermelho demonstrando que essa espécie utiliza a área como local de reprodução (SALVIO *et al.*, 2014).

2.2 Alterações nos manguezais do Paraná e relevância dos serviços ecossistêmicos

O Paraná conta com 31.199 ha de áreas de manguezais, segundo o mapeamento realizado por ICMBio (2018), o qual foi realizado com base em imagens Landsat TM e CBERS-2 CCD para o período 2008-2010 e cujas interpretações foram refinadas com base nas imagens de alta resolução RapidEye de 2013 e 2014.

Recentemente, a análise de imagens de satélite revelou a diminuição de 53% das áreas de mangue nos últimos 17 anos no litoral do Paraná (RUZA *et al.*, 2019). Nesse período, 8.000 ha de manguezais foram convertidos em construções, além de 10.000 ha (de mangues e florestas) convertidos em solo exposto por desmatamento. Vale ressaltar que o solo exposto pode ser fruto de conversão para agricultura, porém este é um dado preocupante também pelo aumento da possibilidade de assoreamento da baía de Paranaguá.

Considerando-se os serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais, todos podem ser extremamente relevantes para a zona costeira do Paraná. Atualmente, muitos estudos enfatizam a capacidade dos manguezais urbanos em estocar carbono e atuar na mitigação das emissões de CO₂ (BROWN *et al.*, 2016), pois este ecossistema é capaz de estocar mais do que o dobro de carbono quando comparado às florestas tropicais úmidas (KAUFFMAN *et al.*, 2018), sendo mais da metade do estoque na biomassa subterrânea (Santos *et al.*, 2017).

Além disso, para uma cidade portuária com área territorial limitada, tal como Paranaguá, parece ser interessante contar com os serviços de proteção da linha de costa contra tempestades e aumento do nível médio relativo do mar (NMRM), uma vez que os manguezais conseguem fazer o ajuste vertical do sedimento e proteger as cidades contra a tendência de invasão do mar (KRAUSS *et al.*, 2017).

É certo que muitos dos serviços ecossistêmicos listados se destacam somente em algumas situações particulares – ou seja, alguns dos serviços podem ser mais relevantes que outros, dependendo do contexto de análise. Exemplo maior refere-se à pesca e ao

turismo, dois serviços bastante conhecidos pela maior parte da população e geradores de emprego e renda ao longo de toda a costa brasileira. Além disso, a atividade pesqueira garante segurança alimentar para inúmeras famílias de pescadores locais e tradicionais, assim como populações humanas de municípios costeiros e do interior do Paraná (ICMBIO, 2018).

Apesar do Porto Dom Pedro II ser a principal atividade econômica do município de Paranaguá, a pesca está no ramo que gera maior número de empregos junto com a agricultura. O município foi o primeiro pesqueiro do Paraná. A atividade pesqueira e a extração do caranguejo-uçá é uma expressiva atividade econômica, com importante papel social e cultural. A supressão de áreas de mangues não só prejudica a pesca, como também interrompe o fluxo gênico e o fornecimento de larvas do caranguejo-uçá para outras áreas de manguezais.

Outros bons exemplos são os serviços ecossistêmicos relacionados à contenção ou mitigação de impactos humanos, como filtro biológico, recarga de aquíferos e controle de enchentes, que se manifestam fortemente em manguezais urbanos. E, por fim, aqueles relacionados às tradições culturais e aos manguezais, como nas cidades do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape-Paranaguá, na Baía de Todos os Santos e em tantas outras comunidades tradicionais espalhadas pelo litoral paraense e maranhense (ICMBIO, 2018).

Na cidade de Paranaguá, as notícias sobre a elevação do NMRM, aumento de eventos climáticos extremos, tais como ação de ressacas intensas e seus efeitos nas comunidades urbanas próximas aos manguezais, têm se intensificado nos últimos anos. Nesse contexto, os serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais são fundamentais para a manutenção da qualidade ambiental do CEP e de áreas adjacentes. Considerando-se as mudanças climáticas globais e a elevação NMRM, os manguezais têm papel fundamental na estabilização da linha de costa e na manutenção da qualidade do estuário. A presença de manguezais saudáveis nestas áreas pode contribuir para aumento da qualidade de vida das populações humanas que vivem nessa região (FARACO *et al.*, 2010).

2.3 Desafios da conservação e resiliência dos manguezais ao longo da costa brasileira

A fim de confirmar a resiliência do ecossistema manguezal, Reis-Neto *et al.* (2019) realizaram análise espaço-temporal da regeneração natural da vegetação de mangue em áreas abandonadas de salinas no nordeste do Brasil (Ceará), entre 1968 e 2012. Durante o período do estudo, a área de manguezal aumentou 165%, passando de 380,4 ha para 1.006,6 ha. Por outro lado, a área ocupada pelas salinas abandonadas diminuiu de 621,9 ha para 226,9 ha. O manguezal recolonizou naturalmente uma área de aproximadamente 698,2 ha de salinas abandonadas durante um período de 44 anos. Este estudo confirma a capacidade de regeneração natural dos manguezais, quando um determinado impacto negativo é cessado.

Menghini *et al.* (2011) determinaram os impactos e avaliaram a recuperação natural inicial de floresta de mangue na Ilha Barnabé, em Santos (SP) após incêndio devido a derramamento acidental da substância química inflamável diciclopentadieno (DCPD). A

magnitude do acidente provocou mortalidade massiva na franja do manguezal, onde as árvores foram totalmente queimadas. Nesta área, após a queda das árvores mortas, ocorreu um processo de erosão e, até 2011 não foi observada recuperação natural nessa área. Os autores sugerem que estudos de monitoramento a longo prazo sobre os manguezais impactados sejam desenvolvidos como ferramentas eficazes para ajudar a compreender a resposta dos sistemas expostos a estressores naturais ou provocados, bem como os processos que governam sucessão em manguezais no sudeste do Brasil.

Posteriormente, Conti *et al.* (2016) mapearam a dinâmica de fragmentos de manguezais das regiões de Santos e Cananéia, ambos no estado de São Paulo. Segundo os autores, a partir da forma, tamanho e redução/aumento dos fragmentos, aliado a estudos de campo pode-se avaliar as condições naturais e antrópicas às quais os manguezais estão submetidos. Em alguns trechos do estuário de Santos, sobretudo no município de Cubatão, observou-se aumento de áreas de manguezal ao longo do tempo. Em Cananéia, a dinâmica de acresção e redução de áreas de manguezais deve-se aos intensos processos sedimentares naturais (erosão e sedimentação) que ocorrem nos canais lagunares, conforme observado por Cunha-Lignon *et al.* (2009; 2011).

Com os estudos de caso apresentados acima, pode-se entender que manguezais são ecossistemas extremamente dinâmicos, submetidos a ações naturais e antrópicas e que apesar disso, possuem alta resiliência, recuperando sua cobertura vegetal e serviços ecossistêmicos. Experimentos *in situ* comprovaram que tanto flora quanto fauna se adaptam a estressores causados pelo homem e, se os tensores forem removidos ou reduzidos, diversos parâmetros voltam ao estágio anterior ao impacto em um curto período de tempo (CAPDEVILLE *et al.*, 2019).

2.4 Instrumentos de proteção

A Lei nº 12.651/2012, que sofreu alterações por meio da Lei nº 12.727/2012 e de disposições correlatas que legislam sobre a proteção de vegetação nativa, foi amplamente discutida na sociedade e no Congresso Nacional. No entanto, diversas considerações relativas ao ecossistema manguezal, apontadas pela academia, não foram internalizadas nesse processo, como a definição equivocada de salgados e marismas tropicais hipersalinos e a desassociação da feição apicum do ecossistema manguezal (LEWINSOHN *et al.*, S/D; LEWINSOHN, 2010; METZGER, 2010; SPAROVEK *et al.*, 2011; SCHAEFFER-NOVELLI *et al.*, 2012).

A Lei 12.651/2012 considerou o manguezal como área de proteção permanente (APP) em toda a sua extensão, tanto em zonas rurais como urbanas (artigo 4º, inciso VII), mantendo o disposto no Código Florestal de 1965. O parágrafo 2º do artigo 8º estabelece que a intervenção ou a supressão do manguezal só poderá ser autorizada, excepcionalmente, em casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, nos locais onde a função do mangue esteja comprometida.

Aqui, cabe a pergunta: quem pode assegurar que a função do manguezal em determinado lugar está comprometida? Como fundamentar tecnicamente esse comprometimento de função? (ICMBIO, 2018). Uma vez que algo comprometido significa que está sob risco de dano ou prejuízo e que, por outro lado, funções e serviços ecossistêmicos

são recuperados muitas vezes com pequenas alterações no ambiente, condenar uma área de preservação permanente como o manguezal à intervenção ou supressão pode ser muito equivocado e reverter em prejuízos maiores à sociedade.

3 | CONCLUSÕES

Os manguezais do Paraná apresentam alta diversidade biológica e promovem a diversidade cultural de comunidades costeiras locais. Estes manguezais prestam inúmeros serviços ecossistêmicos importantes a serem mantidos, beneficiando populações humanas. Apesar disso, algumas áreas de manguezal têm sofrido fragmentação e redução decorrentes de atividades antrópicas.

A discussão apresentada no presente capítulo tem como foco geográfico os manguezais paranaenses, mas as mesmas preocupações sobre os impactos negativos atuando, reduzindo e fragmentando manguezais podem ser aplicadas a outras áreas de manguezal ao longo da costa brasileira. É determinante que os manguezais mantêm a qualidade de vida, destacando-se a segurança alimentar de inúmeras comunidades ao longo da costa. Mas além disso, os serviços ecossistêmicos dos manguezais permitem a manutenção de atividades de navegação e protegem cidades costeiras contra eventos extremos, cada vez mais frequentes e em maior intensidade.

Esse ecossistema possui alta resiliência, podendo voltar a promover benefícios, após ações de degradação e impactos negativos. Manguezais possuem grande valor social, ambiental e econômico, protegendo vidas, gerando empregos, mantendo atividades humanas desde escalações tradicionais locais até empresariais.

REFERÊNCIAS

- ALONGI, D. M. **Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 1-13, 2008.
- BLASCO, F.; SAENGER, P. & JANODET, E. **Mangrove as indicators of coastal change.** *Catena*, 27: 167-178, 1996.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 005, de 21 de maio de 2004. **Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçadas de Extinção.** Ministério do Meio Ambiente – MMA, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 abr. 2004.
- BRASIL. **Livro vermelho da fauna Brasileira ameaçada de extinção.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, v.2, 2008.
- BROWN, D.; CONRAD, S.; AKKERMANN, K.; FAIRFAX, S.; FREDERICKS, J.; HANRIO, E.; SANDERS, L. M.; SCOTT, E.; SKILLINGTON, A.; TUCKER, J.; VAN SANTEN, M.; SANDERS, C. J. **Seagrass, mangrove and saltmarsh sedimentary carbon stocks in an urban estuary;** Coffs Harbour, Australia. *Regional Studies in Marine Science*, 2016.
- CONTI, L. A.; ARAÚJO, C. A. S. & CUNHA-LIGNON, M. **Spatial database modeling for mangrove forests mapping; example of two estuarine systems in Brazil.** *Model. Earth Syst. Environ.*, 2 (73): 1-12, 2016.

CAPDEVILLE, C.; ABDALLAH, K.; WALCKER, R.; ROLS, J. L.; FROMARD, F. LEFLAIVE, J. **Contrasted resistance and resilience of two mangrove forests after exposure to long-term and short-term anthropic disturbances.** Marine Environmental Research, 146-12:23, 2019.

CUNHA-LIGNON, M.; COELHO-JR., C.; ALMEIDA, R.; MENGHINI, R.; CORREA, F.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G. & DAHDOUH-GUEBAS, F. **Mangrove Forests and Sedimentary Processes on the South Coast of São Paulo State (Brazil).** Journal of Coastal Research, SI 56: 405 – 409, 2009.

CUNHA-LIGNON, M.; KAMPEL, M.; MENGHINI, R.P.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G.; DAHDOUH-GUEBAS, F. **Mangrove Forests Submitted to Depositional Processes and Salinity Variation Investigated using satellite images and vegetation structure surveys.** Journal of Coastal Research, SI 64: 344-348, 2011.

DOMIT, C. **Monitoramento e Conservação de tartarugas marinhas na Zona Costeira e Estuarina do Estado do Paraná.** Relatório de atividades e autorização para atividades com finalidade científica. Extrato do relatório nº 1143. Ministério do Meio Ambiente, ICMBio, Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, 34 p., 2014.

FARACO, L. F. D.; ANDRIEGUETTO-FILHO, J. M. & LANA, P. C. **A methodology for assessing the vulnerability of mangroves and fisherfolk to climate change.** Pan American Journal of Aquatic Sciences, 5 (2): 205 – 223, 2010.

FELLER, I.C., FRIESS, D. A., KRAUSS, K.W., & LEWIS, R.R. **The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change.** Hydrobiologia, 803 (1): 1-12, 2017.

FRIESS, D. A.; ROGERS, K.; LOVELOCK, C. E.; KRAUSS, K. W.; HAMILTON, S. E.; LEE, S. Y.; LUCAS, R.; PRIMAVERA, J.; RAJKARAN, A.; SHI, S. **The State of the World's Mangrove Forests: past, present, and future.** Annu. Rev. Environ. Resour., 44:89–115, 2019.

GAMA, L. R.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; FUENTES, M. M. P. B. MILLAR, R. B. **Green turtle *Chelonia mydas* foraging ecology at 25° S in the western Atlantic: evidence to support a feeding model driven by intrinsic and extrinsic variability.** Mar Ecol Prog Ser 542: 209–219, 2016.

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

ICMBIO. **Atlas dos Manguezais do Brasil.** Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 176 p., 2018.

ICMBIO. **Unidades de conservação marinhas - ESEC de Guarapuava.** Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2252-esec-de-guarapuava>. Acesso em: 08/05/2020.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species.** 2012. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 08/05/2020.

LANA, P. C. **Diagnósticos, conflitos e prognósticos.** In: Lima, R.E. & Negrelle, R. (org.). Meio Ambiente e desenvolvimento no litoral do Paraná. Diagnóstico. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1: 105-115, 1998.

KAUFFMAN, J. B.; BERNARDINO, A. F.; FERREIRA, T. O.; GIOVANNONI, L. R.; de O. Gomes, L. E.; ROMERO, D. J.; JIMENEZ, L.C.Z.; RUIZ, F. **Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region, Brazil.** Biol. Lett. 14: 20180208, 2018.

KRAUSS K. W.; NICOLE C.; MICHAEL J. O.; MATTHEW L. K.; CAMILLE L. S.; JANET A. E.; MARC J. R.; ANDREW S. F.; AMANDA C. S.; DARRIN D. D.; JAMES E. H.; ALEJANDRO E. A. **Created mangrove wetlands store belowground carbon and surface elevation change enables them to adjust to sea-level rise.** *Scientific Reports* 7:1030, 2017.

LEWINSOHN, T. M. **A ABECO e o Código Florestal Brasileiro.** *Natureza e Conservação*, 8(1): 100-101, 2010.

LEWINSOHN, T. M.; METZGER, J. P.; JOLY, C. A.; CASATTI, L.; RODRIGUES, R. R. & MARTINELLI, L. A. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos.** Documento-síntese produzido por Pesquisadores do Programa BIOTA-FAPESP e pela AB. s/d.

METZGER, J. P. **O Código Florestal tem base científica?** *Conservação e Natureza*, 8(1): 92-99, 2010.

MENGHINI, R. P.; COELHO-JR, C.; ROVAI, A. S.; CUNHA-LIGNON, M.; SCHAEFFER-NOVELLI & CINTRÓN, G. **Massive mortality of mangrove forests in Southeast Brazil (Barnabé Island, Baixada Santista, State of São Paulo) as a result of harboring activities.** *Journal of Coastal Research*, SI 64: 1793-1797, 2011.

MESTRE, L. A. M.; KRUL, R. & MORAES, V. S., 2007. **Mangrove bird community of Paranaguá Bay - Paraná, Brazil.** *Braz. arch. biol. technol.* 50 (1): 75-83, 2007.

MIRANDA, R. B. **Dinâmicas de apropriação e saberes comunais dos manguezais e de seus recursos bênticos de interesse econômico no Complexo Estuarino da Baía de Paranaguá, Paraná.** Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Université Paris 7, Université Bordeaux 2, Curitiba, 349 p., 2004.

PARELLADA, C. I. **Identificação de sambaquis através de análise fotointerpretativa na Baía de Guarapeçaba - PR.** Boletim de Geografia UEM, Ano 07, Nº 1, 87 – 103, 1989.

RAMSAR. **Ramsar sites information service. Annotated List of Wetlands of International Importance - Brazil.** Disponível em: https://rsis.ramsar.org/sites/default/files/rsiswp_search/exports/Ramsar-Sites-annotated-summary-Brazil.pdf?1588963184. Acesso em 08/05/2020.

REIS-NETO, A. S.; MEIRELES, A. J. A.; CUNHA-LIGNON, M. **Natural Regeneration of the Mangrove Vegetation on Abandoned Salt Ponds in Ceará, in the Semi-Arid Region of Northeastern Brazil.** *Diversity*, 11, 27: 1-15, 2019.

RUZA, M.; CORTE, A. P. D.; PRUNZEL, J. **Mangue no Paraná: análise multitemporal do uso do solo no litoral paranaense para o período de 2000 a 2017.** In: XIX Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2019. Anais [...] Santos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019.

SALVIO, G.M.M.; Santos, E.F.; BATISTA, J.C. & TEIXEIRA, A.L., 2014. **Distribuição espacial de Guarás (*Eudocimus ruber*), Colhereiros (*Platalea ajaja*) e Garças reais (*Ardea cocoi*) no estuário de Guarapeçaba PR ao longo de um ano.** In: I Simpósio de Ensino Pesquisa e Extensão do IF Sudeste – MG. Anais [...]. 2014.

Santos, R. C. & SILVA, I. R. **Serviços ecossistêmicos oferecidos pelas praias do município de Camaçari, litoral norte do Estado da Bahia, Brasil.** *Cadernos de Geociências*, 9(1): 47-56, 2012.

Santos, D. M. C.; ESTRADA, G. C. D.; FERNANDEZ, V.; ESTEVAM, M. R. M.; Souza, B. T. & SOARESs, M. L. G. **First assessment of carbon stock in the belowground biomass of Brazilian mangroves.** *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 89, 1579– 1589, 2017.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G. & SOARES, M. L. G. **Mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world**, p. 245-262. In: Healy, T.J.; Yang, T.; Healy, J.A. (Org.). **Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Function**. Elsevier Science B.V., 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JR, C.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os Manguezais brasileiros. In: Souza, G., Juca, K., Wathely, M. (Eds.), **Código Florestal E a Ciência: O que nossos legisladores ainda precisam saber**. Comitê Brasil em defesa das florestas e do desenvolvimento sustentável. Comitê Brasil, Brasília-DF, p. 18-27, 2012.

SCHIMMITT, K. & DUKE, N. C. **Mangrove Management, Assessment and Monitoring**. Tropical Forestry Handbook. 29 p., 2015.

SOARES, M. L. G. **A conceptual model for the responses of mangrove forests to sea level rise**. Journal of Coastal Research, Special Issue 56: 267-271, 2009.

SPAROVEK, G.; BARRETO, A.; KLUG, I.; PAPP, L. & LINO, J. **A revisão do Código Florestal Brasileiro**. Novos Estudos, 89: 111-135, 2011.

UNEP. **The Importance of Mangroves to People: A Call to Action**. van Bochove, J., Sullivan, E., Nakamura, T. (Eds). United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. 128 p., 2014.

VO, Q. T.; KUENZER, C.; VO, Q. M.; MODER, F. & OPPELT, N. **Review of valuation methods for mangrove ecosystem services**. Ecological Indicators, 23:431–446, 2012.

CAPÍTULO 12

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO PARQUE ESTADUAL DO PALMITO NAS ESCOLAS DO SEU ENTORNO

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 28/01/2021

Tânia Zaleski

Laboratório de Biologia Marinha – LABMAR.

Departamento de Ciências Biológicas.

Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR –

Campus de Paranaguá)

Paranaguá - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/6686459141993683>

Letícia de Oliveira Wassão

Laboratório de Genética Molecular e de

Microbiologia – LAGEM. Departamento de

Ciências Biológicas. Universidade Estadual do

Paraná (UNESPAR – Campus de Paranaguá)

Paranaguá - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1656042406403399>

Karoline Geraldo Cordeiro

Laboratório de Genética Molecular e de

Microbiologia – LAGEM. Departamento de

Ciências Biológicas. Universidade Estadual do

Paraná (UNESPAR – Campus de Paranaguá)

Paranaguá - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/6485270443253878>

Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

Laboratório de Genética Molecular e de

Microbiologia – LAGEM. Programa de Pós-

Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares

– PALI. Paranaguá - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/4316737388104674>

RESUMO: As Unidades de Conservação (UC) são áreas protegidas que contribuem para a conservação da biodiversidade, oferecendo uma

série de outros benefícios sociais, econômicos e ambientais. O sucesso de UCs envolve desafios regionais e locais, tanto no gerenciamento como nos processos educativos que englobem integralmente à comunidade às UCs. A Unidade de Conservação Parque Estadual do Palmito (UCPEP) é uma área remanescente de Mata Atlântica que inclui trechos de mata nativa e áreas de manguezal. Destaca-se, o fato dela estar inserida no perímetro urbano do município de Paranaguá e sofrer constantemente pressões antrópicas. Com o objetivo de identificar as percepções ambientais da comunidade escolar em relação a UCPEP, estudantes de escolas localizadas no seu entorno, responderam um questionário estruturado. Por meio das respostas obtidas nesse estudo foi possível evidenciar a falta de projetos voltados para educação ambiental (EA) da UCPEP. Em vista de sua amplitude e por exigir mudanças em profundidade, um projeto educativo de EA requer o envolvimento de todos, com a interação entre UCs, as universidades e as escolas, propondo novas abordagens educacionais, acreditando numa proposta de prática pedagógica participativa.

PALAVRAS-CHAVE: Práticas ambientais, gestão participativa, unidades de conservação.

ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF THE PALMITO STATE PARK CONSERVATION UNIT IN THE SURROUNDING SCHOOLS

ABSTRACT: Conservation Units (UC) contribute to the conservation of biodiversity, by providing social, economic and environmental benefits. The success of UCs involves regional and local challenges, management in educational processes that fully encompass the UCs to the community. Palmito State Park is a unit conservation (UCPEP), located in remnant of the Atlantic Forest, includes

stretches of native forest and mangrove areas. The area is inserted in the urban perimeter of the municipality of Paranaguá and constantly suffering anthropic pressures. This study aims to identify the environmental perceptions of the school community in relation to UCPEP, by students from schools in their surroundings, through a structured questionnaire. The answers obtained showed the lack of projects focused on environmental education (EA) at UCPEP. An educational project for environmental education is broad and requires profound changes, involving everyone, with the interaction between UCs, universities and schools, proposing new educational approaches, enabling participatory pedagogical practice.

KEYWORDS: Environmental practices, participatory management, conservation units.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil, é um país de grandes dimensões e diversidades, no qual a educação ambiental (EA) sempre esteve contextualizada dentro de questões sociais e históricas (THIEMANN *et al.*, 2018) fazendo com que o debate entre educadores e formuladores de políticas públicas tenha sido marcado por controvérsias motivadas por interesses políticos (CARVALHO; FRIZZO, 2016).

Ações, movimentos e algumas políticas públicas deram luz à temas ambientais, tais como a Rio-92, a Carta do Rio sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, o Tratado de Educação Ambiental, a Carta Brasileira de Educação Ambiental, a Agenda 21, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA); o Plano Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) (BADR, 2017; CARVALHO; FRIZZO, 2016).

No campo da educação formal, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) instituíram a EA como um tema transversal que deveria ser trabalhado de forma interdisciplinar nas escolas e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) tratou do reconhecimento e da obrigatoriedade da EA desde a educação básica até o ensino superior, cabendo aos conselhos e estaduais e municipais o estabelecimento de normas complementares para tornar efetiva a EA nos seus respectivos sistemas de ensino (BRASIL, 1998; BADR, 2017).

Tanto a complexidade do entendimento da transversalidade como das leis estabelecidas no nível federal impede que a EA seja implementada a partir das realidades locais em um país continental como o Brasil contribuindo para que a EA seja tratada como uma questão periférica no sistema formal de currículo (CUBA, 2010; CARVALHO; FRIZZO, 2016).

De acordo com a concepção doutrinária, as tendências e interesses sociais o conceito de EA pode se apresentar de diferentes maneiras. Dentro das concepções doutrinárias a EA apresenta uma diversidade de correntes: a naturalista, a conservacionista/recursista, a resolutiva, a sistêmica, a científica, a humanista, a moral/ética, a holística, a biorregionalista, a prática, a crítica, a feminista, a etnográfica, a eco-educação e a sustentabilidade (SAUVE, 2005; SÁ *et al.*, 2015).

Na prática educativa da EA no Brasil, Layrargues e Lima (2014) identificaram três macrotendências: a conservacionista, a pragmática e a crítica. A conservacionista é uma tendência histórica que se relaciona com o contato com a natureza e os princípios da

ecologia, a biodiversidade, eco-turismo, unidades de conservação e biomas. A pragmática, envolve o desenvolvimento sustentável, consolidadas no discurso do tratamento de resíduos sólidos, das mudanças climáticas, a economia de energia ou água, o mercado de carbono, as ecotecnologias legitimadas pelo rótulo verde, a diminuição da ‘pegada ecológica’ e todas as expressões do conservadorismo dinâmico. Ambas, distanciadas das dinâmicas sociais e políticas que promovem mudanças superficiais, tecnológicas e comportamentais. Em contrapartida, a crítica entende se impossível conceber os problemas ambientais dissociados dos conflitos sociais.

Independentemente da concepção ou tendência a EA deve ir além dos projetos pedagógicos e dos currículos, ela deverá englobar as atividades no sentido de promover o aprendizado com pensamento crítico em relação às questões ambientais (SÁ *et al.*, 2015; BADR, 2017).

Neste contexto, o conceito da EA deve ser compreendido como um processo de interação entre a sociedade e o meio na qual vive, desenvolvido a partir da observação e da reflexão sobre ela (BRAGA, 2010; Souza *et al.*, 2020).

A EA permite que os indivíduos explorem as questões ambientais, se envolvam na solução de problemas e estabeleçam medidas para melhorar o meio ambiente. Como resultado, os indivíduos desenvolvem uma compreensão mais profunda das questões ambientais e têm as habilidades para tomar decisões informadas e responsáveis (BOURSCHEID; FARIAS, 2014; AGUILAR, 2018).

A EA crítica e emancipatória deve se fazer presente nas práticas educativas tanto no interior como no entorno de áreas protegidas, devendo ser direcionada aos diferentes grupos sociais que convivem diretamente com a realidade das unidades de conservação sendo uma estratégia essencial para o engajamento da sociedade (BRASIL, 2016; CARVALHO, 2001).

A interlocução entre as instituições de ensino e as Unidades de Conservação (UCs) são importantes no processo de construção da consciência ecológica e ambiental uma vez que as UCs devem atuar não somente na preservação dos recursos naturais, mas também, como locais de aprendizagem e sensibilização da comunidade acerca da problemática ambiental (TORRES; OLIVEIRA, 2008; BRASIL, 2007; BRASIL, 2000). Enfatizando assim que os educadores de todos os níveis, devem proporcionar momentos de participação, de forma interdisciplinar e transversal, garantindo a transformação para a responsabilidade e valorização ao meio ambiente (VEIGA; NASCIMENTO FILHO, 2013).

Jacobi (2013) destaca que o caminho para uma sociedade sustentável se fortalece na medida em que se ampliem práticas educativas que, pautadas pelo paradigma da complexidade, conduzam para uma atitude reflexiva em torno da problemática ambiental, visando traduzir o conceito de ambiente na formação de novas mentalidades, conhecimentos e comportamentos.

Veiga e Nascimento Filho (2013) relatam a importância da parceria sistemática e ordenada entre a Instituição de Ensino Superior e a Unidade de Conservação, na qual a instituição possibilita a formação de cidadãos com senso crítico e grau de responsabilidade com a sociedade e a UC é mediadora na formação de cidadãos ecologicamente conscientes e com novas práticas frente às questões socioambientais. As instituições de ensino

superior também são responsáveis pela EA pois é por intermédio delas que passam os educadores, neste contexto a universidades atuar de forma ativa neste processo (GUERRA; GUIMARÃES, 2007).

Neste contexto, instituições de ensino próximas às unidades de conservação teoricamente possuem vantagens em desenvolver atividades e projetos relacionados à educação ambiental. Entretanto surge o seguinte questionamento, qual a influência de uma UC na percepção ambiental dos alunos de instituições de ensino do seu entorno? E, consequentemente, na consciência ecológica?

Sabendo da importância da escola na conscientização ambiental e que existem instituições de ensino municipais e estaduais localizadas no entorno da UC Parque Estadual do Palmito investigou-se o impacto e a percepção ambiental da UC nestas instituições de ensino. O Parque Estadual do Palmito (PEP) é uma das 46 Unidades de Conservação Estaduais de Proteção Integral do Paraná, criada a partir do Decreto Estadual nº. 4.493 de 17 de junho de 1998, e retificado pelo Decreto nº 7.097 de 2017 no qual teve sua ampliação e recategorização como atual Parque Estadual do Palmito (PARANÁ, 2017a).

Apresentando atualmente 1.782,44 hectares de área total, fazendo margem com a PR 407, ao sul, com o canal da Ilha da Catinga ao norte, com o Rio dos Almeidas, ao leste e com o Rio das Correias ao oeste (Figura 1A). A unidade é cortada por uma estrada de 6.500 metros de extensão, chegando até o Rio das Correias, com 25 m de largura (PARANÁ, 2017b).

A UCPEP está localizada no perímetro urbano do Município de Paranaguá, inserida na Zona de Restrição à Ocupação (ZRO) de acordo com Plano Diretor de Paranaguá instituído em 2007 (PARANAGUÁ, 2007). Entretanto, a partir de 2016 passou a fazer parte da Zona de Expansão para Unidades de Conservação de Proteção Integral (ZEPI) de acordo com Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná - Litoral (PARANÁ, 2016).

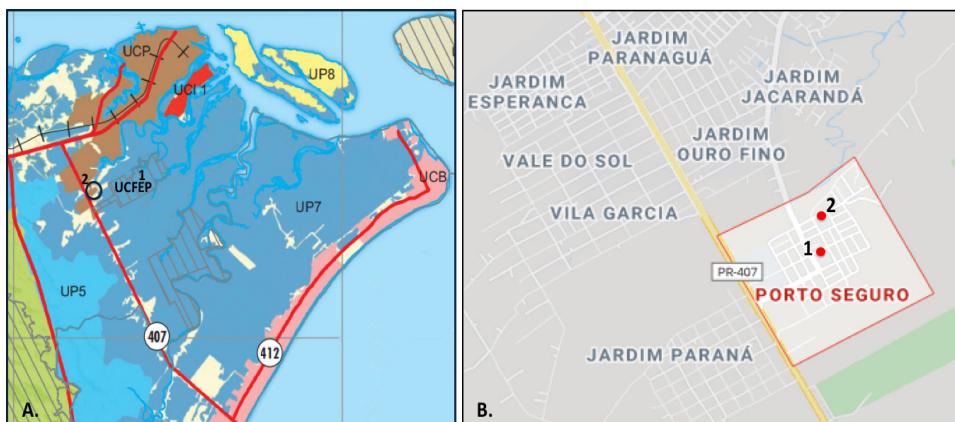


Figura 1. A: Zona de Expansão para Unidades de Conservação de Proteção Integral (ZEPI). 1. Unidade de Conservação Parque Estadual do Palmito (UCPEP). Fonte: Mapa diagnóstico ZEE PR - Litoral (2016). 2. Bairro Porto Seguro. B. 1. EMEI "Joaquim Tramujas Filho" e 2. CEEFM "Porto Seguro". Fonte: Paranaguá, 2020.

A área de estudo está inserida na floresta ombrófila densa das terras baixas, com influência fluvio-marinha (manguezais). Entre as espécies vegetais de porte significativo podemos citar a maçaranduba (*Manilkara* spp.), o guanandi (*Calophyllum brasiliensis*) e o palmito-juçara (*Euterpe edulis*), além de diversas espécies de orquídeas e bromélias (PARANÁ, 2013).

A fauna silvestre nativa possui espécies ameaçadas de extinção, entre elas o papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), carinha-preta (*Leontopithecus caissara*) e o bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*) (REINERT et al., 2007; PARANÁ, 2009a; PARANÁ, 2009b; PARANÁ, 2009c).

A principal ameaça para o papagaio-de-cara-roxa é proveniente da exploração de árvores importantes para sua nidificação, tais como espécies de guanandi e palmito, canelas (*Ocotea* spp.), caxeta (*Tabebuia cassinoides*) e figueiras (*Ficus* spp.) (SIPINSKI et al., 2014).

No caso do bicudinho-do-brejo, a fragilidade do ecossistema é um fator de ameaça à preservação da espécie, de tal forma que a conservação dos ambientes colonizados pela vegetação de taboa (*Typha dominguensis*), nas zonas de transição entre o ambiente terrestre e manguezais, é fundamental para proteção dessa espécie. Entretanto, problemas como a invasão de espécies exóticas vegetais, atividades antrópicas (construção, exploração, queimadas, pastoreio, acúmulo de lixo, loteamentos, entre outros) fazem com que representantes da espécie não sejam mais encontrados nas UCPEP (ZEE-Litoral, 2016).

Apesar da UCPEP estar localizada em um ambiente de relevante importância ecológica, sofre forte pressão antrópica. A expansão populacional no seu entorno tem aumentado nos últimos anos, mas desde a sua criação a UCPEP tem como objetivo promover ações de conservação de uma parcela da Mata Atlântica, com a inserção de atividade de silvicultura do palmito-juçara, para diminuir a sua exploração ilegal e predatória. Muito embora ainda não exista um plano de manejo para mesma (ZEE-Litoral, 2016; PARANÁ, 2018).

O presente estudo teve como objetivo coletar informações de como a UCPEP tem influenciado a percepção ambiental dos alunos de instituições de ensino do seu entorno: o Colégio Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Porto Seguro” e a Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental “Joaquim Tramujas”.

Com as informações coletadas foi possível evidenciar a percepção ambiental e a consciência ecológica apresentando de maneira estruturada os desafios para o processo pedagógico para assim subsidiar propostas de estratégias e ações para um processo de alfabetização ecológica na UCPEP.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho possui uma abordagem quantitativa e para o levantamento de dados foi utilizado um instrumento composto de perguntas fechadas, dividido em duas partes. A primeira incluiu questões sociodemográficas e a segunda relacionava-se à compreensão das ações preservacionistas, de consciência ambiental, conhecimento sobre o Parque

Estadual do Palmito, Unidades de Conservação e as atividades de educação ambiental que os alunos possam ter participado dando ênfase na compreensão da função e existência da UCPEP (Quadro 1).

O instrumento foi aplicado a estudantes de duas instituições de ensino selecionadas, Colégio Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Porto Seguro” e Escola Municipal de Educação Infantil e Ensino Fundamental “Joaquim Tramujas”, entre os meses de setembro a dezembro no ano de 2016.

A EMEI “Joaquim Tramujas” (Figura 1B), está localizada na Av. Belmiro Sebastião Marques – Bairro Porto Seguro. A escola atende alunos da Pré-Escola e Ensino Fundamental I. Nesta instituição o instrumento foi aplicado apenas para as turmas dos 5º anos, totalizando 86 alunos. O CEEM “Porto Seguro” (Figura 1B), está localizado na Rua Reinir Mariano de Miranda, s/nº, no bairro Porto Seguro. O colégio tem 19 turmas de Ensino Fundamental II e 17 turmas de Ensino Médio, totalizando 948 alunos. O questionário instrumento foi aplicado do 6º ano do Ensino Fundamental II até o 3º ano do Ensino Médio, foram incluídos também os alunos da modalidade do Ensino para Jovens e Adultos (EJA). Os dados foram apresentados através de frequência e as comparações foram realizadas através do teste de qui-quadrado, com uma significância estatística de 5% e seguem descritos na tabela 1 (Anexo: Material suplementar).

Identificação:

1- Qual a sua escolaridade?

() Fundamental I () Fundamental II () Médio () EJA

2- Qual a sua idade? _____

3- Qual o seu sexo?

4- Em que município você mora?

5- Em que bairro você mora? _____

6- Você mora na: () Zona Rural () Zona Urbana () Não sei/ Não quero responder

7- Qual sua escola? _____

Pesquisa:**8 - Todo cidadão tem sua responsabilidade na conservação das florestas nativas?**

- () Concordo totalmente () Concordo mais ou menos
() Discordo () Não sei / Não quero responder

9 - Existem regiões com Mata Atlântica preservadas próximos da sua escola?

- () Concordo totalmente () Concordo mais ou menos
() Discordo () Não sei / Não quero responder

10 - Nas matas de nosso município é possível ver bichos como gambá, macaco, teiú, tucano, lebre, pica-pau, gavião, quati, veado, tatu, cachorro-do-mato, papagaio, outros?

- () Concordo totalmente () Concordo mais ou menos
() Discordo () Não sei / Não quero responder

11 - Você conhece o Parque Estadual do Palmito?

- () Sim () Não () Não sei / Não quero responder

12 - Você já foi com sua escola fazer alguma atividade no Parque Estadual do Palmito?

- () Sim () Não () Não sei / Não quero responder

13 - Se você visse alguém cortando palmito ou pegando aves dentro do Parque Estadual do Palmito, você o denunciaria?

- () Não denunciaria de jeito nenhum
() Não denunciaria se fosse um parente ou conhecido
() Não denunciaria por medo
() Denunciaria de qualquer forma
() Não sei / Não quero responder

14 - Você sabe o que é uma Unidade de Conservação?

- () Sim () Não () Não sei / Não quero responder

15 - Existe alguma Unidade de Conservação próximo da sua escola? *

- () Sim () Não () Não sei / Não quero responder

16 - Qual? _____

Quadro 1 - Questionário para avaliação da percepção ambiental da UCPEP nas Instituições de Ensino do seu entorno.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização dos participantes do estudo por instituição de ensino, encontra-se na Figura 2A. De um total de 510 participantes, 425 estudavam no CEEM “Porto Seguro” e 85 na EMEI “Joaquim Tramujas”, em ambas as instituições a porcentagem entre o sexo masculino e feminino são praticamente equivalentes.

No CEEM “Porto Seguro”, 55,29% cursavam o ensino fundamental II (EFII), 35,29 % o ensino médio (EM) e 9,41% o EJA. A faixa etária predominante estava entre alunos de 15 a 19 anos (50,35%), seguidos da faixa entre 10 a 14 anos (39,30%) e entre 20 a 60 anos (10,35%), na sua grande maioria moradores de Paranaguá (99,76%), pertencentes aos bairros Porto Seguro, Jardim Ouro Fino, BR 407, Vila Garcia, Vale do Sol, Jacarandá e Jardim Esperança (Figura 2.B).

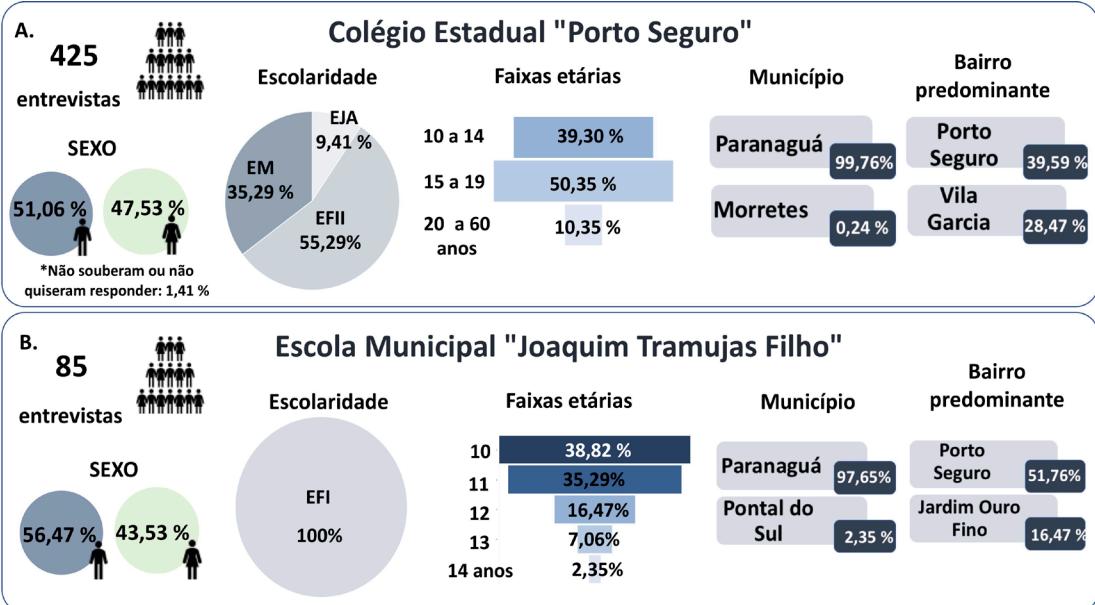


Figura 2. Distribuição dos participantes do estudo de acordo com instituições de ensino, sexo, escolaridade, faixa etária, município e bairro.

No EMEI “Joaquim Tramujas” todos cursavam o 5º ano no Ensino Fundamental I (EFI). Apesar de apenas os alunos de um ano serem avaliados, os mesmos apresentavam faixa etária heterogênea, com idades entre 10 a 14 anos, predominado a idade de 10 anos (39,30 %). A grande maioria era morador do bairro Porto Seguro (51,76%) no município de Paranaguá (97,65%).

Em ambas as instituições alguns alunos são dos municípios de Pontal do Paraná e Morretes, vizinhos ao município de Paranaguá. Os bairros com maior representatividade na população participante da pesquisa foram o Porto Seguro, Vila Garcia e Jardim Ouro Fino, esses bairros estão localizados próximos da UCPEP (Figura 1B). Entretanto as duas instituições de ensino atendem bairros e localidades circunvizinhas, como as proximidades da PR-407 e os bairros: Jacarandá, Jardim Esperança, Jardim Ouro Fino, Porto Seguro, Vale do Sol, Vila Garcia e outros. Quanto ao zoneamento a que pertencente os alunos entrevistados declararam pertencentes à zona urbana.

