

# OCEANOGRÁFIA:

Desvelando la Belleza, los Misterios y los Desafíos del Mar

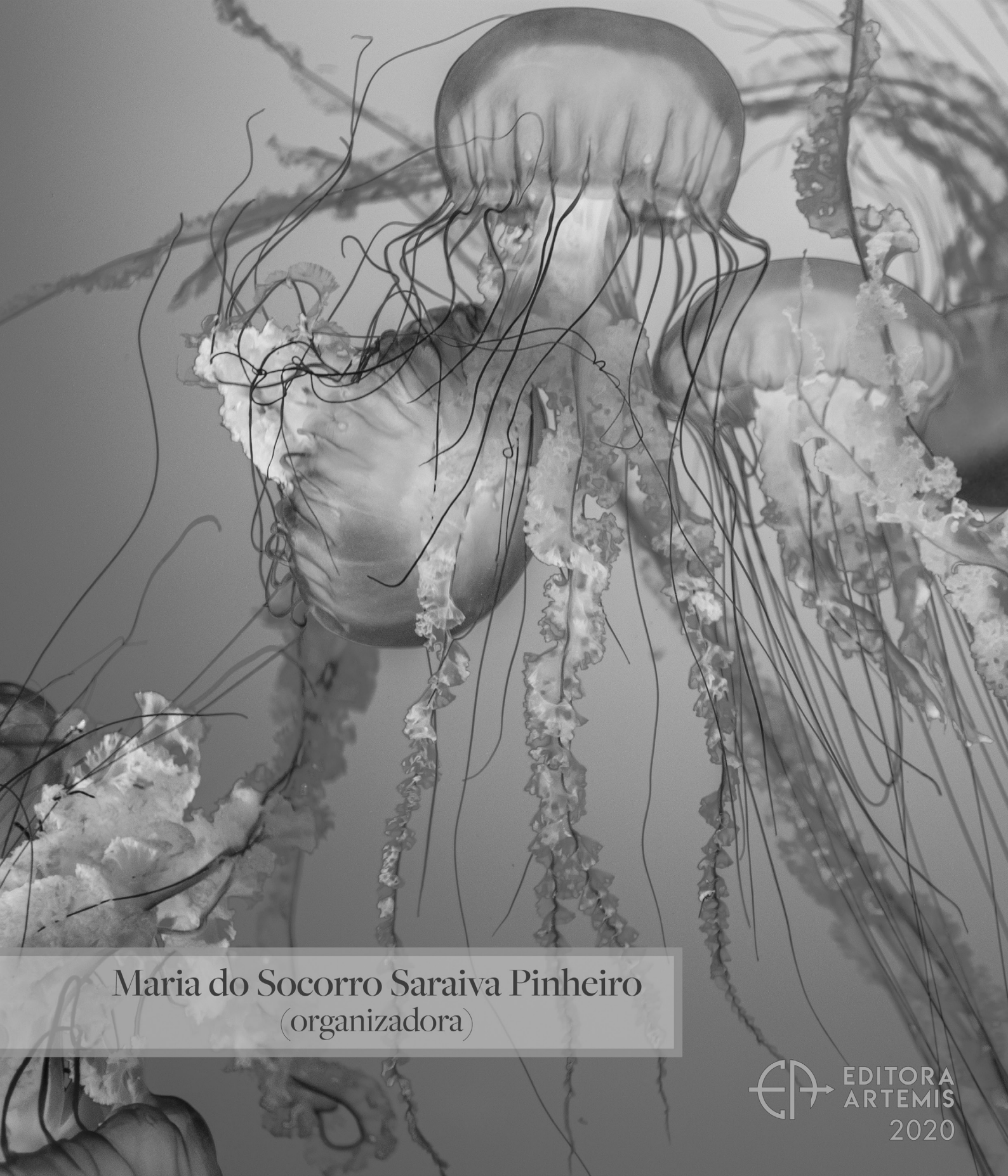


Maria do Socorro Saraiva Pinheiro  
(organizadora)

 EDITORA  
ARTEMIS  
2020

# OCEANOGRÁFIA:

Desvelando la Belleza, los Misterios y los Desafíos del Mar



**Maria do Socorro Saraiva Pinheiro**  
(organizadora)

 EDITORA  
ARTEMIS  
2020

2020 by Editora Artemis  
Copyright © Editora Artemis  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Editora Artemis  
**Edição de Arte:** Bruna Bejarano  
**Diagramação:** Helber Pagani de Souza  
**Revisão:** Os autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*.  
Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

**Editora Chefe:**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora Executiva:**

Viviane Carvalho Mocellin

**Organizadora:**

Maria do Socorro Saraiva Pinheiro

**Bibliotecário:**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Conselho Editorial:**

Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, University of Miami and Miami Dade College, USA

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros



Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia  
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras  
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense  
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

O15 Oceanografía [recurso eletrônico] : desvelando la belleza, los misterios y los desafíos del mar / Organizadora Maria do Socorro Saraiva Pinheiro. – Curitiba, PR: Artemis, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-87396-16-3

DOI 10.37572/EdArt\_163311020

1. Oceanografía. I. Pinheiro, Maria do Socorro Saraiva.

CDD 551.46

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

## APRESENTAÇÃO

Em 2016, as Nações Unidas concluíram a primeira Avaliação Mundial dos Oceanos que apontou a urgência de gerenciar com sustentabilidade as atividades no oceano. Por esta razão, em 2017, foi proclamada a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, a ser implementada de 2021 a 2030, buscando cumprir os compromissos da Agenda 2030, com foco no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 e correlatos. Neste sentido a obra **“Oceanografía: desvelando la belleza, los misterios y los desafíos del mar”** traz uma coletânea de trabalhos científicos que busca contribuir com uma base científica de apoio às ações de gerenciamento sustentável do Oceano executadas por diversos países. Entre os temas apresentados nesta obra estão: impactos ambientais em zonas costeiras, aquicultura, ecologia de ictiofauna, conservação de ecossistemas marinhos e zoonoses de organismos aquáticos.

Maria do Socorro Saraiva Pinheiro

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES DE LINHA DE COSTA A PARTIR DA FERRAMENTA DE IMAGENS HISTÓRICAS DO GOOGLE EARTH: O CASO DA PRAIA DE ITACURUÇÁ (MANGARATIBA (RJ) – BRASIL)	
Rayane Romão Saad Abude Kátia Regina Góes Souza	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110201</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
DELIMITACIÓN DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA: IMPORTANCIA GEOESTRATÉGICA EN LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE EXTERIOR DEL MARGEN CONTINENTAL	
Marcelo Francisco Veneziano	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110202</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
LAS COMUNIDADES MARINAS BENTÓNICAS DE LA RESERVA NACIONAL KATALALIXAR (CHILE)	
Matthias Gorny Américo Montiel Germán Zapata-Hernández Raúl Pereda	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110203</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>45</b>
DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO EN LOS ECOSISTEMAS ROCOSOS INTERMAREALES Y SUBMAREALES DEL SUR DEL PERÚ	
Dr. Graciano Alberto Del Carpio Tejada Blgo. Marco Samuel Ríos Morales	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110204</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>61</b>
STRUCTURE OF A FISH ASSEMBLAGE IN A MANGROVE IN RAPOSA, SÃO LUIS ISLAND, MARANHÃO, BRAZIL	
Maria do Socorro Saraiva Pinheiro Roberto Goitein	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110205</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>74</b>
MEXILHÕES (MYTILIDAE) NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES PARA GESTÃO	
Augusto Luiz Ferreira Júnior Roberto Ferreira Artoni Susete Wambier Christo	
<b>DOI 10.37572/EdArt_1633110206</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 86**