O bairro Porto Seguro foi criado com financiamento público federal vindos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e do Programa Habitacional “Minha Casa, Minha Vida” para realocar famílias residentes em áreas de risco na zona portuária e em áreas irregulares (SEZERINO, 2016). O mesmo autor ressalta que o Plano diretor de Paranaguá prioriza as atividades portuárias e correlatas, com potencial de impactos ambientais e urbanos significativos fazendo com que a ocupação urbana avance para o entorno da PR-407 próxima a UCPEP. De acordo com Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná existem em torno da PR 407 muitas invasões e são consideradas como terras ocupadas (ZEE/PR, 2016). Além das invasões, uma parte da população urbana de Paranaguá está concentrada em assentamentos como muitos moradores vivendo em

pequenos domicílios (PDS, 2019). A ocupação territorial e o crescimento desordenado de determinados locais carecem de regras para o gerenciamento das áreas do seu entorno, principalmente quando no entorno estão presentes unidades de conservação (SEZERINO; TIEPOLO, 2012).

Quando avaliada a percepção ambiental dos participantes (Figura 3.A), questionando-os sobre a responsabilidade de cada cidadão em preservar as florestas nativas, tanto no EFI como no EM foi possível observar que mais que 70% dos respondentes concordam totalmente, entretanto, no EFII e no EJA pouco mais de 50% escolheram a mesma opção.



Figura 3. Avaliação da consciência e conhecimento ambiental por nível de escolaridade. F. I: Ensino Fundamental I; F. II: Ensino Fundamental II; EM: Ensino Médio; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

Quando questionados sobre a existência de regiões com Mata Atlântica preservada próxima a escola e sobre o conhecimento da presença de animais silvestres comuns de áreas de Mata Atlântica tais como gambá, macaco, teiú, tucano, lebre, pica-pau, gavião, quati, veado, tatu, cachorro-do-mato, papagaio e outros, apenas 25% a 35% concordaram totalmente sobre tal existência e de 30 a 50% concordam parcialmente (Figura 3B e C), com um predomínio para os estudantes do EF I e EJA. Muitos alunos, em especial os estudantes do EF II e EM, discordaram ou escolheram a opção não sei/ não quero responder podendo indicar que os alunos pesquisados não têm compreensão sobre o ambiente no qual estão inseridos ou não encontram elementos suficientes para descrever a UCPEP como pertencente à Mata Atlântica. Além disso, talvez eles desconheçam os animais característicos da Mata Atlântica, não possuam familiaridade com o ambiente ao seu redor ou tais animais realmente não estejam presentes considerando a ocupação desordenada que avança sobre áreas de matas nativas.

Quando os alunos foram questionados se conhecem o Parque Estadual do Palmito mais que 70% responderam que sim. Entretanto, quando questionados se eles já haviam realizado alguma atividade dentro do Parque Estadual do Palmito, com a supervisão da instituição de ensino a resposta da maioria foi negativa (Figura 4). Tais resultados indicam que apesar dos alunos conhecerem o Parque Estadual do Palmito, não estavam sendo realizadas atividades pelas instituições de ensino do seu entorno.

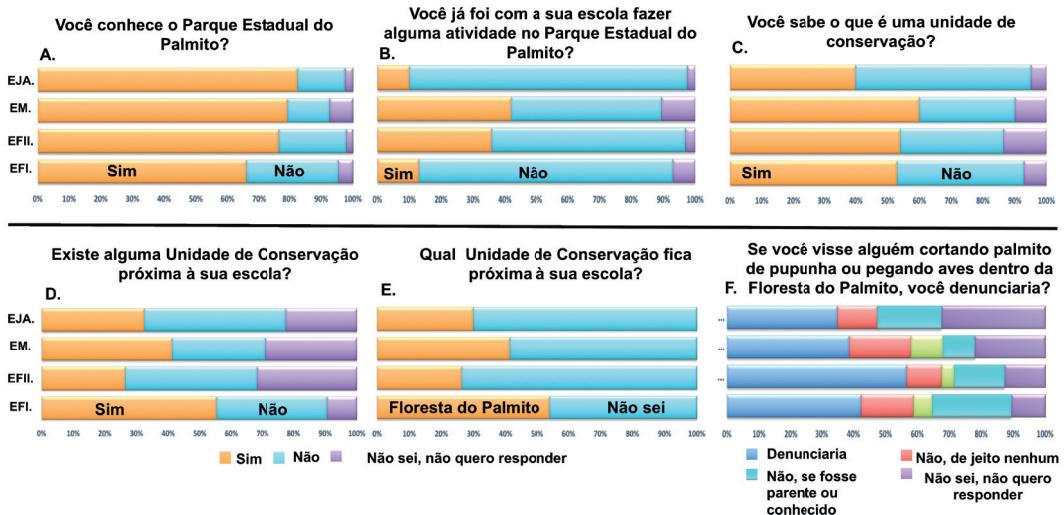


Figura 4. Resultados referentes aos questionamentos sobre Unidades de Conservação e sobre o Parque Estadual do Palmito por nível de escolaridade. F. I: Ensino Fundamental I; F. II: Ensino Fundamental II; EM: Ensino Médio; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

Para identificar se os alunos reconhecem o Parque Estadual Palmito como sendo uma UC, primeiramente foi questionado se eles sabiam o que era uma UC, entre as respostas afirmativas, os alunos do ensino médio afirmaram apresentar maior conhecimento (Figura 4 C). Na sequência, quando questionados sobre a existência de alguma UC próxima a sua instituição de ensino, houve um predomínio de respostas negativas ou desconhecimento, com exceção para os alunos do ensino fundamental, dos quais pouco mais de 50% responderam positivamente (Figura 4 D). Para as duas questões deve-se destacar a frequência de respostas negativas, e recusa em responder ou desconhecimento, que somadas superam o valor das afirmativas. Tais resultados, incluindo as respostas da questão solicitando para que os alunos indicassem qual a UC fica próxima à escola mostraram-se preocupantes, pois muitos dos alunos não reconhecem o Parque Estadual do Palmito como sendo uma UC (Figura 4 E).

Com essas informações foi possível diagnosticar a relação da UC com os alunos das instituições de ensino selecionadas e torna-se preocupante uma vez que áreas protegidas, como as UCs fazem parte das principais estratégias para conter a perda da biodiversidade, podendo servir como fonte no fornecimento de alimentos e água (PRATES; IRVING, 2015).

Quando questionados se denunciariam caso presenciassem alguém fazendo a retirada de espécies protegidas de dentro do Parque Estadual do Palmito (Figura 4 F) a maioria escolheu a opção denunciaria de qualquer forma, demonstrando assim uma boa compreensão da responsabilidade que cada um possui na preservação da natureza, sendo a educação ambiental voltada para a formação de pessoas, para o exercício da cidadania consciente.

Muitos podem ser os fatores que contribuíram para tais resultados. Entre eles, a possibilidade da falta de atividades conjuntas entre a UCPEP e as instituições de ensino

do seu entorno. Segundo Freitas e Zau (2015) existe a necessidade de aprofundamento das questões ambientais dentro do ambiente escolar. Praticar a EA a partir do seu entorno, do bairro que está a escola até mesmo dentro do Parque Estadual do Palmito pode refletir em muitos resultados. A partir de conhecimentos que os alunos têm, somados aos conhecimentos adquiridos em sala de aula, é possível que sejam construídas habilidades para participação ativa frente às questões ambientais locais da vida real, inclusive em relação à ocupação desordenada, a manutenção da biodiversidade existente, a importância da preservação ambiental.

De acordo com BRASIL (2016) as ações de EA são uma necessidade em comunidades escolares do interior e no entorno de UCs para propiciar o pensamento crítico, que se conheça seu entorno, e assim o preserve. Mas para que as ações ocorram é necessário fornecer o apoio técnico e institucional, mais do que isso, deve fazer parte das políticas públicas em todos os níveis de governança. Acredita-se também que áreas protegidas podem ser a espinha dorsal da conservação da biodiversidade, além de oferecer uma série de outros benefícios sociais, econômicos e ambientais, no entanto, enfrentam várias dificuldades para atingir esses objetivos (LEVERINGTON *et al.*, 2010).

Outro fator pode ser a falta de abordagem das instituições de ensino em relação à realidade regional dos alunos, optando por abordar assuntos de forma geral, desvinculados da realidade local, acabam distanciando tal comunidade da diversidade biológica ao redor. Fato que pode ser corroborado com o desconhecimento ou pouca familiaridade dos estudantes com a fauna local e com o ambiente ao seu entorno. Segundo Santos *et al.* (2017), o professor como educador precisa também de uma conscientização ambiental e do seu processo de ensino para seja estimulado a utilizar métodos que instiguem os alunos a preservar o meio ambiente, compreendendo que é também um objetivo da instituição de ensino gerar uma conscientização ambiental.

Para diminuir esse efeito Carvalho (2004) sugere a proposição de questões, situações de aprendizagem e desafios para a participação na resolução de problemas, buscando articular a escola com os ambientes locais e regionais onde estão inseridas.

A consciência ambiental vem a partir do saber ambiental podendo ser percebida como mudança de comportamento, podendo ser de atividades ou aspectos da vida, dos indivíduos e da sociedade em relação ao meio ambiente. Essa conscientização é obtida com a capacidade crítica permanente de reflexão, diálogo e apropriação de diversos conhecimentos (Santos *et al.*, 2017).

No presente estudo, a grande maioria dos indivíduos participantes da pesquisa é pertencente ao bairro Porto Seguro, onde as condições de vida são relativamente boas, sendo um bairro recentemente regularizado pelo projeto Minha Casa Minha Vida (PARANAGUÁ, 2013). A ocupação relativamente nova do local, pode ser um fator que contribui para que os moradores ainda não tenham desenvolvido um sentimento de pertencimento a área em que vivem, acarretando, por consequência a falta de conhecimento do entorno e a falta de cuidados com esse ambiente.

Denes (2006) afirma que a área ao redor das UCs, também conhecida como zona de amortecimento, tem um papel essencial na preservação e conservação da biodiversidade e devem ter grande atenção de seus gestores, já que são nessas áreas que ocorre o embate

entre as ações preservacionistas e as ações antrópicas.

Segundo Voltani e Navarro (2012) os indivíduos devem fazer uma análise crítica das questões ambientais e das necessidades do seu entorno para que consigam exercer uma consciência ambiental.

A qualidade da EA nas instituições de ensino selecionadas para a pesquisa demonstrou-se inadequada e com lapsos, um exemplo desse efeito é a não utilização do espaço que a UCPEP dispõe para a realização de atividades que a própria unidade dispõe. Tais problemas poderiam ser evitados com a retomada do projeto “Parque Escola” (OLIVEIRA, 2014), que tinha como objetivo estimular atividades para melhorar a relação das escolas com as UCs.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das respostas obtidas nesse estudo foi possível compreender que a UCPEP necessita revisar a relação que existe entre as áreas protegidas e as instituições de ensino. Por meio deste diagnóstico essa relação se mostrou deficiente, sendo que muitas vezes a UCPEP não é reconhecida pelos alunos como uma área preservação. As atividades voltadas para conservação não devem permanecer restritas às UCs tendo a necessidade de alcançar as instituições de ensino e comunidades próximas.

Da mesma forma presença da UC não é levada em conta dentro das instituições de ensino, sendo demonstrada pela falta de reconhecimento por parte dos alunos sobre a existência da UCPEP.

Outro aspecto da EA dessas instituições é evidenciado pelos resultados que apresentam uma falta de desenvolvimento da consciência ambiental entre os diferentes níveis de escolaridade, essa consciência não deveria se manter estática, mas sim ser ampliada conforme se avança a escolaridade.

Para o desenvolvimento da consciência e a educação ambiental devem ser propostas atividades de sensibilização, conhecimento e compreensão do meio ambiente que nos cercam e dos desafios ambientais enfrentados para que assim possam ser desenvolvidas atitudes de preocupação com o seu entorno e motivação para melhorar ou manter a qualidade ambiental (BRASIL, 2018).

Entendemos que na comunidade escolar, a educação ambiental deve ser trabalhada em um processo contínuo e integrado para orientar as novas gerações, permitindo-lhe emancipar-se e atuar politicamente. Processo esse em que o conhecimento construído possa contemplar as inter-relações do meio natural com o social, buscando um novo perfil de desenvolvimento em sintonia com os desafios para mudar as formas de pensar e agir no ambiente, numa perspectiva contemporânea crítica.

As análises expostas neste estudo representam o grande desafio para integrar a UCPEP na comunidade escolar. É preciso fazer com que os alunos se identifiquem com o seu entorno e reconheçam a UCPEP como sendo habitat para conservação *in situ* da biodiversidade. Em vista de sua amplitude e por exigir mudanças em profundidade, um projeto educativo de EA requer o envolvimento de todos, com a interação entre UCs, as universidades e as escolas, propondo novas abordagens educacionais, acreditando numa

proposta de prática pedagógica participativa.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, O. **Toward a theoretical framework for community EE**. The Journal of Environmental Education, v.49:3, p. 207-227, 2018.

BADR, E. (org). **Educação Ambiental, conceitos, histórico, concepções e comentários à lei da Política Nacional de Educação Ambiental** (Lei nº 9.795/99): Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental da UEA: Mestrado em Direito Ambiental/ Org. Eid Badr. Vários autores – Manaus: Editora Valer, 2017.

BOURSCHEID, J.L.W.; FARIAS, M. E. **A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências**. Revista Thema, v. 11, n. 01, p. 24-36, 2014.

BRAGA, A. A. R. **Meio ambiente e educação: uma dupla de futuro**. Campinas: Mercado das Letras, 2010, p. 24.

BRASIL. ENCEA - Estratégia Nacional de Comunicação e Educação Ambiental em Unidades de Conservação, Caderno 3: “**O desafio de garantir participação no complexo universo da gestão**”. Brasília, 2018.

BRASIL. Lei nº. 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Brasília.

BRASIL. Ministério da Educação. **Educação Ambiental: aprendizes de sustentabilidade**. Brasília, março de 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ICMBIO - **Educação Ambiental em Unidades de Conservação: Ações voltadas para Comunidades Escolares no contexto da Gestão Pública da Biodiversidade**. Brasília, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais** – Brasília: MAC/SEF, 1998.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental Crítica: Nomes e endereçamentos da educação**. In: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE DIRETORIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Identidades da Educação Ambiental Brasileira [Brasília, DF]: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

CARVALHO, I. C. M.; FRIZZO, T. C. E. **Environmental Education in Brazil**. In: Encyclopedia of Educational Philosophy and Theory. Singapura: Springer, p. 1-6, 2016.

CARVALHO, I.C.M. **Qual Educação Ambiental? Elementos para um Debate sobre Educação**. In: Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, vol. 2, no. 2, 2001.

CUBA, M. A. **Educação ambiental nas escolas**. Revista Educação, Cultura e Comunicação - ECCOM, v. 1, n. 2, p. 23-31, julho/dezembro, 2010.

DENES, F. **Características da Pressão Antrópica no Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (Litoral do Paraná)**. 120p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

FREITAS, J. R. S.; ZAÚ, A. S. **Educação ambiental a partir da interação entre a sala de aula e arredores da comunidade.** Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 249-269, 2015

GUERRA, A. F.; GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental no Contexto Escolar: questões levantadas no GDP.** Pesquisa em Educação Ambiental, v. 2, n. 1, p. 155-166, 2007.

JACOBI, P. R. (coord.) **Aprendizagem social e unidades de conservação: aprender juntos para cuidar dos recursos naturais.** São Paulo: IEE/PROCAM, 2013. 94p.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. **As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira.** Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, Mar. 2014.

LEVERINGTON, F.; COSTA, K. L.; PAVESE, H.; LISLE, A.; HOCKINGS, M. A **Global Analysis of Protected Area Management Effectiveness.** Environmental Management, v. 46 (5), p. 685-698, 2010.

OLIVEIRA, Denise Alves de. **Educação ambiental no ensino fundamental: o projeto parque-escola na Floresta Estadual do Palmito-Paranaguá-PR.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

PARANÁ. Decreto nº 4996 de 05/09/2016. *Dispõe sobre o Regulamento que define o documento técnico científico Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Paranaense - ZEE PR - Litoral.* Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2016. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=328444>. Acesso em: 14 mai. 2020.

PARANÁ. **Decreto nº 7.097, de 06 de junho de 2017.** In: Diário Oficial nº. 9961 de 7 de junho de 2017a.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná. **Programa Parque Escola.** 2013. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=209>. Acesso em: 05 mar 2020.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná. **Floresta Estadual do Palmito.** Ficha Técnica. 2017 b. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/modules/ucps/aviso.php?codigo=70&código_cat=0](http://www.iap.pr.gov.br/modules/ucps/aviso.php?codigo=70&codigo_cat=0). Acesso em: 20 jan. 2020.

PARANÁ. **Planos de Conservação para Espécies de Aves Ameaçadas no Paraná.** Curitiba: IAP/Projeto Paraná Biodiversidade, 2009a. 276 p.

PARANÁ. **Planos de Conservação para Espécies de Mamíferos Ameaçados.** Curitiba: IAP/Projeto Paraná Biodiversidade, 2009b. 316 p.

PARANÁ. **Planos de Conservação para Aves e Mamíferos ameaçados no Paraná.** Planos Completos. Curitiba: IAP/Projeto Paraná Biodiversidade, 2009c. 140 p.

PARANAGUÁ, 2020. **Google Maps.** Google. Disponível: Google: <https://www.google.com.br/maps/place/EMEI+Joaquim+Tramujas+Filho/@-25.5851912,-48.5641441,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x94db8fd932e53e19:0x5b31b57c339c0a1b!8m2!3d25.5851912!4d-48.5619554>. Acesso em 13 Mai 2020.

PARANAGUÁ. Lei Complementar Nº 60, de 23 de agosto de 2007. **Institui o plano diretor de desenvolvimento integrado, estabelece objetivos, instrumentos e diretrizes para as ações de planejamento no município de Paranaguá e dá outras providências.** 2007.

PDS. Plano de Desenvolvimento Sustentável-Litoral. **Uma Estratégia Integrada Para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral**. 2019.

PRATES, A. P.L.; IRVING, M. M. A. **Conservação da biodiversidade e políticas públicas para as áreas protegidas no Brasil: desafios e tendências da origem da CDB às metas de Aichi**. Revista Brasileira de Políticas Públicas, Brasília, v. 5, n.º1, 2015 p. 27-57, 2015.

REINERT, B. L; BORNSCHEIN, M.R.; FIRKOWSKI, C. **Distribuição, tamanho populacional, hábitat e conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* Bornschein, Reinert e Teixeira, 1995 (Thamnophilidae)**. Revista Brasileira de Ornitologia 15:493-519. 2007.

SÁ, M. A. P.; ROMANO, C. A.; TOSCHI, M. S. **Educação Ambiental além do meio ambiente: Considerações sobre relações sociopolíticas nos modelos de ensino**. Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais, v. 4, p. 50-62, 2015.

Santos, A. M.; LOPES, E. R. N. JUNIOR, M. F. S. **Percepção Ambiental de Estudantes do Ensino Técnico Federal em Agropecuária e a Contribuição da Educação Ambiental na Formação Profissional**. Revista Brasileira de Educação Ambiental. São Paulo, v. 12, n. 2, p. 136-155, 2017.

SAUVE, L. **Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental**. In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Orgs.). Educação Ambiental - pesquisas e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2005.

SEZERINO, Fernanda F. de Souza. **Entre a floresta e a periferia: vulnerabilização humana e projeção de cenários para entorno das unidades de conservação da Mata Atlântica de Paranaguá**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, Matinhos, PR, 2016. 231 f.

SEZERINO, F. S; TIEPOLO, L.L. M. **Problemáticas Socioambientais e de Gestão da Floresta Estadual do Palmito no Litoral do Paraná**. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Goiânia-GO, v. 3, 2012.

SIPINSKI, E. A. B.; ABBUD; M. C.; SEZERBAN R. M.; SERAFINI, P. P.; BOÇON, R.; MANICA, L.T.; GUARALDO, A. C. **Tendência populacional do papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) no litoral do estado do Paraná**. *Ornithol.* v. 6, p. 136-143, 2014.

Souza, D. T., JACOBI, P.R., WALS, A. E. J. **Overcoming socio-ecological vulnerability through community-based social learning: the case of Lomba do Pinheiro in Porto Alegre, Brazil**. Local Environment, v. 25:2, p. 179-201, 2020.

THIEMANN, F. T., CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, H. T. **Environmental Education Research in Brazil**. Environmental Education Research, v. 24(10), p. 1441–1446, 2018.

TORRES, D. F.; OLIVEIRA, E. S. **Percepção ambiental: Instrumento para educação ambiental em unidades de conservação**. Revista Eletrônica de Mestrado em educação Ambiental, v. 21, p. 227-235, 2008.

VEIGA, S. M. C.; NASCIMENTO FILHO, A. P. **O papel das instituições de ensino superior junto a unidades de conservação**. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Roraima, 2013.

VOLTANI, J. C. NAVARRO, R. M. S. **Panorama da Educação Ambiental nas Escolas Públicas**. Revista Monografias Ambientais, Cascavel, v. 6, n. 6, p.1322-1340, mar. 2012.

ANEXO – MATERIAL SUPLEMENTAR

8. Todo cidadão tem a sua responsabilidade na conservação das florestas nativas?

Respostas	Escolas C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF			
	F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	F. I	%
Concordo totalmente	131	30,82	107	25,18	22	5,18	260	61,18	64	75,29
Conc. mais ou menos	66	15,53	35	8,24	10	2,35	111	26,12	11	12,94
Discordo	21	4,94	2	0,47	3	0,71	26	6,12	7	8,24
Não sei/ Não quero resp.	17	4,00	6	1,41	5	1,18	28	6,59	3	3,53

$\chi^2: 25,02$, gl: 9 p: 0,003

9. Existem regiões com Mata Atlântica preservadas próximas a sua escola?

Respostas	Escolas C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF			
	F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	F. I	%
Concordo totalmente	87	20,47	48	11,29	15	3,53	150	35,29	22	25,88
Conc. mais ou menos	88	20,71	42	9,88	15	3,53	145	34,11	49	57,65
Discordo	19	4,47	17	4,00	6	1,41	42	9,88	2	2,35
Não sei/ Não quero resp.	41	9,65	43	10,12	4	0,94	88	20,70	12	14,12

$\chi^2: 34,72$, gl: 9, p:<0,001

10. Nas matas de nosso município é possível ver bichos como gambá, bicho preguiça, macaco, quati, capivara, teiú, tucano, lebre, pica-pau, gavião, entre outros?

Respostas	Escolas C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF			
	F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	F. I	%
Concordo totalmente	60	14,12	39	9,18	11	2,59	110	25,88	28	32,94
Conc. mais ou menos	98	23,06	67	15,76	23	5,41	188	44,24	45	52,94
Discordo	42	9,88	16	3,76	3	0,71	61	14,35	8	9,41
Não sei/ Não quero resp.	35	8,24	28	6,59	3	0,71	66	15,53	4	4,71

$\chi^2: 21,07$, gl: 9, p: 0,01

11- Você conhece o Parque Estadual do Palmito?

Respostas	Escolas C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF			
	F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	F. I	%
Sim	180	42,35	119	28,00	33	7,76	332	78,12	56	65,88
Não	50	11,76	20	4,71	6	1,41	76	17,88	25	29,41
Não sei/ Não quero resp.	5	1,18	11	2,59	1	0,24	17	4,00	4	4,71

$\chi^2: 21,07$, gl: 9, p: 0,01

12- Você Já foi com a sua escola fazer alguma atividade no Parque Estadual do Palmito?

Respostas	Escolas C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF			
	F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	F. I	%
Sim	84	19,76	63	14,82	4	0,94	151	35,53	11	12,94
Não	144	33,88	71	16,71	35	8,24	250	58,82	68	80,00
Não sei/ Não quero resp.	7	1,65	16	3,76	1	0,24	24	5,65	6	7,06

$\chi^2: 14,62$, gl: 6, p: 0,02

13- Se você visse alguém cortando palmito ou pegando aves dentro do Parque Estadual do Palmito, você o denunciaria?

Respostas	Escolas	C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF		
		F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	
Den. de qualquer forma		133	31,29	58	13,65	14	3,29	205	48,24	36 42,35
Não den. de jeito nenhum		26	6,12	29	6,82	5	1,18	60	14,12	14 16,47
Não den. por medo		9	2,12	15	3,53		0,00	24	5,65	5 5,88
Não den.se fosse parente		37	8,71	15	3,53	8	1,88	60	14,12	21 24,71
Não sei/ Não quero resp.		30	7,06	33	7,76	13	3,06	76	17,88	9 10,59

χ^2 : 43,13; gl: 12, p< 0,001

14- Você sabe o que é uma unidade de conservação?

Respostas	Escolas	C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF		
		F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	
Sim		127	29,88	90	21,18	16	3,76	233	54,82	45 52,94
Não		76	17,88	45	10,59	22	5,18	143	33,65	34 40,00
Não sei/ Não quero resp.		32	7,53	15	3,53	2	0,47	49	11,53	6 7,06

χ^2 : 18,09, gl: 6, p: 0,006

15- Existe alguma Unidade de Conservação próximo a sua escola?

Respostas	Escolas	C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF		
		F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	
Sim		62	14,59	62	14,59	13	3,06	137	32,24	47 55,29
Não		98	23,06	44	10,35	18	4,24	160	37,65	30 35,29
Não sei / Não quero resp.		75	17,65	44	10,35	9	2,12	128	30,12	8 9,41

χ^2 : 29,35, gl: 6 , p < 0,001

16 – Qual?

Respostas	Escolas	C.E. "Porto Seguro"						E.M. JTF		
		F. II	%	EM	%	EJA	%	Total	%	
Floresta do Palmito		62	14,59	62	14,59	12	2,82	136	32,00	46 54,12
Não Sei		173	40,71	88	20,71	28	6,59	289	68,00	39 45,88

χ^2 : 20,49, gl: 3 , p< 0,001

Tabela 1- Frequências absolutas e percentuais da percepção em relação ao meio ambiente e Unidades de Conservação dos estudantes do Ensino Fundamental I (F I), Ensino Fundamental II (F II), Ensino Médio (EM) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) das Escolas Porto Seguro e Joaquim Tramujas Filho, no município de Paranaguá. São apresentados os resultados do teste de qui-quadrado para cada questão avaliada.

CAPÍTULO 13

AGRICULTURA ORGÂNICA E A CERTIFICAÇÃO NO LITORAL DO PARANÁ

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 03/02/2021

Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo

Josiane Aparecida Gomes-Figueiredo
Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM. Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI. *Campus Paranaguá*
<http://lattes.cnpq.br/4316737388104674>

João Roberto Navarro

Programa Paraná Mais Orgânico - Núcleo UNESPAR Paranaguá.
Morretes – PR
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4014260515725725>

Petrucio de Souza Mareco

Programa Paraná Mais Orgânico - Núcleo UNESPAR Paranaguá.
Paranaguá – PR
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7320157685969518>

Wanderley Hermenegildo

Programa Paraná Mais Orgânico - Núcleo UNESPAR Paranaguá.
Paranaguá – PR
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5091928132470157>

Rayane Silva Bueno

Programa Paraná Mais Orgânico - Núcleo UNESPAR Paranaguá.
Paranaguá – PR
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8174319575937001>

Scarlett Scarabotto Bertelli Mendes Pinto

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM
Campus Paranaguá.
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6668844449820245>

Emelyn Katiane de Vargas

Laboratório de Genética Molecular e de Microbiologia. - LAGEM
Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR - *Campus Paranaguá*).
Paranaguá – PR
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0920007326600568>

Luís Fernando Roveda

Laboratório de Ecologia e Conservação - LABEC. Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI.
Campus Paranaguá
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6039857578906685>

RESUMO: A agricultura orgânica (AO) é promovida e incentivada por diferentes políticas públicas realizadas ao longo dos anos no Brasil. Destacando o estado do Paraná como o maior produtor de orgânicos do Brasil e com o maior número de propriedades certificadas. Tais resultados são frutos da construção de programas pioneiros que incentivam e dão suporte à agricultura familiar. Neste capítulo destacamos os principais programas do estado do Paraná, em especial as contribuições que o programa Paraná Mais Orgânico (PMO) tem gerado na região litorânea. Por intermédio do PMO - núcleo Universidade Estadual do Paraná UNESPAR, 63 pequenos produtores dos municípios de Antonina, Guararema, Morretes e Paranaguá obtiveram a certificação gratuita produzindo frutas, hortaliças, plantas medicinais e grãos que podem ser comercializados diretamente em feiras livres, supermercados ou no Programa Nacional Alimentação Escolar (PNAE). Ao examinarmos o desempenho da AO no litoral do Paraná desde o início do PMO à luz da área destinada, agricultores

certificados, produtos comercializados, mercado praticado e o impacto do PNAE podemos concluir que a produção de alimentos orgânicos está em crescimento tornando-se uma excelente alternativa para cultivo sustentável na agricultura de pequeno porte no litoral do Paraná.

PALAVRAS-CHAVE: UNESPAR, PMO, Paranaguá.

ORGANIC AGRICULTURE AND CERTIFICATION ON THE PARANÁ COAST

ABSTRACT: Organic agriculture (OA) in Brazil has been promoted and encouraged by different public policies implemented over the years. The state of Paraná stands out as the largest organic producer in Brazil with the largest number of certified properties. These results are the outcomes of pioneering programs that encourage and support family agriculture. In this chapter, we highlight the main programs in the state of Paraná, especially the contributions of the Most Organic Paraná (PMO) program to the coastal region. Through the PMO - Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) nucleus, 63 small producers from the municipalities of Antonina, Guaraqueçaba, Morretes, and Paranaguá have obtained free certification for producing fruits, vegetables, medicinal plants, and grains that can be commercialized directly in fairs, supermarkets, or in the National School Feeding Program (PNAE). On examining the performance of organic agriculture along the Paraná coast since the beginning of the PMO based on the area destined, number of certified farmers, products sold, markets practiced, and the impact of the PNAE, we can conclude that organic food production is on the rise and is becoming an excellent alternative to sustainable cultivation in small scale agriculture along the Paraná coast.

KEYWORDS: UNESPAR, MOP, Paranaguá.

1 | INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com questões relacionadas à saúde e preservação dos ecossistemas naturais, tem posto em evidência a agricultura orgânica (AO) cujo sistema de produção apresenta uma abordagem de práticas agrícolas sustentáveis, na qual as relações sociais e culturais são respeitadas sem riscos à saúde de produtores e consumidores (DINIZ, 2019; NIGGLI, 2015).

A história da AO remonta ao início do século XX com fortes raízes na Europa e nos Estados Unidos da América (VOGT, 2007). O objetivo da AO é aproveitar com eficiência todo o recurso que o meio natural, incluindo o próprio solo e microrganismos, têm a oferecer a partir de um planejamento espacial adequado, visando a preservação das florestas e recursos hídricos (CAMPANHOLA e VALARINI, 2001; KOBIYAMA *et al.* 2008).

No mundo, as terras agrícolas destinadas à AO aumentaram em 11,7 milhões de hectares ou 20% em 2017 (Figura 1). Neste mesmo ano, foram relatados 181 países ocupando 69,8 milhões de hectares de terras agrícolas orgânicas, incluindo áreas em conversão. As regiões com as maiores áreas de terras agrícolas destinadas à AO são a Oceania e a Europa (14,6 milhões de hectares, 21%), seguido pela América Latina, possuindo 8 milhões de hectares (11%), Ásia (6,1 milhões de hectares, 9%), América do Norte (3,2 milhões de hectares, 5%) e África (2,1 milhões de hectares, 3%). Na América Latina, o Brasil contribuiu com 1,1 milhão de hectares, com o maior mercado orgânico do continente. Países, como Argentina, Peru, Chile e Colômbia, têm mercados de alimentos

orgânicos orientados para a exportação (WILLER e LERNOUD, 2019).

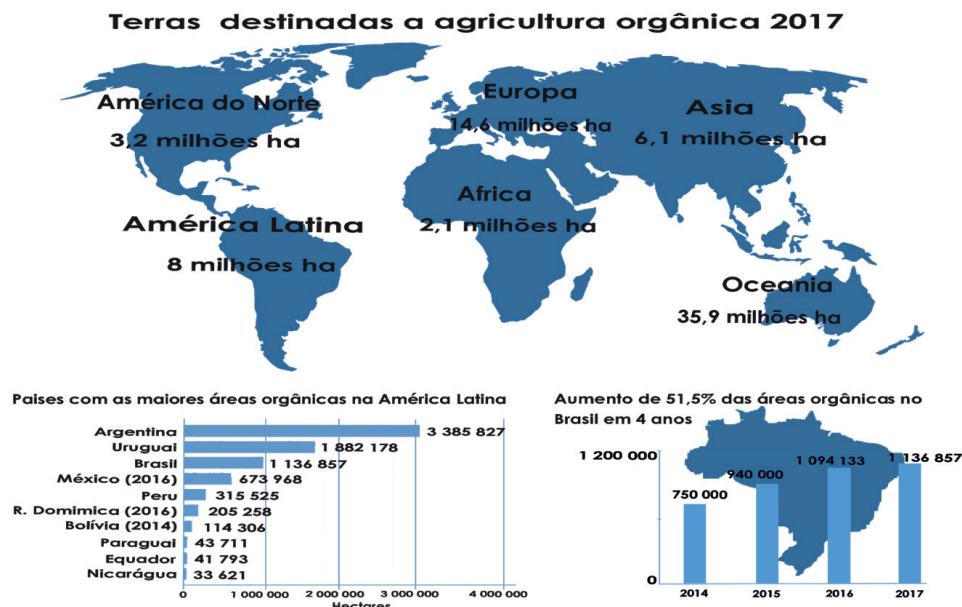


Figura 1: Área mundiais destinadas a AO. Adaptado de WILLER e LERNOUD, 2019.

Em 2017, o Brasil ocupava a 12^a posição mundial e estava entre os 10 países da América Latina com as maiores áreas de terras agrícolas orgânicas com aproximadamente 15.030 produtores. A Argentina e o Uruguai apresentam-se como países com maior número de área sob sistema orgânico, no entanto, nestes países há uma tendência à pecuária orgânica que exige grande extensão de terras para pastagem. Dados indicam que a área destinada à AO no Brasil aumentou aproximadamente 34% no período entre 2014 a 2017, passando de 750.000 hectares para 1.136.857 hectares em 2017 (Figura 1) (BRASIL, 2017; WILLER e LERNOUD, 2019).

No Brasil os movimentos relacionados à AO iniciaram entre as décadas de 70 e 80, ocorrendo vários estudos e encontros entre defensores da AO e pesquisadores destacando-se o surgimento dos primeiros cursos de agroecologia (CAMARGO, 2015).

Em 1986, ocorreu a primeira certificação orgânica por um organismo de certificação latino-americano (IBD, Brasil) para pequenos produtores de cana-de-açúcar orgânicos. Na década de 80, houve o surgimento de cooperativas e fundações voltadas para o movimento orgânico, destacando-se o ano de 1999 em que foi adotada a regulamentação orgânica no Brasil (CAVALLLET *et al.*, 2018).

Entre as políticas públicas e programas que marcaram a AO no Brasil, destacam-se: i) a Lei 10.831/2003, que dispõe sobre a AO, com a regulamentação da produção, processamento, rotulagem e comercialização dos produtos orgânicos no Brasil e o Decreto 6.323/2007, que a regulamenta; ii) o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) dando ênfase para a agricultura familiar na aquisição de alimentos por parte do governo; iii) o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) que estabeleceu a obrigatoriedade de

no mínimo, 30% dos repasses financeiros do Fundo Nacional do Desenvolvimento para a Educação (FNDE) serem investidos na aquisição de gêneros alimentícios provenientes da agricultura familiar; iv) Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) e o v) Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) (Santos *et al.* 2017).

A Lei 10.831/2003 regulamentou a produção, processamento, rotulagem e comercialização dos produtos orgânicos no Brasil (BRASIL, 2003). Somente poderão receber o selo único oficial do Sistema Brasileiro de Conformidade Orgânica (SisOrg) os produtos dos quais o produtor orgânico faz parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, sendo certificado por um dos três mecanismos distintos: Certificação por auditoria; por Sistema Participativo de Garantia (SPG) ou Controle social na venda direta (MAPA, 2020).

A garantia de qualidade e procedência do produto torna-se então um requisito básico, assumindo caráter diferencial para a comercialização dos alimentos orgânicos, cuja busca pelo processo de certificação se intensificou a partir de 2010 (ANACLETO e PALADINI, 2015; Souza e GOIÁS, 2015).

No mesmo ano, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) teve como finalidades básicas, promover o acesso à informação e incentivar a agricultura familiar. Para o alcance desses objetivos, o programa compra alimentos produzidos pela agricultura familiar e destina às pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional atendidas pela rede sócio assistencial, pelos equipamentos públicos de segurança alimentar nutricional, pela rede pública e filantrópica de ensino. Com isso, a agricultura familiar começa a aparecer nas políticas públicas, e assim, podendo garantir uma renda extra à agricultura familiar (Santos *et al.*, 2017).

O reconhecimento da categoria da “agricultura familiar” estabelecida na Lei 11.326/2006 e os instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais propicia uma fonte de renda a estas famílias, tornando-se uma alternativa para pequenos produtores (SALVADOR, 2011; ROVEDA, 2018).

Para promover a união entre a AO com a produção familiar, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) estabelece que as escolas devem adquirir seu abastecimento, sendo priorizados os alimentos produzidos de forma orgânica ou agroecológica por assentados da reforma agrária, quilombolas e indígenas, e por fim os produtores organizados em cooperativas ou associações (BACCARIN *et al.*, 2017).

A criação da Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) e o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) serviram para estimular o crescimento da produção no País, com o incentivo na compra de produtos orgânicos através de programas governamentais como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF); a realização de campanhas de promoção com ênfase na qualidade dos produtos com serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER); a participação de mulheres e jovens, e o fortalecimento da agricultura familiar para atuação neste setor (VILELA *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2017). Assim aos poucos a AO torna-se não só uma fonte de alimentação saudável à população, mas também uma fonte de renda à agricultura familiar.

Uma pesquisa nacional identificou que na região sul o consumo de orgânicos é mais que o dobro do consumo nacional, motivados principalmente pelos benefícios à saúde e contribuição ao meio ambiente. A mesma pesquisa apontou que as compras de produtos orgânicos estão concentradas principalmente nos supermercados (64%) e feiras livres (26 %), dos quais verduras, legumes e frutas são os alimentos mais consumidos (ORGANIS & MARKET ANALYSIS, 2017).

A região Sul é predominantemente ocupada por pequenas propriedades nas quais o desenvolvimento da AO teve forte atuação do poder público municipal e estadual nas últimas décadas, com atuação da extensão rural e envolvimento de centros de pesquisa, principalmente no Paraná e no Rio Grande do Sul (VILELA *et al.*, 2019).

2 | AGRICULTURA ORGÂNICA NO PARANÁ

No Paraná, a AO se institucionalizou concomitantemente ao que estava ocorrendo no Brasil nas décadas de 80 e 90. Nestas décadas surgiram iniciativas tanto do governo do Estado como da sociedade civil, destacando-se a realização em Curitiba no ano de 1981, o I Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa - EBAA e em 1985, o I Congresso Brasileiro de Agricultura Biodinâmica. Tais eventos oportunizaram a união de setores governamentais, não governamentais e de produtores, favorecendo o surgimento de associações com projetos e ações voltadas principalmente aos processos de conversão e comercialização de produtos, como a Associação de Agricultura Orgânica do Paraná (Aopa), a Cooperativa de Agricultores Orgânicos e de Produção Agroecológica (Coaopa), a Cooperativa de Consumidores de Produtos Integrais (COOPERA), Rede Ecovida, entre outros (PARANÁ, 2011).

Entretanto, o estado também foi pioneiro no incentivo à aquisição de gêneros alimentícios diversificados produzidos em âmbito local, preferencialmente pela agricultura familiar e pelos empreendedores familiares rurais, priorizando as comunidades tradicionais indígenas e de remanescentes de quilombos, com a implantação do Programa Estadual de Alimentação Escolar (PEAE) instituído pelo Decreto 6.037/1983 (STOLARSKI, 2015).

No ano de 1989, foi inaugurada a primeira Feira Verde de Produtos Orgânicos em Curitiba, ao lado da Feira de artesanato do Largo da Ordem. Com a intensificação do movimento verde, em 1998, ocorreu novamente em Curitiba o II Seminário Nacional da Agricultura Orgânica, na ocasião quando foi criado o Conselho Estadual de Agricultura Orgânica do Paraná (CEAO) (PARANÁ, 2011).

No Paraná, também teve grande destaque a formação de técnicos em agroecologia. Em 2003, em cooperação com a Escola Técnica da Universidade Federal do Paraná iniciou-se um programa de formação de técnicos em agroecologia. Em 2004, com a criação do Núcleo de Agroecologia da Escola Técnica o programa de formação se estendeu para outros municípios além da Região Metropolitana do Paraná. Em 2005, foi criado o primeiro curso regular de técnico em Agroecologia do Brasil oferecido pela UFPR Setor Litoral (MELÃO, 2012; PARANÁ, 2011; STOLARSKI, 2015).

Junto às ações de formação e capacitação o Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) criou o Programa de Pesquisa em Agroecologia (PAG) com a finalidade de

congregar e coordenar ações de pesquisa, visando promover sistemas sustentáveis de produção agroecológica, incluindo a orgânica e a extensão rural. A EMATER criou um Grupo de Estudo e Trabalho em Agroecologia com a finalidade de difundir os conceitos de agroecologia, identificar necessidades de capacitações, oportunidades e áreas de atuação (PARANÁ, 2011).

Um marco para a agroecologia e AO do Paraná foi a criação do Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA) voltado para o desenvolvimento de pesquisas científicas e validações das experiências dos agricultores e do Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural e da Agricultura Familiar (CEDRAF) e da Câmara Setorial de Agroecologia e Agricultura Orgânica com o objetivo de difundir e coordenar as políticas públicas do setor (MELÃO, 2011).

Em 2004, o Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) iniciou a certificação de produtos orgânicos, até então, os agricultores eram certificados pelo Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento Rural (IBD). O TECPAR conseguiu a acreditação internacional da Federação Internacional dos Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM) em 2007, possibilitando um diferencial e maior credibilidade na certificação. No entanto, sempre com o objetivo de atender prioritariamente ao pequeno agricultor e garantir ao consumidor a oferta de produtos cultivados organicamente, preservando o meio ambiente, o trabalhador e a qualidade do alimento de acordo com as normas e práticas da AO.

Em 2009, em Curitiba foi inaugurado o primeiro mercado municipal de produtos orgânicos do Brasil. Também neste ano, a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado do Paraná (SETI) em parceria com universidades estaduais e o TECPAR criou o Programa Paranaense de Certificação de Produtos Orgânicos (PPCPO) (CONCEIÇÃO *et al.*, 2017), sendo um programa pioneiro no Brasil para apoiar a produção e a certificação gratuita, que em 2017 alcançou a marca de 2.199 unidades certificadas e acompanhadas entre os sistemas auditados e participativos no Estado (MICHELLON *et al.*, 2018).

O Paraná foi pioneiro com a implantação da modalidade de chamada pública eletrônica ainda em 2009, para selecionar fornecedores e adquirir gêneros alimentícios provenientes da agricultura familiar, possibilitando o cadastro, a classificação das propostas de cooperativas e associações deste segmento de acordo com os critérios e prioridades previstos na Lei Federal 11.947/ 2009 e a Resolução/CD/ FNDE 38/2009 (STOLARSKI, 2015).

No ano seguinte, o Paraná institui a Lei 16.751/10 que incluiu a alimentação escolar orgânica em todo o sistema estadual de ensino do Paraná demandando um esforço conjunto de agricultores e poder público para fomentar a produção de alimentos sem agrotóxicos no Estado (PARANÁ, 2010).

Sendo a partir de 2012, o primeiro estado a cumprir a legislação federal que determina a aplicação de 30% dos recursos do PNAE para compra de produtos da agricultura familiar, e em 2013, atender os alunos das Associação de Pais e Amigos dos Expcionais (APAEs) e de escolas de ensino especial (MELÃO, 2012; STOLARSKI, 2015).

Em 2018, o governo do estado instituiu o Grupo de Trabalho Intersetorial Estadual - GTI-E para regulamentar, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio,

a merenda escolar orgânica conforme dispõe a Lei 16.751/ 2010. Neste mesmo ano, o PPCPO passou a ser denominado programa Paraná Mais Orgânico (PMO), mantendo a parceria entre as universidades estaduais, CPRA e TECPAR contribuindo para o avanço da produção orgânica certificada no estado do Paraná e viabilizando a certificação tanto de áreas produtivas como de agroindústrias familiares (MICHELLON *et al.*, 2018).

E em 2020, através do Decreto 4211/2020, ocorre a regulamentação da mesma, instituindo a alimentação escolar orgânica em todo o sistema estadual de ensino do Paraná, sendo assim, os alimentos orgânicos serão gradualmente inseridos na alimentação escolar até chegar a 100%, meta a ser alcançada até 2030, sendo o estado o pioneiro nesta política pública no Brasil (PARANÁ, 2020).

Depois de inúmeros esforços vindos do poder público e da sociedade paranaense descritos acima, em 2020, o Paraná é o estado com o maior número de propriedades certificadas para produção de orgânicos (3.938 propriedades), ocupando a posição de maior produtor orgânico do Brasil com uma produção de mais de 130 mil toneladas de alimentos por ano (MAPA, 2020).

Mas apesar destes dados em 2020, apenas 8% da alimentação escolar é orgânica (MAPA, 2020). Com isso podemos concluir que o Paraná apresenta grande demanda na produção de alimentos orgânicos para atingir as metas da Lei da merenda escolar 100% orgânica favorecendo cada vez mais a alimentação livre de agrotóxicos, estimulando a agricultura familiar e a preservação do meio ambiente.

Além disso, o incentivo de políticas públicas do estado e o crescente consumo de produtos orgânicos estimula pequenos produtores pertencentes à agricultura familiar a fazerem a transição das suas propriedades.

3 I AGRICULTURA ORGÂNICA NO LITORAL DO PARANÁ:

A região litorânea é composta pelos municípios de Antonina, Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes, Paranaguá e Pontal do Paraná. Enquanto Morretes, Antonina e Guaraqueçaba destacam-se pelas atividades agropecuárias. Matinhos, Guaratuba e Pontal do Sul são conhecidas pelo turismo de sol e mar. Paranaguá, no entanto apresenta grandes extensões de área com interesse logístico voltados para atividades portuárias (DENARDIN *et al.*, 2013; PDS LITORAL 2020).

A região caracteriza-se de riquezas naturais que englobam os ambientes terrestres e marinho-costeiros enfatizando sua cadeia de montanhas, estuários, bacias hidrográficas com ilhas e praias, além de ecossistemas diversificados ricos em endemismo. Com intensa biodiversidade, as áreas de Mata Atlântica em conjunto com ecossistemas de manguezais e restingas, apresentam áreas de preservação ambiental entre seus municípios (PDS LITORAL 2020; SULZBACH *et al.*, 2018; ROVEDA *et al.*, 2018).

A atividade rural do litoral paranaense é caracterizada pela agricultura familiar de subsistência em pequenas propriedades que não comportam a agricultura extensiva, de *commodities* e produções em grande escala (VILELA *et al.*, 2019; ROVEDA *et al.*, 2018). Além disso, é uma região que apresenta uma riqueza cultural local em todos os municípios, sendo influenciada pelas comunidades tradicionais que devem permanecer preservadas

(ANACLETO *et al.*, 2017).

Neste contexto, destacam-se as ações que vêm sendo realizadas no Paraná, em especial na região litorânea desde o ano de 2009 com a implantação do PPCPO que atualmente é chamado de Paraná Mais Orgânico (PMO) e os impactos gerados tanto para os produtores, como para os municípios. Assim como nas demais regiões nas quais o PMO está presente o processo de certificação ocorre de acordo com as etapas descritas sucintamente na Figura 2.



Figura 2: Etapas no processo de incentivo na produção e certificação gratuita de produtos orgânicos no PMO. Adaptado, Michelon *et al.*, 2018

Inicialmente, ocorrem indicações por meio de órgãos públicos (EMATER, SEAB, CPRA, prefeituras, universidades) e/ou dos próprios produtores sobre a certificação oferecida gratuitamente aos produtores paranaenses. A equipe então se desloca até a propriedade e são realizadas a apresentação do programa ao produtor e sua família, explicado com detalhes as sequências dos procedimentos e seus motivos. Caso o produtor concorde em iniciar o processo de certificação são agendadas visitas na propriedade com a Assistência técnica e extensão rural (Ater).

Na etapa seguinte é realização do Estudo de Caso (EC) para produção (vegetal, animal e/ou de mel) e/ou o processamento. Desta etapa em diante a propriedade é considerada uma unidade de produção. No EC são colhidas informações da unidade, tais como produção, quantidade, manejo, insumos utilizados, problemas encontrados com base na legislação pertinente, entre outros. Então são realizadas visitas em prol de explicar e ensinar medidas corretivas a serem implementadas, bem como as opções de adequação da unidade produtora.

Na sequência é realizado o Plano de Manejo Orgânico da unidade, o qual possui as informações da produção a ser certificada. Tão logo a unidade atenda aos requisitos é enviado o processo à TECPAR para análise, e se aprovado, é agendada a inspeção na propriedade.

Após auditoria do inspetor designado pela TECPAR *in loco* é emitido um relatório (com registros fotográficos evidenciando os fatos) e havendo conformidade o TECPAR

emite o Certificado de Conformidade Orgânica. O certificado emitido, que pode ser de produção exclusiva ou parcial, é disponibilizado de forma digital e por meio físico para o núcleo responsável, no qual realiza a entrega pessoalmente para o produtor. O certificado apresenta o nome do produtor e os produtos certificados na unidade. Cabe salientar que, além dos sistemas por Auditoria, pode ainda ocorrer a certificação pelo Sistema Participativo de Garantia (SPG) ou Controle social na venda direta.

No litoral do Paraná, de acordo com o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) do mês de abril de 2020, 115 agricultores estão certificados, sendo que 63 destes são atendidos pelo PMO do núcleo UNESPAR, distribuídos entre os municípios de Antonina (34 certificados e 1 em processo de certificação), Guaraqueçaba (7), Morretes (16) e Paranaguá (5), em que todas as unidades de produção são certificadas pelo mecanismo de auditoria (Figura 3).

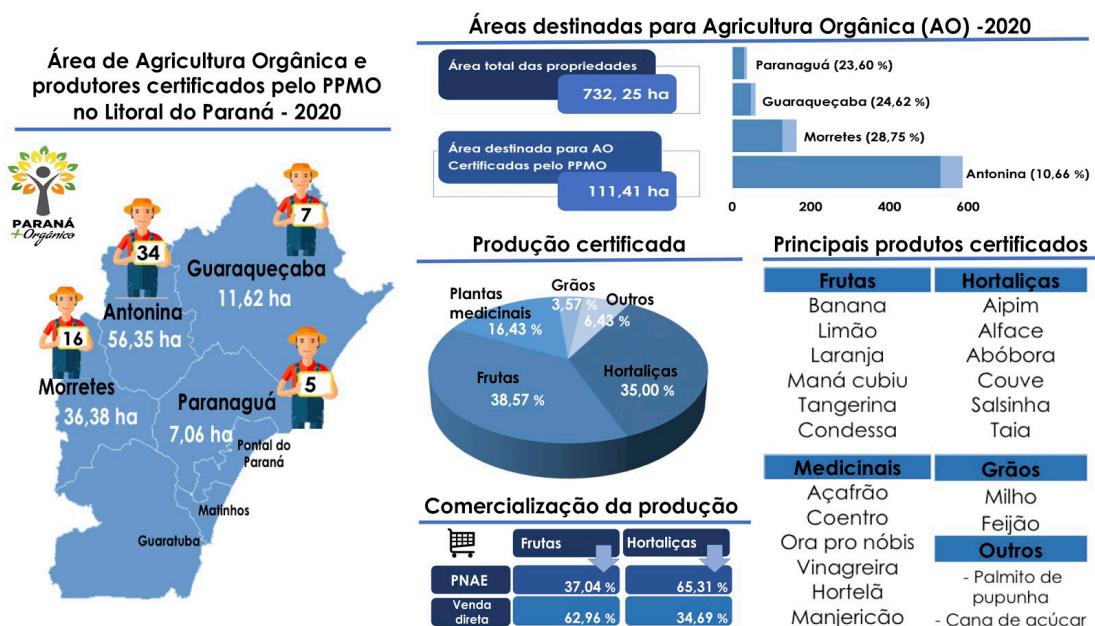


Figura 3: Produtores orgânicos do litoral do Paraná certificados pelo PMO até o mês de abril de 2020 com área destinada à produção e comercialização (Fonte: Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (CNPO) - MAPA, 2020).

Para o cultivo orgânico nestes municípios são destinados uma área total de 111,41 hectares, destacando-se o município de Antonina com 56,35 ha, seguido de Morretes com 36,38 ha, Guaraqueçaba com 11,62 ha e Paranaguá com 7,06 ha. Observa-se que a área total das propriedades é de 732,25 ha, bem superior da área destinada para o cultivo de produtos orgânicos (111,41 ha). Em todos os municípios a porcentagem da área destinada varia entre 10,66% a 28,75% em Paranaguá e Morretes, respectivamente (Figura 3).

No escopo do CNPO, os produtores orgânicos do litoral do Paraná pertencentes ao PMO estão cadastrados na categoria de produção primária vegetal com certificação de 54 tipos diferentes frutas, 49 hortaliças, 5 tipos de grãos e 9 de outras culturas (Figura 3).

Entre as frutas mais cultivadas pelos produtores estão a banana, limão, laranja, maná cubiu, tangerina e condessa. Todas as frutas que estão certificadas são comercializadas diretamente pelo produtor em feiras livres e supermercados, além disso, 24 delas podem ser destinadas ao PNAE pois fazem parte da lista dos editais de Fornecimento da Agricultura Familiar para Atendimento ao PNAE (PARANÁ, 2020). Entretanto, muitas das frutas certificadas não são muito conhecidas e nem fazem parte do cardápio das pessoas. O cambucá (palavra indígena, que significa “fruta de mamar”) por exemplo, é considerado uma das frutas mais saborosas que há no Brasil e no mundo. Sua árvore é endêmica do Brasil e nativa da zona litorânea da Mata Atlântica, mas é considerada uma raridade da nesta região (TODAFRUTA, 2020).

Entre a produção de hortaliças, destacam-se o aipim, alface, abóbora, couve, salsinha e taia. Diferentemente das frutas, as hortaliças produzidas podem atender 65,31 % ao edital de Fornecimento da Agricultura Familiar para Atendimento ao PNAE (PARANÁ, 2020) ou serem comercializadas diretamente pelos produtores.

O açafrão, o coentro, ora pro nobis, vinagreira, manjericão e hortelã são as mais cultivadas entre as 19 plantas medicinais certificadas no litoral paranaense pelo PMO. A comercialização destes produtos acontece diretamente pelo produtor em feiras livres.

O arroz, café, milho, feijão são os grãos certificados pelos agricultores pertencentes ao PPMO, entretanto destacam-se a maior produção de milho e feijão (Figura 3). Todos os grãos, em sua grande maioria, são produzidos e consumidos pelos próprios agricultores para sua subsistência e para a alimentação dos animais da propriedade. Alguns poucos agricultores vendem a produção excedente diretamente em feiras livres e/ou ao PNAE.

Também estão certificadas em menor escala (6,43 %) outras culturas, como a produção de broto bambu, eucalipto, palmeira real que são utilizados na produção de alimentos e madeira. Enquanto o girassol, a mucuna, o feijão de porco e feijão guandu são utilizados no aporte de matéria orgânica no solo para adubação verde (AGUIAR *et al.*, 2014). O palmito de pupunha e a cana de açúcar são as que mais merecem destaque na produção dos agricultores certificados (Figura 3). O palmito de pupunha, tanto assado como desfiado, é muito apreciado pelos consumidores de produtos orgânicos, que podem comprá-lo diretamente *in natura* nas feiras livres ou nos supermercados, tendo sua venda garantida pelos produtores. Em contrapartida, a cana de açúcar é utilizada para fazer melado e açúcar mascavo, ambos os produtos são vendidos diretamente nas feiras livres ou para subsistência dos produtores.

Ao examinarmos o desempenho da AO no Litoral do Paraná desde o início do programa à luz da área destinada, agricultores certificados, produtos comercializados, mercado praticado e o impacto do PNAE nos municípios envolvidos podemos concluir que a produção de alimentos orgânicos está em crescimento, tornando-se uma excelente alternativa para cultivo sustentável na agricultura de pequeno porte.

Nos quatro municípios em que o PMO está presente os produtores destinam apenas uma parte da sua propriedade para o cultivo de produtos orgânicos, entretanto com o Decreto 4211/2020, que estabelece como meta até 2030 a alimentação escolar 100% orgânica acredita-se que as áreas poderão ser ampliadas.

Desta forma, o objetivo do PMO no litoral é continuar a prestar assistência a

certificação de produtos orgânicos de forma gratuita, dando auxílio a conversão da produção convencional à orgânica, através da realização de estudos de casos e acompanhamento de perto com todos os agricultores já certificados pelo projeto, bem como dos novos produtores.

4 | AGRICULTURA ORGÂNICA NAS ESCOLAS ATENDIDAS PELO PPMO - NÚCLEO UNESPAR

As crianças vivem em um mundo conectado entre TVs, tablets e celulares, que muitas vezes não lhes conecta com o ambiente que está ao seu redor, e pior, muitas delas não sabem como os alimentos são cultivados, não sabem de onde vem e o que acontece com eles antes de chegarem no prato. Neste sentido, introduzir hábitos saudáveis na alimentação e reconhecer a importância de produtos orgânicos torna-se uma tarefa desafiadora.

Vale destacar o papel da escola na formação de valores ligados à alimentação saudável e à nutrição para a promoção da saúde a partir do contexto da sustentabilidade (MELÃO, 2012).

No Paraná, o programa de alimentação escolar vai muito além das diretrizes estabelecidas no PNAE. Ele congrega as políticas relacionadas à saúde e alimentação saudável, a comercialização para agricultores familiares, as práticas ambientalmente sustentáveis, a valorização das culturas alimentares, o fortalecimento da agricultura familiar com o incentivo à permanência no campo e o estímulo ao desenvolvimento local dos municípios (STOLARSKI, 2015).

Com o intuito de trazer mais conscientização para o município de Paranaguá a respeito dos benefícios de se realizar AO foi desenvolvido no ano de 2019 o projeto de extensão Teatro da Agricultura Orgânica nas Escolas junto ao PMO núcleo UNESPAR - Campus de Paranaguá.

O principal objetivo do projeto é levar informações sobre AO e o PMO pela vivência em experiências com crianças de diferentes idades através do teatro de fantoches e de avaliações simples para verificação da aprendizagem dos principais conceitos trabalhados por meio de atividades lúdicas (Figura 4).

Teatro de fantoches: com uma família de produtores orgânicos que participa do PPMO.



Avaliações simples: verificação da aprendizagem sobre os principais conceitos trabalhados

Figura 4: Sequência de atividades realizadas no projeto de extensão Teatro da Agricultura Orgânica nas Escolas junto ao PMO núcleo UNESPAR - *Campus Paranaguá*.

Na narrativa da peça do teatro de fantoches foram incluídos temas da agricultura sustentável atendendo objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável que destacam a AO, os perigos do uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos e a importância da agricultura familiar. Foi elaborada uma atividade de avaliação contendo uma cruzadinha e questões de verdadeiro falso, de acordo com a etapa do ensino fundamental, para que os alunos respondessem após o teatro. Os resultados das avaliações podem ser utilizadas como diagnóstico para que sejam traçadas novas ações estratégicas para a conscientização.

Até o presente momento, a peça teatral foi apresentada para 230 alunos distribuídos em 10 turmas do 6º e 7º anos em três colégios do município: Colégio Estadual Cidália Rebello Gomes, Colégio Estadual Prof.ª "Zilah dos Santos Batista" e Escola de Educação Infantil e Ensino Fundamental Alfa.

Os resultados das atividades foram avaliados quantitativamente. A partir da avaliação podemos destacar que 81,30% dos alunos contabilizaram entre 7 a 10 acertos. Quando os mesmos acertos são comparados entre os colégios, a Escola de Educação Infantil e Ensino Fundamental Alfa, apresentou os maiores resultados (100 %), seguido pelo Colégio Estadual Prof.ª "Zilah dos Santos Batista" (72,81 %) e Colégio Estadual Cidália Rebello Gomes (55,04 %). Em relação à escolaridade, os alunos do 7º ano (80,55 %) apresentaram melhores resultados em relação às turmas de 6º ano (59,11 %). Com relação aos resultados qualitativos, os alunos foram bastante participativos e demonstram interesse pelas informações recebidas.

Sabemos que os resultados são modestos e ainda não representam um quantitativo suficiente, que possam contribuir para traçar estratégias na formação de consumidores conscientes em relação à alimentação saudável e à nutrição para a promoção da saúde a partir do contexto da sustentabilidade. Entretanto, acreditamos que estamos no caminho certo, pois as escolas podem fornecer uma ambiente chave para facilitar ações que promovam escolhas saudáveis.

A contextualização da AO nas escolas pode permitir o aumento da conscientização e a demanda por alimentos cultivados organicamente no litoral do paranaense, estimulando

e valorizando os pequenos produtores orgânicos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A AO vai muito além da produção de alimentos sem o uso de agrotóxicos. Por intermédio dela é possível gerenciar de maneira preventiva e responsável a saúde e o meio ambiente garantindo justiça em todos os níveis, sendo eles produtores e/ou consumidores.

Nas décadas de 80 e 90, o Brasil reconheceu a importância da agricultura familiar e formulou políticas públicas para garantir seu desenvolvimento. Observa-se que essas ações são de extrema importância para o país atender os ODS da agenda 2030 e promover uma alternativa de renda para pequenos produtores.

O Paraná é o estado que se destaca no cenário nacional em termos de produção orgânica e políticas públicas relacionadas a certificação gratuita destes produtos. Reforçando que as atitudes governamentais quando bem aplicadas são de extrema importância para o desenvolvimento, principalmente no âmbito da sustentabilidade socioambiental.

Devido às características ímpares do litoral do Paraná, no que tange a conservação do meio ambiente, a AO se torna uma alternativa viável em expansão na produção de alimentos. Além disso, as ações do PMO durante todos esses anos apresentam-se como uma ferramenta de mudança de paradigma e de desenvolvimento regional.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.T. da E. et al. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas (IAC)*. Campinas: Instituto Agronômico, 7.ed., v. 200, p. 452, 2014.

ANACLETO, C. A.; PALADINI, E. P. *Gestão estratégica da qualidade para empresas produtoras de alimentos orgânicos: diretrizes para a expansão do mercado consumidor*. Florianópolis/SC, Navus, v.5, p.51-64, 2015.

ANACLETO, A.; Franco, L.S.; CABRAL, A.C.F.B.; CURY, A.C. *Horticultura orgânica em comunidades socialmente vulneráveis no litoral do Paraná: implicações e perspectivas comerciais*. União da Vitória, Luminária, v.19, n.01, p.44–53, 2017.

BACCARIN, J. G.; TRICHES, R. M.; TEO, C. R. P. A.; SILVA, D. B. P. *Indicadores de Avaliação das Compras da Agricultura Familiar para Alimentação Escolar no Paraná, Santa Catarina e São Paulo*. Revista de Economia e Sociologia Rural. Piracicaba, v. 55, n. 01, p. 103-122, 2017.

BRASIL. Decreto 6.323, DE 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 27 de dez. de 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm>. Acesso em: 11 de maio de 2020.

BRASIL. Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 de dez. de 2003. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/10.831.htm>. Acesso em: 9 de maio de 2020.

BRASIL. Lei 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 24 de jul. de 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm>. Acesso em: 10 de maio de 2020.

CAMARGO, C. R. **Sistemas participativos de garantia na agricultura orgânica brasileira: ação coletiva e construção de redes de conhecimento agroecológico.** 2015. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CAMPANHOLA, C; VALARINI, P. J. **A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor.** Brasília, Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CAVALLET, L. E.; CANAVARI, M.; FORTES NETO, P. **Participatory guarantee system, equivalence and quality control in a comparative study on organic certifications systems in Europe and Brazil.** Revista Ambiente & Água, v. 13, n. 4, 2018.

CONCEIÇÃO, K. C. et al. **Programa paranaense de certificação de produtos orgânicos núcleo unespar-fase III.** Cadernos de Agroecologia, Brasília, v. 13, n. 1, 2018.

DENARDIN, V. F.; DE CARLI LAUTERT, L. F. **De Projeto a Programa: ações de pesquisa-ação em comunidades rurais.** Os in (s) da extensão no Litoral do Paraná. UFPR Litoral, p. 11-179, Matinhos, 2013.

DINIZ, G. A. **A Importância da Agricultura Orgânica na Composição da Renda Familiar do Produtor do Município de Triunfo-Pe.** 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2019.

KOBIYAMA, M; DE ALMEIDA MOTA, A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento.** Editora Organic Trading, 2008.

MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Governo Federal. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br>>. Acesso em: 5 de maio de 2020.

MELÃO, I. B. **Programa Paraná Agroecológico:** o processo participativo para a construção de uma política pública. Caderno IPARDES-Estudos e Pesquisas, v. 1, n. 2, p. 36-44, 2011.

MELÃO, I. B. **Produtos Sustentáveis na Alimentação Escolar:** O PNAE No Paraná. Caderno IPARDES, Curitiba, v. 2, n.2, p.87-105, 2012.

MICHELLON, E. et al. **Paraná mais orgânico: relatos de experiências de certificação pública de produtos orgânicos.** 1.ed. Organic Trading. Curitiba, 160 p. 2018.

NIGGLI, U. **Sustainability of organic food production: challenges and innovations. Proceedings of the Nutrition Society,** v. 74, n. 1, p. 83-88, 2015.

ORGANIS; MARKET ANALYSIS. **Consumo de produtos orgânicos no Brasil.** Curitiba. 2017.

PARANÁ. **Decreto 4211. 6 de março de 2020.** Regulamenta a Lei 16.751, de 29 de dezembro de 2010, que institui a alimentação escolar orgânica no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio. Diário Oficial do Estado do Paraná, Paraná. 6 de mar. 2020. ed.10640. p.58-59, 2020.

PARANÁ. **Documento-Base para o Programa Paraná Agroecológico.** Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Curitiba: Diário Oficial do Estado do Paraná, Paraná. 2011.

PARANÁ. **Edital da Chamada Pública 001/2019.** FUNDEPAR. Fornecimento da Agricultura Familiar para Atendimento ao Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Paraná. p. 1-177.

PARANÁ. **LEI 16751. 29 de dezembro de 2010.** Institui, no âmbito do sistema estadual de ensino fundamental e médio, a merenda escolar orgânica. Diário Oficial do Estado do Paraná, Paraná. 29 de

dez. 2010. ed.8373. p.27, 2010.

PDS LITORAL. UMA ESTRATÉGIA INTEGRADA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL. Disponível em:< <http://pdslitoral.com/2020>>. Acesso dia 07 de maio de 2020.

ROVEDA, L. F. et al. **Produção Orgânica no Litoral do Paraná:** Um caso de sucesso. In: MICHELON, E. et. al. Relatos de experiências de certificação pública de produtos orgânicos. Curitiba: Editora CRV, p. 95-104, 2018.

SALVADOR, C. A. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012.** Estado do Paraná, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural, v. 7, p. 03-13, 2011.

Santos, L. et al. **Políticas públicas para o comércio de produtos orgânicos no Brasil.** Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, vol. 40, n. 2, 2017.

STOLARSKI, M. C. **Construção da política nacional e estadual de alimentação escolar.** Caderno IPARDES-Estudos e Pesquisas, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2015.

Souza, P.; GOIÁS, S. **Agricultura orgânica no Brasil como uma alternativa para o desenvolvimento agrícola.** Revista de Economia da Universidade Estadual de Goiás, v. 11, p. 235-247, 2015.

SULZBACH, M. T.; ARCHANJO, D. R.; QUADROS, J. **Litoral do Paraná:** Território e perspectivas. 1.ed. Autografia. Rio de Janeiro, v. 3, 2018.

TECPAR - **Instituto de Tecnologia do Paraná.** Governo do Estado do Paraná. Paraná, 2017. Disponível em: <<http://portal.tecpar.br/>>. Acesso em: 8 de maio de 2020.

TODAFRUTA. CAMBUCÁ. 2016. Disponível em: <<https://www.todafruta.com.br/cambuca/>> Acesso em: 05 de maio de 2020.

VILELA, G. F. et al. **Agricultura orgânica no Brasil:** um estudo sobre o Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. 1.ed. Embrapa Territorial-Dокументos. INFOTECA-E. Campinas, SP, p. 20, 2019.

VOGT, G. The origins of organic farming. In: LOCKERETZ, William. **Organic farming:** An international history. CABI, cap. 2, p. 9-29, 2007.

WILLER, H.; LERNOUD, J. **The world of organic agriculture.** Statistics and emerging trends 2019. Research Institute of Organic Agriculture FiBL and IFOAM Organics International, 356 p. 2019.

CAPÍTULO 14

COURO DE PEIXE

Data de aceite: 01/03/2021

processo; produto.

FISH LEATHER

Kátia Kalko Schwarz

Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR
Campus de Paranaguá/Curtume Comunitário
de Pontal do Paraná-PR, Programa de Pós-
Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares

– PALI. Paranaguá - Paraná

<http://lattes.cnpq.br/5826818769951915>

RESUMO: O programa “Couro de Peixe” tem sido considerado pioneiro no litoral do Paraná, com a coordenação da Profª Drª Kátia Kalko Schwarz/UNESPAR Campus Paranaguá, e apoio da SETI/UGF-PR (Secretaria de Ciência e Tecnologia de Estado do Paraná/Unidade Gestora do Fundo-PR), Programa Universidade Sem Fronteiras-PR, Fundação Araucária-PR e CNPq na implantação de curtumes comunitários, ecologicamente corretos, entre os anos de 2007 e 2020, que teve como objetivos pesquisas na transformação da pele de peixes em couro, cursos de capacitação em produção de couros de peixes marinhos e dulcícolas, cursos de artesanato e principalmente na geração de trabalho e renda para as comunidades ligadas ao setor da pesca, aquicultura e artesanato no litoral Paranaense. Cursos e palestras já foram realizados em várias regiões do Brasil como no Estado do Pará, Tocantins, Rio Grande do Norte, Goiás, Espírito Santo, Santa Catarina entre outros, sobre este programa que já acolheu estagiários da Universidade de Lion (França) e recentemente da Argentina por ser considerado um programa de extensão tecnológico modelo, estratégico e inovador na geração de trabalho e renda.

PALAVRAS-CHAVE: Curtimento; inovação;

ABSTRACT: The “Fish Leather” program has been considered a pioneer on the coast of Paraná, with the coordination of Profª Drª Kátia Kalko Schwarz / UNESPAR Paranaguá Campus, and support from SETI / UGF-PR (Paraná State Department of Science and Technology / Unit Manager of Fundo-PR), Universidade Sem Fronteiras-PR Program, Araucária Foundation-PR and CNPq, in the implantation of community tanneries, ecologically correct, between the years 2007 and 2020, which aimed at researching the transformation of fish skin into leather, training courses in the production of leather from marine and fresh fish, handicraft courses and mainly in the generation of work and income for communities linked to the fishing, aquaculture and handicraft sector on the coast of Paraná. Courses and lectures have already been held in several regions of Brazil such as the State of Pará, Tocantins, Rio Grande do Norte, Goiás, Espírito Santo, Santa Catarina among others, about this program that has already received interns from the University of Lion (France) and recently from Argentina for being considered a model technological extension program, strategic and innovative in the generation of work and income.

KEYWORDS: tanning; innovation; process; product.

1 | INTRODUÇÃO

As exportações de couros brasileiros referente ao mês de março de 2020 foi em torno de U\$97,2 milhões, com uma queda de 18,3% no mesmo período do ano anterior. O Rio Grande do Sul tem sido o maior exportador de couros,

seguido pelo Paraná, sendo que os maiores mercados estão a China (23,5%), Estados Unidos (20,9%), Itália (15,4%), Vietnã (6,3%), Hong Kong (4,6%) e outros países (29,2%) conforme CICB (2020).

Ao considerar apenas a exportação de couros, é percebido o grande mercado promissor desta indústria. Embora as peles exóticas sejam em quantidades bem inferiores, devido a baixa disponibilidade, desenvolvimento tecnológico e aceitação por parte do consumidor final com couros de ovelhas, cabras, avestruz, jacarés, peixes entre outras.

A produção do couro de peixe ainda é escassa, principalmente quanto é considerado o aproveitamento de resíduos de pescado no Brasil. Aproximadamente 50% da biomassa têm sido descartada durante o processo de enlatamento ou em outras linhas de produção, como a filetagem. Muitos dos resíduos não aproveitados são despejados de forma incorreta, provocando impacto ao ambiente. Aproveitar as peles de peixes jogadas no ambiente parece ser um desafio, e uma das alternativas recentes e de interesse econômico é a transformação da mesma em couro (EIRAS *et al.*, 2015).

O couro de peixe apresenta uma história recente, e iniciou no final da década de 90 entre o eixo Argentina/Brasil, mais especificamente no Paraná com estudos realizados na Universidade Estadual de Maringá (UEM) pela Prof^a Dr^a Maria Luiza R. de Souza do Departamento de Zootecnia, que desenvolveu técnicas curtentes para peixes dulcícolas.

No litoral paranaense, a produção artesanal do couro de peixe iniciou por volta de 2004, e somente em 2007 com auxílio da então Secretaria de Ciência e Tecnologia do Paraná e Unidade Gestora do Fundo Paraná (SETI/UGF-PR) e pelo Programa Universidade Sem Fronteiras foi fundado o primeiro curtume artesanal em Guaratuba-PR, e logo após em 2008 o Curtume Comunitário de Couros de Peixes no município de Pontal do Paraná-PR em parceria com o Programa de Voluntariado do Paraná (PROVOPAR) e Prefeitura de Pontal do Paraná juntamente com a UNESPAR *Campus* de Paranaguá. Em 2017, o projeto foi transformado em Programa Institucional da UNESPAR *Campus* de Paranaguá, pelo sucesso alcançado, o que foi necessário a busca de inovações tecnológicas com poucos recursos e conhecimento, considerando que as peles curtidas na maioria foram de peixes marinhos.

Como inicialmente o objetivo do então projeto “Couro de Peixe” era na geração de trabalho e renda para comunidades do setor da pesca, aquicultura e artesanatos, o foco foi na oferta de cursos de curtimentos e de artesanatos com couros e escamas de peixes. Este objetivo foi alcançado e mais de 200 pessoas foram atendidas diretamente, e a partir de 2013, com auxílio da Fundação Araucária e da SETI/UGF foram iniciados as primeiras pesquisas com couros de peixes, pois havia a necessidade de melhorar o processo, com menor custo e impacto ambiental, melhor qualidade do couro produzido e cerca de 8 espécies de peles de peixes transformadas em couro foram desenvolvidas, e assim foi iniciada a cadeia produtiva do Couro de Peixe.

Estes couros servem como uma excelente fonte de matéria-prima para a confecção de vestuários, calçados e artefatos em geral, quando processados com adequada técnica de curtimento (CYRINO, 2008; CARDOSO, 2010; EIRAS *et al.*, 2015).

A pele de peixe descartada no processo de filetagem, seja na indústria ou em mercados de peixes municipais, podem variar de 5 a 10% em relação ao peso total do

peixe, conforme a espécie, tamanho, alimentação, ambiente, técnica de filetagem entre outros aspectos (Franco *et al.*, 2014; Schwarz e ROVEDA, 2015).

Para início destas pesquisas, foi utilizado como base os processos desenvolvidos por Souza (2004), Viegas & Souza (2011), porém sem o uso de cromo por ser considerado um produto contaminante e cancerígeno, e para isso sendo utilizando como agente curtente o tanino vegetal de acácia ou de mimoso, o que conferiu couros duros e de pouca utilização.

O processo de curtimento das peles de peixes consiste nas etapas de: remolho, caleiro, desencalagem, purga, desengraxe, piquel (curtimento propriamente dito), neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe, secagem, amaciamento e acabamento. Para cada etapa quantidades de reagentes químicos e tempo de exposição, são constantemente pesquisados (VIEGAS e Souza, 2011; Franco *et al.*, 2014, Schwarz *et al.*; 2018a).

Outro diferencial eram as espécies marinhas de peles de peixes utilizadas para o curtimento, advindos do processo de filetagem do mercado municipal de Paranaguá. Cada espécie de peixe possui características exclusivas à estrutura dérmica, que pode ser influenciada pela morfologia, alimentação, qualidade da água, sexo e fase de desenvolvimento, sendo assim, a necessidade do desenvolvimento de técnicas de curtentes para cada espécie. Além disso, as etapas e a quantidade de produtos utilizados no processo de curtimento podem ser diferentes. (VIEGAS e Souza, 2011; Franco *et al.*, 2014; Schwarz e ROVEDA *et al.*, 2015, Schwarz *et al.*, 2018b).

O objetivo desta coletânea de trabalhos realizados é de demonstrar os resultados sócio econômicos e das técnicas curtentes desenvolvidas, com menor impacto ambiental, e avaliação dos testes de resistência físico-mecânicos, após o curtimento, bem como o uso adequado dos couros obtidos no processo de curtimento.

2 | METODOLOGIA

2.1 Metodologia Social

Foram realizadas reuniões entre os anos de 2013 a 2019 com a comunidade atendida pelo curtume comunitário de Pontal do Paraná-PR/UNESPAR Campus Paranaguá e Municípios de Paranaguá, Guaraqueçaba e Matinhos, do fomento e do “Couro de Peixe”.

O levantamento das dificuldades que a comunidade enfrentou perante as técnicas curtentes, foram diagnosticadas. Com base neste diagnóstico, procurou-se a buscar formas de solucionar as dificuldades, realizando para isso o desenvolvimento de novas técnicas curtentes e de comercialização efetiva e contínua dos couros produzidos, desde a origem da pele (filetadores, limpeza, conservação entre outros aspectos) até o consumidor final.

Os cursos de transformação das peles de peixes em couro, e de artesanatos foram ofertados a comunidade local e gratuita divulgadas pela imprensa regional. As atividades sobre o desenvolvimento desta coletânea seguiram o cronograma abaixo descrito:

- Realizar contato com as comunidades de pescadores e com a equipe do curtume comunitário, do “Couro de Peixe”, da continuidade do programa e resolução rápida dos problemas de lesões por esforços repetitivos;

Ofertar cursos de confecção de bolsas e carteiras com couros de peixes, a fim de aprimoramento do acabamento dos artesanatos e produtos;

• Levantamento das principais espécies de peixes que são normalmente filetados de maior abundância regional, e sua sazonalidade;

• Processamento da transformação das peles em couro, utilizando materiais curentes com baixo impacto ambiental, e/ou reduzir dosagens, substituir ou ainda tentar novas técnicas;

Avaliação do resíduo do processo de curtimento;

• Melhoria da renda e empreendedorismo dos participantes do projeto;

• Avaliação realizada pela comunidade do retorno financeiro e da produtividade comparado com os anos anteriores, considerando as novas técnicas curentes menos impactantes.

Observações:

O “couro de peixe” segue o seguinte cronograma de execução, e demonstrado na Figura 1:

1. Compra das peles de peixes dos filetadores, dos mercados Municipais de Paranaguá, Matinhos e peixarias de Pontal do Paraná, no valor entre R\$2,00 (dois reais) a R\$4,00 (quatro reais) o quilograma de pele “suja”;

2. Estas peles foram levadas ao curtume comunitário que fica em Pontal do Paraná, Balneário Praia de Leste, dentro do PROVOPAR e congeladas;

3. Os recicladore limpam as peles no curtume comunitário, retirando as escamas e carnes aderidas as peles dos peixes. Para cada quilograma de pele “suja”, foi pago pela comunidade participante dos curtimentos o valor de R\$5,00 (cinco reais);

4. Após limpas, as peles ficaram congeladas ou foram curtidas;

5. Para o curtimento, foi utilizado os taninos vegetais de acácia ou de mimosa;

6. No curtume comunitário, já existe um sistema de tratamento de resíduos, e este foi monitorado e avaliado;

7. Após curtidos os couros foram distribuídos entre os curtidores, que por sua vez levam as suas casas, para secagem, amaciamento e acabamento;

8. Os couros foram comercializados, ou ainda transformados em artesanatos, pelos artesões participantes do programa;

9. Alguns artesões têm bancas das prefeituras de Pontal do Paraná, Guaraqueçaba e de Paranaguá, para a comercialização destes artesanatos. A UNESPAR *Campus* de Paranaguá, realizou feiras mensais para esta comercialização;

10. A UNESPAR, *Campus* de Paranaguá é a mantenedora do programa juntamente com a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura com apoio da Pró-Reitoria de Pesquisa, e cedeu materiais de limpeza e logística entre outros;

12. O Provopar e a Prefeitura de Pontal do Paraná, além de ofertar o local do curtume, custeou custos como água, luz e mobiliários;

13. A comunidade participante do programa Couro de Peixe, realizou as atividades

de curtimentos. Os couros vendidos são retirados os custos de reagentes e depreciação e o lucro é dividido entre as curtidoras que realmente trabalharam. Para os artesanatos, é planejado normalmente curtimentos para atender estas demandas internas. Os couros são divididos entre as artesãs e atualmente os artesanatos são realizados nas casas das mesmas.

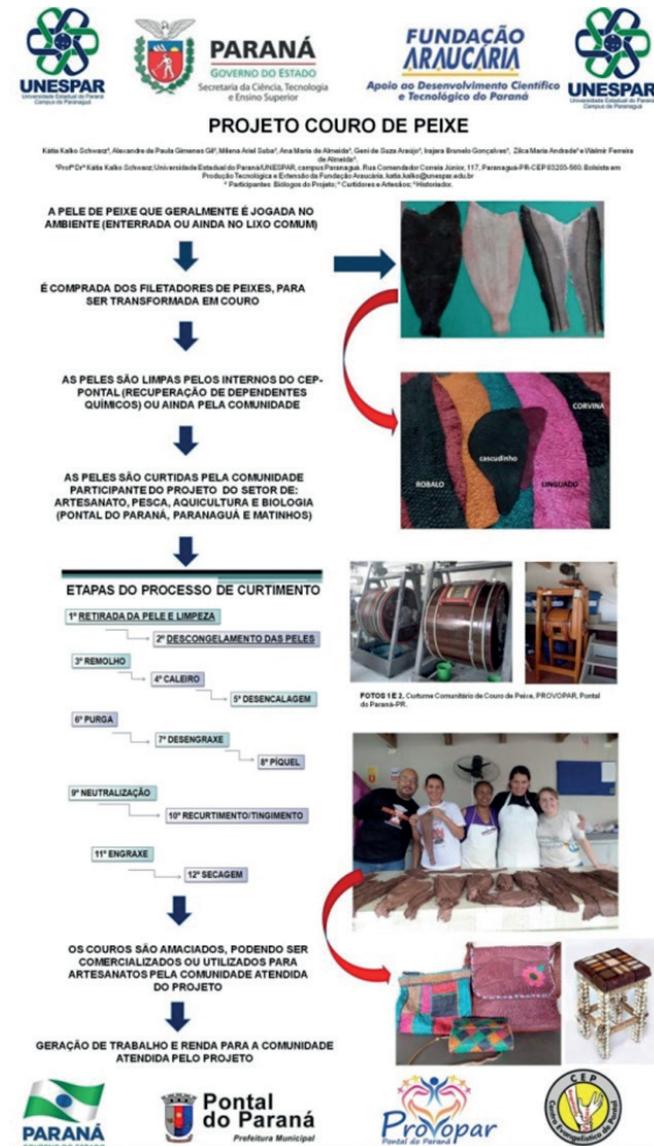


Figura 1. Projeto Couro de Peixe: Banner explicativo.

2.2 Metodologia Científica

Os estudos foram conduzidos no Curtume Artesanal Comunitário de Pontal do Paraná/PR (PROVOPAR), Município de Pontal do Paraná/PR, para a parte de curtimento

e artesanatos. Já a parte das análises e estudos dos couros ocorreram no Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais (LABMEA) da UNESPAR *Campus* de Paranaguá,

As peles de peixes *in natura*, e em excelente estado de conservação, foram adquiridas com pescadores e filetadores do Mercado Municipal de Paranaguá-PR, indústrias frigoríficas de peixes e levadas ao Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais, da UNESPAR, *Campus* Paranaguá. Imediatamente, as amostras foram retiradas conforme ABNT-NBR 11032:1998 e 15187:2005 para fixação em alfaque (5% de ácido acético glacial, 10% de formol e 85% de álcool 80%, de acordo com Schwarz, 2009).

O procedimento histológico para o couro de peixe foi dividido em 4 fases: emblocagem, corte, coloração em PAS (Periodic Acid-Schiff) e montagem. Na primeira fase de emblocagem a peça foi colocada no álcool 70% e identificada, lavada e retirado o álcool, e adicionado uma ou duas gotas de hematoxilina para dar cor ao material e em seguida lavada para tirar o excesso de hematoxilina.

Os banhos das amostras das peles de peixes formam em álcool 80%, 90%, e por três vezes em álcool 100%, todos em um período de 10 minutos. Dentro da capela de extrusão de gases, todo o material foi submerso no Xilol P.A. por 30 minutos, até a peça ficar translúcida, e na sequência receberam um banho de parafina histológica por 30 minutos à temperatura de 60°C, em estufa, e após as amostras foram emblocadas em formas retangulares.