PARÁSITOS ZONÓTICOS DE INTERÉS EN SALUD PÚBLICA EN MYTILUS EDULIS PLATENSIS DE LA COSTA DEL GOLFO SAN JORGE, PATAGONIA ARGENTINA

Claudia Beatriz Torrencillas  
María Angélica Fajardo  
Betiana Romina Garrido  
Marco Julio Sánchez  
Ivana Leticia Mellado  
María Alejandra Córdoba  
Aleixandre Isabel Gorriz  
Thevenet Paula Sánchez

**DOI 10.37572/EdArt\_1633110207**

**CAPÍTULO 8 ..... 99**

OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS A PARTIR DE DESECHOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA

Nair de Los Ángeles Pereira  
María Florencia Fangio  
Yamila Eliana Rodríguez  
María Delfina Garbari  
Analía Verónica Fernández-Gimenez

**DOI 10.37572/EdArt\_1633110208**

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 111**

**INDICE REMISSIVO ..... 112**

## AVALIAÇÃO DE ALTERAÇÕES DE LINHA DE COSTA A PARTIR DA FERRAMENTA DE IMAGENS HISTÓRICAS DO GOOGLE EARTH: O CASO DA PRAIA DE ITACURUÇÁ (MANGARATIBA (RJ) – BRASIL)

*Data de submissão: 10/09/2020*

*Data de aceite: 23/10/2020*

### **Rayane Romão Saad Abude**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia  
Especialista Em Análise Ambiental E Gestão do  
Território (ENCE/IBGE)  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/5611678015488929>

### **Kátia Regina Góes Souza**

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Pesquisadora em Informações Geográficas e  
Estatísticas  
Doutora em Geografia  
Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/3487375169780084>

**RESUMO:** A zona costeira é uma área de usos múltiplos localizada entre continente e oceano. Sua densidade demográfica, geralmente, é alta, demonstrando o litoral como fator estruturante da formação do território brasileiro. As praias arenosas compõem o ecossistema costeiro mais comum ao redor do mundo, são um ambiente de sedimentação costeira e constituem sistemas altamente dinâmicos. São ambientes diretamente localizados na linha de costa, que pode ser definida como a faixa de transição entre

continente e oceano. O deslocamento da linha de costa é proporcional ao balanço sedimentar, que pode ser de taxa negativa, erodindo e retirando sedimento do sistema praias. Em alguns pontos da praia de Itacuruçá, distrito de Mangaratiba (RJ), tem sido observado por moradores e frequentadores o avanço da linha de costa e a consequente redução da faixa de areia na área da praia. O objetivo geral deste estudo é analisar remotamente as alterações na linha de costa da praia de Itacuruçá ocorridas entre 2002 e 2019 e testar a hipótese de que existem evidências de erosão na praia de Itacuruçá. A partir de técnicas de geoprocessamento, foram analisadas imagens históricas do Google Earth PRO contemplando a região estudada. A posição da linha de costa entre os anos observados variou perceptivelmente, diferindo entre setores da praia. Foram observadas diferenças significativas entre as áreas de perda e ganho de sedimento na área da praia, com perda representativa. O deslocamento médio da linha de costa em direção ao continente foi de 18,7 metros, já em direção ao mar, 8,58 metros. Estima-se uma perda de superfície arenosa em ~ 7612,3 m<sup>2</sup>. Este estudo apresenta a confirmação da evidência de erosão baseada em estimativas geométricas lineares e planas a partir de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

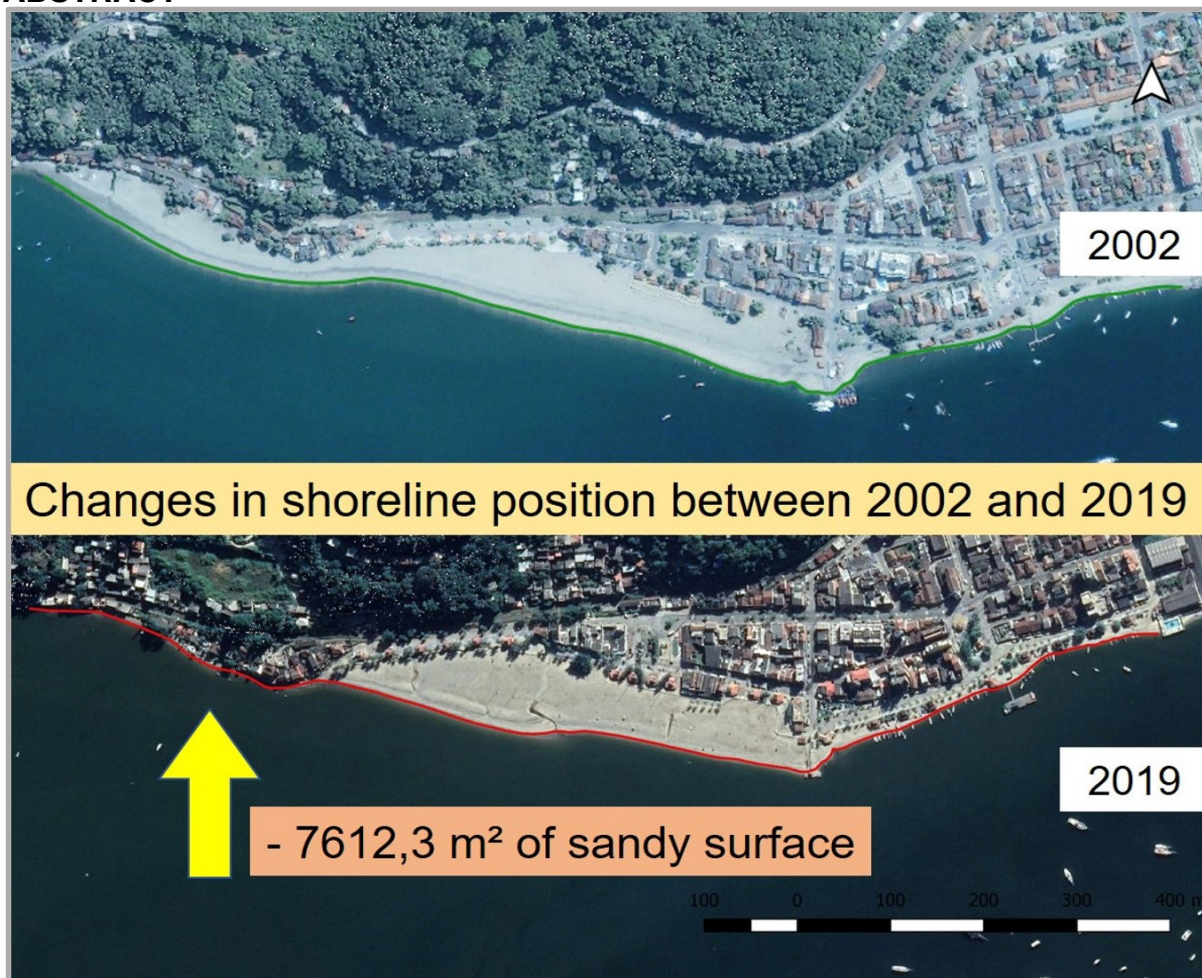


As geotecnologias utilizadas mostram-se ferramentas eficientes para diagnósticos na zona costeira.