Os blocos foram tremados e a identificação colada no bloco, e cortadas com ajuste de 5 a 7 micrometros, no micrótomo e após foi utilizado o “banho maria histológico”, para que as amostras ficasse intactas, para serem colocadas na lâmina histológica e secar.

Na montagem as lâminas foram colocadas em uma chapa aquecedora à 60°C, para derretimento do excesso de parafina. Na sequência, para o início da hidratação, cada amostra permaneceu no xilol I por 10 minutos; xilol II por 15 minutos; álcool 100% I por 2 minutos; álcool 100% II; 90%, 80%, 70% por 2 minutos.

Na coloração PAS (Periodic Acid-Schiff) os processos consistiram em: colocar as lâminas no “berço” no álcool 70% por 2 minutos, água destilada por 2 minutos, ácido periódico por 10 minutos. Após as lâminas foram lavadas em água corrente por 5 minutos, e imediatamente passadas em banho de água destilada, seguindo para o Reativo de Schiff por 30 minutos, e realizado 3 banhos de 2 minutos cada em água sulfurosa.

As lâminas foram submergidas na hematoxilina por 20 segundos e lavado várias vezes para saída do excesso de cor. Em seguida deixadas em banho com água por 10 minutos, depois enxaguadas em água destilada, desidratadas em álcool 90%, álcool 100% I, álcool + xilol, xilol I e xilol II cada um por 5 minutos. A montagem das lâminas com a lamínulas foram realizadas com “Permout®”, secas e analisadas.

Para as análises histológicas, as imagens das lâminas foram obtidas por microscópio de captura de imagens, com câmera e o software “Sigma Scan Pro®” com aumento de 10X. Houve a contagem dos números de feixes de colágenos, e analisadas as características da epiderme.

Com relação ao procedimento de curtimento, os experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, com no mínimo dez repetições, sendo a unidade experimental o couro.

No quadro um, está demonstrado a metodologia inicial que foi desenvolvida adaptados de Viegas e Souza (2011) e Schwarz *et al.* (2018a). Para todo este procedimento, foram anotadas as horas iniciais e finais de cada fase, e documentado as alterações que foram ocorrendo na pele em cada etapa de curtimento. As peles foram curtidas em fulão de madeira, com rotação aproximada de 16 rpm.

ETAPA	REAGENTES	OBSERVAÇÕES
<u>Remolho</u>	200% de água 4% de amaciante para roupas 1% de bactericida para couros 2% Tensoativo	1 hora no fulão – Esgotar (repetir o processo). Lavar as peles.
<u>Caleiro</u>	200% de água 3% Hidróxido de Cálcio 2% Soda barrilha 1% Tensoativo	2 horas no fulão – Esgotar e lavar. Repetir o processo até as peles ficarem inchadas e translúcidas. Esgotar e lavar as peles.
<u>Desencalagem</u>	100% de água 0,5% de desencalante 1% Tensoativo	30 minutos no fulão– Esgotar e lavar as peles
<u>Purga/ Desengraxe</u>	100% de água 1% de enzima proteolítica 1% Tensoativo 0,5% de desencalante	1 hora no fulão – Esgotar e lavar as peles
<u>Piquel</u>	100% de água 4% Sal 1% Ácido Fórmico Acrescentar 10% Tanino vegetal	30 Minutos no fulão 15 Minutos no fulão 2 horas no fulão (descanso de 12 horas das peles, submersas nesta solução). Esgotar e lavar. Nesta fase as peles já devem se transformar em couro. Esgotar e lavar os couros
<u>Neutralização</u>	100% de água 0,5% Bicarbonato de Sódio	30 minutos no fulão – Esgotar e lavar os couros
<u>Recurtimento/ Tingimento</u>	100% água 4% Tanino vegetal 2% Anilina para couro Acrescentar 1% Ácido fórmico	1 Hora no fulão 1 Hora no fulão – Esgotar e lavar os couros
<u>Engraxe</u>	100% água a 40 °C 4% Óleo sulfitado 4% Óleo sulfatado 4% Amaciante comercial de roupas 1% Catalix® Acrescentar 1% Ácido fórmico	1 Hora no fulão 1 Hora no fulão, e lavar os couros
<u>Secagem</u>		Estender as peles sobre pano e secar a sombra. Amaciamento Manual

Quadro 1. Processo de curtimento base, para a transformação da pele de peixes em couro.

Adaptado de Viegas e Souza (2011) e Schwarz *et al.* (2018a).

Após curtidos os couros, foram levados ao Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais, da UNESPAR *Campus* de Paranaguá, para serem analisados. Os corpos - de - provas foram retirados dos couros para determinação dos testes de tração - N/mm², alongamento - % (ABNT – NBR 1041, 1997) e de rasgamento progressivo – N/mm (ABNT NBR – 3015, 1989), com auxílio de um balancim no sentido longitudinal e transversal ao comprimento do corpo do peixe, conforme Figura 2.

Em seguida, levados para um ambiente climatizado em torno de 23°C e umidade relativa do ar de 50%, por 24 horas (ABNT - NBR 10455, 1988). Para os testes físicos – mecânicos foi utilizado um dinamômetro (Máquina de ensaio universal) da marca Maqtest®, com velocidade de travessão fixa e capacidade de 100kgf/mm².

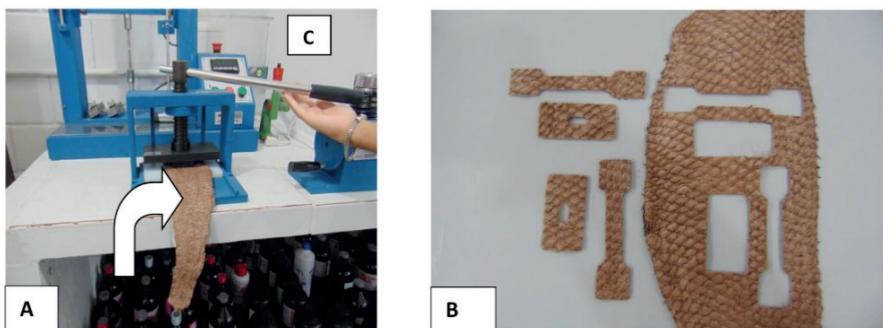


Figura 2. Em A, balancim para retirada dos corpos de prova, em B, corpos de prova couro de robalo flecha (*Centropomus undecimalis*). C Dinamômetro para medir a resistência dos couros de peixes.

De acordo com a (ABNT – NBR 11041, 1997) e (ABNT. NBR ISSO 3377-2, 2014) para a obtenção dos dados de tração, alongamento e rompimento progressivo, respectivamente, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\alpha = F/T \times L \quad (1)$$

Onde: α = Tração; F= força em Newtons;

T= espessura do corpo de prova; L= largura do corpo de prova.

$$\%Ar = (cf - c) \times 100/c \quad (2)$$

Onde: % Ar= alongamento na ruptura;

cf= comprimento final; c= comp. Inicial.

$$Rp = F / T \times L \quad (3)$$

Onde: Rp; rompimento progressivo F= força em Newtons; T=espessura do corpo de prova; L= largura do corpo de prova.

Os peixes de maior abundância e sazonalidade no litoral paranaense que foram

utilizados para serem transformados em couros: tilápia (*Oreochromis niloticus*), linguado partes abaxial e axial (*Pleuronectesli neatus*), robalo flecha (*Centropomus undecimalis*), robalo peva (*Centropomus parallelus*), parú (*Chaetodipterus faber*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e miraguaia (*Pagonias cromis*).

De acordo com a característica da camada de tecido epitelial, conjuntivo e adiposo, com base na metodologia de curtimento de couro conforme Schwarz *et al.* (2018a), utilizando algumas descrições de Viegas e Souza (2011) e testados métodos menos impactantes, foi desenvolvida metodologia curtente para cada espécie de peixe.

O agente curtente utilizado foi o tanino vegetal de casca acácia e/ou de mimoso, e eliminado do processo materiais cancerígenos e poluentes. As análises de resistência dos couros de peixes foram realizadas em função do sentido longitudinal (Figura 2, B).

Para a indicação do uso adequado de cada tipo de couro desenvolvido a ABNT NBR 13525 (2016) que especifica os valores para aceitação de couros conforme suas características físicas e químicas, bem como dos resultados de espessura e das resistências mecânicas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES:

3.1 Social e Econômico

Os filetadores de peixes foram capacitados para que as peles que são utilizadas no Curtume Comunitário de Pontal do Paraná venham em condições adequadas para o curtimento. Para cada filetador, conforme a espécie da pele foi paga pelo curtume comunitário às peles em boas condições o valor entre dois e cinco reais, melhorando assim a renda familiar.

Conforme Chaves & Vink (2017) os resíduos do processamento de pescados podem gerar renda e reduzir o impacto ambiental e o desperdício da matéria orgânica, vindo de encontro com o “Couro de Peixe”, pois os filetadores que atenderam as recomendações e capacitações passaram a ter com a venda da pele de peixes marinhos um acréscimo de 15 a 40% da renda mensal.

O mesmo correu para a limpeza das peles, os catadores de recicláveis realizaram a retirada da carne que fica aderida a pele. Este serviço foi custeado pela comunidade do curtume, no valor de R\$5,00 (cinco reais) o quilograma de peles limpas, auxiliando no custeio e sucesso da renda familiar destes catadores. Também uma indústria de pescados de Guaratuba-PR “Big Fish Comércio de Pescados” forneceu gratuitamente peles de tilápia para o curtume e aos experimentos científicos, realizando uma parceria público e privada.

Com relação aos cursos de curtimento de couros de peixes marinhos, conforme Schwarz & Roveda (2015) no período de 2007 a 2014 este programa ofertou cerca de 35 cursos de curtimentos (atendendo cerca de 220 pessoas) e 15 de artesanatos com couros e escamas de peixes (capacitando aproximadamente 120 pessoas). As populações atendidas pelo projeto foram de pessoas do lar, desempregados, artesãos, parentes diretos e indiretos de pescadores com baixa escolaridade, que acrescentaram a renda familiar entre R\$200,00 (duzentos reais) a R\$2.000,00 (dois mil reais). Entre os anos de 2015 a

2019, foram ofertados mais 12 cursos de curtimentos e 04 de artesanatos.

Porém, uma problemática foi a permanência destas pessoas no programa, pois as questões culturais regionais e a necessidade imediata do retorno financeiro em pouco prazo foi diagnosticado, sendo o perfil empreendedor o de melhor resposta, ou seja, pessoas que não apresentaram empreendedorismo ou com dificuldades de relação social não conseguiram permanecer no programa, corroborando com as observações descritas por Ramalho (2016) sobre comunidades de pescadores.

Para a comercialização, foram realizadas desde 2013 feiras mensais na UNESPAR *Campus* de Paranaguá, totalizando aproximadamente 36 feiras. Outros eventos dos municípios da região, e até científicos em diversas cidades e Estados foram extremamente importantes para a venda de artesanatos com couros.

Por outro lado, a comercialização do couro não foi satisfatória, por diversos motivos, sendo o principal as sequentes crises econômicas nacional, falta de investimentos da indústria e a inserção de um novo produto no mercado coureiro, ainda sem nenhuma tradição, algo que precisa ser inovado. Porém, foram abertas pequenas bancas de artesanatos com couros de peixes e atualmente 90% dos participantes deste programa já possuem o cadastro do MEI (Micro empreendedor Individual) no qual recolhem impostos para a previdência social.

A maioria das vendas dos couros são realizadas via redes sociais e pelo site do programa, inclusive algumas exportações foram realizadas, sendo a última em 2019 para a Alemanha. Foi percebido que o mercado da União Europeia e América do Norte são mais receptivos a este novo produto, do que o mercado nacional.

O diagnóstico das dificuldades levantadas pela comunidade além de uma comercialização continuada, seriam as lesões por esforços repetitivos, que foram amenizadas com ajustes no trabalho braçal de curtimento, visto a falta de equipamentos e instalações adequadas, e que fazem parte do planejamento a melhora constante.

A maciez do couro foi resolvida, com pesquisas sucessivas, bem como o melhoramento das técnicas curtentes, que resultaram em uma melhor produtividade, sendo para isso a união entre a comunidade e pesquisadores.

O resíduo resultante do processo de curtimento foi analisado, e pode ser utilizado para recuperação de áreas degradadas, conforme resultados obtidos por Paes *et al.* (2016), sendo esta uma preocupação da comunidade.

3.2 Científico

Os procedimentos dos curtimentos realizados, tiveram como principais alterações o período de remolho, caleiro e desencalagem entre as espécies estudadas. Abaixo no quadro 2, estão descritos os diferentes períodos de exposição das peles nas fases de remolho, caleiro e desencalagem.

Espécie	Período de Remolho	Período de Caleiro	Período de Desencalagem
Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	60 minutos	2,5 a 3 horas	30 minutos
Linguado parte abaxial (<i>Pleuronectesli neatus</i>)	30 minutos	30 a 60 minutos	30 minutos
Linguado partes axial (<i>Pleuronectesli neatus</i>)	60 minutos	2,5 a 3 horas	30 minutos
Robalo flecha (<i>Centropomus undecimalis</i>)	60 minutos e repete o procedimento	3 horas, lava as peles e repete o procedimento por mais 12 horas	30 minutos e repete o procedimento
Robalo peva (<i>Centropomus paralellus</i>) ¹	60 minutos e repete o procedimento	3 horas, lava as peles e repete o procedimento por mais 12 horas	30 minutos e repete o procedimento
Parú (<i>Chaetodipterus faber</i>)	60 minutos e repete o procedimento	2 a 2,5 horas	30 minutos
Corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>)	60 minutos	2,5 a 3,0 horas	30 minutos
Miraguaia (<i>Pagonias cromis</i>) ¹	60 minutos	Acima de 3 horas	30 minutos
Pescada Amarela (<i>Cynoscion acoupa</i>) ¹	60 minutos e repete o procedimento	3 horas, lava as peles e repete o procedimento por mais 12 horas	30 minutos e repete o procedimento

Quadro 2. Alterações realizadas no processo de curtimento, nas fases de remolho, caleiro e desençalagem, para cada espécie adulta de: tilápia (*Oreochromis niloticus*), linguado partes abaxial e axial (*Pleuronectesli neatus*), robalo flecha (*Centropomus undecimalis*), robalo peva (*Centropomus paralellus*), parú (*Chaetodipterus faber*), corvina (*Micropogonias furnieri*), pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e miraguaia (*Pagonias cromis*)

Observações: ¹ O robalo peva, miraguaia e pescada amarela necessitam de melhorias na formulação, sendo estes valores variáveis conforme a pele *in natura* do peixe.

Embora poucos estudos revelam esta importância industrial, pois trata-se do chamado “segredo industrial”, estas alterações foram necessárias pela adequação da fórmula inicial, pois a mesma formulação de curtimento em uma espécie, pode não ser as mesmas características dérmicas quando comparada as demais (HOINACKI, 1989; YOSHIDA *et al.*, 2016).

Muitos fatores podem ter influenciado na qualidade do produto final, o couro, nestas formulações como os citados por Custódio Neto (2013), tais como: temperatura e qualidade da água, tempo de exposição das peles *in natura* em reagentes químicos, marcas e concentrações destes reagentes, dosagens, fator humano, rotação e modelo de fulão (mecânica, velocidade, tarugos), além da raça (espécie), peso e cor do animal na qual as peles foram curtidas.

Por tanto, dificilmente um curtimento é exatamente igual a outro, mesmo se tratando de processos automatizados, como ocorrem em curtumes bovinos, principalmente a cor, pois diversos fatores podem influenciar simultaneamente no resultado de um curtimento de couros (HOINACKI, 1989; CUSTÓDIO NETO, 2013).

Os aspectos dos couros curtidos com taninos naturais, foram diversos, condizente a morfologia de cada espécie de peixe. Na Figura 3 são demonstradas estas particularidades, o que conferiu um aspecto único e inigualável conforme Souza (2004) observou.

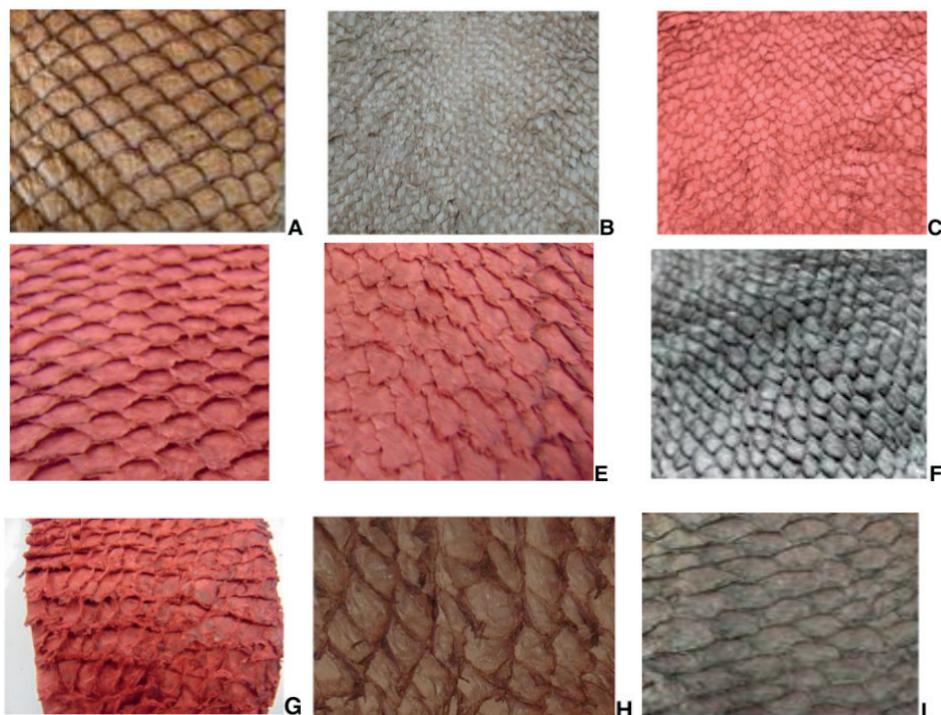


Figura 3. Aspectos dos couros curtidos com tanino vegetal, produzidos no curtume comunitária de Pontal do Paraná-PR. A: tilápia (*Oreochromis niloticus*), B: linguado abaxial e C: axial (*Pleuronectesli neatus*), D: robalo flecha (*Centropomus undecimalis*), E: robalo peva (*Centropomus parallelus*), F: parú (*Chaetodipterus faber*), G: corvina (*Micropogonias furnieri*), H: pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e I: miraguaia (*Pagonias cromis*). Fotos acervos da autora.

A pele de peixe apresentou um desenho da sua epiderme, mais conhecido pelo termo “flor” pela indústria coureira, que é característico de cada espécie. Esse desenho é caracterizado pelas lamélulas de proteção e inserção das escamas, formando mosaicos únicos (Franco *et al.*; 2013). Foi observado que os couros de tilápia e robalo flecha, apresentaram uma maior uniformidade no formato da superfície, devido as características da inserção das escamas o que facilita o uso destes dois tipos de couros para a indústria.

O tamanho do couro de linguado parte axial, por possuírem maior tamanho e formato em relação ao da tilápia, não necessitam para composição de cabedal de moda, móveis entre outros uma maior quantidade de costuras. Já os couros de corvina e miraguaia apresentaram um “design” mais rústico, e os de parú e linguado parte abaxial uma baixa espessura e delicadeza deverá ser considerado quanto a utilização.

Por outro lado, os couros de robalo peva e da pescada amarela, ainda carecem

de melhorias durante o processo, pois a região caudal apresentou intumescimento. Com presença de maiores feixes de fibras colágenas nesta região, os reagentes utilizados em partes do processo de curtimento podem não ter penetrado de forma adequada, em relação as outras partes da pele, necessitando para isso de ajustes na formulação e no tempo de exposição das peles em cada fase de transformação desta em couro (HOINACKI, 1989; CUSTÓDIO NETO, 2013; YOSHIDA *et al.*, 2016).

Também foi observado na formulação de Yoshida *et al.* (2016) o uso de produto comercial a base de aminas no caleiro. De acordo com Custódio Neto (2013) as aminas podem auxiliar no processo de remolho e caleiro pois causam uniformidade do inchamento no meio carnal, hidrolisando proteínas colágenas, resultando em uma penetração melhor dos produtos nas fases posteriores de curtimentos. Para estas duas espécies de peixes, o uso futuro destes compostos entre outros fatores poderá favorecer um couro com textura uniforme em toda a sua extensão.

A dificuldade do desenvolvimento e inovação nos processos curtentes são cruciais para a qualidade dos couros de peixes. A maioria dos artigos científicos, focam-se nos testes de resistência mecânica e características das fibras colágenas, sem descrever as formulações de forma clara, talvez por se tratar de segurança e segredo industrial, o que pode diferir uma indústria e pesquisadores uns dos outros.

Algumas empresas prestam serviços de análises de couros, sendo estes de custo elevado, levando alguns curtumes a terem seus próprios laboratórios de análises de couros, para controle da qualidade final e garantias do uso adequado do produto. Embora a ABNT tenha normativas, ainda é difícil a realização dos testes, devido a falta de algumas informações importantes para obtenção de resultados confiáveis, sendo esta uma área mais ligada a engenharia e química.

Para os testes de resistência mecânica no sentido transversal dos couros piscícolas desenvolvidos estão descritos na tabela 1 os valores médios obtidos de cada espécie estudada, bem como a quantidade de feixes de fibras colágenas e a utilização adequado conforme ABNT NBR13525 de 2016.

Espécie	Espessura (mm)	Tração (N/mm ²)	Alongamento (%)	Força Máxima (N)	Número de feixes colágenos	Utilização do Couro
Tilápia	0,87	11,31	89,4	110,00	16,6	Cabedal de Moda e móveis
Linguado parte abaxial	0,74	18,1	55,75	24,84	17,0	Customizações
Linguado parte Axial	0,90	20,97	44,25	145,2	21,33	Cabedal de modas
Robalo Flecha	2,0	23,9	19,1	31,6	14,66	Cabedal de modas, materiais esportivos, móveis e automotivos

Robalo Peva	1,9	21,3	18,7	30,8	20,50	Cabedal de modas, materiais esportivos, móveis e automotivos
Parú	1,34	18,1	55,75	24,84	16,0	Cabedal de modas (com restrições, melhor uso para customizações)
Corvína	1,74	9,75	52,20	117,67	18,0	Cabedal de modas, produtos esportivos e móveis
Pescada Amarela	1,45	24,78	66,80	242,8	18,3	Cabedal de modas e automotivo
Miraguaia	1,92	18,79	66,50	85,59	19,0	Cabedal de modas e produtos esportivos

Tabela 1. Valores Médios dos testes de espessura, tração, alongamento, força máxima, número de feixes colágenos e indicação do uso do couro na indústria.

Franco *et al.* (2015) afirmam que as fibras de colágeno, conforme a região do corpo e espécie do peixe influenciam na espessura do couro. Cada espécie possui sua característica específica da estrutura da derme, que se deve à arquitetura histológica, que influencia na resistência do couro.

As espessuras dos couros apresentadas na tabela 1, também podem estarem relacionadas não somente com as quantidades e disposição das fibras colágenas, mas pode ter correlação com a impregnação do agente curtente, pois o tanino impregnado no processo de piquel e recurtimento, bem como no engraxe podem interferir na espessura dos couros (HOINACKI, 1989; CUSTÓDIO NETO, 2013; YOSHIDA *et al.*, 2016).

Quanto aos testes de resistência mecânica, tendo como parâmetro o couro de tilápia por ser o mais estudado, sendo um valor relativo os obtidos por Oliveira *et al.* (2017) que encontraram valores superiores aos da tabela 1, foi devido ao processo e dosagens de taninos diferenciado, aos usados nos quadros 1 e 2.

Yoshida *et al.*, (2016), analisaram os couros de tilápia, cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) e do salmão (*Salmo solar*) encontrando maior espessura no de tilápia (0,86mm), tração (22,17 N/mm²) e alongamento (108,43%), o de salmão maior elongação (111%), diferentes de valores apresentados na tabela 1, com exceção a espessura da tilápia, existindo diferença na resistência dos couros de peixes, em função da espécie e do sentido da posição do corpo de prova do couro avaliado.

Eiras *et al.* (2015) encontraram valores de tração e alongamento de 44,56 N mm², força máxima de 513,91 N e resistência à tração de 15,52 N mm² para os couros de pescada amarela. Enquanto os valores obtidos nessa pesquisa foram de 24,78 N mm² para

resistência à tração, 66,80 N mm⁻² e força máxima de 242,8 N. Esses dados mostraram que as alterações ocorridas nas fases do processo, conforme agente curante e o tempo de exposição das peles em cada fase, possa ser um fator de extrema importância para obtenção desses resultados, algo já citado por diversos outros autores.

Segundo a ABNT (NBR – 13525, 2016), em função da espessura, os couros de tilápia podem ser utilizados para fins automotivos, sendo que a espessura pode apresentar alterações conforme o peso de abate e linhagem da espécie. Em contrapartida, os couros de pescada amarela evidenciaram valores superiores aos de referência, o que indica que podem ter a mesma aplicabilidade, em relação a essa variável.

Na determinação da espessura realizada por Yoshida *et al.* (2016), os couros de tilápia, cachara e salmão também apresentaram valores inferiores as médias tabeladas, enquadrando-as nesse tipo de uso.

Dado os valores alcançados com os couros aqui estudados, esses podem ser empregados na confecção de vestimentas e artesanatos seguramente. Mas vale ressaltar, que para os demais fatores testados tanto a pescada amarela, linguados, robalos, corvinas quanto a tilápia podem ser aplicadas na produção de diferentes artefatos em distintas áreas da indústria (cabedal de vestuário, indústria calçadista, móveis e automotivos).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Para a parte social o programa Couro de Peixe da UNESPAR *Campus de Paranaguá*, demonstrou que é possível agregar trabalho e renda para comunidades ligadas aos diversos setores da sociedade como as da pesca, artesanatos e da aquicultura.

O couro de peixe ainda é uma novidade na indústria coureira, seja de âmbito nacional ou internacional, carecendo de novas tecnologias e aceitação destes produtos pelas indústrias de vestuários, materiais esportivos, moveleiros e automotivos. Muitos couros são promissores como os de tilápia e para os marinhos deve ser ressaltado os de salmão, robalos e linguados e estudos mercadológicos desta recente cadeia produtiva devem vir a ser fomentados tanto por órgão governamentais como pela iniciativa privada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10455: climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos.** Rio de Janeiro, 1988. 1-2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11041:coulos – determinação da resistência à tração e alongamento.** Rio de Janeiro, 1997. 1-5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11032:Peles e couros - Tomada do pedaço-de-prova - Procedimento.** Rio de Janeiro, 1998. 1-4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15187:Peles e couros - Tomada do pedaço-de-prova para análise histológica.** Rio de Janeiro, 2005. 1-2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISSO 2589: Couros – Ensaios**

físicos e mecânicos – Determinação da Espessura. Rio de Janeiro, 2014. 1-2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR ISSO 3377-2: Cursos – Ensaios físicos e mecânicos – Determinação da Força de Rasgamento de extremidade dupla. Rio de Janeiro, 2014. 1-2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13525: Ensaios físicos e químicos em couro – Valores orientativos para aceitação de couros. Rio de Janeiro, 2016, 1-10p.

CARDOSO, J. O design industrial como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe. Revista espaço acadêmico, v. 10, n.114, p. 110-117, 2010.

Chaves, P. T.; VINK, J. M. Rejeitos da atividade pesqueira no litoral do Paraná: Gestão atual e potencial para destinação alternativa. Revista CEPSUL – Biodiversidade e Conservação Marinha, v. 6, n. 508, p. 1-10, 2017.

CICB: CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. Exportações Brasileiras de couros e peles: Abril 2020. Porto Alegre. Disponível em: <http://cicb.org.br/storage/files/repositories/phpAU3z5L-total-exp-abr20-vr.pdf>. Acesso em: 11/05/2020.

CUSTÓDIO NETO, Silvestre. Inovação e dedicação ao couro aliando a química à prática de aplicação. São Paulo: Magic Luck, 2013.

CYRINO, J.E.P.; SCORVO, J.D.F.; SAMPAIO, L.A. et al. Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura II. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2008. 376 p.

EIRAS, B. J. C. F.; MEDEIROS JÚNIOR, E. F.; ALVES, M. M. Desenvolvimento de método artesanal de curtimento da pele da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*), e sua difusão por meio de oficina a uma comunidade no município de Bragança, PA, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, v. 36, n. 2, p. 1123-1134, 2015.

Franco, M.L.R.; Franco, N.P.; GASPARINO, E. et. al. Comparação das peles de tilápia do Nilo, pacu e tambaqui: Histologia, composição e resistência. Acta Tecnológica, v.62, n.237, p.21-32, 2013.

Franco, M.L.R.; PRADO, M.; FERNANDES, V.R.T. et al. Pele de surubim: morfologia e resistência do couro com adição de óleo no engraxe. Acta Tecnológica, v.9, n.1, p.1-8, 2014.

Franco, M.L.R.; VIEGAS, E.M.M., KRONKA, S.N., et al. Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. Acta Tecnológica, v. 10, n.1, p.24-31, 2015.

HOINACK, E. Peles e couros: origens, defeitos, industrialização. Porto Alegre: SENAI, 1989.

OLIVEIRA, G.G.; CARDINI, M.; SIMIER, S.; CORREA, S. S.; PIRES, B.; Souza, M. L. R. Resistência do couro de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes tipos de ácidos na etapa de piquel. In: XI EPPC, anais eletrônico. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/3280/GISLAINE%20GON%C3%87ALVES%20OLIVEIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 14/05/2020.

PAES, L. S. O. P; KALB, S. A.; LOMBARDO, R.; FARIA, M. X.; Souza, P.; ROVEDA, L. F.; Schwarz, K. Avaliação do uso de resíduo de curtume de couro de peixe como alternativa na recuperação biológica de solos degradados. Revista Brasileira De Ciências Ambientais (IMPRESSA), v. 1, p. 69-79, 2016.

RAMALHO, C. W. N. **Pescados, pescarias e pescadores: notas etnográficas sobre processos ecosociais.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, v. 11, n. 2, p. 391-4114, maio-ago, 2016.

Schwarz, K.K. **Mananoligossacarídeo em Dietas para Larvas e Juvenis de Tilápis do Nilo.** 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Maringá – PR. 75p, 2009.

Schwarz, K.K.; ROVEDA, L.F. **Projeto Couro de Peixe e a Implantação de curtumes comunitários.** In: 33^a SEURS, UNIPAMPA, Bagé, 2015.

Schwarz, K., K.; MENDONÇA, K. S.; WAKIUCHI, S. S.; SASSAMORI, J. C.; REBULI, G. C. J. P. **Metodologias para a transformação das peles de Linguado, Robalo, Parú e Tilápis em couro.** PUBVET, v. 12, n. 2, p. 1-8, fev, 2018a.

Schwarz, K. K.; AGOSTINHO, S C.; PEREIRA, N. S. **Qualidade e técnica de curtimento em couros de linguados.** Luminária, União da Vitória, v. 20, n. 01, p. 19-28, 2018 b.

Souza, M.L.R. **Tecnologia para processamento das peles de peixes.** Eduem, v.4, n.1, p.1-9, 2004.

VIEGAS, E.M.M.; Souza, M.L.R. Técnicas de Processamento de Peixes. **Centro de Produções Técnicas,** Viçosa, p.256, 2011.

YOSHIDA, G.M.; KUNITA, N.M.; Souza, M. L. R., *et al.* **Análises mecânicas e físico-químicas de couros de tilápia, cachara e salmão.** Archivos de Zootecnia, v.251, n.65, p.349-355, 2016.

CAPÍTULO 15

PESCADORES COSTEIROS E INSULARES: BREVE PANORAMA DA PRODUÇÃO E COMÉRCIO DE PESCADOS NO LITORAL DO PARANÁ

Data de aceite: 01/03/2021

Adilson Anacleto

Universidade Estadual do Paraná, *Campus* Paranaguá, Colegiado de Administração. <http://lattes.cnpq.br/4935834455286413>,

Cassiana Baptista-Metri

Universidade Estadual do Paraná, *Campus* Paranaguá, Colegiado de Ciências Biológicas. <http://lattes.cnpq.br/6522819930472028>

RESUMO: A pesca é uma atividade centenária que no litoral do Paraná tem as suas raízes na cultura e tradição de comunidades que, apesar da promessa do sustento, vivem em situação de vulnerabilidade social. A análise das cadeias produtivas com ênfase para a identificação de problemas e potencialidades visa contribuir com a gestão pesqueira na região e com o fomento de práticas que melhorem a qualidade de vida. Foram realizadas entrevistas 117 com distintos atores, cujas respostas foram analisadas por meio de uma matriz de impacto para elencar as principais ameaças e fortalezas. Os cenários apresentam especificidades dependendo da localização das comunidades para o escoamento e a sazonalidade dos recursos. Em comum, a falta de organização dos pescadores artesanais e a dificuldade de acesso ao crédito e a regularização das atividades são os problemas mais citados pelos entrevistados. O pico do consumo no verão aparece como uma oportunidade, mas também como um desafio, frente à sazonalidade diferente dos recursos. Como potencialidades, a valorização da mão de obra de mulheres e jovens, a fixação no território, à continuidade da cultura e

modo de vida foram as principais oportunidades elencadas. O somatório de esforço do poder público com fortalecimento do diálogo entre os diversos atores e o respeito às tradições são fatores preponderantes para a proposições de mudanças e resoluções de conflitos.

PALAVRAS-CHAVE: ostra, siri, gaiola, arrasto de camarão, cambira.

COASTAL AND ISLAND FISHERMEN: A BRIEF OVERVIEW OF THE PRODUCTION AND TRADE OF FISH IN THE PARANÁ COAST

ABSTRACT: The fishery is a centuries-old activity of the coast of Paraná and has its roots in the culture and tradition of communities that, despite the promise of sustenance, live in a situation of social vulnerability. The analysis of production chains with an emphasis on the identification of problems and potential, aims to contribute to fisheries management in the region and to the promotion of practices that improve the quality of life. 117 interviews were conducted with different actors, whose responses were analyzed using an impact matrix to list the main threats and strengths. The scenarios have specificities depending on the location of the communities for the flow and the seasonality of the resources, per example. In common, the lack of organization of artisanal fishermen and the difficulty of accessing credit and regularization of activities are the problems most cited by interviews. The peak of consumption in summer appears as an opportunity, but also as a challenge, given the different seasonality of resources. As potentialities, the valorization of the workforce of women and young people, the establishment in the territory, the continuity of culture and way of life, were the main opportunities listed. The sum of efforts by the government with

the strengthening of the dialogue between the various actors and respect for traditions are preponderant factors for proposing changes and resolving conflicts.

KEYWORDS: oyster, swimming crab, cage, shrimp trawl, cambira

1 | INTRODUÇÃO

A pesca pode ser considerada como a extração, retirada, coleta, apreensão ou captura de espécimes de peixes, crustáceos, moluscos e vegetais hidróbios do meio onde se desenvolvem para fins, tais como alimentação, recreação e comerciais (MINISTÉRIO DA PESCA NO BRASIL, 2020). A atividade pesqueira é considerada uma das mais antigas na história, e teve início antes mesmo da agricultura (FRANÇA *et al.*, 2019). Classificada como atividade primária, a pesca é relevante e forte em todo o planeta como fonte de alimentação e renda. O PIB mundial de pescados gira em torno de US\$ 600 bilhões, o equivalente a 2% da economia mundial, representando ainda 11% do mercado global do agronegócio (ELIAS, 2006; MORENO; CARVALHAL, 2014).

Segundo FAO (2010), existem cerca de 39 milhões de pescadores em todo o mundo e 156 milhões de pessoas que dependem indiretamente da pesca. No Brasil existem mais de 1 milhão de pescadores e a produção anual chega a 803 mil toneladas de pescados (SIMON; SILVA, 2006).

A pesca no Brasil está presente desde o período de colonização, no século XVIII o peixe seco era um dos principais produtos exportados pelo Porto de Paranaguá e, até a metade do século XIX, a pesca foi uma das atividades mais importantes no país (ANDRIGUETTO FILHO, 2003).

O Brasil possui um vasto litoral banhado pelo Oceano Atlântico com 8,4 mil quilômetros, que ainda não foi explorada de forma eficiente, sendo que o consumo de pescado está em gradativo crescimento no país (RODRIGUES; GIUDICE, 2011). Atualmente o estado do Paraná de acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura (2020) tem a nona maior produção no Brasil, sendo o equivalente a 961,8 toneladas anuais. Os maiores produtores são o Rio Grande do Norte (28.649,7 toneladas), o Ceará (21.219,8 toneladas) e Santa Catarina (15.636,2 toneladas).

O litoral do Paraná possui uma extensão de 105 km, apresentando duas baías: o complexo Estuarino de Paranaguá e a baía de Guaratuba (LANA *et al.* 2001). Apesar da pequena extensão, este litoral apresenta uma grande complexidade, graças à ampla diversidade de ambientes aquáticos e, consequentemente, uma grande variedade de práticas de captura que variam de acordo com o local onde o pescador está inserido e as suas origens culturais (ANDRIGUETTO FILHO *et al.* 2006).

A pesca na região apresentou forte crescimento na década de 1930 quando cerca de 10 mil pescadores e suas famílias sobreviviam da atividade direta ou indiretamente no estado (ANDRIGUETTO FILHO, 2003 e FRANÇA *et al.* 2019). Durante a década de 1970, após um pacote governamental, novas tecnologias e práticas, que eram utilizadas em outras regiões também foram implementados no litoral do Paraná, como a introdução de motores nas embarcações, a utilização de fibras sintéticas e a substituição de canoas por embarcações motorizadas que desenvolveram especialmente a pesca de peixes e

camarões (ANDRIGUETTO FILHO, 2003).

A atividade pesqueira paranaense especialmente a de pesca de peixes e camarões a partir da década de 1980, sofreria um forte revés. A frota pesqueira de São Paulo e Santa Catarina com grandes embarcações e com o uso de novas tecnologias, como a localização de cardumes via GPS, gerou um desnível entre a capacidade natural de regeneração das espécies capturadas com valor comercial e o estoque de pescados retirados dos oceanos. O decréscimo dos estoques naturais de peixes e camarões fez com que essa classe de pescadores artesanais e tradicionais do litoral paranaense tivessem de permanecer mais tempo no mar para a captura da mesma quantidade de pescados, o que, conforme Anacleto (2018), elevou os custos de produção, ampliou a necessidade de mão de obra e, portanto, reduziu a renda familiar advinda da atividade.

Como consequência do declínio dos estoques naturais na década de 1980, iniciou-se o êxodo da atividade pesqueira de centenas de famílias (ANACLETO *et al.*, 2015). Diante disso, cerca de 60 comunidades com população aproximada de 4.256 pescadores ainda sobrevivem da atividade pesqueira, que continua dando sinais de esgotamento (MENDONÇA *et al.*, 2017). A dificuldade de sobrevivência na pesca de peixes e camarões provocou o êxodo para outras áreas laborais diferentes da pesca, além da migração para outras atividades que se mostravam mais promissoras para a obtenção e renda. Dentre a muitas atividades, destaca-se o caso da maricultura e ostreicultura, que tiveram maior aderência nas baías de Paranaguá e Guaratuba por estarem mais próximos ao continente, sendo que nas ilhas mais distantes surgiu a pesca do siri com gaiolas (SIMON; SILVA, 2006; ANACLETO *et al.*, 2018).

Apesar da região ser conhecida pela atividade pesqueira a décadas, a maioria das comunidades ainda apresentam índice de desenvolvimento humano (IDH) próximos de 0,50 (ANACLETO *et al.*, 2018), sendo considerado baixo quando comparado com as áreas urbanas. Assim, é urgente novas proposições para o desenvolvimento destas comunidades que em sua maioria são classificadas como socialmente vulneráveis e, para haja proposições assertivas, urge que sejam realizadas análises de cenário e de diagnóstico situacional (ANACLETO *et al.*, 2018).

Neste contexto, o conhecimento detalhado sobre a atividade regional, pode resultar em um fluxo colaborativo de informações, no sentido de orientar a produção e extrativismo, melhorando a eficiência e a competitividade da cadeia produtiva de pescados.

Apesar de ser uma relevante alternativa de trabalho às famílias de pescadores na costa e nas ilhas paranaenses, são esparsos os estudos relacionados à cadeia de comercialização. Dessa forma, com vistas a subsidiar uma melhor compreensão do cenário atual em que vivem e trabalham os pescadores costeiros e insulares, apresenta-se resultado do estudo que visou traçar um breve panorama do extrativismo, produção e comércio de pescados no litoral do Paraná.

2 | METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa exploratória e descritiva entre julho de 2018 e novembro de 2019, por intermédio de entrevistas presenciais direcionada aos distintos atores que

estavam atrelados a produção, extrativismo e comércio de pescados no litoral do Paraná.

Entre as classes avaliadas foram entrevistados 30 pescadores artesanais da pesca com canoas, 30 produtores de ostras nas ilhas, 5 pescadores que também fabricavam cambira, 52 coletores de siri com auxílio de gaiolas.

Inicialmente foi efetuado um levantamento das questões sócio econômicas como área de atuação na pesca, idade, gênero, estado civil e renda.

Para investigar quais eram os principais problemas na percepção dos pescadores e coletores, os entrevistados descreveram os 5 fatores mais importantes, categorizando-as hierarquicamente (1 a 5), sendo posteriormente feito a análise interpretativa e descritiva dos conteúdos.

Conforme o proposto por Negrelle e Anacleto (2012), foi organizada uma matriz de impacto cruzado, cruzando as implicações entre si e, posteriormente, as oportunidades entre si. A matriz emprega valores percentuais de 0 a 100 a cada opinião exposta pelos entrevistados de forma coletiva em relação às demais opiniões expressadas. Cada item é analisado na relação de influência exercida nos diferentes tipos de atividades relacionadas a pesca, assim quanto maior o índice, maior a relevância e a atenção a ser dada ao item, identificando assim as prioridades para a solução do problema ou a valorização a ser dada às oportunidades.

A matriz de impacto gera um índice de relevância- IR (importância para o desenvolvimento) que pode ser obtido pela equação:

$$IR = \frac{FA \times FB \times 100}{\sum SF}$$

Sendo, IR= Índice de Relevância da situação avaliada;

Fa = Índices de influência recebida;

Fb = Índices de influência provocada;

$\sum SF$ = Somatória dos índices (Fa x Fb) de todas as questões analisadas.

Após a finalização da coleta de dados primários, foi adotada a análise interpretativa e por meio da técnica de triangulação de dados entre a observação dos pesquisadores e das respostas similares obtidas junto a cada segmento da pesca. Ainda foram ressaltadas as proposições que os próprios pescadores descreveram como forma de mitigar os problemas recorrentes ao setor.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pesca artesanal com canoas

A pesca artesanal possui diversos tipos de embarcação, entre as quais a canoa, cujo uso caracteriza o sistema denominado como “pesca de sol a sol”. Nessa pescaria, o pescador sai com os primeiros raios do nascer do sol, quando arma suas redes e, ao final do dia ao pôr do sol, as recolhe e retorna a sua residência. Essa pescaria também agrupa os pescadores que fazem o arrasto de camarão ou aqueles que ao nascer do sol lançam as suas redes e posteriormente recolher ao raiar do dia seguinte.

As canoas utilizadas na pesca de camarão são equipadas com redes de arrasto com pranchas (ou portas de madeira, quando de maior tamanho e constituídas por tábuas vazadas), malhas no ensacador variando de 1 a 6 cm entre nós opostos, puxadas pela popa ou pelo costado, sempre de fundo (FRANÇA *et al.*, 2019).

Para captura de peixes, essas embarcações usam redes de emalhe; com malhas variando de 5 a 40 cm entre nós opostos, operando de formas particulares: “caceio”, de superfície ou de fundo, a qual fica à deriva; uma variação de caceio de fundo denominada “caracol”, em que a rede é forçada em semicircunferência através de uma de suas extremidades presa à embarcação; e “fundeio”, rede presa ao fundo por poitas de ferro (FRANÇA *et al.*, 2019). Destaca-se que a pesca de sol a sol promove pescados ofertados frescos aos consumidores.

Este modelo de pesca é o mais tradicional no litoral do Paraná e ocorre nas cidades litorâneas de Pontal do Paraná, Matinhos, Guaratuba e Paranaguá (ANDRIGUETTO FILHO *et al.*, 2006).

O tempo dedicado pelos pescadores a atividade pesqueira foi entre 3 a 10 horas diárias, podendo ser de até 6 dias semanais, porém foi evidenciado que a atividade depende das condições climáticas favoráveis para a segurança.

A totalidade dos entrevistados relataram que aprenderam a profissão por meio da oralidade e prática. O conhecimento foi obtido diariamente de forma empírica e passado de pai para filho ou ainda aprendido com vizinhos e outros parentes praticantes da atividade.

De acordo com a totalidade dos pescadores entrevistados, a época do ano mais propícia para a pesca é o inverno, devido a maior incidência de peixes que preferem águas frias para acasalar facilitando a captura. O melhor período de venda seria entre os meses de dezembro e fevereiro, devido a grande presença de turistas na região. Assim, a atividade pesqueira vive um dilema, pois justamente no período de maior captura de pescados existem poucos turistas e uma menor condição comercial, ao passo que no período de veraneio quando existe muitos turistas a disponibilidade de pescados é naturalmente menor.

A renda média das famílias envolvidas com a pesca apresentou uma acentuada variação, em especial devido a temporada de veraneio, oscilando entre USD 409,83 até USD 573,77 mensais.

A análise da percepção dos próprios pescadores de canoa (Tabela 1), revelam um cenário amplamente favorável, onde a qualidade do produto é tida como principal ponto forte. Porém, apesar do conjunto das oportunidades se mostrarem favoráveis, deve ser considerado o conjunto das ameaças que geram sérias implicações à capacidade de desenvolvimento desse setor produtivo, entre os quais está a instabilidade das vendas.

Implicações (Ameaças)		IR	Oportunidades (fortalezas)		IR
1	Baixo preço fora da temporada de veraneio	31,12	1	Beneficiamento da produção para o comércio no verão	26,40
2	Instabilidade de vendas	27,30	2	Qualidade do produto devido ao frescor do processo de captura	19,11
3	Baixa capacidade de organização da classe	19,72	3	Valorização da mão de obra feminina	16,20
4	Indisponibilidade de linhas de crédito específicas para a pesca	19,72	4	Aumento nas vendas devido à temporada de veraneio	14,44
5	Falta de capital para tecnologia e aquisição de equipamentos	16,28	5	Demanda por produtos com qualidade e valor nutricional	12,71
6	Produtos de origem na extração da natureza	3,92	6	Alternativa de renda familiar importante	10,26
7	Concorrência com pescadores melhores estruturados em tecnologia de pesca	3,47	7	Aproveitamento da mão de obra excedente na família	8,45
8	Falta de incentivo do poder público	2,18	8	Horário flexível de trabalho	4,46
9	Instabilidade climática dificulta pesca	2,02	9	Proximidade de grandes centros consumidores	3,54
10	Condições de trabalho precárias	1,57	10	Domínio das condições de trabalho	3,54

Tabela 1- Implicações e potencialidades da pesca artesanal de canoa na percepção dos pescadores no litoral do Paraná. IR= índice de relevância (em%).

As implicações podem ser caracterizadas com um desafio decorrente de uma tendência ou desenvolvimento desfavorável aos pescadores, que podem contribuir diretamente para a deterioração da produção, das vendas e consequente promover diminuição dos lucros.

Os pescadores do litoral do Paraná demonstram certa passividade na questão comercial, que fica à mercê do fluxo migratório de turistas para aferir melhores índices de lucratividade. Embora haja um excesso de produção no período de inverno, poucos pescadores usam o expediente da industrial artesanal, que está em evidência nos tempos atuais.

A transformação da produção em excesso do período de inverno poderia ser fonte de renda na temporada de veraneio, quando os clientes estão em grande quantidade na região e falta pescados. Este tipo de transformação em pequena escala é possível, como o peixe defumado, hambúrguer de peixe, linguiça de peixe, e mesmo os filés de peixes congelados e embalados de forma adequada. Esse conjunto de práticas não exigem grandes investimentos e poderia ser adotado por significativa parcela dos pescadores de canoa.

A administração de propriedades ou pequenos negócios como a pesca deve considerar a profissionalização e o planejamento, incluindo a aplicação de parte da lucratividade obtidas nos períodos sazonais em estrutura para conservar a produção obtida

no período de inverno (SIMON; SILVA, 2006). Isto se faz necessário frente constantes mudanças do ambiente, que exige ainda mais atenção por parte dos gestores. Organizar, planejar, dirigir e controlar é necessário para que a família possa estar sempre se aperfeiçoando e produzindo de maneira eficiente produtos de qualidade e que satisfaçam as necessidades dos consumidores.

O sucesso deste modelo proposto pode estar vinculado ao grau de articulação dos pescadores e da capacidade de comunicação com os diferentes segmentos da cadeia produtiva. A articulação na forma coletivo, reduz os riscos e incertezas. Neste contexto, o fortalecimento da classe de pescadores de canoas pode resultar em maior poder de barganha nos processos de negociação junto às universidades nas ofertas de cursos de extensão gratuitos para a gestão e controle de negócios, junto às prefeituras da região no sentido de ofertar feiras e locais especiais de comercialização de pescados, junto aos órgãos de defesa de meio ambiente no sentido da melhor orientação nos regulamentos da pesca, como os períodos de defesas. Em especial, o acesso ao aval solidário, que viabiliza o acesso às agências de fomento para financiamento de novos equipamentos de pesca, bem como de equipamentos necessários à industrialização artesanal.

3.2 Cultivo insular de ostras

O complexo estuarino de Paranaguá, é localizado no litoral norte do Paraná, e possui duas microrregiões distintas, uma próxima a cidade de Paranaguá e Pontal do Paraná, existe levado fluxo de turistas e, portanto, a produção pesqueira é mais facilmente comercializada. A segunda microrregião, localizada no extremo norte da baía de Paranaguá abrange os municípios de Paranaguá e Guaraqueçaba, e devido a distância das áreas urbanas, as comunidades pesqueiras possuem maior dificuldade de desenvolver fontes de renda em especial relacionada às questões comerciais.

A região do extremo norte do litoral do Paraná tem população estimada em aproximadamente oito mil habitantes, partilhado em cerca de 20 localidades ao longo da baía de Paranaguá e Guaraqueçaba (ANACLETO *et al.*, 2018).

Destaca-se que essa região possui águas amplamente favoráveis ao cultivo de ostras no que se refere a salinidade e temperatura média da água, e a ausência de substâncias nocivas e poluentes. As ostras nativas na região apresentam alta fecundidade e crescimento acelerado, sendo as mais cultivadas as pertencentes ao gênero *Crassostrea* Sacco, 1897 que possui maior interesse econômico em função do valor alimentício da carne e do uso da concha como matéria prima para artesanato, fonte de cálcio animal e uso no solo como adubo (SIMON; SILVA, 2006).

A região do extremo norte, assim como em todo o litoral do Paraná, as ostras das espécies nativas *Crassostrea rhizophorae* (GULDING, 1828) e *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) encontram-se fixas em substrato consolidado, como rochas, píers e em raízes do mangue e são as preferidas para cultivo. A espécie *C. rhizophorae* é conhecida comumente como “ostra de pedra” ou “ostra do mangue”, podendo alcançar até 10cm de comprimento. *C. brasiliiana* é denominada “ostra de fundo”, podendo atingir 20cm de comprimento, sendo considerada uma espécie de grande porte. Por conta da facilidade de produção, a exploração da ostra se tornou atraente na região (SIMON; SILVA, 2006).

O cultivo nas ilhas do extremo norte, apesar de ser facilitado pela condição ambiental, apresenta limitações no que se refere a capacidade comercial. O acesso ocorre somente via marítima e muitas vezes por embarcações de pequeno porte, o que em muito limita a ação do escoamento da safra. Os produtores na totalidade são pequenos produtores que, na maioria das vezes, não dispõem de recursos estruturais e tecnológicos para o transporte da produção. De fato, a região apresenta um índice de desenvolvimento humano (IDH) de apenas 0,587, considerado um dos mais baixos do Estado do Paraná. Dessa forma, é, urgente a necessidade de proposições para o desenvolvimento sustentável destas comunidades empobrecidas.

Os pescadores artesanais localizados no extremo norte do litoral do Paraná se caracterizam, principalmente, pela simplicidade da tecnologia adotada nos cultivos e pelo baixo custo da produção que, de forma geral, é realizada com a força de trabalho familiar. O tempo de dedicação ao trabalho era em média de seis horas por dia, variando de 3 a 6 dias semanais, sendo que na maioria dos casos (83%) a atividade de cultivo era efetuada por apenas uma pessoa da família.

A idade média dos entrevistados era de 35 anos, número bastante inferior ao de 44,8 anos referido para os pescadores do litoral paranaense (MENDONÇA *et al.*, 2017), sendo que a maioria dos que se dedicavam às atividades laborais eram as mulheres (53,33%).

A maioria das pessoas envolvidas com a produção e comércio de ostras eram casadas (79,99%). O estudo revelou que 33,33% dos entrevistados possuíam grau de escolaridade relativa ao ensino médio, valor muito acima dos 7,6% da média geral dos pescadores de com esse grau de escolaridade em Guaraqueçaba (MENDONÇA *et al.*, 2017).

Referente a capacitação técnica para desenvolver seus cultivos, apenas um produtor havia feito curso para o desempenho das funções. O restante dos entrevistados desenvolvia as ações cotidianas baseada em conhecimentos transmitidos pelos mais velhos da comunidade, ou adquiridos pela interação com os vizinhos e companheiros do ofício.

De acordo com os ostreicultores entrevistados, a época do ano mais propícia e produtiva para implantar os cultivos é o inverno, especificamente nos meses de junho à agosto. Já o melhor período de vendas ocorria entre os meses de dezembro à fevereiro devido a maior quantidade de turistas na região.

O valor para comercialização variava conforme o tamanho das ostras e oscilava entre R\$ 25,00 a R\$ 75,00 a caixa com quatorze dúzias. Assim, a atividade de cultivo e comercialização de ostras, conferia às famílias ostreicultores o valor médio anual de R\$ 1.700,00 a R\$ 5.000,00.

A totalidade dos entrevistados desenvolvia multi atividades em suas propriedades, sendo a caça e a produção de alimentos de subsistência como mandioca e arroz eram parte das atividades familiares. Todos os cultivadores de ostras, embora ainda pratiquem de forma esporádica, já foram pescadores profissionais no passado.

O cenário da produção de ostras no contexto externo às áreas de cultivo revela um cenário similar, promissor enquanto alternativa de renda e desenvolvimento desta região, porém com ameaças que atuam de forma limitadora, impondo as famílias que se dedicam

a ostreicultura uma condição de dificuldade (Tabela 2).

Ameaças	IR	Oportunidades	IR
1 Falta de incentivo do poder público	17,09	1 Retorno financeiro devido à grande demanda de clientes	22,2
2 Burocracia para obter autorização de cultivo	17,09	2 Oportunidade de atividade econômica aos moradores das ilhas	16,7
3 Local de trabalho dificultoso	17,09	3 Processo de cultivo de fácil aprendizagem	16,7
4 Local de trabalho com difícil acesso	11,83	4 Tecnologias de produção adaptadas à realidade local	11,1
5 Acidentes de trabalho	10,83	5 Processo apto para ser realizado individualmente	11,1
6 Instabilidade climática	5,98	6 Aumento nas vendas devido à temporada de verão	11,1
7 Competitividade por preços	5,12	7 Aproveitamento da mão de obra feminina	5,55
8 Furtos de ostras nos cultivos	5,12	8 Possibilidade de ampliar as áreas de cultivo	5,55

Tabela 2- Diagnóstico do cenário externo à atividade de produção e comércio de ostras nas ilhas do extremo norte do litoral do Paraná na percepção dos entrevistados (n=30). IR= índice de relevância (em%).

A formalização do cultivo perante autoridades ambientais foi considerada a principal limitação da atividade. Os depoimentos dos entrevistados revelaram a grande dificuldade devido a burocracia que muitas vezes acabam por inviabilizar os cultivos. Demonstraram também a dificuldade gerada pela constante necessidade de deslocamento até o continente para a solicitação e andamento da autorização, a necessidade de pagamento das taxas e pelo longo tempo até a autorização do cultivo.

Neste contexto, similar ao já reportado para outras atividades geradoras de renda no litoral do Paraná sem incentivos, as famílias tradicionais muitas vezes se veem impelidas ao êxodo aos centros urbanos na busca por melhores alternativas de sobrevivência.

A atividade da ostreicultura é, neste momento, uma alternativa econômica viável e sustentável, próxima da realidade profissional e cultural dos pescadores artesanais associados a remanescentes de comunidades tradicionais. Apesar do potencial da atividade como antídoto para o forte êxodo da atividade, o estudo revelou que a falta de organização dos produtores, especialmente a dificuldade de desenvolver atividades de forma coletiva (Tabela 3), pode ser um dos fatores de lentidão do processo de desenvolvimento do arranjo produtivo de ostras no extremo norte do litoral paranaense.

	Debilidades	IR	Fortalezas	IR
1	Dificuldade em trabalhar de forma coletiva	19,78	1 Renda financeira	35,3
2	Preço variável na comercialização	16,48	2 Local de cultivo próximo às residências	17,6
3	Dificuldade de acesso a pontos de vendas fora das ilhas	15,38	3 Cultura relacionada ao cultivo	11,8
4	Necessidade de retirada de ostra precocemente para vendas	13,18	4 Facilidade em manusear os equipamentos	11,8
5	Falta de equipamentos apropriado para semeadura	9,89	5 Facilidade de vendas devido a alta temporada	5,88
6	Falta de embarcação própria para o cultivo	6,59	6 Autonomia para escolher os dias de trabalho	5,88
7	Escassez de sementes de ostras	6,59	7 Fonte de alimentação familiar	5,88
8	Cultivo desprotegidos sujeitos a furtos	4,39	8 Domínio da tecnologia de cultivo	5,88

Tabela 3. Diagnóstico do cenário interno à atividade de produção e comércio de ostras nas ilhas do extremo norte do litoral do Paraná na percepção dos entrevistados (n=30). IR= índice de relevância (em%).

Apesar do estudo ter revelado que os entrevistados consideravam relevante a dificuldade das atividades coletivas, houve relatos de que no litoral do Paraná já existiu uma cooperativa de pesca. Segundo os moradores, eles encontraram dificuldades em se filiar a cooperativa por divergências com a administração, da distância da sede da cooperativa, que era mais de 100 km, e em especial devido ao fato de que essa cooperativa não trabalhava com o comércio de ostras e mariscos, apenas com peixes e camarões.

Os entrevistados relataram que a participação em um sistema coletivo poderia possibilitar uma renda fixa com a entrega periódica em cooperativa ou ainda associação de comercialização. Na ausência desse tipo de organização, exigiu que as vendas das ostras fossem feitas diretamente pelos pescadores. Esta situação resultava que as vendas diretas aos consumidores fossem limitadas, uma vez que os pescadores não ofereciam sistemas de venda em forma de cartões de crédito ou débito, favorecendo, assim, o fortalecimento dos atravessadores atacadistas, reduzindo o lucro dos produtores.

Mesmo para os produtores mais distantes, o dinheiro em sua forma física vem perdendo espaço para os cartões de crédito, débito e por pagamentos feitos via aparelhos eletrônicos. Ainda segundo Costa *et al.* (2018) para o litoral do Paraná, os comerciantes de ostras também devem considerar outras formas de recebimento pelo pescado, não somente o dinheiro em espécie, pois a comodidade oferecida pelo pagamento em dinheiro não físico é benéfica para ambas às partes, tanto para quem vende, quanto para quem compra que tem a agilidade e segurança. Porém a distância do continente e a dificuldade de obtenção sinal de linhas telefônicas ainda é um entrave a solução desta questão.

A impossibilidade da padronização do preço de venda dado a irregularidade do tamanho das ostras, constitui um grave problema segundo os entrevistados (100%), o que determina uma grande variação no preço pago por caixa, de R\$ 25,00 a até R\$ 75,00. A diferença no tamanho das ostras é o motivo para diferenciação dos preços.

Essa falta de padronização no momento da comercialização, segundo os

entrevistados, faz com que uma significativa parte dos produtores de ostras prefiram vender por um preço abaixo do valor que poderia ser obtido, como forma de garantir a venda de forma mais agilizada. Neste sentido, a organização coletiva poderia criar padrões para precificação da produção por tamanho das ostras, além de promover outras ações, como aquisições de equipamentos de produção, transporte de produto pronto para a venda de forma compartilhada, reduzindo assim os custos de produção e elevando a margem de lucro de forma coletiva.

Assim, urge que seja estabelecido um canal de diálogo entre essas comunidades residentes no norte do litoral do Paraná, em especial dos produtores de ostras das ilhas junto aos atores governamentais que representam as instituições públicas. O diálogo visando o desenvolvimento rural se faz essencial, dado que o poder público pode buscar a solução dos problemas mais facilmente se as comunidades estiverem mais bem organizadas e com maior representatividade.

O cultivo de ostras nas ilhas no norte do litoral do Paraná, em contexto geral, pode se consolidar como relevante alternativa na contenção do empobrecimento das comunidades de pescadores artesanais, que possuem poucas alternativas de renda. A atividade promove de forma positiva a ocupação da força de trabalho da mulher e dos jovens melhorando a sua contribuição na formação de renda na economia local. Essa valorização também pode proporcionar a fixação das novas gerações às suas comunidades o êxodo para os grandes centros.

A consolidação da ostreicultura deverá ocorrer a partir de processos de desenvolvimento sustentável que repensem os cultivos como alternativa de desenvolvimento, mas que respeitem a cultura local, bem como a dinâmica de regeneração das espécies de ostras.

3.3 Cambira

A cambira pode ser definida como uma forma de secagem, salga e defumação realizada a partir do uso de várias espécies de peixes capturados na costa marítima paranaense. A prática é de origem açoriana e Sopelsa (2019) descreve que em algumas regiões, o pescado transformado dessa forma é a principal forma de conservação do alimento para as famílias de pescadores, além de gerar renda com sua comercialização.

O nome cambira, segundo Silva e Gonçalves (2015), advém do hábito antigo de se pendurar o peixe depois da salga para secar ao sol. Era utilizado um varal feito de um tipo de cipó denominado cambira (*Arrabidea sp*). Com o passar do tempo, os consumidores começaram a se referir a esse nome para comprar o peixe pendurado no cipó.

Nas últimas décadas o litoral do Paraná tem apresentado uma forte redução na produção de cambira. O trabalhoso processo tem sido evitado pelas novas gerações de pescadores. De fato, a média de idade dos pescadores que realizam essa atividade era de 62 anos, muito acima da média dos pescadores (MENDONÇA et. al., 2017). Na sua maioria (80%) os praticantes da cambira possuíam o grau de escolaridade do ensino fundamental incompleto. Destaca-se que apesar da idade, alguns entrevistados (60%) ainda praticavam a pesca artesanal. Nos demais casos a pesca era praticada por outros membros da família, como filhos e netos.

Os pescados na fabricação da cambira foram indicados pelo nome popular e as espécies confrontados com a literatura (Chaves; CORRÊA, 1998; PINA; Chaves, 2005; Schwarz JR et al. 2006). Os peixes mais utilizados eram a tainha (*Mugil liza* Valenciennes 1836), bagre (*Cathorops spixii* (Agassiz 1829)), anchova (*Haemulopsis corvinaeformis* (Steindachner 1868)), cavala (*Scomberomorus sp* Lacepède 1801) e parati (*Mugil curema* Valenciennes 1836), além de elasmobrânquios, denominados como cações.

O tempo médio de dedicação à atividade de produção da cambira entre os entrevistados era de 30 anos, exceto no município de Pontal do Paraná, onde os produtores estão há mais tempo em atividade, sendo 48 e 55 anos. A totalidade dos entrevistados relataram que os conhecimentos de como produzir a cambira foram obtidos com seus antepassados, pais, avós e bisavós. Uma menor parte dos entrevistados (n=60%) relatou que atualmente são seus filhos ou netos que dominam o processo total da produção da cambira.

A produção da cambira é relativamente simples, e se baseia em técnicas rudimentares em que o peixe é tratado retirando as vísceras, salgado entre 22% até 35% do seu peso, colocado para secar em um varal feito em cipó e exposto ao sol e ao vento.

A produção da cambira observada no litoral do Paraná ocorre de duas formas: no extremo norte do litoral, a cambira é também chamada de bacalhau paranaense porque nessa região ocorre em maior escala o processo de salga e secagem. Já na região do extremo sul, além da salga e secagem, o peixe passa também por um processo similar a defumação, em ambos os casos o frescor do peixe é condição relevante para que a cambira tenha boa qualidade e cheiro atrativo.

O preparo do prato a base da cambira é feito da mesma forma desde o início do século: com a retirada do excesso de sal do peixe, é posteriormente cozido em panela de ferro com temperos e servido com banana nativa da região. Agrada o paladar de moradores e turistas.

No que tange a redução do comércio de cambira, os entrevistados relataram que o comércio de cambira diminuiu nas últimas décadas e associam a diminuição do pescado à redução da procura. Assim, é essencial que seja avaliado o cenário da atividade para que se conheça as limitações, as implicações ao desenvolvimento comercial e se as oportunidades apresentadas podem prospectar a atividade no futuro (SOPELSA, 2019) (Tabela 4).

Implicações (Ameaças)		IR	Oportunidades (fortalezas)		IR
1	Diminuição da renda das famílias	30,32	1	Alternativa de renda familiar	23,89
2	Dificuldade de acesso às feiras para comércio direto com o consumidor	18,44	2	Durabilidade da cambira	16,63
3	Falta de incentivo do poder público em divulgar a cambira nos eventos regionais	14,21	3	Prato típico do litoral do Paraná, muito saboroso	11,88
4	Baixa procura pelos turistas	11,92	4	Aproveitamento da produção do inverno para comércio no verão	10,91
5	Diminuição da quantidade de peixes favorece venda in natura	9,04	5	Grandes eventos na região como festa do divino em Guaratuba, Festa do Rocio em Paranaguá, e festa feira em Morretes.	10,91
6	Baixo preço fora da temporada de veraneio	5,53	6	Rede gastronômica no litoral do Paraná	8,74
7	Desconhecimento da cambira pela população local (tradição está se perdendo)	4,48	7	Elevado número de feiras do produtor que ocorrem semanalmente na região, que pode ser espaço de comercialização	5,65
8	Produtos substitutos mais conhecidos como o bacalhau	2,02	8	Aumento nas vendas devido à temporada de veraneio	4,89
9	Dificuldade de obtenção de lenha	2,02	9	Aproveitamento da mão de obra familiar	3,94
10	Associação de pesca (colônia de pescadores) não incentiva	2,02	10	Alimento histórico cultural fabricado da mesma forma a séculos	2,56

Tabela 4. Implicações e potencialidades da produção artesanal e comércio na percepção dos produtores de cambira no litoral do Paraná. IR= índice de relevância (em%).

A análise do cenário revela que, apesar do conjunto das oportunidades serem classificados como relevantes pelos produtores e comerciantes de cambira, o conjunto das implicações atuam de forma limitadora ao desenvolvimento da atividade. A cambira foi apontada como solução às limitações de conservação de pescados, especialmente nas localizações mais remotas na região, porém, atualmente, com as novas configurações dessa atividade econômica, o cenário obtido aponta que a diminuição da captura do pescado na região, faz com que a produção de peixes atenda a demanda de consumo *in natura* sem a necessidade de transformação.

Neste contexto, quando uma atividade apresenta essa tendência de declínio, urge que novas proposições sejam consideradas como forma de maximizar a renda dessas famílias, evitando o êxodo da atividade. Assim, a produção e comércio da cambira poderia ter um direcionamento comercial voltado para a cultura caiçara, onde as tradições seculares sejam valorizadas, especialmente no período de veraneio. O comércio pode se beneficiar desse turismo cultural, porém, para tal, é necessário atitude empreendedora dos envolvidos com a produção e comércio do produto.

A ampliação de locais de comercialização do produto em feiras e eventos regionais, a criação de um selo de identidade regional e a divulgação da história e tradição da cambira são exemplos de ações simples que poderiam gerar resultados rápidos no resgate dessa tradição. Por outro lado, essas ações devem ser executadas pela própria comunidade.

A partir disso, a manutenção das comunidades pesqueiras perpassa por envolvê-las nos processos de gestão da capacitação, ainda que nem todas as comunidades tenham condições de criar suas próprias regras.

No que diz respeito às comunidades pesqueiras associadas à produção e comércio da cambira, devido o longo período dedicado à atividade, às questões culturais e ao cenário que se apresenta, novas concepções e abordagens no desenvolvimento devem ser consideradas nos processos de gestão da atividade, no estímulo ao empreendedorismo e na organização da coletividade.

A interlocução entre os atores é condição essencial na construção de novas abordagens que visem o desenvolvimento regional de forma sustentável, dado que pode apontar as necessidades dos reajustamentos, correções de logísticas e mudanças tecnológicas. Ações que possam gerar aos pescadores informações privilegiadas sobre os desejos dos consumidores, autonomia no processo produtivo e redução da dependência das outras esferas comerciais, resultando, por fim, no fortalecimento das famílias e na permanência delas em seu meio de origem.

3.4 Pesca de siri com gaiolas

Os siris são caranguejos da família Portunidae com relevante importância ecológica e econômica na região do litoral do Paraná. Os siris que são pescados nos estuários paranaenses estão representados por um único gênero *Callinectes*, sendo que duas espécies são mais capturadas, *C. sapidus* (siri guaçú) e *C. danae* (siri mirim).

Nas porções estuarinas do litoral paranaense, a pesca artesanal dos siris é mais representativa em Antonina, Guarapeçaba e na baía de Paranaguá, onde tradicionalmente, eram capturados com puçás ou redes de espera. Porém na baía de Paranaguá, se disseminou uma inovação tecnológica que foi a adaptação de gaiolas usadas na pesca do peixe baiacu para a captura de siris. Os primeiros registros da pesca do siri no litoral paranaense com a utilização de gaiola tiveram início na Ilha do Tibicanga e posteriormente este método de pesca se disseminou para as demais Ilhas localizadas no município de Paranaguá, sendo que atualmente o principal local de sua realização é a localidade da Vila de São Miguel.

A carne do siri apresenta elevada demanda junto aos consumidores, especialmente turistas de veraneio que frequentam o litoral do Paraná. Esse segmento representa fonte de sobrevivência a 175 famílias (Quadro 1) (ANACLETO, 2018), em comunidades socialmente vulneráveis e, embora a atividade possa ser considerada como alternativa de melhoria de renda, apresenta limitações no que se refere à sustentabilidade e capacidade de promover o sustento das famílias.

Município	Número de famílias
Antonina	51
Paranaguá	104
Pontal do Paraná	4
Guaratuba	4
Guaraqueçaba	12

Quadro 1 – Famílias envolvidas na pesca de siri com gaiolas no litoral do Paraná.

Fonte: ANACLETO (2018)

As gaiolas para pesca de siri são construídas na maioria das vezes utilizando materiais recicláveis. A base é constituída de círculos metálicos em alumínio quase sempre com a reciclagem de “rodado de bicicleta” descartado, sendo também utilizados rede de pesca, arame de cobre, alumínio ou aço. Tradicionalmente apresentam dimensões de 12,5 cm de altura, e 48 cm de diâmetro sendo confeccionadas pelos próprios pescadores, que gastam um tempo médio de três horas por unidade.

O custo total para a confecção de uma unidade gira em torno de R\$ 15,00 (quinze reais) com capacidade de captura de aproximadamente 50 indivíduos. A vida útil é de 3 anos, em média.

As principais vantagens das armadilhas adotadas segundo os pescadores entrevistados é que após o crustáceo adentrar na “armadilha”, não há possibilidade de escape. Outra vantagem é que o siri permanece vivo na gaiola até a despensa. Indivíduos jovens também podem sair pela malha da rede utilizada, o que permite a captura de indivíduos adultos.

A distribuição das gaiolas para captura do siri geralmente ocorre em locais distantes entre 4 a 6 km das residências dos pescadores. A maioria das embarcações utilizadas pelos pescadores é movida a força braçal a remo (45%), sendo que outra parte dos entrevistados declarou que utilizar embarcações movidas à força motriz (20%) Muitos informaram utilizar o motor para deslocamento e o remo para a retirada das gaiolas da água (35%).

Na maioria dos casos (87%) a pesca ocorria diariamente, ou entre duas a três vezes por semana (23%), dependendo das condições de tempo. Os siris eram pescados o ano todo, porém com maior incidência entre novembro a março, devido à procura dos consumidores no período de veraneio.

O siri era geralmente processado em locais simples em edículas próximas às residências e nessa fase eram responsabilidade das mulheres e filhos dos pescadores. Esses locais, na maioria das vezes, eram de cimento bruto, sem o revestimento de cerâmicas ou azulejos, e nenhum dos locais visitados possuía autorização do sistema de vigilância sanitária dos seus respectivos municípios para beneficiamento da produção.

O processo de beneficiamento inicia com a lavagem dos crustáceos, que posteriormente eram levados ao cozimento por cerca de 30 minutos. Após essa fase, com o auxílio de colheres e facas, ocorre o descarne do siri, quando ocorre a separação das carapaças e retirada da carne.

A renda média mensal aproximada obtida era de R\$ 920,00 e envolvia entre três e quatro pessoas da família. O rendimento médio para a obtenção de um quilo de carne de siri variava de 35 a 45 crustáceos que, ao final do dia, gerava em rendimento média 6 kg de carne por pessoa que trabalhava no processamento. A carne do siri era então acondicionada em embalagens plásticas de 500 gramas ou 1000 gramas e levada à refrigeração ou congelamento.

O processo de beneficiamento incluía também a limpeza das carapaças dos crustáceos para secagem, dado que uma das iguarias de siri mais comercializadas é a casquinha de siri, preparada com a carne misturada com outros temperos e condimentos, depois frita ou assada dentro da carapaça.

O preço de venda da carne de siri pelos produtores era em média de R\$ 10,00/

kg no atacado e de R\$ 16,00 no varejo. A venda direta ao consumidor ocorria mais pelos pescadores residentes na costa ou próximos desta, e representava 20% do volume da comercialização.

A carne de siri pescado com gaiolas quando avaliado em teste cego junto a 80 consumidores (Tabela 5), recebeu as melhores notas quando comparado com as outras amostras analisadas, o sabor da carne de siri é tido como um dos principais fatores responsáveis ao consumo.

Local da amostra	Média	Desvio Padrão	Variância
Carne de siri pescado com gaiolas Paranaguá (Vila São Miguel)	8,25 ^a	1,33	1,77
Carne de siri capturada com redes na Baía de Paranaguá	7,95 ^{ab}	1,87	3,51
Carne de siri de arrasto de camarão Guaratuba	8,01 ^a	1,48	2,14
Carne de siri de arrasto de canoa Matinhos	7,65 ^b	1,05	1,20

Tabela 5- Avaliação do sabor das amostras de carne de siri no litoral do Paraná (n=80). Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Tukey $p<0,05$).

A pesca de siri com gaiolas tem um perfil diferente da captura do crustáceo oriunda do “arrasto” de camarão que, por sua vez, não é seletiva ocorrendo a captura de animais de todos os tamanhos e gêneros. A, pesca com gaiolas é mais seletiva, pois permite que fêmeas, outras espécies e indivíduos jovens sejam capturados vivos e descartados no mar.

A qualidade da carne obtida, atrelada ao baixo custo de captura, a melhor eficiência das gaiolas em relação ao puçá e a elevada demanda do produto, tem provocado um crescimento gradativo na quantidade de pessoas praticando a pesca do siri, inclusive pessoas de áreas urbanas próximo ao mar (ANACLETO *et al.*, 2015).

A cadeia produtiva da carne de siri com gaiola se mostra assimétrica, dado que o maior preço pago pelo consumidor está no segmento varejista associada à gastronomia, onde é obtido os melhores índices de lucratividade. Em ao total gerado na cadeia produtiva, o pescador fica com a mínima parte, recebendo o equivalente a 2,7% dos lucros líquidos obtidos em toda cadeia produtiva (Quadro 2).

Classe	Pescador	Varejo Peixarias	Varejo Rede gastronômica	Atacadistas
Custo médio do produto por segmento (R\$)	5,20	14,00	14,00	10,00
Preço médio de venda pelo segmento (R\$)	12,00	40,00	180,00	40,00
Margem de lucro obtida com a venda por segmento (R\$)	6,80	26,00	166,00	30,00
Distribuição do índice de lucratividade na totalidade da cadeia produtiva (%)	2,97%	11,36%	72,56%	13,11%

Quadro 2 – Distribuição do índice de lucratividade (%) entre os segmentos comerciais da cadeia produtiva do siri pescado com gaiolas no litoral do Paraná

Fonte: ANACLETO (2018)

As comunidades que vivem do extrativismo localizadas no litoral do Paraná, em via de regra, têm acesso precário ao mercado devido a falta de estruturas comerciais, ao insuficiente capital humano e produtivo, as instituições fracas e, geralmente, o fraco poder de barganha junto aos outros atores sociais da cadeia produtiva. Assim, as famílias que em sua maioria são socialmente vulneráveis, têm dificuldade de acessar os programas de financiamento por ausência de técnicos que apresentem projetos de viabilidade, de falta de avalistas e de garantias de pagamento da dívida. Cria-se um ciclo de dificuldades em que as comunidades produtoras empobrecidas não conseguem acessar os recursos de fomento para a melhoria na produção, e, por isso continuam empobrecidas.

O desenvolvimento de uma cadeia produtiva exige a interlocução entre os vários atores. O diálogo é premissa para que resulte em ações cuidadosamente articuladas de forma colaborativa, caso contrário, o elo mais frágil tende a abandonar a atividade produtiva. Entretanto, nem sempre as pessoas envolvidas no segmento de produção, especialmente as famílias socialmente vulneráveis, conseguem se auto-organizar para obter melhores preços e atingir mercados mais especializados sem a ajuda externa, bem como nem sempre têm a consciência de suas limitações tecnológicas no que tange à qualidade da produção.

Nesse contexto, as instituições públicas têm uma grande responsabilidade para romper com a racionalidade posta, propondo, por meio da dialética, caminhos alternativos e que sejam construídos coletivamente, reduzindo as tensões existentes na relação dos pescadores nas comunidades com os atores externos.

4 | CONCLUSÕES

O panorama identificado nas diversas atividades aqui relatadas confirma que apesar da pesca se apresentar com grande potencial em promover melhoria de condições de vida das comunidades costeiras e insulares, a transformação das potencialidades em realidade é ainda um grande desafio. A transformação desse panorama requer convergência de esforços dos distintos atores envolvidos e muitas vezes os interesses são conflitantes, como o caso dos pescadores e atravessadores.

No que tange a transformação do panorama apresentado, duas questões são similares em todos os casos estudados e necessitam de cuidadoso olhar. A primeira questão é a dificuldade de acesso dos pescadores às agências de fomento para melhoria da produção ou da capacidade de comercialização nos variados aspectos, e a segunda é a baixa capacidade de organização coletiva que enfraquece o tecido social e impede a organização em busca de negociações com os distintos atores da cadeia de produção da pesca.

A limitação no acesso às agências de fomento é derivada da falta de regularização da maioria dos cultivos e dos bens de transformação da produção na indústria artesanal. Os processos burocráticos são longos e caros para um pequeno pescador, a falta de legalização e título de posse das propriedades onde residem, a obrigatoriedade da adoção de certificação sanitária, a ausência de legislação que regulamente os cultivos. Também a falta de garantia de aval de investimentos e em especial a falta de linha de crédito específica que considere as necessidades dos pescadores, bem como suas tradições, são fatores

limitantes do fortalecimento das atividades e da mudança de cenário.

Assim é possível afirmar que a cadeia produtiva da pesca no litoral do Paraná aqui apresentada pode ser classificada como acanhada e desordenada. Apesar da existência de associação de classes por meio das colônias de pescadores e associações de bairros, aparentemente nos aspectos relacionados ao extrativismo, produção e comércio de pescados não conseguem atender as demandas dos pescadores. Destacar a organização do tecido social para ações coletivas, pode representar a principal alternativa na redução das assimetrias comerciais, equilibrando os níveis de lucratividade entre os vários atores da cadeia produtiva da pesca.

A mudança desse panorama passa pela capacidade de investimento por parte dos pescadores, e pela capacidade do Estado em suas diversas esferas de dar o apoio necessário, pois tradicionalmente falta organização e capitalização aos pescadores, que necessitam de auxílio técnico e financeiro.

As comunidades pesqueiras localizadas no litoral do Paraná, aqui inventariadas, têm precário acesso ao mercado devido a falta de estruturas comerciais, insuficiente mão de obra, insuficiente capital produtivo, instituições de defesa de classe fracas e, geralmente, possuem fraco poder de barganha com outros atores da cadeia produtiva.

As famílias, que em sua maioria são socialmente vulneráveis, têm dificuldade em acessar os programas de financiamento ou de fomento a juros subsidiados também por falta de técnicos que apresentem projetos de viabilidade, falta de avalistas e garantias de pagamento da dívida. Cria-se então um ciclo de dificuldades em que as comunidades de pescadores empobrecidas e não conseguem acessar os recursos de fomento para a melhoria na produção, e, por não os acessar para a melhoria da produção, continuam empobrecidas.

Apesar de uma mudança de cenário aparentemente distante, é possível considerar que a somatória de esforços pode sim resultar em medidas de melhoria dos segmentos e, por consequência, da cadeia produtiva. Neste contexto, é pertinente considerar que o diálogo entre a ciência, o poder público e as comunidades pesqueiras, pode fortalecer e as ações coletivas na busca pelas formulações de políticas públicas específicas para a pesca nos diferentes níveis do poder público.

Finalmente, a possível alteração e auxílio externo na cadeia produtiva da pesca deve trazer consigo também o investimento na valorização dos recursos humanos, o respeito à cultura, as tradições e especificidades regionais, dado que ações que desconsidere esses fatores fatalmente culminaria em investimentos fadados ao insucesso.

REFERÊNCIAS

ANACLETO, A. *Cadeia produtiva da pesca de siri com gaiolas no litoral paranaense: características, implicações sociais, ecológicas e perspectivas econômicas*. In: SULZBACH, M.; ARCHANJO, T.; RESENDE, D.; QUADROS, J. (Org.). Litoral do Paraná: Território e Perspectivas, Volume III: Dimensões de desenvolvimento. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2018. p. 178-207.

ANACLETO, A.; BAPTISTA-METRI, C.; GONÇALVES, T. P.; CALADO, A. M. S.; PONTES, M.; NEVES, P. R. D. *Extrativismo do siri com gaiolas no litoral paranaense: implicações socioeconômicas*. Revista SODEBRAS, v. 10, p. 9-14, 2015.

ANACLETO, A.; COSTA, A. M.; LOURENCO, A. C. P.; PINHEIRO, D. C. **Ostreiculture in the Extreme Northern Islands of Paraná Coast.** International Journal of Development Research, v. 8, p. 19156-19159, 2018.

ANDRIGUETTO FILHO, J. M. **A mudança técnica e o processo de diferenciação dos sistemas de produção pesquisa do litoral do Paraná, Brasil.** Desenvolvimento e Meio ambiente, n. 8, p. 43-58, 2003.

ANDRIGUETTO FILHO, J.M.; Chaves, P.Y.C.; Santos, C.; LIBERATI, S.A. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Paraná. In: ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO FILHO, J. M. **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: Recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais.** Belém: Universidade Federal do Pará, 2006. p. 117-140.

Chaves, P.T.C.; CORRÊA, M. F. M. **Composição ictiofaunística da área de manguezal da baía de Guaratuba, Paraná, Brasil.** Revista brasileira de Zoologia, v. 15, n. 1, p. 195-202, 1998.

ELIAS, A. **Brasil e Mundo: Destaques da Aqüicultura e Pesca.** Brasília: Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca-SEAP/PR, 2006. 392p.

FAO - Food and Agriculture Organization. **The state of world fisheries and aquaculture.** Roma: FAO. 2010. 197p.

FRANÇA, M. N.; ASSUNÇÃO G., K.; JUNIOR, M. P. M.; SURIAN, V. V. **The traditional fishing in Paraná coast-Brazil, implications, potentialities and socioeconomics aspects.** International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 6, n. 1, p.1-6, 2019.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. **The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay.** In: Seeliger, U.; Kjerfve, B. *Coastal Marine Ecosystems of Latin America.* Berlin: Springer Verlag, v. 144, 2001, p. 132-145.

MENDONÇA, J. T.; LUCENA, A. C. M.; MUEHLMANN, L. D.; MEDEIROS, R. P. **Socioeconomia da pesca no litoral do estado do Paraná (Brasil) no período de 2005 a 2015.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 41, p. 140-157, 2017.

MINISTÉRIO DA PESCA DO BRASIL. **Pesca e Aquicultura.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/06/pais-possui-mais-de-um-milhão-de-pescadores-ativos>. Acesso em: 20 mar. 2020.

MORENO, L. T; CARAVALHAL, M. D. **Trabalhadores do mar: uma discussão sobre as transformações do trabalho do pescador artesanal de Ubatuba/SP.** Revista Pegada, v. 14, n. 1, p. 139-163, 2013.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. **Extrativismo de bromélias no Estado do Paraná.** Ciência Rural, v. 42, n. 6, p. 981-986, 2012.