**PALAVRAS-CHAVE:** geoprocessamento, erosão costeira, gerenciamento costeiro, sensoriamento remoto, GIS.

EVALUATION OF CHANGES IN THE SHORELINE USING THE HISTORICAL  
IMAGE TOOLS OF GOOGLE EARTH: THE CASE OF ITACURUÇÁ BEACH  
(MANGARATIBA (RJ) – BRASIL)

**ABSTRACT**



**KEYWORDS:** geoprocessing, coastal erosion, coastal management, remote sensing, SIG, coastline.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma zona costeira de mais de 8.500 km de extensão, sendo uma área de usos múltiplos, localizada entre terra e mar (ASMUS, 2005). A densidade demográfica da zona costeira do Brasil é intensa (IBGE, 2010), o que demonstra o litoral como fator estruturante da formação do território brasileiro. Além de representar um importante fator para a história e evolução da sociedade, a costa brasileira abriga ecossistemas diversos (SCHERER, 2009).

Praias arenosas, o ecossistema costeiro mais comum ao redor do mundo, são ambientes de sedimentação costeira e constituem sistemas altamente dinâmicos que ocorrem desde que haja a disponibilidade e volume suficiente de sedimentos em uma região acima do nível do mar (VELOSO, 2009). Estes ambientes estão diretamente localizados na linha de costa e as características morfológicas refletem o agente modificador predominante – granulometria, ondas ou marés (MUEHE, 2001). A linha de costa pode ser definida como a faixa de transição entre continente e oceano (MUEHE, 2017). Nas praias, seu deslocamento é proporcional ao balanço sedimentar e à taxa de aporte de sedimentos e condicionantes climáticas e oceanográficas (MUEHE, 2001). A taxa de aporte de sedimentos pode ser negativa, tendo como resposta a retrogradação da linha de costa (avanço do mar em direção ao continente e diminuição da faixa de areia). Porém, em condições naturais, a morfologia das praias se ajusta às oscilações climáticas e oceanográficas, desde que possuam espaço suficiente na retaguarda (pós-praia ou *backshore*) para melhor absorver a energia das ondas sob condições naturais atípicas ou extremas, com a possibilidade de alargamento de área das praias (DIAS, 2018).

Além disso, o pós-praia é área que representa uma importante fonte de sedimentos para o sistema praiar (DIAS, 2018). Entretanto, esta região é frequentemente ocupada por construções humanas. A alteração antrópica nos limites geomorfológicos da praia pode provocar desequilíbrio no balanço sedimentar e intensificar alterações na posição da linha de costa através da alteração nos padrões de sedimentação e nos estoques disponíveis de areia (MUEHE, 2013). Não só na região do pós-praia, mas construções em encostas próximas a linha de costa são capazes de afetar a entrada de sedimentos no sistema praiar a partir da alteração dos padrões de drenagem de rios que afeta sua vazão e o transporte de sedimentos de origem terrestre (MUEHE, 2004). Neste contexto, estratégias de gerenciamento costeiro devem ser eficientes para nortear atividades em áreas costeiras e evitar ou mitigar danos ambientais (BRASIL, 1997). A densidade urbana nas áreas costeiras das cidades brasileiras tem crescido exponencialmente a cada década (MIKOSZ GONÇALVES et al., 2015; GRABSKI et al., 2015; MOURA et al., 2015).

É possível observar alterações na superfície terrestre de diferentes regiões do Brasil e do mundo a partir de imagens históricas de sensores acoplados à satélites, como as disponíveis gratuitamente no Google Earth PRO. Juntamente com a utilização de técnicas de geoprocessamento, imagens de satélites possibilitam a observação de alterações costeiras ao longo do tempo (SILVA & MOREIRA, 2005; FARIAS & MAIA, 2010; MANSO, 2013). A utilização dessa tecnologia facilita a compreensão dos processos naturais e do uso humano em regiões costeiras, sobretudo a médio prazo. O conjunto de tecnologias que se destinam à coleta e tratamento de informações referenciadas espacialmente na superfície terrestre pode

ser definido como geoprocessamento. Tais estudos podem ser realizados a partir de sensoriamento remoto e de um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), que torna possível a exploração da superfície terrestre de forma remota, dispensando, até certo ponto, explorações em campo (PONZONI & SHIMABUKURO, 2010).

O presente estudo nasceu a partir de observações de cunho empírico sobre o deslocamento da linha de costa e evidências de erosão em uma praia no sudeste do Brasil: a praia de Itacuruçá no município de Mangaratiba (RJ). A partir de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, objetivou-se avaliar o deslocamento temporal da linha de costa da praia de Itacuruçá entre 2002 e 2019 e, mais especificamente, verificar se a variação temporal na posição da linha de costa evidencia processos erosivos e implica em redução da área de praia.

## 2 . MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estado do Rio de Janeiro (RJ) tem aproximadamente 1.160 km de linha de costa e em seu litoral reside cerca de 83% da população do estado (INEA, 2011). A baía de Sepetiba é uma baía costeira no RJ que banha diversos municípios, incluindo Mangaratiba. É uma das maiores baías do Brasil (526 km<sup>2</sup>) e é considerada uma área de extrema importância para a biodiversidade marinha (INEA, 2015). O município de Mangaratiba não possui lei regulamentada para o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, apesar da criação estar prevista na revisão mais atual de seu Plano Diretor (Lei nº 45, dez/2017). Itacuruçá é o 3º distrito de Mangaratiba e sua praia pode ser classificada uma planície de maré (BAPTISTA NETO e PONZI, 2004). Press *et al.*, (2006) definem planície de maré como “área lamosa ou arenosa que está situada acima da maré mais baixa, mas que é inundada na maré alta”. Para este estudo, usaremos o termo praia para o ambiente de sedimentação costeira presente no distrito de Itacuruçá, considerando praia como “área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, até o limite onde se inicie a vegetação natural ou onde comece um outro ecossistema” (BRASIL, 1988). Itacuruçá situa-se na microbacia do PrataSaí, que faz parte do domínio da região hidrográfica do Rio Guandu. Abriga áreas importantes para a conservação da biodiversidade (APA Boto-Cinza e APA-Mangaratiba), porém sofre continuamente processos de descaracterização litorânea. O distrito pode ser considerado um ponto de interseção entre regiões fortemente urbanizadas e regiões que ainda preservam características naturais. Nas últimas décadas, Itacuruçá tem recebido vetores de desenvolvimento e pressão que trazem impactos ambientais (industrialização, construções civis, hoteleiras e navais, atividades portuárias, turismo

e pesca). A maior parte da população dos distritos de Mangaratiba reside no litoral (IBGE, 2010) e os distritos Itacuruçá, Muriqui e Sahy concentram grande parte dessa população (SOUZA, 2017). Devido a esses fatores, Itacuruçá apresenta construções em encostas e em planícies costeiras e de inundação, esgotamento sanitário via rede geral e, de acordo com Souza (2017), estado crítico em relação ao risco social.

## 2.2 Metodologia

Para verificar a variação temporal na posição da linha de costa entre 2002 e 2019 da praia de Itacuruçá, foram analisadas imagens históricas de satélite disponibilizadas no Google Earth PRO que contemplam a região estudada referentes aos anos 2002, 2007, 2012, 2017 e 2019, sendo uma imagem por ano (cinco imagens base). A escolha do ano de 2002 foi devido ser temporalmente o primeiro registro disponível para a região no banco de imagens do Google Earth PRO.

A escolha das imagens base foi definida pela amplitude de maré estimada para o dia de cada imagem investigada, optando-se por imagens referentes a dias de ocorrência de maré de quadratura, que apresentam mínima amplitude de variação quando comparadas a marés de sizígia. Informações sobre estimativas de maré foram obtidas na plataforma online de tábua de marés da Marinha do Brasil. As imagens foram obtidas na escala 1:4285. No software QGis versão 3.2.1, as imagens foram georreferenciadas e assinadas para o sistema de coordenadas UTM (Zona 23S) e *datum* SAD69.

Foram criados os seguintes grupos de geometria sobre a praia de Itacuruçá: (a) desenho da linha de costa para cada imagem, (b) transecções ortogonais à linha d'água somente sobre a imagem de 2002 e (c) área entre linha d'água e um referencial fixo em cada ano (o mesmo referencial fixo para todos os anos).

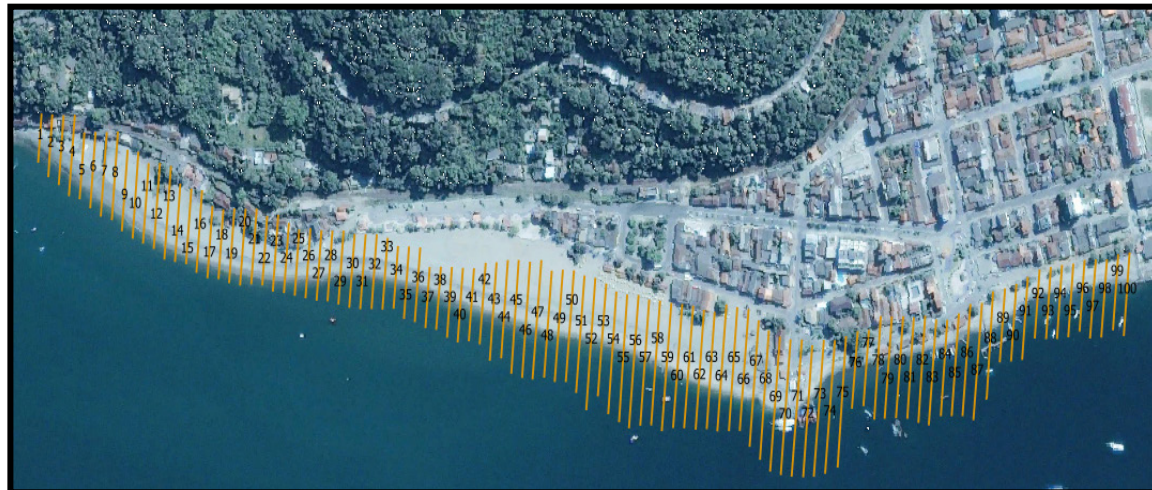
As linhas de costa foram desenhadas em cada imagem dentro dos limites laterais da praia de Itacuruçá (a). Utilizou-se como referência para traçar as linhas de costa a “linha” visual que marca o limite mínimo entre água e areia, conforme proposto por Boak e Turner (2005). Para avaliar o deslocamento da linha de costa entre 2002 e 2019 e os setores de recuo ou avanço do mar em direção ao continente, foram demarcadas cem transecções vetorizadas regulares (b), conforme figura 1. Obteve-se a distância em metros entre as linhas de costa de 2002 e 2019 sobre cada uma das cem transecções. As transecções que indicam avanço da linha de costa são aquelas em que a linha de 2019 está mais ao continente do que a de 2002, e o oposto para recuo.

Sobre cada imagem foram traçados polígonos entre sua respectiva linha de costa e o referencial fixo (c). A linha do trem e uma via terrestre pavimentada de acesso à praia foram definidas como referenciais fixos superior e lateral, respectivamente, para todas as imagens, por não terem sofrido alterações de posição. A partir das

linhas de costa e os referenciais, foi criado um polígono para cada ano observado. Através da calculadora de campo do QGis, obteve-se a área em metros compreendida nos polígonos. A diferença de área dos polígonos entre os cinco anos observados foi utilizada como *proxy* para perda de área de superfície de areia e de balanço sedimentar na praia de Itacuruçá.

Todos os metadados obtidos foram planilhados no Excel. A distância sobre as transecções entre as linhas de costa de 2002 e 2019, separadas em recuo e avanço, foram plotadas em gráfico. Foi calculado o deslocamento médio negativo (recuo) e positivo (avanço em direção ao continente) da linha de costa entre 2002 e 2019. Após os dados serem transformados para normalização segundo a amplitude, realizou-se o Teste T de Student para amostras independentes para verificar diferenças significativas entre as distâncias lineares registradas para recuo e avanço da linha de costa (NEVES & MUEHE, 2008). Buscou-se identificar setores de progradação e retrogradação (erosão) na praia estuada. As áreas (em m<sup>2</sup>) de perda e ganho de superfície arenosa pelo deslocamento da linha de costa foram estimadas a partir da diferença das áreas dos polígonos traçados entre linha de costa e referenciais fixos. Foi possível perceber se o balanço sedimentar é positivo ou negativo a partir da diferença entre a área progradante e área erosiva (BIRD, 2008).

**Figura 1:** Esquema representando as 100 transecções demarcadas regularmente. A imagem de fundo é do ano de 2002.



### 3 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo buscou avaliar alterações na posição da linha de costa da praia de Itacuruçá (Mangaratiba, RJ) entre 2002 e 2019 e identificar evidência de tendências erosivas na área de estudo. A figura 2 representa a posição da linha de costa no ano de 2002. Já neste primeiro ano observado é possível perceber construções à beira-mar por quase toda a extensão da praia e forte descaracterização da região do pós-praia, demonstrando perda de área para eventual expansão da

praia e absorção de energia atípica ou extrema vinda do mar. Logo, em 2002 as construções à beira-mar já representavam uma ameaça para a estabilidade do ambiente e, concomitantemente, encontravam-se em situação de vulnerabilidade, uma vez que, ao mesmo tempo em que construções à beira-mar estão constantemente sujeitas à processos erosivos, esses processos são intensificados e potencializados pela própria presença das construções (Thornton, 2000).