PINA, J. V.; Chaves, P. T. C. **A pesca de tainha e parati na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil.** Acta Biológica Paranaense, Curitiba, v. 34, n. 1, 2, 3, 4, p. 103-113, 2005.

RODRIGUES, J. A; GIUDICE, D. S. **A pesca marítima artesanal como principal atividade socioeconômica: o caso de Conceição de Vera Cruz, BA.** Cadernos do Logepa, v. 6, n. 2, p. 115-139, 2011.

Schwarz JR, R.; Franco, A. C. N. P.; SPACH, H. L; SARPEDONTI, V.; PICHLER, H. A; NOGUEIRA DE QUEIROZ, G. M. L. **Composição e estrutura da ictiofauna demersal na baía dos Pinheiros,**

Paraná. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, 10(1): 27-39, 2006.

SILVA G. H.; GONÇALVES, M. C. **Otimização Turística do Sambaqui do Guaraguá, Pontal do Paraná.** Anais do IX Fórum Internacional de Turismo do Iguaçu. Foz do Iguaçu, 2015.

SIMON, M.; SILVA, F. C. **Custo de produção da ostra nativa no município de Guaratuba-PR.** Florianópolis: Fixarte, 2006. 20 p.

SOPELSA, A. **Production and trade of cambira fish in Brazil.** Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 13, p. 11-18, 2019.

CAPÍTULO 16

ESTRUTURAÇÃO DE UM SISTEMA DE ATENDIMENTO À FAUNA ÓLEADA NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Paulo Rogerio Mangini

Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação - Tríade. Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3007985003165083>

Danyelle Stringari

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR.
Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares – PALI. Paranaguá - Paraná

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6235127981805861>

Thali Sampao

Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação - Tríade. Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5692535643809067>

Letícia Koproski

Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação - Tríade. Curitiba - Paraná
Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3556372314320095>

Euclides Selvino Grando Júnior

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4311640503243798>

RESUMO: O caso da explosão do navio chileno Vicuña, ocorrida em 2004 no Complexo Estuarino

de Paranaguá, no estado do Paraná, comprovou a necessidade do estabelecimento de uma estrutura adequada e de prontidão para minimizar os impactos decorrentes de potenciais novos desastres, que possam afetar a sobrevivência da biota local. Buscando garantir o atendimento da fauna em casos de desastres com derramamento de petróleo e seus derivados, este capítulo aborda a estruturação de um sistema de atendimento e de nomenclatura, baseado na ferramenta de gerenciamento padronizado - Sistema de Comando de Incidentes (SCI). Para a execução das atividades essenciais e de todas as etapas para compor o sistema de atendimento à fauna, foram definidas quatro equipes distintas: (1) Equipe de Resgate e Transporte, (2) Equipe de Triagem, (3) Equipe de Reabilitação e (4) Equipe de Nutrição e Ambientação. A gestão das equipes de resposta foi definida considerando o estabelecimento de uma cadeia de comando composta por três coordenações principais: Coordenação Geral de Fauna, Coordenação de Busca e Resgate e Coordenação de Atendimento Veterinário. Em relação à padronização da nomenclatura das instalações para o atendimento, uma das principais características propostas para a Unidade de Despetrolização da Fauna, foi a distinção entre duas áreas de atuação - Área Suja (AS) e Área Limpa (AL) - referindo-se estas ao pré e pós lavagem, que são etapas cruciais no processo de reabilitação dos animais oleados. Desta forma, espera-se que a aplicação do SCI para o modelo proposto no CEP, seja um marco organizador gerencial nas atividades de resgate de fauna, atendendo de maneira eficaz às necessidades do atendimento à fauna oleada.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações de atendimento da fauna, Resgate de fauna, Despetrolização de fauna, Derramamento de óleo, Sistema de

Comando de Incidentes.

STRUCTURING OF AN OILED WILDLIFE RESPONSE SYSTEM IN THE PARANAGUÁ ESTUARINE COMPLEX

ABSTRACT: The explosion of the chilean MT Vicuña vessel, occurred in 2004, in the Paranaguá Estuarine Complex, South Brazil, has proven the requirement for a proper preparedness structure to minimize the impacts arised from potencial new disasters that can affect the local biota survival. Aiming to guarantee suitable fauna rescue in cases of oil spill disasters, it is addressed in this chapter the structuring of an oiled wildlife response system, presenting the fauna response's Chain of Command and setting the installation's identification where the impacted wildlife will be treated and managed, both delineated through the principles of the Incident Command System Principles (ICS). In order to carry out the essential activities and all the steps to compose the fauna assistance, four different teams were settled: (1) Rescue and Transport Team, (2) Triage Team, (3) Rehabilitation Team and (4) Nutrition and Maintenance Team. The Chain of Command considered three major coordinations to manage the team's procedures: General Fauna Coordination, Search and Rescue Coordination and Veterinary Care Coordination. One of the key characteristics of the Oiled Wildlife Care Unit is that the structure should have a distinction between operation areas: Dirty Area and Clean Area - referring to pre- and post-washing, crucial stage in the rehabilitation process of the oiled animals. Thus, it is expected that the ICS application for the proposed model in the CEP, will be an organizing framework in fauna rescue activities, effectively meeting the needs of oiled fauna response.

KEYWORDS: Oiled wildlife facilities, Wildlife rescue, Wildlife Cleaning, Oil spill, Incident Command System.

1 | INTRODUÇÃO

As comunidades em toda a nação experimentam um conjunto diversificado de ameaças, perigos e eventos. O tamanho, a frequência, a complexidade e o escopo desses incidentes variam, mas todos envolvem uma série de pessoas e organizações para coordenar esforços para salvar vidas, estabilizar o incidente e proteger a propriedade e o meio ambiente. Todos os dias, jurisdições e organizações trabalham juntas para compartilhar recursos, integrar táticas e agir em colaboração. Independentemente de essas organizações estarem próximas ou se apoiarem mutuamente, o sucesso delas depende de uma abordagem comum e interoperável, possibilitando o compartilhamento de recursos, a coordenação, o gerenciamento de incidentes e a comunicação das informações.

O Brasil dispõe de um conjunto de dispositivos legais relacionados à poluição em águas de jurisdição nacional, bem como destinados à elaboração de planos de preparação e resposta a desastres que possam afetar o meio ambiente, particularmente aqueles decorrentes de atividades marítimas e portuárias. Alguns dispositivos valem ser citados historicamente, como por exemplo, o Decreto Federal nº 3.334 de 05 de julho de 1899, que aprovou o regulamento para as Capitanias dos Portos, sendo a norma mais antiga a qual temos conhecimento, sobre poluição marinha.

Outro relevante dispositivo legal que vigorou até os anos 2000, foi a Lei Federal nº 5.357/1967, a qual estabelecia penalidades para embarcações e terminais, marítimos ou

fluviais, de qualquer natureza, estrangeiros ou nacionais, que lançassem detritos ou óleo nas águas brasileiras (BRASIL, 1967). Embora não abrangesse demais fontes de poluição, nem tampouco estabelece quaisquer obrigações, normas ou procedimentos, limitando-se às penalidades a serem impostas aqueles que lançassem detritos ou óleo em águas brasileiras, esta lei vigorou por 33 anos até ser substituída pela Lei Federal nº 9.966/2000, conhecida como a “Lei do Óleo”.

Nesta lacuna temporal foram estabelecidas várias convenções internacionais. A Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL), adotada em 1973 pela Organização Marinha Internacional (IMO), constituiu um marco referencial para o tratamento de questões de responsabilidade compartilhada para a prevenção e tratamento de danos ao meio ambiente resultantes de vazamentos de petróleo bruto e perda de outras substâncias líquidas nocivas transportadas a granel por navios. Em resposta à acidentes com petroleiros nos anos de 1976-1977, em 1978 foi adotado um Protocolo visando a regulação da prevenção de poluição por óleo, o qual foi anexado ao documento da Convenção de 1973, passando a ser intitulado de MARPOL 73/78 (MARPOL 73/78, 1983). Sobrepujando-se ao MARPOL 73/78, na cidade de Londres, na data de 30 de novembro de 1990, emergiu a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo - um documento multilateral coordenado pela Organização Marinha Internacional denominado OPCR 90 (OPCR, 1990).

No Brasil, o Decreto nº 2.508, de 04 de março de 1998 (BRASIL, 1998), promulgou a MARPOL e reconheceu que despejos de óleo e outras substâncias nocivas, ocorridos deliberadamente, por acidente ou negligência, constituem uma séria fonte de poluição. Naquele mesmo ano, o Decreto nº 2.870 (BRASIL, 1998) promulgou a OPCR 90.

A Lei Federal nº 9.966, de 28 de abril de 2000 – “Lei do Óleo” - dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, surgindo a obrigatoriedade de se estabelecer um *“Plano Nacional de Contingência”*. Também Figuraram neste diploma legal importantes definições relacionadas à “Áreas Ecologicamente Sensíveis”, *“Plano de Contingência”* e *“Plano de Emergência”*, buscando inclusive tratar de casos em que os pressupostos da MARPOL 73/78 estão ausentes, aplicando-se em caráter complementar, incluindo embarcações, plataformas e instalações de apoio estrangeiras, cuja bandeira arvorada seja ou não de um país contratante da MARPOL 73/78, mas tão somente que estejam em águas sob jurisdição nacional.

A regulamentação da “Lei do Óleo”, que traz as especificações das sanções aplicáveis às infrações das regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição, causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, são objeto do Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002 (BRASIL, 2002), tendo em MARPOL 73/78 a base de um conjunto de definições e regras para a aplicação das sanções previstas. Contudo, não se faz alusão nesses instrumentos, até então, à questões ambientais específicas, tais como áreas ecologicamente sensíveis ou a sua fauna associada.

Já o Decreto nº 4.871, de 06 de novembro de 2003 (BRASIL, 2003), dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição

nacional. A partir deste dispositivo, foi reconhecida a necessidade da geração de mapas de sensibilidade ambiental para o derramamento de petróleo conforme as especificações e normas técnicas para elaboração de Cartas de Sensibilidade ao Óleo, denominadas como Cartas SAO.

Com o avanço específico da legislação para o tratamento da fauna atingida por derramamentos de óleo em âmbito nacional, ocorreu a edição da Resolução CONAMA nº 398, de 12 de junho de 2008 (CONAMA, 2008), tratando do conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual (PEI) para incidentes de poluição por óleo, indicando a necessidade do levantamento da fauna existente na região, bem como da fauna migratória, detalhando, ainda, as medidas a serem adotadas para o socorro e proteção dos indivíduos atingidos - o que denota claramente a necessidade de um caráter preventivo no planejamento das ações de resposta, tendo em vista que o levantamento da fauna existente em determinada região requer observação sazonal da fauna que a frequenta.

Por fim, o Decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013 (BRASIL, 2013), dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo ao instituir o *Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional – PNC*, alterando os Decretos nº 4.871/2003 e nº 4.136/2002. Consolidou-se assim, o marco legal vigente voltado aos procedimentos e ações e o conjunto de normas que demandam uma atuação coordenada de instituições, buscando ampliar a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo que possam afetar as águas sob jurisdição nacional, com o objetivo final de minimizar danos ambientais.

Um dos desdobramentos do PNC em 2013, foi o acordo de cooperação firmado entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP) para minimizar o impacto à fauna brasileira em casos de derramamento de óleo. Como resultados desta parceria, em 2016, foi disponibilizado pelo IBAMA o *Plano Nacional de Ação de Emergência para Fauna Impactada por Óleo (PAE-Fauna)* (IBAMA, 2016). O PAE-Fauna consiste em três documentos: 1) Manual de Boas Práticas; 2) Mapeamento Ambiental para Resposta à Emergência no Mar (Marem); e 3) Plano de Fauna Oleada do Ibama.

O Manual de Boas Práticas estabelece procedimentos para o manejo de fauna impactada por óleo e define as estruturas mínimas necessárias aos centros e instalações utilizados durante a resposta a um incidente. O Marem consiste em um banco de dados ambientais georreferenciado de todo o litoral brasileiro e ilhas costeiras para servir de suporte para o planejamento e gestão de uma operação de resposta a acidentes envolvendo derramamento de óleo no mar. E Plano de Fauna Oleada estabelece a organização e atuação do IBAMA em derramamentos de óleo, nos quais é importante a presença ativa do Governo Federal, visando melhorar a capacidade de resposta das empresas responsáveis e o fluxo de comunicação com as instâncias do PNC (IBAMA, 2016).

A partir destes marcos legais, o atendimento às questões emergenciais envolvendo a fauna passou a ser condicionante para o licenciamento de atividades portuárias no Brasil. Os quais devem demonstrar, entre outras ações, a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo, incluindo, conforme o caso, o resgate e transporte da fauna, por pessoal treinado, para centros de recuperação especializados. Para tanto, são requeridos

pela norma o estabelecimento de centros ou instalações estruturadas para resgate e salvamento da fauna atingida por incidente de poluição por óleo.

O caso emblemático da explosão do navio chileno Vicuña, ocorrida em 2004 no Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), comprovou a necessidade de se estabelecer uma estrutura adequada e de prontidão, capaz de minimizar impactos decorrentes de potenciais novos desastres que possam afetar a biota local - uma das mais ricas e profusas do mundo. O incidente causou a liberação de mais de quatro mil toneladas de metanol nas águas da Baía de Paranaguá, causando efeitos imediatos e severos ao meio ambiente, e ocasionou o vazamento dos tanques de óleo no navio (óleo bunker, diesel e óleos lubrificantes), liberando mais de 290 mil litros sobre os diversos ambientes do CEP e da faixa costeira do litoral paranaense. Foram atingidas pelo derrame de óleo uma extensão total de costa de 170 quilômetros, abarcando praias arenosas (88 km), manguezais e marismas (68 km) e costões rochosos (14 km), o que equivale a 15% da costa da região do CEP (IBAMA, 2005).

Durante o incidente, foram resgatados animais de diversas espécies, incluindo tartarugas marinhas, aves, peixes, crustáceos, mamíferos marinhos, entre outros. No total, ingressaram no hospital veterinário, montado especificamente para o evento, 134 animais, sendo 115 mortos e 19 vivos. Destes últimos, nove animais morreram durante o tratamento. Dos 10 que foram recuperados, alguns foram devolvidos ao ambiente natural e outros foram encaminhados para o Centro de Triagem de Animais Silvestres – CETAS, localizado em Tijucas do Sul/PR (IBAMA, 2005). Dentre as espécies de fauna atingidas, destacam-se as tartarugas marinhas, sendo encontrados mortos 32 indivíduos das espécies: tartaruga-verde *Chelonia mydas* (29), tartaruga-de-pente *Eretmochelys imbricata* (01) e tartaruga-cabeçuda *Caretta caretta* (02), as quais pertencem à Lista Oficial da Fauna Ameaçada de Extinção e ao Anexo I da CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna*), bem como quatro indivíduos vivos de *Chelonia mydas*, com sinais de contaminação por óleo. Os dois outros grupos animais severamente atingidos foram: a) os crustáceos, em especial o caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), espécie de interesse comercial, habitante dos manguezais da região, e as cracas, que ocorrem nos costões rochosos e sobre raízes de mangues; b) os moluscos, em especial as ostras, que ocorrem nos costões e sobre as raízes de mangues, mexilhões, habitantes dos costões, bacucus e berbigões, que vivem em baixios e manguezais. Em relação à avifauna, houve impacto imediato, sendo encontrados 22 indivíduos mortos e 13 vivos, com evidências de contaminação, de diversas espécies de aves marinhas (IBAMA, 2005).

Em consequência da contaminação decorrente do derramamento de óleo a pesca foi proibida, trazendo prejuízos diretos para a atividade pesqueira, de expressivo valor socioeconômico na região, e, consequentemente, para as comunidades de pescadores. Cerca de um mês após o acidente foi realizada uma avaliação do impacto da contaminação sobre populações de ostras, cracas e caranguejos em diversos pontos da área atingida e foi observada a mortalidade expressiva em, praticamente, todas as áreas vistoriadas, chegando a 100% em algumas regiões (IBAMA, 2005).

Outro dado relevante apontado no Laudo Técnico do IBAMA (2005), foi a indicação de que os Planos de Emergência do Porto Organizado de Paranaguá e das empresas que nele operavam não se mostraram adequados ao atendimento de emergências desse porte.

E as ações de contenção do óleo derramado tinham sido insuficientes e não conseguiram evitar a gravidade dos danos sobre a biota e as áreas afetadas.

A desarticulação e a falta de treinamento especializado revelaram a necessidade de aprimoramento dos atores locais no gerenciamento de desastres ambientais com produtos derivados de petróleo. Assim, ao considerar a importância estratégica dos terminais portuários de Paranaguá e Antonina, no estado do Paraná, bem como a grande relevância ambiental da área abrangida por suas atividades, ressalta-se a importância de se estabelecer um sistema de atendimento à fauna oleada, atendendo não apenas ao marco legal vigente, mas que seja, também, um sistema de resposta de referência para melhores práticas em resgate e tratamento da fauna atingida por esse tipo de desastre.

Isto posto, buscando responder à necessidade de garantir o atendimento à fauna nativa em casos de desastres, assim como aos marcos legais que marcaram o licenciamento das atividades portuárias na área do CEP, em julho de 2013, foi estabelecida uma parceria entre a Administração de Portos de Paranaguá e Antonina – APPA, a Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual do Paraná – FUNESPAR, com o apoio do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR. Neste convênio técnico, científico e operacional foi desenvolvido o projeto intitulado *“Estruturação, Implementação e Gerenciamento de uma Base Especializada no Resgate e na Despetrolização da Fauna em Caso de Acidentes Ambientais na Área do CEP”*, o qual teve como principais objetivos a estruturação de um *“Sistema de Atendimento à Fauna Oleada no CEP”*, buscando garantir a eficácia e excelência da resposta no atendimento da fauna.

O planejamento para o atendimento à fauna foi baseado na ferramenta de gerenciamento padronizado - Sistema de Comando de Incidentes (SCI) – que adota medidas organizacionais integradas para suprir as necessidades dos desastres (FEMA, 2008; 2017; 2019). O SCI fornece uma abordagem sistemática e proativa para orientar departamentos e agências em todos os níveis do governo, organizações não-governamentais e o setor privado para trabalhar sem interrupções para prevenir, proteger, responder, recuperar e mitigar os riscos e os efeitos dos incidentes, independentemente de causa, tamanho, localização ou complexidade, a fim de reduzir a perda de vidas, propriedades e danos ao meio ambiente.

O resultado deste planejamento para o atendimento à fauna, em termos de estrutura operacional e logística, será abordado neste capítulo, onde a estruturação do sistema de atendimento proposto apresenta a cadeia de comando da resposta à fauna e estabelece a nomenclatura padrão para as instalações que serão utilizadas para o atendimento e reabilitação da fauna atingida; bem como estabelece a nomenclatura padrão das subdivisões internas do local de atendimento.

2 | METODOLOGIA

Como conceito, as ações de resposta aos desastres ambientais podem requerer grande quantidade de pessoas e instituições envolvidas, além de estruturas e protocolos de resposta padronizados prontamente aplicáveis. Da mesma forma, o planejamento de

um sistema de resgate e atendimento à fauna deve seguir os mesmos princípios básicos de padronização utilizado pelas diversas instituições.

O Sistema de Comando de Incidentes (SCI) é uma ferramenta de gerenciamento de incidentes padronizada, para todos os tipos de sinistros e eventos, que permite a seu usuário adotar uma estrutura organizacional integrada para suprir as complexidades e demandas de incidentes únicos ou múltiplos, independente das barreiras jurisdicionais (FEMA, 2008). Esse sistema, conhecido inicialmente como FIRESCOPE (*Flighting RESources of California Organized for Potential Emergencies*), foi desenvolvido na década de 70 para o combate à incêndios florestais na Califórnia e aprimorado no decorrer dos anos, passando a denominação para *National Incident Management System* (NIMS). Atualmente, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Incidentes (NIMS), adaptado no Brasil para Sistema de Comando de Incidentes (SCI), vem sendo aplicado globalmente em ocorrências diversas e por inúmeras instituições e jurisdições.

O SCI permite às instituições e pessoas envolvidas atuar dentro de um sistema organizacional que estabelece a necessidade de uma estrutura de gestão e instalações designadas à coordenação de respostas aos eventos. Assim, o sistema de resposta à fauna deve também levar em consideração uma cadeia de comando onde se estabeleçam os gestores do Sistema de Atendimento à Fauna Oleada. Somente uma estrutura desta natureza poderá ser eficiente em coordenar as ações do resgate da fauna atingida, bem como manter a padronização da nomenclatura das instalações, a aplicação dos protocolos de resgate, atendimento, reabilitação e soltura da fauna atingida.

Para o estabelecimento da estrutura necessária, foram utilizados referenciais práticos indicativos das estruturas e materiais destinados à criação de uma Unidade de Despetrolização de Fauna (UDF), assim como referências de materiais técnicos e profissionais envolvidos na prevenção e tratamento de derramamentos de óleo no Brasil e no exterior (IBAMA, 2016; NIJKAMP, 2006; GORENZEL, SALMOL, 2008; IPIECA 2004; RYAN, KALDMA, OVEGÅRD, 2010; SEA ALARM FOUNDATION, 2013; IPIECA, 2014). Os referenciais obtidos foram adaptados levando-se em consideração as características ambientais específicas da região do CEP. Contudo, ressalta-se que o presente material não busca esgotar as possibilidades técnicas de atendimento à desastres ambientais envolvendo atividades portuárias, uma vez que estas envolvem uma grande gama de procedimentos e características que transcendem o escopo dos objetivos do sistema em questão.

2.1 Área de interesse do projeto

o Complexo Estuarino de Paranaguá compreende dois grandes eixos, na sua maior extensão de Leste-Oeste, a baía de Paranaguá, com 40 quilômetros e no sentido Norte-Sul, apresenta-se a baía das Laranjeiras com 30 quilômetros de extensão, onde ambas abordam uma área aproximada de 550 quilômetros quadrados (NOERNBERG *et al.*, 2006). Correntes, marés e direção das ondas são as variáveis ambientais que alicerçam a previsão e o entendimento dos impactos do derramamento de óleo e sua dinâmica de dispersão. No CEP, os ventos são determinados pelo Alto do Atlântico Sul e pela passagem de sistemas frontais. Ventos dos setores ENE, E, ESSE e SE são predominantes, com intensidade média de 4 metros por segundo. Com menor intensidade, o sistema de brisa na região é

também relevante, apresentando amplitudes de até 2 metros por segundo entre novembro a março (CAMARGO *et al.*, 1996). O regime de ondulação na porção costeira no litoral do Paraná é representado por 90% das ondas que incidem entre Leste e Sul-Sudeste, com altura máxima mensal entre 2,3 e 3,9 metros e período médio entre 11,9 e 16,8 segundos. Esse predomínio da ondulação vinda de Sul-Sudeste, direciona a orientação das desembocaduras fluviais e morfologia dos deltas de vazante dos estuários de Paranaguá e Guaratuba de forma orientada para Norte (BANDEIRA, 1974; PORTOBRAS, 1983; ANGULO, 1992). Adiante da linha de costa, a plataforma continental é caracterizada pela topografia suave e a predominância de sedimentos arenosos. Apesar da topografia não apresentar grande declive, destaca-se na plataforma a presença do arquipélago de Currais, um conjunto de ilhas rochosas que abriga um dos sítios de nidificação mais importantes para as aves marinhas no litoral paranaense, disposta a aproximadamente 11 quilômetros da costa (VEIGA, 2005; NOERNBERG *et al.* 2008).

Importante destacar a existência de numerosos bancos de areia e solos lodosos emergentes nas marés baixas, bem como de costões rochosos esparsos pelo CEP, além de sítios arqueológicos conhecidos como sambaquis - sendo estes ambientes também suscetíveis à contaminação por vazamentos envolvendo óleo.

No litoral do Paraná, o clima é classificado como pluvial temperado, sempre úmido e chuvoso, tendo temperatura média do mês mais quente maior que 22°C. O clima local favorece que em grande parte de sua porção terrestre o litoral seja recoberto pela Floresta Ombrófila Densa, a qual, em dependência de variáveis pedológicas e altimétricas, pode ser classificada em subdivisões denominadas Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Altomontana. Especialmente na região da planície costeira, encontram-se as formações pioneiras com influência fluvial (brejos, várzeas e caxetais), influência marinha (praias, dunas e restingas) e influência fluviomarinha (manguezais e marismas) (IPARDES, 1989; IBGE, 1992).

Neste cenário, considerando principalmente os ambientes mais suscetíveis à contaminação com óleo, destaca-se uma grande diversidade de fauna, sendo extremamente necessário o planejamento e prontidão para o atendimento prioritário aos grupos taxonômicos mais associados aos ambientes aquáticos e semiaquáticos do CEP.

Com relação à fauna alvo de atendimento, o sistema de atendimento à fauna oleada proposto neste capítulo, difere de outros programas de atendimento de animais oleados no Brasil. Enquanto grande parte dos programas em ação, atualmente, tem como fauna-alvo as espécies marinhas, o sistema desenvolvido aqui foi projetado para atender qualquer espécie não doméstica - seja ela marinha, costeira ou terrestre. Assim, apresentam-se algumas considerações com relação aos quatro principais grupos de vertebrados que são objetos de atendimento dentro do sistema de resposta planejado.

2.1.1 Anfíbios

A herpetofauna do litoral paranaense foi avaliada em diferentes estudos de impacto ambiental e levantamentos faunísticos. Em comum, esses levantamentos sempre apontam para a relevante riqueza e abundância de anfíbios na região, associada principalmente à

topografia, ao clima e a variabilidade de habitats e micro-habitat disponíveis dentro desta faixa Floresta Ombrófila Densa, abordando mais de 50 espécies (ITFC, 1987; SEGALA, LUSTOSA 1989; SHIRATA, TARDIVO, PEREIRA, 1991; IPARDES, 2001; SANEPAR, 2002; SEGALA, LANGONE, 2004; IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA, 2006; AMB, 2008). A diversidade herpetológica também se apresenta na estrutura do corpo, tamanho, modos de reprodução e características ecológicas e de comportamento. Contudo, a riqueza e a abundância de espécies que compõem as comunidades de anfíbios na região, atualmente dependem também do perfil das alterações de origem antrópica, sendo notável a sensibilidade dos anfíbios a estas alterações. Sobretudo, os anfíbios são susceptíveis a contaminantes ambientais devido, primariamente, a grande permeabilidade cutânea característica do grupo, a qual implica na alta absorção de contaminantes ambientais. Adicionalmente, o estilo de vida peculiar de algumas espécies exige integridade dos ambientes terrestres e aquáticos para seu desenvolvimento, o que torna as populações de anfíbios altamente suscetíveis à contaminação de corpos hídricos.

Apesar de os ambientes aquáticos do estuário, assim como os manguezais, serem pobres em anfíbios devido à alta salinidade, diversos ambientes com menor salinidade, ou ambientes terrestres utilizados pelos anfíbios, como praias arenosas, canais e áreas alagadas dentro do CEP, podem sofrer impacto direto em decorrência de desastres com substâncias contaminantes, o que justifica a inclusão, sobretudo, das espécies generalistas como possíveis táxons em risco.

Desta forma, sob a ótica da paisagem, as espécies de anfíbios podem, de forma simplificada, ser dispostas em três grupos, de acordo com os tipos de ambiente utilizado:

- espécies dependentes de corpos d'água corrente e em áreas com cobertura florestal bem conservada, como *Cycloramphus lutzorum*, *Hylodes nasus* e *Bokermannohyla hylax*, espécies do gênero *Hyalinobatrachium*.
- espécies com distribuição associada às áreas também florestadas e que se reproduzem em corpos d'água lênticos temporários ou acúmulos de água, como nas bromélias - *Physalaemus spiniger*, *Dendrophryniscus leucomystax* e *Hyloides heyeri*; ou apresentam como característica reprodutiva o desenvolvimento em ninho de espuma, não necessitando de água, mas sim da umidade da serra-pilheira para depositarem seus ovos - *Adenomera bokermanni* e *Physalaemus spiniger*.
- espécies generalistas que predominam nas áreas abertas naturais e em áreas antropizadas, inclusive naquelas com alto índice de alteração, onde houve supressão da cobertura florestal, alteração de cursos d'água em decorrência da construção de estradas, obras de drenagem e construção de tanques para piscicultura. Esta assembleia de espécies generalistas está distribuída amplamente em toda a planície litorânea, sendo provavelmente, dentro deste grupo taxonômico, as em maior risco de serem atingidas em caso de desastres com óleo. Alguns exemplos desse grupo de anfíbios são o sapo-cururu (*Rhinella crucifer*, *R. icterica*), a perereca-verde (*Boana albomarginata*, *Dendropsophus wernerii*),

a perereca (*Dendropsophus minutus*), a perereca-tambor (*Boana faber*), a perereca-amarela (*Dendropsophus elegans*), a perereca-macaco (*Phyllomedusa distincta*, *Scinax cuspidatus*), a perereca-de-casa (*Scinax fuscovarius*, *Oolygon rizibilis*, *Leptodactylus notaaktites*), a rã-manteiga (*Osteopilus ocellatus*) e a rã-de-barriga-amarela (*Elachistocleis bicolor*). Espécies como *Dendropsophus berthalutzae*, *Boana semilineata* são típicas de ambientes abertos, naturais ou antrópicos.

2.1.2 Répteis

As espécies de répteis do litoral paranaense são bastante associadas à ambientes florestados. Ainda assim, é possível reconhecer espécies endêmicas da Floresta Atlântica propriamente dita, frequentes nas formações como as restingas, florestas de terras baixas, áreas alagadas e campos. Foram relatadas 50 espécies para APA de Guaraqueçaba (IPARDES, 1995; IPARDES, 2001), porém, em geral, a informação referente às assembleias de répteis no estado é mais escassa do que da fauna de anfíbios. Para Estação Ecológica do Guaraguaçu e arredores são listadas 27 espécies de répteis como certamente presentes, representadas principalmente por serpentes da família Colubridae (IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA, 2006). As espécies mais comuns, amplamente distribuídas na planície costeira do litoral paranaense são as serpentes caninana (*Spilotes pullatus*), a cobra-d'água (*Liophis miliaris*), a jararaca (*Bothrops jararaca*), a coral (*Micrurus corallinus*), a jararacuçu (*Bothrops jararacussu*), o lagarto teiú (*Salvator marianae*), o camaleãozinho (*Enyalius iheringii*), a cobra-de-vidro (*Ophiodes fragilis*), o cágado-pescoço-de-cobra (*Hydromedusa tectifera*) e o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*).

Embora relativamente frequente em alguns pontos estuarinos do litoral do Paraná, o jacaré-de-papo-amarelo aparenta ter suas populações locais já bastante reduzidas, principalmente como resultado da caça clandestina. Contudo, onde ainda remanesce, é habitualmente avistado em lagoas temporárias ou perenes, bem como em cursos e corpos d'água sob influência de marés do estuário ou mesmo no ambiente marinho estuarino. As tartarugas marinhas constituem um caso particular se tratando da herpetofauna do litoral, uma vez que são pouco conhecidas quanto às suas populações, aspectos biológicos ou uso dos ambientes nas baías e praias do Paraná. Cinco espécies já foram registradas na região: a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), sendo que esta última vêm sendo frequentemente identificada como usuária do ambiente marinho dentro do CEP.

2.1.3 Mamíferos

Diversos levantamentos sobre a fauna de mamíferos do litoral do Paraná foram realizados como subsídio para a implantação de Unidades de Conservação, assim como para estudos de impacto ambiental. Estes estudos apontam uma riqueza de aproximadamente 80 espécies de mamíferos para a região (SHIRATA, TARDIVO, PEREIRA, 1991; IPARDES, 1995; SEMA, 1996; BORNSCHEIN e REINERT, 2000; IPARDES, 2001; ENGEMIN, 2002;

TIEPOLO, 2002; IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA, 2006). Para exemplificação, a riqueza de mamíferos obtida para a Estação Ecológica (EE) Guaraguaçu foi de 77 espécies, distribuídas em sete ordens, sendo o grupo mais representativo a ordem Chiroptera, com 32 espécies, seguida de Rodentia, com 16, e Carnivora, com 11 espécies, sendo que, entre todos os grupos, as espécies que obtiveram o maior número de registros foram o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), a cutia (*Dasyprocta azarae*), o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*), os veados (*Mazama* sp.), felídeos (*Leopardus* sp.), a cuíca (*Metachirus nudicaudatus*), a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), o rato-do-mato (*Delomys* sp.), o morcego (*Carollia perspicillata*, *Artibeus* sp.) e o morcego-hematófago (*Desmodus rotundus*) (IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA, 2006). Esta fauna diversificada de mamíferos é bem representativa e pode ser interpretada como o perfil esperado de mastofauna de outras áreas florestais da porção da planície costeira compreendida entre as Baías de Paranaguá e Guaratuba.

Na vegetação de restingas da APA de Guaraqueçaba, por exemplo, são representantes comuns o gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), as cuícas (*Gracilinanus microtarsus*, *Metachirus nudicaudatus*), os camundongos-do-mato (*Oryzomys nitidus*, *Nectomys squamipes*), morcegos e os tatus (*Dasypus* sp.). Entre os carnívoros, o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), apesar de pouco conhecido regionalmente, é frequentemente registrado por meio das pegadas características que produz. Também são frequentes o quati (*Nasua nasua*) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). Nas florestas secundárias, característica de grande parte da planície litorânea paranaense, são comuns os pequenos roedores silvestres (*Akodon* sp., *Oryzomys* sp., *Oryzomys nigripes*), a cutia (*Dasyprocta azarae*), a preá (*Cavia* sp.) e o morcego (*Artibeus lituratus*) (IPARDES, 1995; IPARDES, 2001).

Considerando os hábitos deste grupo da fauna, deve-se ainda dar destaque à lontra (*Lontra longicaudis*), carnívoro semiaquático essencialmente piscívoro, e à capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) roedor herbívoro e pastador também de hábitos semiaquáticos. Ambas espécies habitam tanto estuários quanto rios da planície. O rato-d'água (*Nectomys squamipes*) e a cuíca-d'água (*Chironectes minimus*) são também notáveis exemplo de adaptação à vida aquática, o que torna o grupo de mamíferos especialmente suscetíveis ao impacto por desastres decorrentes da contaminação dos corpos d'água.

Entre os mamíferos estritamente dependentes do corpo aquoso, ressalta-se no litoral do Paraná as importantes populações de odontocetos, principalmente o golfinho (*Tursiops truncatus*), o boto (*Sotalia guianensis*) e a criticamente ameaçada franciscana ou toninha (*Pontoporia blainvilliei*). Certamente a mais abundante no CEP, a *Sotalia guianensis* é frequentemente avistada nas regiões portuárias e em diferentes áreas do estuário, caracterizada em grupos relativamente comuns forrageando em águas rasas.

Outros grupos de mamíferos também estão sujeitos à maior risco pela contaminação de corpos aquosos por desastres, como o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) - esta espécie guarda estreito vínculo com os manguezais e outros corpos d'água, desenvolvendo sua dieta baseada em crustáceos e outros organismos associados a estes ambientes.

Em relação aos demais ambientes florestais da baía de Paranaguá, pode-se destacar a presença frequente de espécies de roedores de pequeno porte como os ratos-

silvestres *Akodon cursor*, *Oryzomys* spp., *Delomys* sp. e *Oxymycterus* sp. Tais animais constituem presas frequentes de carnívoros menores, como os felinos gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) e o gato-maracajá (*L. wiedii*). O gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) possui uma dieta mais variada e hábitos diurnos, frequentemente busca áreas abertas, alimentando-se de aves. A jaguatirica (*Leopardus pardalis*), menos abundante e mais associada a ambientes menos alterados, persegue presas maiores, muitas vezes junto aos cursos d'água, onde também buscam peixes para se alimentar.

Além dos carnívoros, felinos são ainda frequentes nas áreas de floresta e áreas mais abertas ou antropizadas, assim como o furão (*Galictis cuja*), o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), a irara (*Eira barbara*) e o quati (*Nasua nasua*). Os mamíferos não carnívoros comuns nas florestas do CEP incluem o tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*), os roedores como a paca (*Cuniculus paca*) e a cotia (*Dasyprocta* sp.), assim como os xenarthra, que compõem os tatus mais comuns: *Dasypus novemcinctus* e *Euphractus sexcinctus*. Além destes, são comuns os ungulados, representados pelo cateto (*Pecari tajacu*) e pelos veados do gênero *Mazama*, em especial o *M. gouazoubira*. Contudo, deve-se ressaltar que o CEP também aborda ambientes florestais bem preservados, onde vivem espécies como a anta (*Tapirus terrestris*) e os queixadas (*Tayassu pecari*) - ungulados de grande porte que contribuem para a estrutura das florestas e constituem presas dos maiores felinos da Floresta Atlântica brasileira, o puma (*Puma concolor*) e a onça-pintada (*Panthera onca*).

Os morcegos representam um grupo característico do espaço aéreo, repousando em árvores e ambientes rochosos de grutas, cachoeiras e alta montanha; contudo, muitas espécies insetívoras frequentemente forrageiam sobre os corpos d'água. No que tange aos hábitos alimentares, esse grupo de mamíferos é predominantemente representado por espécies frugívoras, nectarívoras ou insetívoras. Porém, espécies que se alimentam de peixes e outros pequenos vertebrados também estão presentes. Notavelmente ictiófago, o morcego-pescador (*Noctilio leporinus*) é avistado com frequência em voos rasantes sobre a água em ambientes estuarinos, onde captura peixes para a alimentação. Já o morcego-bombachudo (*Chrotopterus auritus*) busca anfíbios, lagartos, pequenas aves e mamíferos.

Por fim, as espécies arborícolas representam os mamíferos em menor risco frente a desastres dessa natureza, sendo notável neste contexto os primatas mais comuns da região: o macaco-prego (*Sapajus nigritus*) e o bugio (*Alouatta guariba*), que dividem espaço no ambiente arbóreo com várias espécies escaladoras de marsupiais, roedores, tamanduás e preguiças, dos quais são exemplos os gambás (*Didelphis* sp.), as catitas (*Monodelphis* sp.), a cuíca-de-quatro-olhos (*Philander frenata*), o ouriço-cacheiro (*Coendou* spp.), e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

2.1.4 Aves

A diversidade de espécies de aves para o litoral do Paraná indica a ocorrência de mais de 340 espécies, o que representa aproximadamente 45% do total registrado para o estado (IPARDES, 1995; SCHERER-NETO e STRAUBE, 1995; SEMA, 1996; BORNSCHEIN e REINERT, 2000; IPARDES, 2001; ENGEMIN, 2002; IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA, 2006; KRUL 2004). Diversas espécies de aves, podem ser utilizadas como boas indicadoras de impactos ou desequilíbrios ambientais resultantes de alterações provocadas por ações

humanas na região, seja pela frequência de ocorrência em ambientes próximos aos portos e áreas de adensamentos urbanos do litoral, seja pela dieta piscívora, ocupando o topo da cadeia alimentar ou alimentando-se de organismos aquáticos de fundo. Assim como sua distribuição no ambiente, sua capacidade de deslocamento, a associação e a dependência de uma grande variedade de espécies com os mais diversos ambientes - aquáticos, entremarés ou marinhos - faz das aves o grupo taxonômico mais suscetível as consequências dos desastres com óleo.

Nos ambientes de baía recobertos pelas formações pioneiras sob influência fluvial, marinha e fluviomarinha, a avifauna é caracterizada pela predominância de espécies aquáticas e semiaquáticas, muitas vezes formando populações bastante numerosas, como é o caso, por exemplo, do popular biguá (*Nannopterum brasiliianus*), habitante de áreas ribeirinhas e baías, a fragata (*Fregata magnificens*) e o atobá (*Sula leucogaster*), também abundantes nos ambientes costeiros e dentro do estuário, sendo espécies que formam grandes colônias nas ilhas rochosas costeiras. Também são notáveis os grandes bandos maçaricos como *Charadrius semipalmatus*, *Charadrius collaris*, *Pluvialis dominica* e *Calidris alba*, concentradas durante repouso e manutenção de plumagem ou em dependência de bancos de alimentação na zona entremarés. Nos ambientes terrestres de campos ou alagados e nas margens de corpos d'água, também é notável a presença do tapicuru (*Phimosus infuscatus*), abundante principalmente nos antrópicos e urbanizados.

Formando grupos menos numerosos, mas igualmente comuns em ambientes de influência fluviomarinha (manguezais), encontram-se os colhereiro (*Platalea ajaja*), o guará (*Eudocimus ruber*), o socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*), o socó-do-mangue (*Nyctanassa violacea*), a figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*), as saracuras (*Aramides mangle* e *Aramides saracura*), os martins-pescadores (*Ceryle torquata*, *Chloroceryle amazona* e *C. americana*), o maçarico (*Tringa flavipes*), a marreca (*Amazonetta brasiliensis*) e as garças (*Casmerodius albus*, *Egretta thula*, *Egretta caerulea* e *Ardea cocoi*).

Considerando as aves altamente associadas ao ambiente aquático marinho, ressaltam-se as fragatas (*Fregata magnificens*), avistadas no CEP e na zona costeira em grandes bandos, acompanhando embarcações de pesca ou disputando peixes de cardumes com cetáceos durante a atividade de predação. Sendo frequentes também durante o ano todo alimentando-se dentro do estuário, o atobá (*Sula leucogaster*), o biguá (*Nannopterum brasiliianus*), o trinta-réis-de-bico-amarelo (*Thalasseus sandvicensis*), o maçarico (*Charadrius semipalmatus*) e a gaivota (*Larus dominicanus*).

Os diferentes tipos de praias do interior do CEP são ambientes de pouso e permanência de aves migratórias e pescadoras de ambientes pelágicos, tais como os talha-mares, trinta-réis e maçaricos, que na zona litorânea paranaense são representados pelo talha-mar (*Rynchops niger*), o trinta-réis-de-bico-vermelho (*Sterna hirundinacea*), o maçaricão (*Himantopus himantopus*) e o piru-piru (*Haematopus palliatus*).

Entre as espécies comuns nas regiões de restinga, grande parte das espécies também habita a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, apresentando, porém, menor dependência de atributos específicos. Um destaque especial neste ambiente ao canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), que se utiliza da estrutura das construções locais para abrigar os ninhos, que em ambientes abertos de vegetação arbustiva e herbácea são utilizados com

frequência para reprodução por espécies altamente associadas a ambientes abertos, como o quero-quero (*Vanellus chilensis*) e a coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*).