**Figura 2:** Posição da linha de costa da praia de Itacuruçá em 2002.

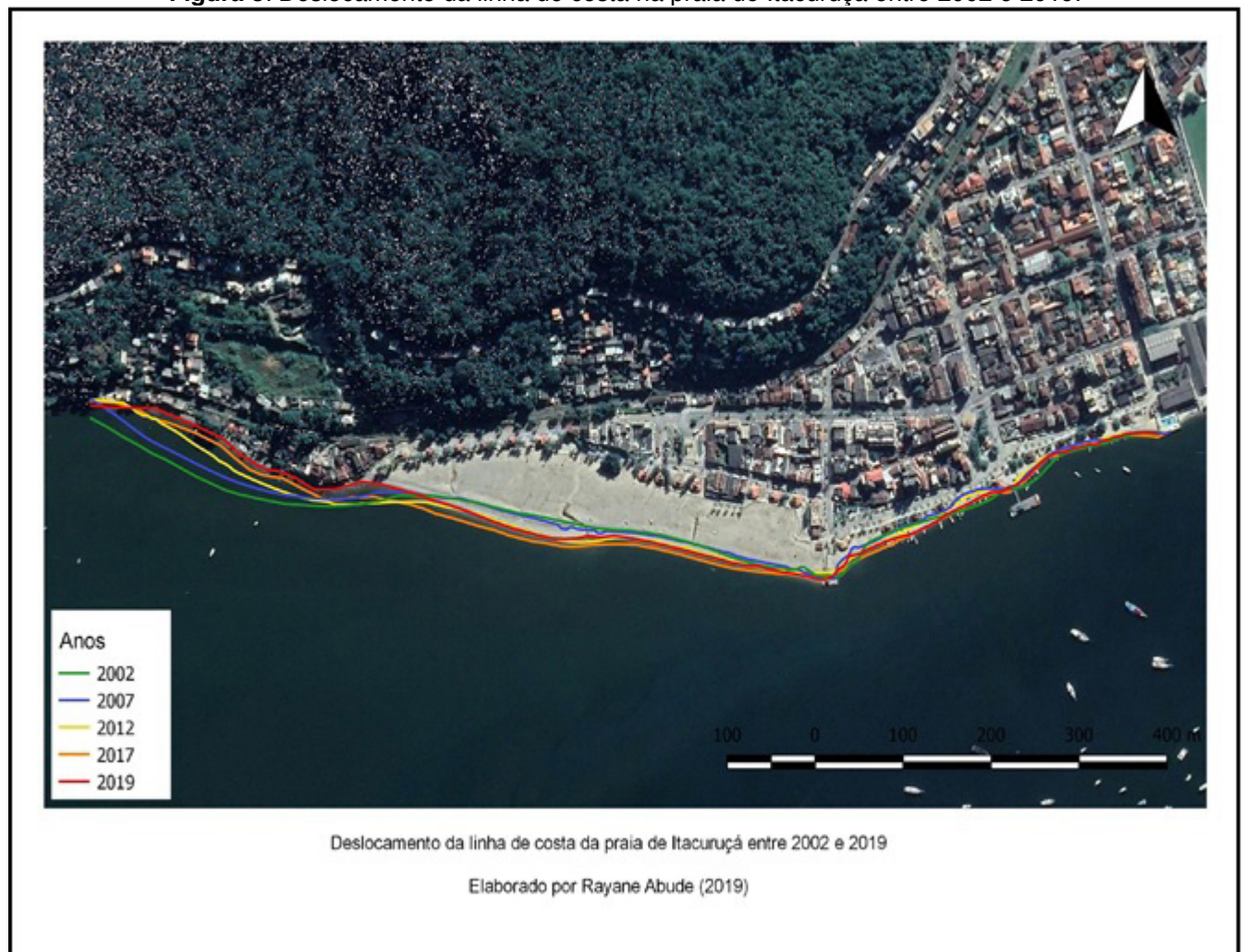


Entre 2002 e 2019, pode-se constatar que o deslocamento da linha de costa variou consideravelmente de forma progressiva entre cada uma das observações, com mudanças visuais mais expressivas no setor Oeste da praia (figura 3). Constata-se facilmente o avanço da linha de costa em direção ao continente. Segundo Lima e Oliveira (2012), além do deslocamento da linha de costa em direção ao continente ser principalmente devido à falta de sedimentos por esgotamento da fonte, o transporte litorâneo também é responsável pelos deslocamentos, através de transporte de sedimentos paralelamente à linha de costa. Na praia de Itacuruçá, não identificamos o aumento expressivo da área coberta por sedimentos no setor Leste (em contraposição à perda de sedimentos do setor Oeste), o que pode indicar que os sedimentos estão sendo transportados para fora do arco ou sistema praial e que as fontes de sedimento não são mais suficientes para promover a manutenção da praia. O deslocamento de 2002 para 2019 foi significativamente maior no setor Oeste que no Leste ( $p\text{-valor} < 0.05$ ).

A alteração da linha de costa pode acarretar diversos impactos sociais e

econômicos, porém ainda são poucos os estudos que abordam os impactos sobre os organismos residentes das costas arenosas. Nas praias, os organismos se distribuem em zonas ou faixas como consequência de suas características biológicas e da interação com fatores ambientais (VELOSO & NEVES, 2009). Assim, a distribuição dos organismos em uma praia arenosa, entre a linha d'água e o limite superior do ecossistema, relaciona-se diretamente com a posição da linha de costa. McLachlan e Jaramillo (1995) sugeriram uma divisão para a distribuição dos organismos macrobentônicos na face de costas arenosas em supralitoral, mesolitoral e infralitoral, desde a linha que marca a maré mais alta (região pouco molhada) até uma região constantemente imersa onde o sedimento é permanentemente saturado. Assim, em um cenário de avanço de linha de costa, populações de organismos bentônicos sofrem diretamente. Na praia de Itacuruçá, organismos de todas as zonas do litoral podem ter sua permanência altamente ameaçada, especialmente nos setores onde observamos avanço temporal da linha de costa e drástica redução na faixa de areia.

**Figura 3:** Deslocamento da linha de costa na praia de Itacuruçá entre 2002 e 2019.



Foram encontradas diferenças significativas entre as distâncias de recuo e de avanço da linha de costa de 2002 para 2019, através das cem transecções demarcadas na extensão da praia ( $p\text{-valor} < 0,05$ ). Considerando a distância entre as linhas de costa em cada transecção, o deslocamento que representa avanço em

direção ao continente foi de 18,7 metros, já o recuo foi de 8,58 metros, caracterizando balanço sedimentar negativo (MUEHE, 2001). A diferença significativa entre as distâncias registradas para as posições das linhas de costa de 2002 e 2019 confirma a hipótese de que a variação temporal na posição da linha de costa, que avança em direção ao continente, expressa evidências de erosão, uma vez que os pontos de avanço podem ser consequência de processo erosivo (BIRD, 2008). A partir do gráfico construído com as distâncias anotadas por transecção, pode-se observar quais setores específicos da praia estão sob processo progradacional ou erosivo, com expressiva diferença e domínio de pontos erosivos (figura 4).

O quadro 1 mostra a diferença entre a área em metros quadrados dos polígonos de cada ano. Entre 2002 e 2019, uma área de 12811 metros quadrados foi erodida na praia estuada, contra uma área progradacional de 5198,7 metros quadrados. Nossos resultados mostram perda gradual de sedimento de 2002 para 2019 e um avanço da linha de costa em direção ao continente, com perda de superfície arenosa estimada em  $\sim 7612,3 \text{ m}^2$ . Em casos de balanço sedimentar negativo e processos erosivos em uma praia, os sedimentos podem ter sido transportados por vias naturais para outros ambientes, como os canais adjacentes à praia (MUEHE, 2013). Neste caso, a perda de sedimento na praia reflete o ganho em outro ambiente.

**Quadro 1:** Diferença em metros quadrados entre a área dos polígonos traçados entre referenciais fixos e linha de costa, para cada ano observado. Perda e ganho representam, respectivamente, a área de redução e aumento da superfície arenosa da praia em relação ao ano anterior.

<b>Polígonos entre linha de costa e referencial fixo</b>		
<b>Anos observados</b>	<b>Redução (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Aumento (m<sup>2</sup>)</b>
2002-2007	6170,434	1236,913
2007-2012	4188,128	5674,171
2012-2017	2636,244	5675,092
2017-2019	7535,081	331,405
<b>2002-2019</b>	<b>12811</b>	<b>5198,7</b>

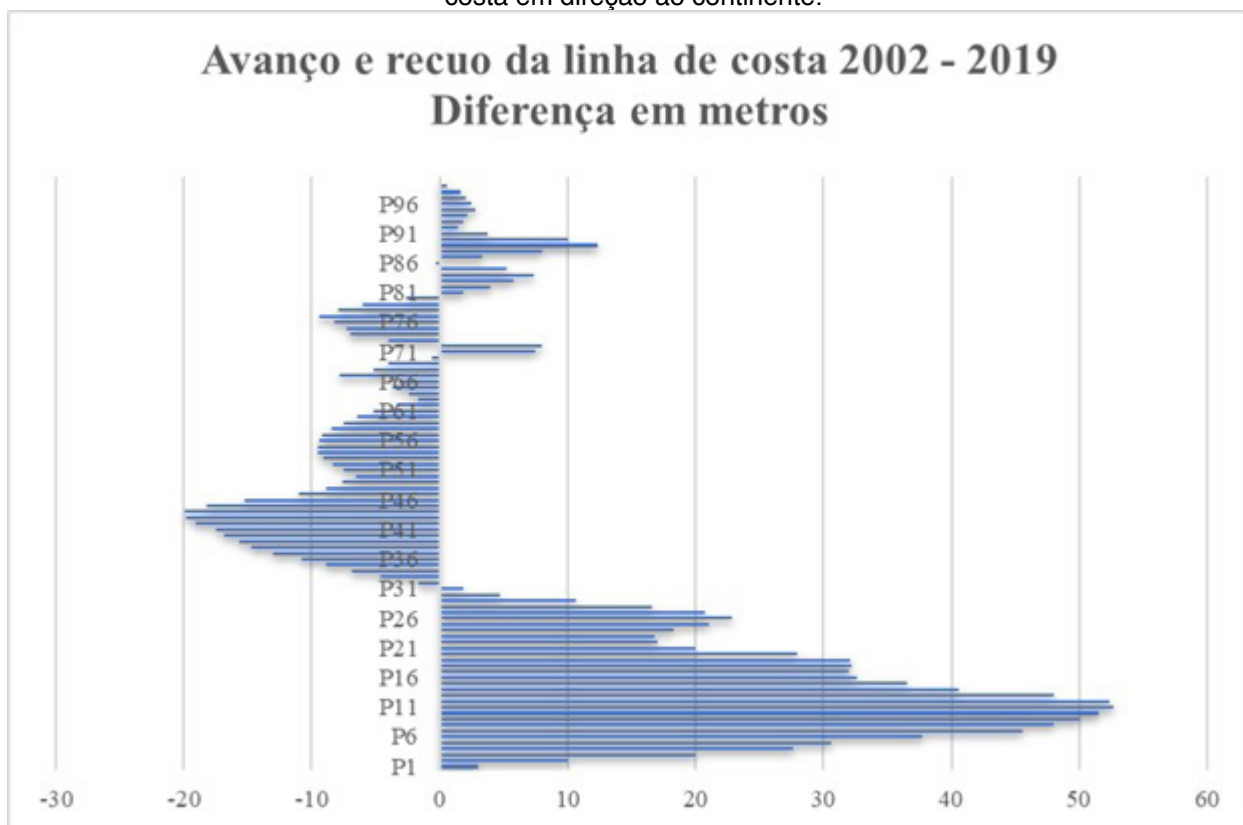
Quando ocorre a dragagem de canais adjacentes à praia, com remoção e transporte de sedimento para locais distantes da praia ou da fonte, o balanço sedimentar da praia tende a ser negativo (MUEHE, 2017). Não foram verificadas essas hipóteses em nosso estudo, como também não investigamos o fluxo de transporte de sedimentos por vias naturais ou antrópicas. Mas apesar disso, foi possível constatar o deslocamento significativo da linha de costa em direção ao continente e a ocorrência de um processo erosivo que ocorre, pelo menos, desde 2002. A posição da linha de costa em cada observado (2002, 2007, 2012, 2015 e 2019) está representada na figura 3.

Muitos fatores relacionados às atividades humanas podem ser responsáveis pelo deslocamento da linha de costa e processos erosivos, mas o aumento de construções



na área costeira e a nova configuração litorânea que isto implica representam sérias ameaças e podem dar origem a uma possível redução de sedimento, seja pela ocupação e pavimentação do pós-praia ou por alteração no fluxo de sistemas fluviais e de sedimentos de origem terrestre (MUEHE, 2001), afetando diretamente praias e ambientes de sedimentação costeira.

**Figura 4:** Distância em metros entre a posição das linhas de costa de 2002 e 2019 sobre 100 transecções na praia de Itacuruçá (RJ). P1 e P100 se refere à primeira e última transecção (sentido Oeste – Leste), respectivamente. Os valores positivos indicam avanço da linha de costa em direção ao continente.



Há diferentes maneiras de definição da linha de costa e de seu deslocamento e a escolha do método vai depender das informações que se pretende extrair, da disponibilidade de dados e equipamentos e dos objetivos que se deseja alcançar com as investigações (BOAK & TURNER, 2005). A definição de linha de costa adotada na presente investigação seguiu a utilização de uma marca perceptível entre água e areia (BOAK & TURNER, 2005; TEUBNER JUNIOR et al., 2014; LEAL et al., 2018). A escolha deste método possibilitou que a linha de costa pudesse ser traçada inclusive em setores mais erosivos da praia, o que não seria possível com a delimitação da linha sobre a marca do limite atingido na preamar de sizígia, como utilizada por alguns autores a partir da metodologia proposta por Crowell (1991) (apud MUEHE 2018), que considera linha de costa como a “linha” que marca o limite atingido durante a preamar (MARINO E FREIRE, 2013; MUEHE & KLUMB-OLIVEIRA, 2014; TEUBNER JUNIOR et al., 2014). Pra Muehe (2018), essa última identificação nem sempre é muita clara, podendo levar a erros significativos de posicionamento. Para o mesmo autor, ambas metodologias utilizadas oferecem a possibilidade de erros devido à resolução das

imagens, georreferenciamento e localização da linha de delimitação. Tais erros podem ocorrer na faixa de 5 a 10 metros. Por isso, as variações encontradas devem ser vistas como indicação de tendência ou evidência e não interpretadas em termos de valores absolutos.