Mais associados aos ambientes florestais, porém não incomuns no ambiente estuarino e áreas alteradas, destacam-se também o canário-da-terra (*Sicalis flaveola*), a andorinha-de-casa-pequena (*Pygochelidon cyanoleuca*), o sabiá-poca (*Turdus amaurochalinus*), o tié-sangue (*Ramphocelus bresilius*) e o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) – este também comum no ambiente de entremarés. Sendo algumas espécies não refratárias, porém mais sensíveis às alterações antrópicas, têm-se o beija-flor-tesoura-de-fronte-violeta (*Thalurania glaucopis*), o pica-pau-de-cabeça-amarela (*Celeus flavescens*), o pintadinho (*Drymophila squamata*), o formigueira-da-grota (*Myrmeciza squamosa*), o limpa-folha-ocrácea (*Philydor lichtensteini*), o papata-oca (*Pyriglena leucptera*), o cabeçudo (*Leptopogona maurocephalus*), o sabiá-coleira (*Turdus albicollis*), a juruviara (*Vireo chivi*), o pula-pula (*Basileuterus culicivorus*) e o flautim (*Schiffornis virescens*).

Os trechos sob influência fluvial são caracterizados por formações herbáceo-arbustivas (brejos e várzeas) e por formações arbóreas (caxetais) ocupadas por espécies de aves, em sua grande maioria comuns a outros ambientes. Em caxetais, a avifauna se assemelha em grande parte àquela da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e da Restinga, porém são comuns as espécies mais relacionadas aos solos úmidos e encharcados, sendo usuais espécies como o flautim (*Schiffornis virescens*), o anambé-branco-de-rabo-preto (*Tytira cayana*), o peitica (*Legatus leucophaius*), o suiriri (*Tyrannus melancholicus*), o frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*), a sanã-carijó (*Porzana albicollis*), a narceja (*Gallinago gallinago*), o guaxe (*Cacicus haemorrhous*), o tiê-preto (*Tachyphonus coronatus*), o sanhaçu (*Thaupis sayaca*) e o gavião-de-rabo-branco (*Buteo albicaudatus*).

Já nas formações herbáceo-arbustivas (brejos e várzeas) encontramos espécies como a saracura-sanã (*Rallus nigricans*), o sabiá-do-banhado (*Embernagra platensis*), o garibaldi (*Chrysomus ruficappillus*) a saracurinha-da-mata (*Amaurolimnas concolor*), o joão-pobre (*Serpophaga nigricans*) e o papa-piri (*Tachuris rubrigastra*). No mesmo ambiente também são observados o curutiê-do-brejo (*Certhiaxis cinamomea*), o pia-cobre (*Geothypis aequinoctialis*) e o tiê-sangue (*Ramphocelus bresilius*). Uma espécie que atrai a atenção neste ambiente é o bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*), ameaçado de extinção e registrado em diferentes locais alagados cobertos, principalmente pelo piri (*Scirpus californicus*) e cebolama (*Crinum salsum*).

As áreas pioneiras com influência marinha, principalmente brejos localizados entre as dunas, estão representadas quanto a sua avifauna por espécies como o gavião-caramujeiro (*Rosthramus sociabilis*), a marreca-ananaí (*Amazonetta brasiliensis*), o maçarico-de-sobre-branco (*Calidris fuscicollis*), o carão (*Aramus guarauna*), o papa-piri (*Thachuris rubrigastra*) e os icterídeos (*Agelaius ruficapillus*, *A. thilius* e *A. cyanopus*).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Cadeia de comando da resposta de resgate e atendimento à fauna

A gestão da resposta à acidentes envolvendo a fauna nativa foi definida dentro dos preceitos do Sistema de Comando de Incidentes (SCI), considerando o estabelecimento de uma cadeia de comando, onde há uma hierarquia estabelecida entre as funções que constituem a organização dos profissionais e voluntários que respondem ao incidente. Para atender as particularidades de um sistema de atendimento à fauna oleada, a cadeia foi determinada a partir das atividades necessárias e funções de responsabilidade que serão exercidas, as quais devem atender as funções de resgate e reabilitação dos animais atingidos direta e indiretamente pelo derramamento de petróleo, seus derivados ou outros contaminantes ambientais, se presentes. Com base em protocolos internacionais e documentos nacionais, foram determinadas as atividades essenciais para compor o sistema de atendimento da fauna oleada, que aborda as etapas de: (1) afugentamento, (2) captura, (3) transporte, (4) destinação, (5) triagem, (6) estabilização, (7) lavagem, (8) secagem e (9) reabilitação e destinação final. A partir dessas atividades essenciais, foram estabelecidas quatro equipes de atendimento, as quais exercem atividades distintas e necessárias para as execuções de todas as etapas do processo, sendo elas: (1) equipe de resgate e transporte (responsável por afugentar, resgatar e transportar os exemplares da fauna atingida e também dos animais reabilitados); (2) equipe de triagem (responsável por receber, avaliar o estado inicial dos animais recebidos, determinar o destino de triagem de cada indivíduo e estabilizar estes antes do processo de lavagem); (3) equipe de reabilitação (responsáveis pela lavagem, tratamento e a reabilitação da fauna atendida), (4) equipe nutrição e ambientação, responsável por preparar a dieta e manter o ambiente de reabilitação adequado a sanidade e recuperação dos animais).

Neste sistema de atendimento há uma Coordenação Geral de Fauna, que responde diretamente as escalas superiores da hierarquia do SCI, instalado em resposta ao desastre. A gestão direta das atividades de atendimento à fauna oleada, executada pelas 5 equipes descritas acima, são gerenciadas por duas coordenações de mesmo nível hierárquico, uma denominada como Coordenação de Busca e Resgate e outra como Coordenação de Atendimento Veterinário. Em princípio, a Coordenação Geral da Fauna, será a responsável pela interlocução entre as equipes de Resposta para a Fauna com as demais instituições atuantes na resposta durante o desastre.

O organograma hierárquico e de resposta para o sistema de atendimento à fauna oleada no CEP está representado na Figura 1.

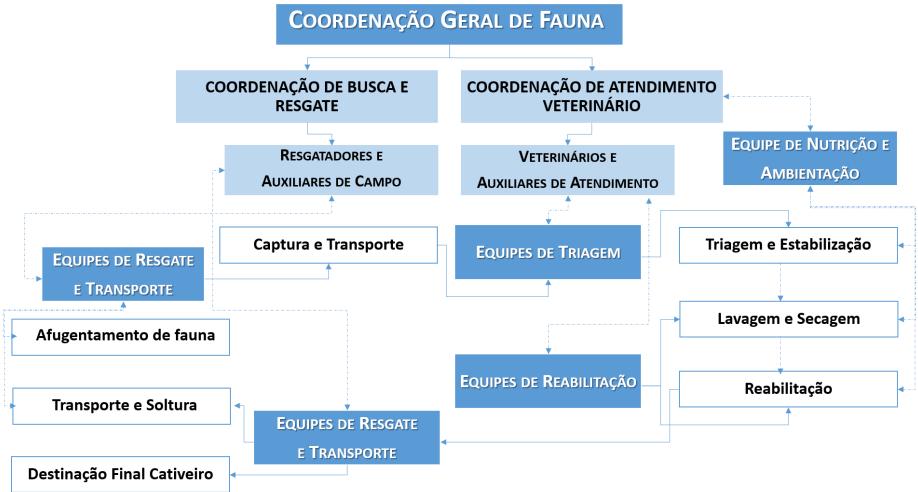


ILUSTRAÇÃO: PAULO ROGERIO MANGINI

Figura 1. Cadeia de Comando, Atividades e Respondedores responsáveis pelo Sistema de Atendimento à Fauna Oleada no Complexo Estuarino de Paranaguá.

A Coordenação de Busca e Resgate deve ser exercida por um profissional com experiência em resgate de fauna, o qual primariamente coordenará as operações e atividades em campo, executadas por afugentadores e resgatadores de fauna - essas equipes podem apresentar diferentes formações profissionais como, por exemplo, biólogos, oceanógrafos, médicos veterinários e zootecnistas, além de auxiliares de campo que não necessitam de formação profissional, mas sim de treinamento específico para a execução das atividades de apoio aos profissionais.

Essa coordenação se responsabiliza primariamente pelas atividades da Equipe de Resgate, Transporte e Destinação, a qual tem como finalidade inicial colocar em execução os protocolos de afugentamento de fauna para afastar os animais das áreas de risco de contaminação ambiental, minimizando o impacto e o número de animais atingidos. A Coordenação de Busca e Resgate deve ainda, se responsabilizar pelo dimensionamento de pessoal e de equipamentos necessários à resposta, em cada fase do resgate, definindo p.ex. o tipo e a quantidade de veículos, de embarcações, dos materiais de manejo e de transporte para os animais. O coordenador de resgate também é o responsável por elencar as prioridades na aplicação dos protocolos técnicos adequados em cada situação identificada em campo, no que se refere aos processos de busca, resgate e transporte da fauna afetada, desde as áreas atingidas pelos contaminantes até o Centro de Atendimento a Emergências em Fauna (CEFAU). Finalmente, esta coordenação também responde por toda a atividade de transporte da fauna após o processo de reabilitação, gerenciando as prioridades de transporte para soltura dos animais, ou outros destinos conforme a situação apresentada.

A Coordenação de Atendimento Veterinário deve ser exercida por um profissional médico veterinário com experiência em medicina e manejo de animais selvagens, o qual gerenciará as atividades de atendimento médico veterinário e reabilitação da fauna afetada,

executadas primariamente nas bases de atendimento. Dentro dessas equipes, algumas atividades que envolvem diretamente o tratamento médico dos animais, devem ser exercidas exclusivamente por médicos veterinários, como por exemplo, a avaliação clínica durante o recebimento e triagem dos animais, os procedimentos de estabilização inicial destes, bem como qualquer procedimento clínico ou cirúrgico necessário à reabilitação médica dos animais em atendimento. Outros procedimentos associados ao manejo e a reabilitação da fauna oleada, como a lavagem, secagem, nutrição e manutenção dos animais em reabilitação, podem ser exercidas por médicos veterinários ou outros profissionais com capacitação para o manejo de animais selvagens. Outros auxiliares de atendimento, capacitados para a realização de atividades de apoio no atendimento e reabilitação da fauna, também serão gerenciados por esta coordenação de atendimento veterinário.

Essa coordenação também deve se responsabilizar tecnicamente pelo registro de todos os procedimentos executados, assim como por dimensionar a demanda de pessoal e equipamentos necessários para que as equipes responsáveis pela execução de todos os protocolos de triagem, estabilização, lavagem, secagem, reabilitação e destinação final da fauna resgatada, sejam executados adequadamente. A Coordenação de Atendimento Veterinário também é responsável pela implantação das medidas de biossegurança para equipe e pela destinação de resíduos e contaminantes ambientais decorrentes do processo de reabilitação da fauna. Assim como, pelas decisões de triagem e destinação inicial dos animais que chegam ao CEFAU, as quais atendem aos protocolos de urgência estabelecidos. Essa coordenação deve direcionar e supervisionar as medidas clínicas aplicadas para cada paciente em processo de estabilização, as quais variam conforme o tipo de contaminante identificado. Também monitorando a viabilidade de aplicação e eficiência dos protocolos de atendimento previamente estabelecidos, tanto para os processos iniciais, quanto para os subsequentes, como lavagem, secagem e reabilitação dos animais atingidos. Adicionalmente, ainda deve se responsabilizar pela adequada qualidade dos processos de avaliação necroscópica dos animais que venham a óbito, bem como pelos serviços laboratoriais e de nutrição utilizados para os pacientes em reabilitação.

Finalizando o processo de reabilitação de cada indivíduo a Coordenação de Atendimento Veterinário, em acordo com a Coordenação de Busca e Resgate e a Coordenação Geral de Fauna devem decidir em conjunto pela adequada destinação de todos os pacientes já reabilitados. Seja este destino, a devolução dos animais a natureza, ou ainda a sua manutenção em cativeiro, ou até mesmo a eutanásia, atendendo em qualquer uma dessas situações às normativas legais e éticas pertinentes a estas decisões. Cabe ainda ressaltar que, a soltura da fauna reabilitada requer, não apenas que os animais estejam saudáveis e apresentando comportamentos adequados para o retorno aos ambientes naturais, mas também que sejam respeitados os períodos sazonais adequados para a liberação destes, sobretudo para aquelas espécies com comportamentos migratórios. Porém, para que o esforço de reabilitação empregado seja avaliado, quanto a sua efetividade, é necessário que haja monitoramento dos animais após a soltura. Adicionalmente, é imprescindível que se tenha razoável certeza de que o dano ambiental já esteja sanado nos locais de origem dos animais resgatados, ou que haja outros locais de soltura adequados para liberação dos pacientes já reabilitados, evitando-se a recontaminação destes.

3.2 Instalações da resposta da fauna

O Sistema de Comando de Incidentes estabelece que durante um incidente deva haver instalações designadas para coordenar respostas ao evento. Contudo, o termo “instalações” não demanda necessariamente uma edificação ou construção fixa. Na maioria das vezes, é o propósito da resposta e o perfil da fauna que se estima que será atingida que determinam onde estarão localizadas e qual o perfil físico destas instalações. Buscando maximizar a funcionalidade, logística e o uso de espaço e recursos, foi estabelecido neste projeto que essa instalação, denominada como Centro de Atendimento a Emergências em Fauna, será mobilizada somente quando houver um incidente.

Uma das características principais de uma Unidade de Despetrolização de Fauna, que busque atender desastres com óleo e outros contaminantes ambientais, é que a estrutura deve obrigatoriamente ter distinção entre duas áreas de atividades - Área Suja (AS) e Área Limpa (AL) - as quais se referem à duas etapas cruciais do processo de reabilitação dos animais atingidos, antes e depois a lavagem e retirada do contaminante ambiental. Essa distribuição espacial é importante para o sucesso na reabilitação dos animais, porém é essencial, sobretudo, à discriminação e destinação adequada de todo o material sólido e efluentes, que contenham contaminantes ambientais.

No atendimento à fauna em resposta aos desastres ambientais, geralmente, são gerados efluentes e outros resíduos com substâncias tóxicas e contaminantes ambientais, os quais requerem um planejamento adequado para destinação final. Assim, o dimensionamento do volume de efluentes e de resíduos, o seu armazenamento e a sua destinação são alguns dos pontos cruciais que necessitam ter planejamento criterioso, determinando em última instância a capacidade de resposta que um CEFAU terá frente a um desastre ambiental.

A distribuição espacial das instalações do referido projeto está representada na Figura 2 e serve como exemplo de dimensionamento para uma proposta de atendimento que foi planejada para proporcionar recebimento e atendimento de até 200 aves aquáticas como, por exemplo, biguás (*Phalacrocorax brasiliianus*), atingidos por derramamento de óleo ou outros contaminantes ambientais, sendo a estrutura capaz de lavar simultaneamente até três pacientes, considerando no máximo 24 animais lavados por dia, com um consumo de até 600 litros de água por animal, para cada lavagem – o que resulta na necessidade de armazenamento de até 14.400 litros de efluentes contaminados por dia de atividade. Destaca-se que a estrutura planejada para este projeto tem em particular, um caráter mobilizável e modular, podendo admitir a instalação de novas áreas e subdivisões adequando-se às particularidades de cada desastre. Planejada para apresentar capacidade de se adequar a uma grande variedade de situações de contaminação ambiental, sobretudo, sendo adaptável para os diferentes grupos taxonômicos que podem ser potencialmente atingidos, considerando as particularidades faunísticas do Complexo Estuarino de Paranaguá, ressaltadas anteriormente.

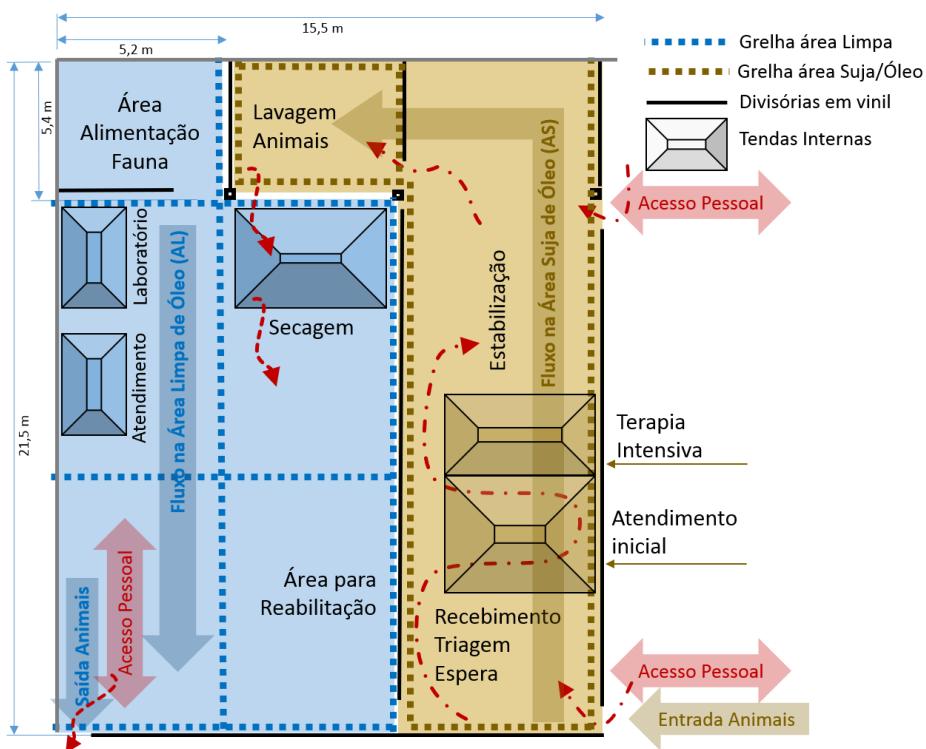


Figura 2. Distribuição Espacial proposta para possibilitar o fluxo operacional de procedimentos, propondo área mínima do Centro de Atendimento a Emergências em Fauna (CEFAU) com aproximadamente 333 m², para manutenção de até 200 aves aquáticas de forma simultânea. Na Figura ressalta-se as indicações para o sistema de drenagem destinada à dissociação dos efluentes contendo contaminantes e efluentes livres de óleo.

Em linhas gerais a Área Suja (AS) que receberá os animais contaminados com óleo será subdividida em (1) Área de Triagem, onde os animais serão recebidos e classificados como: (a) indivíduos que requerem ações de emergência, (b) ações em regime de urgência e aqueles que (c) não resistirão ao processo de reabilitação. O segundo setor da AS é denominada Área de Atendimento e Estabilização, local onde ocorrem a avaliação clínica dos animais e a continuidade do tratamento instituído na triagem, até que os animais resgatados apresentem estado clínico estável para suportar a etapa de lavagem, a qual atende a protocolos de acordo com a característica taxonômica do indivíduo e o quanto o mesmo foi atingido pelos contaminantes. A Área de Lavagem é o último setor da AS, sendo que os animais afetados podem receber uma ou mais lavagens até estarem totalmente aptos a passar para a Área Limpa, a qual se inicia pela Área de Secagem.

A Área Limpa (AL) atenderá os animais livres de contaminantes, sendo destinada à recuperação destes até sua completa reabilitação, ou nos casos em que isto não seja possível, até que tenham a destinação final estabelecida. Esta área está subdividida em Área de Secagem de Fauna (SF) e Área de Reabilitação (R), onde os animais atendidos

devem receber continuidade do tratamento e nutrição adequada para recuperação até que estejam aptos para a destinação final adequada. Nesta área se estabelece o processo de reabilitação, o qual requer recintos tipo gaiolas, caixas, ou tanques, adequados ao tamanho corporal dos animais em reabilitação, demandando o estabelecimento de um sistema de abastecimento e drenagem, dimensionados de acordo com a expectativa do volume necessário para a manutenção adequada da qualidade da água dos animais em reabilitação. Na AL localizam-se ainda, uma sala de atendimento veterinário, um laboratório e uma cozinha para preparo da alimentação dos animais em reabilitação.

Como principais estruturas acessórias ao atendimento, ainda se faz necessário um espaço para almoxarifado, destinado a equipamentos, peças de reposição, estoque de medicamentos, suprimentos e outros materiais de consumo utilizados no atendimento dos animais resgatados. Externamente a esta estrutura, deve haver um local para necropsia, tendo em vista que essa atividade diagnóstica é fundamental para a determinação do sucesso dos tratamentos instituídos, assim como das principais causas de mortalidade, frente aos diferentes impactos dos contaminantes sobre os organismos.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ferramenta de Sistema de Comando de Incidentes não se limita apenas a ser um plano operacional de gerenciamento de incidentes ou de alocação de recursos, mas sim, representa um conjunto de doutrinas, conceitos, princípios, terminologia e organização de processos que permitem o gerenciamento de incidentes de maneira eficaz, eficiente e colaborativa.

A estruturação do sistema de atendimento à fauna oleada proposto neste projeto, pretende situar um ponto referencial para o atendimento e a reabilitação da fauna atingida por derramamento de petróleo e seus derivados no CEP, tendo capacidade física e operacional de responder e coordenar respostas em escala regional. Outrossim, espera-se que a aplicação do Sistema de Comando de Incidentes seja um marco organizador gerencial em atividades de resgate de fauna no Brasil e que este modelo atenda às necessidades de um derramamento de petróleo e seus derivados no CEP de maneira eficaz, garantindo o bom uso dos recursos e promovendo eficiência no processo de resgate, reabilitação e organização no atendimento de fauna oleada regionalmente.

AGRADECIMENTOS

À Administração de Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, ao Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR, à Coordenadoria Estadual da Defesa Civil, à Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual do Paraná – FUNESPAR pelas bolsas de pesquisa concedidas.

REFERÊNCIAS

ANGULO, Rodolfo José. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná.** Orientador: Kenitiro Suguio. 1992. 334 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimental) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1992.

AMB. **Estudo de Impacto Ambiental EIA-RIMA do Terminal de Contêineres de Pontal do Paraná, PR.** AMB – Planejamento Ambiental Biotecnologia LTDA. Pontal do Paraná, Paraná. 2008.

BANDEIRA, Jeferson Vianna. **Estudo Estatísticos das Ondas ao Largo da Baía de Paranaguá.** Orientador: Victor Freire Motta. 1974, 81p. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada) – Setor de Pesquisas Hidráulicas, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 1974.

BORNSCHEIN, M. R.; REINERT, B. L. **Aspectos da fauna e flora da área de interesse do projeto de desaquecimento global na APA de Guaratuba, PR.** Curitiba, 50 p., 2000.

BRASIL. **Decreto nº 3.334, de 05 de julho de 1899.** Aprova o regulamento para as Capitanias dos Portos. Publicada no Diário Oficial da União - Seção 1 - 6/8/1899, Página 7769 (Publicação Original). Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decreto/1824-1899/decreto-3334-5-julho-1899-511477-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Decreto nº 2.508, de 04 de março de 1998.** Promulga o Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios, concluída em Londres, em 2 de novembro de 1973, seu Protocolo, concluído em Londres, em 17 de fevereiro de 1978, suas Emendas de 1984 e seus Anexos Opcionais III, IV e V. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 4, mar. 1998. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2508.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Decreto nº 2.870, de 10 de dezembro de 1998.** Promulga a Convenção Internacional sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo, assinada em Londres, em 30 de novembro de 1990. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 10 set. 1998. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2870.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002.** Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 20 fev. 2002. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4136.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Decreto nº 4.871, de 06 de novembro de 2003.** Dispõe sobre a instituição dos Planos de Áreas para o combate à poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 6 nov. 2003. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4871.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013.** Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003, e o Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 22 out. 2013. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8127.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

_____. **Lei nº 5.357 de 17 de novembro de 1967.** Estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lancarem detritos ou óleo em águas brasileiras, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 17 de nov. 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L5357.htm#:~:text=Estabelece%20penalidades%20para%20embarca%C3%A7%C3%B5es%20e,Art. Acesso em 24 abr. 2020.

Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 abr. 2000. Disponível em: www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarIntegra?codteor=150248. Acesso de 24 abr. 2020.

CAMARGO, R., MARONE, E. E DIAS, P.L. **Detectação do sinal de brisa no registro de vento de Pontal do Sul (PR).** In: IX congresso brasileiro de meteorologia, 1996, Campos de Jordão. Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia. 1996. v. 2, p. 1036-1040.

CONAMA. **Resolução nº 398, de 12 de junho de 2008.** Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12 jun. 2008. Disponível em: www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=575. Acesso em 24 abr. 2020.

ENGEMIN. **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da Av. Paraná – Guaratuba, PR.** ENGEMIN - Engenharia e Geologia LTDA. Curitiba, Paraná. 2002.

FEMA - Federal Emergency Management Agency. Department Homeland security. **National Incident Management System (NIMS),** 2008. FEMA Publication P-501 (Catalog Number 08336-1). 170p. Disponível em: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/148019>. Acesso em 01 de outubro de 2015.

FEMA - Federal Emergency Management Agency. Department Homeland security. **National Incident Management System (NIMS),** 2017. Third edition.

FEMA Publication 133p. Disponível em: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/148019>. Acesso em 17 de maio de 2020.

FEMA - Federal Emergency Management Agency. Department Homeland security. **National Incident Management System - National Qualification System Supplemental Guide for Coaches and Evaluators,** 2019. FEMA Publication. 17p. Disponível em: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/151291>. Acesso em 10 de maio de 2020.

GORENZEL, W. Paul; SALMON, Terrel P. **Bird Hazing Manual: Techniques and Strategies for Dispersing Birds from Spill Sites.** Califórnia: Universidade de Califórnia. Agriculture and Natural Resources, 2008. 110p. ISBN 13:978-1-60107-490-4.

IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA. **Plano de Manejo: Estação Ecológica de Guaraguaçu.** IAP/SEMA/PRÓ-ATLÂNTICA – Instituto Ambiental do Paraná/ Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba/ Pró-Atlântica. Curitiba, Paraná. 2006.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo técnico do acidente do navio Vícuña, ocorrido em Paranaguá no dia 15 de novembro de 2004.** IBAMA/IAP, 75p. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2005.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano Nacional de Ação de Emergência para Fauna Impactada por Óleo (PAE-Fauna).** Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/notas/2020/plano-nacional-de-acao-de-emergencia-para-fauna-impactada-por-oleo-pae-fauna/#pae-fauna>. Acesso em junho de 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Boas Práticas: manejo de fauna atingida por óleo.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília. 2016. 74p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira/ IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**. Rio de Janeiro: IBGE. 92p. ISBN 13:978-8-52400-427-8.

IPARDES. **Zoneamento do Litoral Paranaense**. IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Secretaria de Planejamento e Projetos Estruturantes: Curitiba, Paraná. 1989.

IPARDES. **Diagnóstico ambiental da APA de Guarqueçaba. IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento e Econômico e Social**. Secretaria de Planejamento e Projetos Estruturantes: Curitiba, Paraná. 1995.

IPARDES. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guarqueçaba**.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Secretaria de Planejamento e Projetos Estruturantes: Curitiba, Paraná. 2001.

IPIECA - International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. **A Guide to Oiled Wildlife Response Planning**. Londres: IPIECA Report Series on Oil Spill Preparedness and Response. 2004.

IPIECA - International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. **Wildlife Response Preparedness. Good Practice Guidelines for Incident Management and Emergency Response Personnel**. Londres: The Global Oil and Gas Industry Association for Environmental and Social Issues. 2014.

ITCF – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. **Plano de global e específico gerenciamento para a área especial de interesse turístico do Marumbi**. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo: Curitiba, Paraná. 1989.

KRUL, Ricardo. Aves marinhas costeiras do Paraná. p. 37-56. In: **Aves Marinhas e Insulares Brasileiras: Bioecologia e Conservação** (Organizado por Joaquim Olinto Branco). Ed. Univali, Itajaí, SC. 2004.

MARPOL 73/78 – International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Londres, 1983, 1997 e 2005 alterações. **International Maritime Organization**. Londres, 467p. Disponível em: [www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx). Acesso em abril 2020.

NIJKAMP, Hugo. **Handbook on Good Practice for the Rehabilitation of Oiled Birds in the Aftermath of an Oil Spill Incident**. Sea Alarm Foundation: Bruxelas/BEL. 2006.

NOERNBERG, M.A.; ANGELOTTI, R.; CALDEIRA, G.A & RIBEIRO DE SOUSA, A.F. **Determinação da sensibilidade do litoral paranaense à contaminação por óleo**. Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology, Itajaí/SC, v. 2, n. 12, p. 49-59. 2008.

NOERNBERG, M.A.; LAUTERT, L.F.C.; ARAÚJO, A.D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO JR., J.P.B.; KRUG, L.A. **Remote Sensing and GIS Integration for Modeling the Paranaú Estuarine Complex - Brazil**. Journal of Coastal Research. Lawrence/KS, SI 39, p 1627-1631. 2006.

OPCR – International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Cooperation, 1990. **Internacional Maritime Organization**, Londres, 71p. Disponível em: [www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Oil-Pollution-Preparedness,-Response-and-Co-operation-\(OPRC\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-on-Oil-Pollution-Preparedness,-Response-and-Co-operation-(OPRC).aspx). Acesso em abril 2020.

PORTOBRAS. Campanha de medições de ondas em Paranaguá – PR, período 21/08/1982 a 21/01/1983. PORTOBRAS – Empresa de Portos do Brasil. Instituto de Pesquisa Hidrográfica: Rio de Janeiro/ RJ. 23 p. 1983.

RYAN, Vanessa; KALDMA, Agni; OVEGÅRD, Mikael. Oiled Wildlife Response Protocols in The Central Baltic Sea. Environmental and Safety Management Cooperation (EnSaCo). Haaga-Helia Universidade de Ciências Aplicadas: Helsinque/FI. 2010. Disponível em: [www. http://projects.centralbaltic.eu/images/files/result_pdf/EnSaCo_result1_manual_wildlife_ENG.pdf](http://projects.centralbaltic.eu/images/files/result_pdf/EnSaCo_result1_manual_wildlife_ENG.pdf). Acesso em 29 abr. 2020.

SEA ALARM FOUNDATION. Oiled Wildlife Response Manual. POSOW - Preparedness for Oil-polluted Shoreline Cleanup and Oiled Wildlife Interventions. Malta. 2013. Disponível em: www.posow.org/documentation/manual/wildlife_manual.pdf. Acesso de 01 de mai. 2020

SANEPAR. Projeto de saneamento ambiental do Paraná – PARANASAN – UGP PARANASAN – SANEPAR. PROENSI- Projetos e Engenharia de Sistemas LTDA; LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (elaboração). SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Curitiba/PR. 767 p. 2002.

SCHERER-NETO, P.; STRAUBE, F.C. Aves do Paraná: história, lista anotada e bibliografia. Logo Press: Curitiba/PR; 79p. 1995.

SEGALLA, M. V.; LANGONE, J. A. Anfíbios. In: MIKICH S. B. e BÉRNILS R. S. (eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná.** Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e Turismo: Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba/PR. 2004.

SEGALA, M. V; LUSTOSA, M. Padrões de distribuição de anfíbios na Serra do Mar no Estado do Paraná. In: Resumos do Congresso Brasileiro de Zoologia, 1989, João Pessoa. Anais do Congresso Brasileiro de Zoologia. Paraíba: João Pessoa. 1989.

SEMA. Levantamento de fauna da planície litorânea da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba. SEMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Curitiba. 1996.

SHIRATA, M. T.; TARDIVO, R.C., PEREIRA, L.C.M. Levantamento da fauna e flora da Ilha do Rabelo, área da Estação Ecológica de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil. PUC - Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba/PR. 1991.

TIEPOLO, L. M. Avaliação Ecológica Rápida para o Plano de Manejo da Estação Ecológica de Guaraguacu, Estado do Paraná – Relatório Técnico Final do Componente Mastofauna. Pró-Atlântica/ SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (Relatório Técnico não publicado). Curitiba/PR. 2002.

VEIGA, Fernando Alvim. Processos morfodinâmicos e sedimentológicos na plataforma continental rasa paranaense. Orientador: Rodolfo José Ángulo, 2005, 193 p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2005.

CAPÍTULO 17

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

Data de aceite: 01/03/2021

Data de submissão: 04/02/2021

Danyelle Stringari

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR.
Programa de Pós-Graduação em Ambientes
Litorâneos e Insulares – PALI. Paranaguá -
Paraná

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas
sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6235127981805861>

Letícia Koproski

Instituto Brasileiro para Medicina da
Conservação - Tríade. Curitiba - Paraná
Centro Universitário de Estudos e Pesquisas
sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba –
Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3556372314320095>

Leonardo José Duda

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas
sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba –
Paraná
www.lattes.cnpq.br/2359746679643007

Maíra Zacharias

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR.
Programa de Pós-Graduação em Ambientes
Litorâneos e Insulares – PALI. Paranaguá -
Paraná
Centro Universitário de Estudos e Pesquisas
sobre Desastres – CEPED/PR. Curitiba –
Paraná

RESUMO: O envolvimento da comunidade técnica
e acadêmica em atividades extensionistas no litoral

do Paraná, auxiliam na formação de cidadãos com maior senso de responsabilidade socioambiental, contribuindo para o desenvolvimento de uma geração mais integrada às questões dos riscos e danos ambientais associados às atividades portuárias. Neste sentido, a Brigada Voluntária foi criada para incluir a sociedade na atuação de resgate e recuperação da fauna impactada por petróleo e seus derivados, decorrentes da atividade portuária na área do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). Para poder atuar nesse cenário foram oferecidos aos voluntários quatro cursos de capacitação: Curso de Voluntariado, Curso de Sistema de Comando de Incidentes, Cursos Teórico e Prático de Formação em Despetrolização da Fauna, Curso de Capacitação para Pescadores locais, a Disciplina Optativa de Resgate e Reabilitação de Fauna Oleada, oferecida aos graduandos de Ciências Biológicas e ainda, a realização de exercícios simulados constantemente. Para manter a eficácia e a organização, durante uma emergência foi criado um sistema de alerta e alarme que gerencia as informações, aciona e mobiliza a Brigada Voluntária. A atuação de voluntários nas atividades de atendimento à fauna auxilia na resposta ao incidente, desde que exista uma estrutura organizacional e capacitações adequadas. Estas medidas são necessárias para diminuir os riscos que um cenário de contaminação por produtos químicos pode causar à saúde, evitando a execução do trabalho de forma incorreta e cumprindo com o principal objetivo, que é a proteção da fauna do Complexo Estuarino de Paranaguá.

PALAVRAS-CHAVE: Capacitação de
Voluntários, Preparação de voluntários, Atuação
da comunidade, Despetrolização da Fauna,
Voluntariado.

VOLUNTEER BRIGADE FOR OILED FAUNA ASSISTANCE - COMMUNITY INTEGRATION TOWARDS SOCIO-ENVIRONMENTAL RISKS AND CHALLENGES IN HARBOR AREAS OF PARANAGUÁ ESTUARINE COMPLEX

ABSTRACT: Community enrollment in technical and academics activities in the coast of Paraná, help to build citizens with socio-environmental responsibilities, contributing to the development of a generation more integrated with environmental risks and damages associated with harbor activities. The Volunteer Brigade was created aiming to include society in fauna rescue in cases of oil spill disasters due to harbor activities in the Estuarine Complex of Paranaguá. To efficiently respond in this scenario, four capacituation courses were offered to volunteers: Volunteering Course, Incident Command System Course, Theoretical and Practical Courses in Oiled Wildlife Care. Moreover, Local Fisherman Capacitation and one Elective Discipline to the Biological Sciences students of UNESPAR were also developed, besides often simulation activities. Additionally, an alert and alarm system that manages volunteer's data and mobilizes the volunteer brigade was created to maintain efficacy and organization all along the emergency. The volunteer work with oiled fauna helps with the incident response, once there is an adequate organizational structure and satisfactory capacituation. Those proceedings urged to minimize risks from chemical contaminations and to avoid incorrect operations, aiming to reach the main objective of fauna protection in the Estuarine Complex of Paranaguá.

KEYWORDS: Volunteers' training, Volunteers' preparedness, Community action, Oiled wildlife cleaning, Volunteering.

1 | INTRODUÇÃO

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), situado no sul do Brasil, representa um dos maiores complexos estuarinos do mundo. Caracterizado por sua natureza exuberante, é parte integrante de uma Ecorregião de relevância mundial, representante de um dos vinte e cinco *Hotspots* da Biodiversidade, que abriga fauna e flora componentes de ecossistemas sensíveis do maior contínuo da Floresta Atlântica do país.

Nesta região está instalado o maior porto exportador de produtos agrícolas do Brasil, o Porto de Paranaguá, com suas atividades remontando o ano de 1840. O Porto de Paranaguá pode ser considerado como um símbolo sociocultural, político e econômico local. Juntamente com o Porto de Antonina, integra o complexo portuário denominado Portos do Paraná, anteriormente denominado Administração de Portos de Paranaguá e Antonina (APPA). Os portos são responsáveis por fluxos intensos de embarcações no interior do CEP, que numericamente movimentaram, em conjunto, mais de 54 milhões de toneladas de cargas no ano de 2019 (PORTOS DO PARANÁ, 2020).

A somatória entre a sensibilidade ambiental e o fluxo de embarcações predispõe a região a consideráveis riscos de desastres e impactos negativos sobre a biodiversidade em caso de ocorrências. Esta questão foi observada no episódio da explosão do Navio *Vicuña*, ocorrido em 2004, no Porto de Paranaguá. Naquele momento, ficou evidente a deficiência da estruturação e da resposta de atendimento à fauna atingida pelo derramamento de derivados de petróleo.

Conforme apontam os relatórios do IBAMA (2005) e da Assembleia Legislativa do Paraná (2005), no momento do acidente ficou evidente a desarticulação, a ausência de

treinamento e a falta de coordenação no atendimento à fauna que foi contaminada pelo óleo, bem como a falta de informações as comunidades litorâneas afetadas pelo evento. A falta da existência de uma brigada especializada no resgate e na despetrolização da fauna oleada para atuar em acidentes de grandes proporções, impossibilitaram o salvamento e a recuperação destes animais. Esta situação foi diagnosticada no Relatório Final da Comissão Especial de Investigação do Acidente Ambiental com o Navio *Vicuña*, realizado pela Assembleia Legislativa do Estado do Paraná:

É igualmente proposto que sejam definidos e implementados programas de treinamento e de educação ambiental, que possibilitem a integração das comunidades litorâneas (Piaçagüera, Amparo, Europinhal, Ponta do Ubá, bem como das ilhas da Catinga, Rasa, Peças e Superagüí) para facilitar suas ações em casos de acidentes semelhantes, para atuarem como voluntários em casos de emergência (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ, 2005, pg.154).

A desarticulação e a falta de treinamento especializado revelaram a necessidade de aprimoramento dos atores locais no gerenciamento de desastres ambientais com produtos derivados de petróleo. Vale ressaltar a importância na redução de danos e prejuízos em áreas de ocorrência de desastres ambientais, em comunidades onde existem grupos de voluntários organizados, a exemplo do Sismo ocorrido em Kobe, no Japão em 1995, onde a atuação de voluntários concorreu na redução de danos e do número de mortes.

Tendo como princípio o aumento da eficácia da resposta de atendimento à fauna em casos de desastres na área do CEP e a inclusão da sociedade nas ações de salvamento dos animais, foi estabelecida em 2013, uma parceria entre a Administração de Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, a Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual do Paraná - Funespar, com apoio do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres - CEPED/PR. Neste convênio técnico, científico e operacional foi desenvolvido o projeto intitulado *"Estruturação, Implementação e Gerenciamento de uma Base Especializada no Resgate e na Despetrolização da Fauna em Caso de Acidentes Ambientais na Área do CEP"* (vide Capítulo 16). Um dos principais objetivos do projeto, foi a criação e o gerenciamento de uma “Brigada Voluntária” para a atuação no resgate e na recuperação da fauna impactada por petróleo e seus derivados, registrada em eventos decorrentes da atividade portuária na área do Complexo Estuarino de Paranaguá.

O voluntariado pode ser tomado como um conjunto de ações solidárias originadas de forma livre e organizada pela sociedade civil, a fim de cumprir objetivos consolidados no desenvolvimento da cidadania, uma vez que a participação destes atores sociais altera a realidade das situações nas quais envolvem-se. São numerosos os relatos e estudos destas intervenções em situações de desastres naturais e tecnológicos onde o voluntário age em prol da reorganização da comunidade local afetada – sejam elas humanas e/ou animais – e melhoria da condição física do ambiente impactado. O voluntariado no Brasil é regulamentado pela Lei nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), popularmente conhecida como Lei do Voluntariado, que define o serviço voluntário no Brasil como uma atividade não remunerada prestada por pessoa física a entidades públicas de qualquer natureza ou instituições privadas de fins não lucrativos que tenham objetivos cívicos,

culturais, educacionais, científicos, recreativos ou de assistência à pessoa.

A criação da Brigada Voluntária foi proposta em função da necessidade de envolvimento direto da sociedade para atuação nos casos de desastres. Este envolvimento tem sido preconizado em diversos guias internacionais de atendimento de animais oleados, pois a intenção de cooperação da sociedade em prestar socorro e assistência aos animais vitimados em derramamento de petróleo e derivados foi observada em eventos ocorridos ao longo da história em diferentes partes do mundo. De fato, a atuação de voluntários já teve papel essencial no salvamento da fauna e recuperação do ambiente, como observado no ano de 2000 durante o caso de derramamento de óleo no Rio Iguaçu e recentemente em 2019, na limpeza do litoral da região nordeste do Brasil atingido por petróleo de origem ainda desconhecida.

No entanto, para o sucesso das ações dos voluntários junto à fauna, estas atividades necessitam ser coordenadas, uma vez que podem gerar riscos elevados aos voluntários, pois ocorrem em cenário de contaminação por produtos químicos. Ações executadas de maneira incorreta, podem afetar gravemente a saúde do pessoal, bem como provocar injúrias tanto nos animais quanto nos resgatadores. Desta forma, o órgão ambiental brasileiro preconiza que somente pessoas capacitadas podem atuar junto aos animais, desde que supervisionadas por profissionais especializados no desenvolvimento de atividades de resgate e despetrolização da fauna (IBAMA, 2018).

Estudos demonstram que existem diversos tipos de voluntariados. O ponto central deste estudo e para a concepção da Brigada Voluntária e sua atuação junto às atividades de despetrolização dos animais, são os denominados voluntários auxiliadores - caracterizados como aqueles que vêm de dentro e de fora da comunidade atingida para auxiliar as vítimas e outros atuantes. É importante notar a diferença entre os voluntários bem intencionados dos profissionais formados tecnicamente (BARSKY *et. al*, 2007). Estas distinções são notáveis teoricamente e em prática, uma vez que os profissionais formais que atendem o incidente são os responsáveis pela decisão de inclusão ou exclusão de outros atuantes em determinadas atividades na área, de acordo com a categorização dos voluntários. Kendra e Wachtendorf (2007) citam, ainda, o desafio da administração de voluntários não-filiados à programas durante situações de desastres, uma vez que sua vontade de ajudar frequentemente não está associada à sua capacitação técnica ou habilidades específicas necessárias para atuação em uma emergência.

Em cenários de desastres as atividades executadas necessitam ser especializadas, conforme disposto no Plano Nacional de Contingência (PNC), instituído pelo Decreto Federal nº 8.127/2013 (BRASIL, 2013), que fixa responsabilidades e estabelece a estrutura organizacional necessária para a atuação coordenada de órgãos da administração pública e entidades públicas e privadas, ampliando a capacidade de resposta em incidentes que envolvam a poluição por óleo em águas de jurisdição nacional, minimizando danos ambientais e prejuízos para a saúde pública. Dentre as ações referidas no PNC, destacam-se o resgate e o transporte de fauna por pessoal treinado para centros de recuperação especializados, o desenvolvimento de exercícios simulados e a criação de um Sistema de Comando de Incidentes, dentre outros.

Com o objetivo de unir esforços para ajudar aos animais impactados em desastres

advindos da sociedade e a necessidade do estabelecimento de pessoal adequadamente capacitado para o trabalho e a proteção da fauna no Complexo Estuarino de Paranaguá, a criação da Brigada Voluntária busca suprir esta necessidade, oferecendo diversos cursos de capacitação à comunidade em geral interessada no assunto. Possibilitando assim, a cooperação da sociedade na prestação de socorro aliada ao trabalho técnico, estruturado e organizado desenvolvido dentro do projeto.

Os resultados desta iniciativa serão abordados neste capítulo, que apresenta o processo de recrutamento e a capacitação dos brigadistas voluntários para a atuação junto às atividades de despetrolização dos animais, permitindo desta forma, a formação de cidadãos com maior senso de responsabilidade socioambiental. É nesta perspectiva que se apresentam os motivos para a execução deste programa: a integração da comunidade acadêmica face aos complexos riscos e desafios socioambientais que se apresentam atualmente no município.

2 I METODOLOGIA

2.1 Área de interesse do projeto

O Complexo Estuarino de Paranaguá é uma região de alta importância e sensibilidade ambiental. Localizado ao norte da planície litorânea do estado do Paraná, apresenta ambientes como planícies e baixios com extensos manguezais, ilhas, costões rochosos e marismas (NOERNBERG *et. al*, 2006), proporcionando a ocorrência e sobrevivência de variados grupos faunísticos locais e migratórios (Vide Capítulo 16). Estudos sobre a identificação e ocorrência de espécies animais na área demonstram a grande diversidade de peixes, anfíbios, répteis, mamíferos terrestres e aquáticos e aves, especialmente as marinhas, sendo, então, uma importante área de reprodução, nidificação e alimentação (NOERNBERG *et. al*, 2008). Além disso, diversas comunidades pesqueiras e indígenas utilizam os recursos ambientais do complexo para sua moradia e subsistência, sendo associados inherentemente a este ambiente (IPARDES, 2001).

Os Portos do Paraná são um complexo portuário constituído pelos portos de Paranaguá e Antonina e oportunizam contratos de trabalho para a comunidade, aproximando, também, demais sujeitos para turismo, alimentação, estadia e pesquisas de amplas áreas. A atividade portuária paranaense remonta de 1840. As primeiras embarcações chegavam na rua da praia, em Paranaguá, transportando ouro, erva-mate, madeira e café (PORTOS DO PARANÁ, 2019). Em 1934, o porto começou a operar no local onde permanece até os dias atuais.

Atualmente, os Portos de Paranaguá e Antonina contam com um comprimento total de caís e píeres de 5,347 metros, 24 berços e capacidade de movimentação anual de 1,5 milhão de contêineres marítimos (TEUs). Contemplam estruturas para o atendimento exclusivo de produtos inflamáveis: dois píeres com 143 e 184 metros. De acordo com os dados disponibilizados pela administração portuária (PORTOS DO PARANÁ, 2020), o balanço de movimentação de cargas no Porto de Paranaguá no ano de 2019 superou 53 milhões de toneladas, consolidando sua posição como o segundo maior porto brasileiro – atrás do Porto de Santos/SP. Já o Porto de Antonina, no mesmo ano, movimentou 908

toneladas, superando em 18% a estatística do ano anterior.

Dentre as cargas movimentadas nos domínios dos Portos do Paraná, podem-se destacar os granéis sólidos vegetais (soja, açúcar, farelo de soja, milho, malte, cevada e trigo), os granéis sólidos minerais (fertilizantes e sal), contêineres (carne de frango, carne bovina), granéis líquidos (derivados do petróleo, produtos químicos, óleo de soja) e as consideradas cargas gerais (celulose, veículos e açúcar ensacado) (MTPA, 2018).

No que tange à preparação dos Portos do Paraná frente a emergências ambientais, foi inaugurado em 22 de dezembro de 2016 o Centro de Proteção Ambiental (CPA). A estrutura do centro está localizada em frente ao píer 201, possuindo 1.129 metros quadrados e dois pavimentos. A estrutura foi planejada para sediar a coordenação do atendimento às emergências ambientais e otimizar o trabalho das equipes de prontidão. Além disso, o CPA possui uma infraestrutura destinada à treinamentos e simulados, incluindo, também, uma sala de crise e demais instalações necessárias para emergências terrestres e marinhas (PORTOS DO PARANÁ, 2016). É no CPA que será instalado o Centro de Atendimento a Emergências em Fauna (CEFAU), estrutura que será colocada em operação no caso do acionamento da resposta da fauna a derramamento de óleo ou derivados decorrentes das atividades portuárias. A disposição dessa estrutura é abordada no Capítulo 16: Estruturação de um Sistema de Atendimento à Fauna Oleada no Complexo Estuarino de Paranaguá.

2.2 Recrutamento de voluntários

Entre os anos de 2015 e 2018 foram realizadas diversas ações de divulgação do projeto e da Brigada Voluntária para a sociedade. Além de objetivar a publicização das atividades e pesquisas científicas realizadas pelo projeto para as comunidades locais e externas, estas ações também tiveram o propósito de difundir o projeto para o reconhecimento e apoio de sua existência, além do recrutamento de pessoal interessado na ação voluntária em prol da proteção à fauna em situações de desastres. O atendimento à fauna em casos de desastres é socialmente valorizado e tal apoio auxilia para o desenvolvimento de intervenções para a mitigação dos impactos. Ademais, parte da sociedade civil abordada durante a divulgação manifesta o desejo de participar na resposta ao desastre, sendo, então, as ações de publicização um importante meio de recrutamento de brigadistas voluntários para o projeto.

Sendo assim, as ações de divulgação foram realizadas em diversos âmbitos: palestras e apresentações em eventos científicos de escopo ambiental e defesa civil, como em simpósios, congressos e semanas acadêmicas; apresentação de trabalhos científicos em eventos nacionais e internacionais envolvendo temáticas ambientais e de defesa civil; publicação de artigos em revistas acadêmicas; e a presença em eventos coordenados pelo governo do Estado, como p. ex. a Operação Verão Paraná 2017/2018, onde mais de 5.000 pessoas foram apresentadas ao projeto e à possibilidade de participação na Brigada Voluntária (KOPROSKY *et. al.*, 2018). Este esforço para a divulgação do projeto em diversos ambientes aumentou a procura por interessados em participar dos cursos de capacitação oferecidos, bem como o número de voluntários, trazendo resultados positivos para o projeto e para a Brigada Voluntária.

2.3 Capacitação da brigada voluntária

A partir da identificação das atividades desenvolvidas no processo de despetrolização da fauna, representadas pelas respostas primária, secundária e terciária ao evento e compostas por afugentamento, captura, transporte, triagem, estabilização, lavagem, secagem, reabilitação, destinação e necropsia dos animais impactados, bem como de atividades de apoio como alimentação, limpeza, atividades laboratoriais, comunicação, gerenciamento de recursos materiais e humanos, foram definidos quatro cursos de capacitação para serem ministrados para que os voluntários pudessem atuar como apoiadores dos processos: Curso de Voluntariado, Curso de Sistema de Comando de Incidentes e Cursos Teórico e Prático de Formação em Despetrolização da Fauna. Objetivava-se que cada brigadista fosse inicialmente capacitado nos quatro cursos principais e anualmente passasse por reciclagem dos conhecimentos, cursando novamente cada um.

Além destes cursos ofertados para a sociedade em geral, e visando envolver a comunidade acadêmica em atividades complementares e extensionistas para a formação de cidadãos com maior senso de responsabilidade socioambiental, foi desenvolvida uma disciplina optativa para os graduandos em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná, *Campus Paranaguá*.

Também foi oferecida uma capacitação específica para o envolvimento da comunidade pesqueira. Por se tratar de um grupo da comunidade muito vulnerável, no caso de derrames de petróleo, e pelos conhecimentos relevantes da área de interesse do projeto, buscou-se a formação de cidadãos capazes de agir de forma coordenada em caso de acidentes na área do CPE, atuando como agentes participativos em caso de acidentes e no envio de informações para equipe técnica sobre a possível fauna afetada.

Diversas metodologias de ensino foram empregadas durante os cursos, levando em consideração o grau de familiaridade dos voluntários com as temáticas e os objetivos gerais e específicos dos cursos. Citando os objetivos, o curso de voluntariado visa a introdução à temática; o curso de SCI propõe a exposição da técnica de conduta durante a mitigação, preparação e resposta ao incidente e os cursos teóricos e práticos de despetrolização visam a formação técnica para auxílio nos processos que envolvem o atendimento da fauna. Para a realização destes, foram exploradas aulas expositivas presenciais e *online*, com a exibição e conceituação dos fundamentos, além de discussões em grupo e pequenos simulados para a fixação das informações.

Para a realização dos cursos presenciais foram utilizados computadores e projetores para a exposição dos conceitos necessários pelos ministrantes, apostilas com os conteúdos específicos e quadros brancos para anotações. Já para a realização dos cursos *online* – curso de SCI -, foi utilizada a plataforma de ensino à distância do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR (<http://www.ensino.ceped.pr.gov.br/>) com a exibição de videoaulas expositivas aos cursistas, divididas em módulos, com avaliações simples de perguntas e respostas.

2.4 Realização de exercícios simulados

A realização de exercícios simulados são fundamentais para o treinamento de ações articuladas e coordenadas, preparando a comunidade para as situações reais

de desastres ambientais e se possível, evitando a contaminação da fauna em casos de acidentes envolvendo o derramamento de óleo. Para que os brigadistas pudessem colocar em prática os conhecimentos adquiridos nas capacitações e se familiarizassem diante das diversas atividades que devem ser executadas no atendimento da fauna, foram realizados três simulados de acionamento da Brigada Voluntária no período dos anos de 2015 a 2018. Os cenários criados abordaram o derramamento de óleo envolvendo navios dentro da área portuária, com a presença de fauna próxima aos locais do derrame

2.5 Sistema de alarme e alerta

Um sistema de alarme e alerta, baseando em um banco de dados contendo informações dos voluntários, foi desenvolvido para o acionamento e a mobilização de todos os profissionais envolvidos nas operações em caso de desastre ambiental com petróleo e seus derivados.

O sistema acomoda todos os dados dos brigadistas como: nome, documentos pessoais, telefone, e-mail, endereço, espacialização da distância da residência ao local da ocorrência, tamanho do uniforme e lateralidade, área de atuação, área de conhecimento, etc. Estes dados são essenciais para o acionamento da brigada e para uma resposta adequada ao desastre. A plataforma de armazenamento de dados possui ainda, uma área correspondente as capacitações ofertadas, onde constam as informações de todos os brigadistas que já participaram de um ou mais cursos necessários para atuar em uma emergência. Nesse sistema é possível acionar os voluntários diretamente por meio de mensagens de texto ou e-mail - seção utilizada para a atualização de dados e acionamento dos voluntários nos casos de simulados e situações reais de incidentes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Recrutamento de voluntários

O recrutamento de participantes para a Brigada Voluntária foi contínuo entre os anos de 2015 e 2018. Nesse período, ocorreram oscilações entre o número de participantes, tendo atingido o montante de oitenta participantes ao fim do terceiro ano de atividades. Diferentes grupos de estudantes, em sua maioria do Curso de Ciências Biológicas da UNESPAR, integraram a equipe. A incorporação da comunidade local foi pontual após a realização das atividades de publicização. Em princípio, observa-se um grande interesse da comunidade, tanto acadêmica quanto geral, pelo tema de atendimento da fauna, sendo o gatilho emocional que impulsiona os mesmos a integrarem a Brigada Voluntária. De acordo com os estudos realizados por León e Fuertes (2004), os voluntários das áreas do meio ambiente apresentam maior permanência dentro da organização que os voluntários socio assistencialistas (aqueles que prestam serviços para o atendimento de comunidades humanas), por motivação da necessidade de expressão de seus valores pessoais e na busca de conhecimentos. No entanto, durante a permanência no projeto, parte dos brigadistas não se envolvem em todas as atividades propostas, demonstrando passividade frente a sua inclusão como agente transformador da realidade.

Uma possível explicação para a baixa adesão dos brigadistas às atividades é, de

acordo com os estudos dos autores supracitados, a baixa atribuição dos voluntários à importância das atividades individuais designadas e uma relação distante com os profissionais e companheiros (LEÓN, FUERTES, 2004). Possíveis soluções para este contraponto é a expansão da frequência de atividades simuladas, nas quais há comunicação entre os companheiros de brigada e profissionais responsáveis pela resposta ao desastre, cumprindo com o desejo de expressão de seus valores pessoais baseados na proteção da fauna e na busca de conhecimentos em sua área de interesse.

Em relação às ações de publicização desenvolvidas pelo projeto, buscando o aumento de sua visibilidade para a comunidade em geral e o recrutamento de novos voluntários, foi observada sua alta efetividade, indicada, dentre outras, pelas respostas à campanha realizada durante a Operação Verão 2017/2018 no balneário de Caiobá, município de Matinhos/PR - coordenada pelo Governo do Estado. Participaram desta campanha doze integrantes do Projeto Fauna, entre equipe técnica e voluntários (Figura 1). Durante a campanha foram abordados mais de cinco mil membros da comunidade local e turistas, numa estrutura fixa localizada na faixa de areia dos banhistas. A comunidade era convidada a acessar o espaço e a equipe fazia a interação apresentando os objetivos do projeto, a área de atuação, a existência da Brigada Voluntária, os cursos ofertados gratuitamente à sociedade, os riscos de possíveis desastres na região - oportunizando assim, o recrutamento de membros da comunidade para compor a equipe do projeto. Para os visitantes foram distribuídos alguns materiais de divulgação como: *lixocar*, *squeezes* e *ecobags* (Figura 2).



Figura 1. Estrutura da campanha de publicização e equipe do Projeto Fauna durante a Operação Verão de 2017/2018, realizada no balneário de Caiobá, município de Matinhos/PR.



Figura 2. Materiais de divulgação distribuídos durante a campanha da Operação Verão de 2017/2018, no balneário de Caiobá, município de Matinhos/PR.

Além disto, os visitantes participaram de registros fotográficos, segurando placas educativas e de apoio ao projeto, que foram divulgados nas redes sociais do projeto, atingindo mais de 600 curtidas em sua página no Facebook (Figura 3). O estudo desenvolvido por Koproski et.al. (2018), a partir desta ação realizada, demonstrou a boa interação da comunidade com a equipe e a manifestação de interesse ao atendimento à fauna oleada em casos de desastres na área dos Portos de Paranaguá e Antonina.



Figura 3. Membros da comunidade abordados durante a campanha do Projeto Fauna na Operação Verão de 2017/2018, no balneário de Caiobá, município de Matinhos/PR.

3.2 Capacitação da brigada voluntária

Todas as capacitações foram ofertadas de forma gratuita para os brigadistas e a comunidade. Estas capacitações foram definidas de acordo com as possíveis atividades a serem desenvolvidas pelos voluntários, sendo importante destacar que a determinação das atividades se dá em função do grau de capacitação, tipo de formação, aptidões e da disponibilidade do voluntário. Os brigadistas capacitados e treinados poderão realizar procedimentos de manejo de animais sob orientação e supervisão da equipe técnica do

Projeto Fauna, composta por profissionais habilitados para a atuação com a despetrolização de fauna. Os voluntários sem treinamento poderão auxiliar a equipe nas áreas de serviços gerais e administrativas.

Objetivando a introdução inicial dos brigadistas às possíveis funções a serem realizadas, bem como a estrutura e funcionamento do projeto, o Curso de Voluntariado foi ministrado por profissionais das áreas de defesa civil, meio ambiente e medicina veterinária, trazendo um amplo panorama aos cursistas do que se espera que seja realizado, quais são possíveis riscos, os seus direitos e deveres. O curso de voluntariado foi oferecido nos anos de 2016 e 2018, com carga horária de duas horas, onde foram apresentadas as características do serviço voluntário, os aspectos operacionais relacionados ao acionamento, a prontidão, os procedimentos de atuação e organização, bem como as responsabilidades legais do voluntário e da Funespar como instituição coordenadora, de acordo com o previsto na Lei do Voluntariado. Para complementação e apoio ao Curso de Voluntariado, foi elaborado um guia para orientação da atuação do voluntário junto às atividades do projeto (<http://www.funespar.org/projetofauna/guia-do-voluntario>). (Figura 4).



Figura 4. Material didático produzido para o Curso de Voluntariado. Guia do Voluntário, 2016.
Disponível em <http://www.funespar.org/projetofauna/guia-do-voluntario/>

O curso de Sistema de Comando de Incidentes é o responsável por introduzir aos participantes da Brigada Voluntária à cadeia de comando, bem como deve disciplinar a atuação dos voluntários frente à comunicação, ao gerenciamento de recursos, a organização e a gestão das situações de desastres. A capacitação em Sistema de Comando de Incidentes - SCI foi oferecida em duas edições, nos anos de 2016 e 2018, na modalidade EAD, com carga horária de vinte horas e disponibilizada pela plataforma do CEPED/

PR. O SCI é uma ferramenta de gerenciamento de incidentes que apresenta diretrizes que devem ser incorporadas pelos resgatadores de fauna para aumentar a eficiência no planejamento e operacionalização das ações de salvamento dos animais. Neste curso foram abordados os objetivos, princípios, finalidades, estrutura, funções do SCI, bem como os níveis organizacionais, as instalações, o gerenciamento de recursos e a fase reativa (vide Capítulo 16).

O curso de formação em despetrolização de fauna foi definido como ponto principal das capacitações dos voluntários e foi oferecido na categoria de aulas teóricas, com carga horária de doze horas e de aulas práticas, com carga horária de quatro horas. O curso teórico foi apresentado em cinco edições, uma em 2016, três em 2017 e uma em 2018. Para a capacitação das operações técnicas e efetivamente para o atendimento à fauna, os cursos teóricos de despetrolização de fauna foram ministrados por profissionais médicos veterinários e biólogos, a fim de apresentar conhecimentos especializados, organizados e de acordo com os documentos legais para os cursistas.

No curso de formação em despetrolização da fauna foram abordados temas envolvendo a estrutura do sistema de atendimento à fauna, as respostas primária e secundária no atendimento em eventos de derrame e foram discutidas as técnicas de afugentamento e dispersão da fauna, considerando as diferentes espécies e os diferentes tipos de ecossistemas, além de equipamentos e recursos humanos necessários para sua realização. Com relação a resposta terciária, foram discutidos os processos de busca ativa, resgate e transporte da fauna encontrada em emergências ambientais, bem como orientações sobre contenção, acondicionamento e procedimentos referentes à atendimento imediato aos animais nos locais do acidente e durante o transporte.

Sequencialmente, foi explanada a triagem da fauna encontrada em emergências ambientais, bem como os materiais, equipamentos e recursos humanos necessários para a sua realização. Na abordagem sobre a despetrolização propriamente dita, foi explorado o fluxo da lavagem e tratamento da fauna, os organogramas decisórios e principais protocolos de atendimento e lavagem da fauna atingida por vazamentos de óleo e outros poluentes, assim como as diferenças e particularidades de tratamento de cada grupo taxonômico.

Ainda de acordo com os diferentes grupos taxonômicos, foram abordadas as características necessárias dos recintos para acondicionamento dos animais e a destinação da fauna encontrada em emergências ambientais. Foram discutidos o fluxograma de liberação, bem como questões ambientais, ecológicas, logísticas e operacionais do final do processo de resgate e reabilitação da fauna atingida por desastres. Ao final das aulas, realizava-se uma dinâmica em grupo, fazendo com que os brigadistas explorassem diferentes ações de salvamento da fauna, em cenários fictícios de emergência ambiental, na área do Complexo Estuarino de Paranaguá. Os voluntários discutiam sobre os procedimentos e apresentaram soluções para as hipóteses. Para complementação e apoio ao curso de formação em despetrolização da fauna foi elaborada uma apostila para orientação das ações de assistência aos animais.

O curso prático de formação em despetrolização da fauna foi ministrado por médicos veterinários e oferecido em duas edições no ano de 2018. O objetivo do curso prático foi aplicar os conhecimentos da organização estrutural e do fluxograma do atendimento

dos animais e simular o processo de atendimento desde a captura, triagem, lavagem, secagem e manutenção dos animais (Figura 5). Foram utilizados simulacros de pelúcia, representando as possíveis espécies ocorrentes nas situações de desastres, com tamanho aproximado ao animal, colocando em prática as técnicas de contenção de representantes da fauna, bem como da metodologia dos aspectos relacionados a lavagem e a secagem dos indivíduos apresentadas no curso teórico (Figura 6). Para realização do curso, os brigadistas receberam um kit de equipamentos de proteção individual para utilização durante as atividades, composto por óculos de proteção, luvas nitrílicas, máscara PFF2, botas de borracha e macacão de proteção Tyvek.



Figura 5. Curso prático de despetrolização da fauna, realizado em Curitiba, representando a etapa de lavagem do animal atingido, representado por uma pelúcia de um pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*).



Figura 6. Simulacro de pelúcia representado por uma pelúcia de um pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*).

A disciplina optativa foi oferecida para dezesseis graduandos dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, do Campus Paranaguá da UNESPAR e habilitou os alunos no resgate e reabilitação de fauna afetada por acidentes com vazamento de óleo, auxiliando também na formação da Brigada Voluntária.

A capacitação dos pescadores foi realizada em diferentes comunidades, sendo elas: Antonina, Paranaguá, Prainha do Pasto, Piaçaguera, Eufrásina, Europinha e São Miguel. No total foram realizadas oito reuniões, com a participação de aproximadamente 120 pescadores que apresentavam interesse em atuar como agentes ambientais em desastres com produtos derivados de petróleo. Nestas reuniões, com duração média de uma hora, foram apresentados os principais objetivos do projeto e a potencial colaboração que a comunidade pesqueira teria atuando como agentes participativos em caso de acidentes e no envio de informações para equipe técnica sobre a possível fauna afetada (Figura 7).



Comunidade de São Miguel.



Colônia de Pesca de Antonina.



Comunidade de Prainha do Pasto.



Hotel Camboa com diversas comunidades.

Figura 7. Cursos de Capacitação para Pescadores realizado em diversas comunidades do Complexo Estuarino de Paranaguá.

Como resultado das ações de capacitação, o curso com maior abrangência foi o de Capacitação dos Pescadores, atingindo um total de 132 pessoas, seguido pelos Cursos Teórico em Despetrolização de Fauna (57 voluntários), Cursos de Sistema de Comando de Incidente (21), Cursos de Voluntariado (18), Cursos Prático em Despetrolização de Fauna e a disciplina optativa para os alunos do Curso de Ciências Biológicas (Gráfico 1).

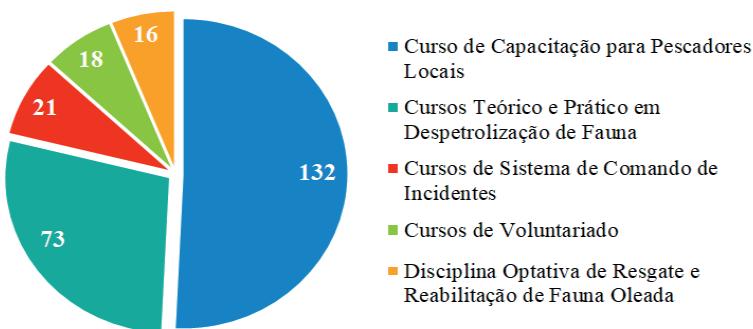


Gráfico 1: Número de brigadistas formados nos cursos de capacitação oferecidos à Brigada Voluntária para atendimento à fauna no Complexo estuarino de Paranaguá.

Vale a pena ressaltar que, para se ter uma efetividade no trabalho voluntário, o órgão ambiental brasileiro preconiza a capacitação de todos os voluntários que irão atuar nas atividades de resgate e despetrolização da fauna, além da necessidade de supervisão por profissionais especializados (IBAMA, 2018). Essas medidas são necessárias para diminuir os riscos que um cenário de contaminação por produtos químicos pode causar à saúde e para evitar a execução do trabalho de forma incorreta, podendo gerar prejuízos tanto aos animais quanto aos voluntários.

3.3 Realização de exercícios simulados

Um simulado pode ser definido como um treinamento prático, realizado periodicamente, para que uma equipe tenha condições de enfrentar uma situação real de emergência. Esta simulação coloca em prática a capacitação oferecida aos voluntários, de forma que seja possível a realização de treinamentos e avaliação dos brigadistas frente à situações reais de emergência.

Para realizar um simulado de resposta à fauna, deve-se criar um cenário realista com a aplicação de vários imprevistos, que precisam ser solucionados durante a simulação. Com isso, os brigadistas têm a oportunidade de se familiarizar diante das diversas áreas de atuação, possibilitando ao voluntário uma resposta rápida e eficiente frente à situação encontrada. É de extrema importância que esses simulados sejam realizados pelo menos uma vez ao ano e que todos os voluntários participem - desta maneira, há garantia de reciclagem dos brigadistas antigos e/ou o aprendizado dos novos.

Os simulados realizados contaram com a participação da equipe técnica responsável pelo resgate da fauna, captura e contenção, transporte, além das etapas de estabilização, lavagem, secagem, reabilitação, destinação e necropsia (Figura 8).



Figura 8. Imagens das atividades realizadas pela equipe de atendimento da fauna durante exercício simulado ocorrido em maio de 2018.

Em conjunto com a equipe portuária, as ações presentes nos simulados auxiliaram para o levantamento de informações e capacitação do voluntariado participante. A Brigada Voluntária foi acionada para dar a resposta inicial à situação de emergência e os voluntários tiveram a possibilidade de colocar em prática os conhecimentos referentes ao processo de despetrolização da fauna nos simulacros de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) (Figura 9). A realização de simulados como este é de extrema importância, pois possibilita a avaliação da capacidade de interação da Brigada Voluntária em relação à resposta a fauna, bem como com as demais etapas do processo.



Figura 9. Etapas de lavagem (a) e hidratação (b) de indivíduos petrolizados por integrantes da Brigada Voluntária, sob orientação da médica veterinária responsável pelo atendimento.

3.4 Sistema de alarme e alerta

O Sistema de Alarme e Alerta foi desenvolvido para o acionamento e mobilização da Brigada Voluntária em caso de emergências; para gestão dos voluntários brigadistas e para a gestão dos cursos ofertados. O sistema opera na plataforma web e foi desenvolvido em PHP com banco de dados MySQL e estrutura responsiva de layout adaptada para computadores ou dispositivos móveis (tablets e celulares) o que facilita a utilização pelo usuário por meio desses equipamentos. O sistema é composto por 4 módulos (ocorrências, cursos, mensagens e voluntários) além da estrutura base com painel de estatísticas e gerenciamento de autenticação. O sistema permite o envio de mensagens via SMS e/ou e-mail individualmente ou para grupos de usuários previamente cadastrados (Figura 10). As mensagens SMS são enviadas por meio da *API TotalVoice* de envio de SMS e o envio de e-mails é realizado pelo próprio servidor de hospedagem sem custos.

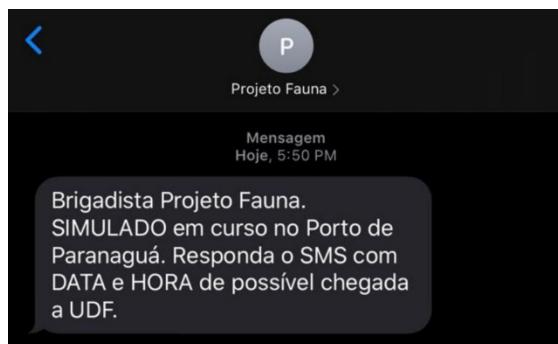


Figura 10 – Mensagem de texto enviado pelo Sistema de Alerta e Alarme da Brigada Voluntária para atendimento à fauna no Complexo estuarino de Paranaguá.

Fazendo uma análise em relação ao acionamento dos voluntários, via mensagem de texto ou e-mail, em caso de emergências ambientais, é possível mensurar o tempo médio de resposta dos brigadistas para determinar a logística de acionamento da brigada, quando necessário (Figura 10). A comunicação com os voluntários por meio do sistema é eficiente, demonstrando que o mesmo funciona corretamente. Entretanto, o percentual de respostas dos brigadistas ainda é mediano, corroborando com a necessidade de estímulo constante para os voluntários, bem como do envolvimento na resposta aos acionamentos - ratificando a importância da presença da brigada nas situações de emergência.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estreitamento da relação entre a cidade de Paranaguá com a comunidade, se faz essencial para o desenvolvimento e a formação de uma geração mais integrada com as questões econômicas e socioambientais que envolvem desde a zona portuária, até as zonas de riscos mais distantes da área urbana. Estudantes e comunidade com conhecimentos básicos sobre a fauna e da região são indivíduos importantes para o desenvolvimento adequado de uma brigada capacitada que, além de ter conhecimentos necessários para a execução de atividades e cumprimento da cadeia de comandos, também sejam multiplicadores de opinião, compartilhando informações relevantes do atendimento e da conservação da fauna em suas comunidades, uma vez que o voluntariado constitui uma importante ferramenta de gestão participativa e mobilização social.

A atuação de voluntários nas atividades de atendimento da fauna pode auxiliar profundamente na resposta positiva ao incidente, desde que exista uma estrutura organizacional e capacitações adequadas. A criação da Brigada Voluntária pretende aproximar as pessoas que se sensibilizam em prestar socorro aos animais e capacitá-las tecnicamente, em diferentes níveis, para que exerçam os procedimentos adequados no resgate, manejo e reabilitação da fauna e para que não ocorram situações danosas aos animais ou a si mesmos, no impulso de ajudar nos eventos envolvendo desastres.

Programas de incentivo ao voluntariado precisam ser disseminados localmente por meio de ações interativas junto às comunidades para que elas desenvolvam o sentido de apropriação, proteção e conservação do ambiente em que vivem. São necessárias ações contínuas de capacitação da Brigada Voluntária para que esse envolvimento seja praticado e reciclado na rotina das suas vivências para quando for necessário responder à incidentes, as respostas sejam rápidas e efetivas, cumprindo com o objetivo principal do projeto de proteção à fauna do Complexo Estuarino de Paranaguá.

AGRADECIMENTOS

À Administração de Portos de Paranaguá e Antonina - APPA, ao Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres – CEPED/PR, à Coordenadoria Estadual da Defesa Civil, à Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Estadual do Paraná – FUNESPAR pelas bolsas de pesquisa concedidas.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ. **Relatório Final De Acompanhamento - Acidente Ambiental com Navio Vicuña - Baía de Paranaguá.** Comissão Especial de Investigação. ALEP, Dezembro de 2005.

BARSKI, L.E.; TRAINOR, J.E.; TORRES, M.R.; AGUIRRE, B.E. **Managing volunteers: FEMA's Urban Search and Rescue Programme and Interactions with Unaffiliated Responders in Disasters Response.** Disasters. Londres/UK, v. 31, n. 4, p. 495-507, 2007.

BRASIL. **Lei nº 9.608, de 18 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre o serviço voluntário e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18, fev. 1998. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9608.htm. Acesso em 13 mai. 2020.

_____. **Decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013.** Institui o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional, altera o Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003, e o Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 22 out. 2013. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8127.htm. Acesso em 24 abr. 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Laudo técnico do acidente do navio Vicuña, ocorrido em Paranaguá no dia 15 de novembro de 2004.** IBAMA/IAP, 75p. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2005.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de Boas Práticas: manejo de fauna atingida por óleo.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília. 74p. 2016.

IPARDES. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guarqueçaba.**

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Secretaria de Planejamento e Projetos Estruturantes: Curitiba, Paraná. 2001.

KENDRA, J.M.; WACHTENDORF, T. **Rebel Food... Renegade Supplies: Convergence After The World Trade Center Attack.** Disasters Research Center. Newark/EUA, v. 316, 25 p., 2001.

KOPROSKI, L.; DUDA, L.J.; Santos, C.S.A.; PINHEIRO, E.G.; STRINGARI, D. **Percepção da comunidade ao atendimento a fauna oleada em casos de desastres no litoral do Paraná, sul do Brasil.** Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Curitiba/PR, v. 7, n. esp., p. 350-366, 2018.

LEÓN, M.C.D.; FUERTES, F.C. **Factores psicosociales y tipos de voluntariado.** Psicothema. Asturias/ES, v. 16, n. 4, p. 639-645, 2004.

MTPA – Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina.** Brasília: MTPA. 774 p. 2018.

NOERNBERG, M.A.; ANGELOTTI, R.; CALDEIRA, G.A & RIBEIRO DE SOUSA, A.F. **Determinação da sensibilidade do litoral paranaense à contaminação por óleo.** Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology, Itajaí/SC, v. 2, n. 12, p. 49-59. 2008.

NOERNBERG, M.A.; LAUTERT, L.F.C.; ARAÚJO, A.D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO JR., J.P.B.; KRUG, L.A. **Remote Sensing and GIS Integration for Modeling the Paranaguá Estuarine Complex - Brazil.** Journal of Coastal Research. Lawrence/KS, SI 39, p 1627-1631. 2006.

PONTOS DO PARANÁ. **Porto de Paranaguá inaugura a primeira base integrada para emergências ambientais.** Paranaguá, PR: Governo do Estado, 2016. Disponível em: www.portosdoparana.pr.gov.br/Noticia/Porto-de-Paranagua-inaugura-primeira-base-integrada-para-emergencias-ambientais. Acesso em 14 mai. 2020.

PONTOS DO PARANÁ. **Os Portos do Paraná e a História.** Paranaguá, PR: Governo do Estado, 2019. Disponível em: www.portosdoparana.pr.gov.br/Pagina/Os-Portos-do-Parana-e-Historia. Acesso em 14 mai. 2020.

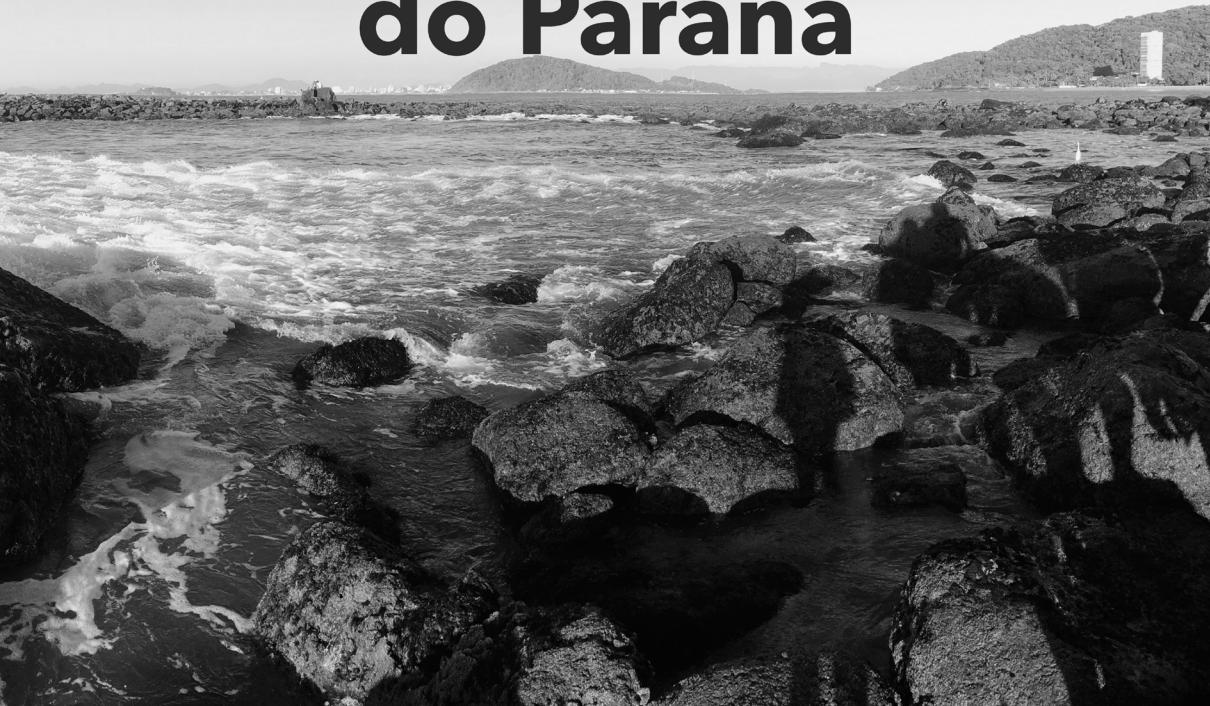
PONTOS DO PARANÁ. Portos do Paraná registraram recorde na movimentação mensal. Paranaguá, PR: Governo do Estado, 2020. Disponível em: <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/Noticia/Portos-do-Parana-registraram-recorde-na-movimentacao-mensal>. Acesso em 13 mai. 2020.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

FRANCIANE PELLIZZARI - Bióloga formada e mestre pela UFPR, e doutora pelo Instituto de Biociências da USP, possui dois pós-doutorados. É coordenadora do Laboratório de Ficologia e Qualidade de Água Marinha, e Professora Associada da Universidade Estadual do Paraná, *Campus* de Paranaguá. Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ambientes Litorâneos e Insulares (PG-PALI - UNESPAR), e dos programas Mestrado e Doutorado em Auditoria, Ecologia e Tecnologias Marinhas, da Universidade de Santa Cecília (Santos). Colaboradora de curso de doutorado em Botânica do IB-USP e do MBA em Gestão Ambiental Portuária da UNIVALI. Assessora de área de Ciências Biológicas da Fundação Araucária. Seus projetos de pesquisa visam analisar, além da diversidade, aspectos macro-ecológicos e biogeográficos das mudanças climáticas sobre assembleias de macroalgas de ecossistemas remotos e oceânicos. Atua e coordena sub-projetos na Antártica desde 2010 (PROANTAR - SECIRM, Marinha do Brasil), e coordena, desde 2014, projetos sobre monitoramento e bioatividade de macroalgas na Ilha da Trindade e Arquipélago de São Pedro e São Paulo (PROTRINADE e PROARQUIPÉLAGOS - SECIRM, Marinha do Brasil). Apta a inserir dados em plataformas globais, como OBIS (*Ocean Biogeographic Information System*) da IOC / IODE (UNESCO) e MBON (*Marine Biodiversity Observing Network*) que conecta dados para a NOAA. Em 2018, tornou-se integrante e redatora da “*Pool of Experts*” - DOALOS (*Division for Ocean Affairs and Laws of the Sea*), da ONU. Consultora ambiental credenciada pelo Conselho Regional de Biologia de empresas adjacentes à zona portuária de Paranaguá.

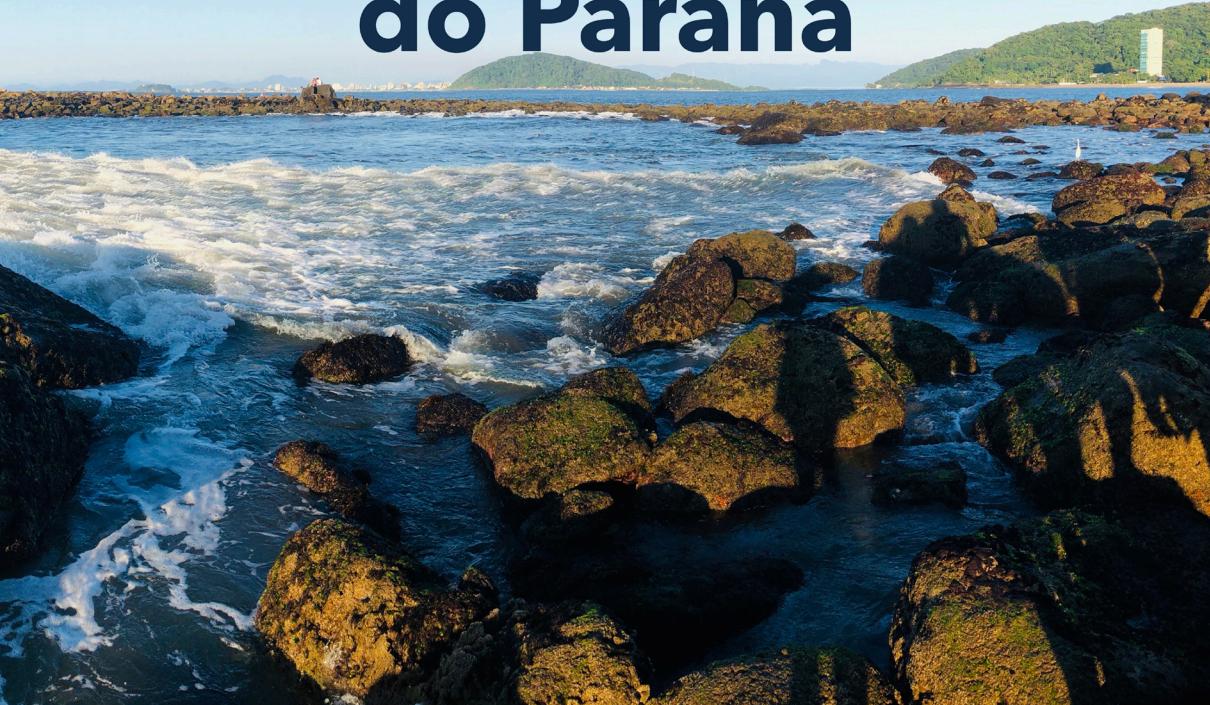
JOSIANE APARECIDA GOMES-FIGUEIREDO - Bióloga formada pela Universidade Estadual do Oeste (UNIOESTE), mestre em Microbiologia e Doutora em Genética de Microrganismos pela Universidade Federal do Paraná e Pós-doutorado em Produção Vegetal – UFPR. Atualmente é professora Adjunta do Curso de Ciências Biológicas e professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Ambientes Litorâneos e Insulares (PG-PALI - UNESPAR) - *Campus* de Paranaguá. Atua em pesquisas voltadas para a bioprospecção de componentes de interesse biotecnológico, visando a caracterização morfológica, molecular, resistência a fungicidas, atividade antimicrobiana e potencial de degradação de petróleo de micro-organismos encontrados no ambiente, com ênfase no litoral do Paraná. É colaboradora na execução de atividades no programa Paraná Mais Orgânico – núcleo UNESPAR e também pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Ensino e práticas Inclusivas – GPEPI com linha voltada para a Formação de Professores e Práticas Pedagógicas no Ensino de Ciências e Biologia.

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