#### 4 . CONCLUSÃO

A utilização de softwares gratuitos (Google Earth PRO e QGis) possibilitou uma investigação totalmente remota e com baixo custo operacional. As geotecnologias utilizadas mostram-se ferramentas eficientes para diagnósticos na zona costeira. O deslocamento significativo da linha de costa na praia de Itacuruçá confirma a hipótese que norteou esta investigação: temporalmente na área estudada a variação na posição da linha de costa demonstra avanço do mar em direção ao continente. Este estudo apresenta a confirmação da evidência de erosão e de balanço sedimentar negativo baseados em estimativas geométricas lineares e planas a partir de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Estudos mais profundos e complexos são necessários para identificar o volume erodido e taxas de erosão, bem como os fluxos de transporte e deposição de sedimento e as possíveis relações entre setores de urbanização e avanço da linha de costa em direção ao continente.

#### REFERÊNCIAS

- ASMUS, M., MARRONI, E. **Gerenciamento Costeiro: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental**. Pelotas (RS). Editora da União SulAmericana de Estudos da Biodiversidade. 2005.
- BAPTISTA NETO, J., SICHEL, S., PONZI V. R. **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência 279 p. 2004.
- BIRD, E. **Coastal Geomorphology: An introduction**. 2ª edição. Chinchester. Wiley and Sons. p. 436. 2008.
- BOAK, E., TURNER, I. **Shoreline Definition and Detection: A Review**. Journal of Coastal Research. V. 21,4: 688 – 703 pp. 2005.
- BORELLI, E. **Urbanização e qualidade ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira**. Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis, v. 4 n1. Florianópolis. 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução 005 de 03 de dezembro de 1997. Comissão Interministerial para Recursos do Mar. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II**. Brasília, DF. 1997.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei 7.661 16 de maio de 1988. **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. 1988. Brasília, DF. 1988.
- DIAS, M. **Apresentação do programa de geologia e geofísica marinha**. Panorama da erosão costeira no Brasil. MUEHE, D. (organizador). Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018.

FARIAS, E., MAIA, L. **Uso de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da Evolução da Linha de Costa em Ambientes Litorâneos do Estado do Ceará, Brasil.** Revista da Gestão Costeira Integrada. 10(4): 521-544. 2010.

GRABSKI, K. R., FARINA, F. **Estudo da dinâmica da urbanização e seus impactos sobre ambientes costeiros baseado em Sensoriamento Remoto e SIG.** Caso do município de Santa Vitória do Palmar, RS. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. 2015.

IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2010.** 2010.

INEA. Projeto de lei nº 216 de 2011. **Plano estadual de gerenciamento costeiro.** Rio de Janeiro. 2011.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Mangaratiba.** 2015.

LEAL, K., OLIVEIRA, U. ESPINOZA, J. **Análise das mudanças na linha de costa defrontante à área urbanizada do balneário Cassino, Rio Grande – RS.** CaderNAU, Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas, v.10, n.1. 67-78 pp. 2018.

LIMA, C., OLIVEIRA, R. **Os processos de erosão e progradação no município de Ilha Comprida-SP.** Revista Geonorte. Edição Especial, v.1, n.4, 902–915 pp. Universidade Estadual de Campinas UNICAMP. 2012.

MANSO, V., SILVA, E., BARRETO, E. e colaboradores. **Identificação de feições morfológicas de praias através de Imagens de Satélite Quickbird.** Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu - PR. 2013.

MARINO, M., FREIRE, G. **Analysis of the shoreline evolution between the Future and Porto das Dunas Beaches, Fortaleza Metropolitan Region (FMR), Ceará State, Brazil.** Journal of Integrated Coastal Zone Management. v.13(1). 113-129 pp. 2013.

MCLACHLAN, A. & JARAMILLO, E. **Zonation on sandy beaches.** Oceanograph Marine Biology, 33: 305-335. 1995.

MIKOSZ GONÇALVES, R., Xavier Tanajura, A. E. L. & da Silva, L. M. **Urbanização costeira e sombreamento na praia de Boa Viagem, Recife-PE, Brasil.** Revista de Geografia Norte Grande, (54), 241–255. 2013.

MOURA, N. S., MORAN, E. F. STROHAECKER, T., KUNST, A. **A Urbanização na Zona Costeira: Processos Locais e Regionais e as Transformações Ambientais - o caso do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** Ciência e Natura. v. 37 n.42 set-dez. 2015, p. 594-612. 2015.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira.** Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos. In GUERRA, A., CUNHA, S. (organizadores). 4ª ed. 253-308 pp. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2001.

MUEHE, D. **Erosion in the Brazilian Coastal Zone: an overview.** Journal of Coastal Research, v. 39. 2004.

MUEHE, D. **Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil.** Revista de Geografia da UFC. Ano 04, número 07. 2013.

MUEHE, D., KLUMB-OLIVEIRA, L. **Coastline displacement versus beach mobility.** Quaternary and Environmental Geosciences. v.5, n.2. 121-124 pp. 2014.

MUEHE, D. **O litoral brasileiro e sua compartimentação**. Geomorfologia do Brasil. CUNHA, S., In GUERRA, A. (organizadores). 9ª ed. 273-349 pp. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2017.

MUEHE, D. **A geomorfologia costeira e seu desdobramento para a geografia costeira e marinha**. Revista Brasileira de Geografia, 63(1): 29-59. Rio de Janeiro. Brasil. 2018.

NEVES, C.; MUEHE, D. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira**. Parcerias estratégicas, v. 13, n. 27, 217– 296 pp. 2008.

PONZONI, F. J., SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. 2010. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2010. 128 p.

PRESS, F.; RAYMOND, S.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. H. **Para Entender a Terra**. 4ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 271-310.

SCHERER, M., SANCHES, M., NEGREIROS, D. **Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico**. Red Iberoamericana de Manejo Costero – Brasil. Agência Brasileira de Gerenciamento Costeiro. 2009.

SILVA, C., MOREIRA, P. **Estudo comparado das variações da linha de costa a partir de imagens de satélites entre Itabapoana e Rio das Ostras, litoral do estado do Rio de Janeiro**. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Geociências. Rio de Janeiro – RJ. 2005.

SOUZA, K. **Análise de risco ambiental na Serra do Mar: o caso do Parque Estadual Cunhambebe (PEC) e entorno (RJ)**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2017.

TEUBNER JUNIOR, F., LORENA, R., TULLI, L., JABOR, P. **Análise da Variação da Linha de Costa do Espírito Santo. Governo do Estado do Espírito Santo**. Secretaria de Estado de Economia e Planejamento – SEP. Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. 2012.

THORNTON, E. **Nearshore Processes Research II**. Report Based on the Nearshore Research Workshop St. Petersburg, Florida. Naval Postgraduate School, Monterey, California. 2000.

VELOSO, V., NEVES, G. **Praias Arenosas**. Biologia Marinha. GOMES, S. (organizadores). Editora Interciência Ltda. 339 – 360 pp. 2009.

## DELIMITACIÓN DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA: IMPORTANCIA GEOESTRATÉGICA EN LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE EXTERIOR DEL MARGEN CONTINENTAL

*Data de submissão: 10/08/2020*

*Data de aceite: 23/10/2020*

### **Marcelo Francisco Veneziano**

GEOT Grupo de Estudio de Ordenación Territorial  
CIGSA Centro de Investigaciones Geográficas y  
Socio-Ambientales  
Departamento de Geografía  
Facultad de Humanidades  
Universidad Nacional de Mar del Plata  
Mar del Plata - Provincia Buenos Aires – Argentina  
mfvenezi@mdp.edu.ar

**RESUMEN:** La oportunidad de extender la jurisdicción sobre las plataformas continentales marítimas adquiere actualmente una importancia geoestratégica para muchos países, entre ellos la Argentina; especialmente por la posibilidad de ampliar también el área de explotación económica de los recursos marinos involucrados. En este capítulo, se expondrá la necesidad e importancia que tuvo la determinación del Límite Exterior de la Plataforma Continental Argentina, describiendo los criterios y fundamentos que constituyeron la fijación del límite. A partir de las diversas fuentes bibliográficas consultadas, se realizó una síntesis que se describe en el presente trabajo, complementada con mapas y gráficos que contribuyen a fundamentar los objetivos propuestos.

Podrá apreciarse en la presentación, la fijación de este límite, tanto desde el punto de vista cuantitativo - que implica defender los derechos de soberanía que puede ejercer la Argentina sobre los recursos de un extenso territorio-, como cualitativamente, que es un importante reservorio de recursos minerales y energéticos; tiene su demostración científicamente, dado que en la mayoría de los márgenes continentales, es posible localizar hidrocarburos entre otros recursos minerales. La superficie de la zona más allá de las doscientas millas que, en un cálculo se estimo, y fue posteriormente aceptada, considerada como Plataforma Continental Argentina más de 1.700.000 Km<sup>2</sup>.

Los Estados ribereños debían demostrar que el borde exterior de su Plataforma Continental se extendía más allá de las doscientas millas, y demostrado con apoyo científico, realizar esa presentación ante la Comisión de Límites de la Plataforma Continental, órgano técnico creado por la CONVEMAR. Esta presentación que se hizo por parte de la Argentina, entre otros países, era dentro de un plazo preestablecido y con toda la documentación que demostrase los criterios requeridos por la Convención, lo que concluyó en el año 2017 se adoptara las recomendaciones sobre la presentación del Límite Exterior de la Plataforma Continental Argentina.

**PALABRAS CLAVES:** Plataforma continental – limite – geoestratégica – recursos – territorio.

## DELIMITAÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA: IMPORTÂNCIA GEOSTRATEGICA NA DETERMINAÇÃO DO LIMITE EXTERNO DA MARGEM CONTINENTAL

**RESUMO:** A oportunidade de ampliar a jurisdição sobre plataformas marítimas continentais está atualmente adquirindo importância geoestratégica para muitos países, incluindo a Argentina; principalmente pela possibilidade de expansão também da área de exploração econômica dos recursos marinhos envolvidos. Neste capítulo, será exposta a necessidade e a importância da determinação do Limite Externo da Plataforma Continental Argentina, descrevendo os critérios e fundamentos que constituíram a fixação do limite. A partir das várias fontes bibliográficas consultadas, foi feita uma síntese que é descrita neste trabalho, complementada com mapas e gráficos que ajudam a sustentar os objetivos propostos.

Será apreciado na apresentação, a fixação deste limite, tanto do ponto de vista quantitativo - o que implica a defesa dos direitos soberanos que a Argentina pode exercer sobre os recursos de um extenso território - quanto qualitativamente, que é um importante reservatório de recursos minerais e energéticos; tem sua comprovação científica, já que na maioria das margens continentais, é possível localizar hidrocarbonetos entre outros recursos minerais. A área da área além de duzentas milhas que, em um cálculo foi estimada e posteriormente aceita, considerou como Plataforma Continental Argentina mais de 1.700.000 km<sup>2</sup>.

Os Estados costeiros deveriam demonstrar que a borda externa de sua Plataforma Continental ultrapassava as duzentas milhas e, demonstrada com respaldo científico, fazer essa apresentação perante a Comissão de Limites da Plataforma Continental, órgão técnico criado pela CONVEMAR. Esta apresentação que foi feita pela Argentina, entre outros países, foi dentro de um prazo pré-estabelecido e com toda a documentação que demonstrava os critérios exigidos pela Convenção, que foi concluída em 2017, foram adotadas as recomendações sobre a apresentação do Limite Exterior da Plataforma Continental Argentina.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plataforma continental - limite - geoestratégico - recursos - território.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta se halla constituido básicamente por dos componentes, como son las masas terrestres o continentes, y las masas de agua u océanos. Este ultima ocupa un porcentaje de la superficie total del 71% aproximadamente. La totalidad

de la masa de agua, se la llama Hidrosfera. “La mayor parte de este contenido, alrededor del 97,2 % se almacena en los océanos. Los casquetes polares y los glaciares representan otro 2,13 %, lo cual deja un 0,65 % que debe dividirse entre lagos, las aguas corrientes, las aguas subterráneas y la atmosfera”. (Tarbuck y Lutgens, 2005). Dentro de este espacio, particularmente se encuentra la denominada Plataforma Continental, que comprende aquella superficie situada bajo el mar, cerca de la costa, que se extiende desde el litoral hasta aquellas profundidades que no superan los doscientos metros. En estas Plataformas Continentales se han identificado reservas y recursos explotables, destacando a modo de ejemplo cobre, níquel, como los denominados nódulos polimetálicos, así como carbón, hierro, grava, y por supuesto petróleo y gas; los cuales menos del 10% de las reservas de esos hidrocarburos se encuentran bajo mares poco profundos y el resto en las Plataformas Continentales.

A partir de poder explotar estos recursos y en la necesidad de determinar los puntos fijos que constituyen el límite estas Plataformas Continentales, se adoptó lo establecido en el Anexo VI de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) reunida en Jamaica en 1982, y de conformidad con el art. 76° que define a la plataforma como una prolongación natural del territorio del Estado ribereño a los efectos de exploración y explotación de los recursos naturales, extendiéndolo “más allá de su mar territorial y a todo lo largo de la prolongación natural de su territorio hasta el borde exterior del margen continental”. Es así que la CONVEMAR estableció, que todos los Estados ribereños, a partir de los estudios científicos pudieran demostrar que su Plataforma Continental se extendía más allá de las doscientas millas marinas tenían que presentar su propuesta ante el órgano técnico creado para tal fin y denominado Comisión de Límites de la Plataforma Continental.

Surge entonces la creación por ley 24.815, **la Comisión Nacional del Límite Exterior de la Plataforma Continental (COPLA)** teniendo como objetivo elaborar, de conformidad con lo establecido en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) y del artículo 6° de la ley 23.968 del año 1991 de Espacios Marítimos, la propuesta definitiva para establecer el Límite Exterior de la Plataforma Continental, que permitiera a la República Argentina ejercer plenamente derechos de soberanía y asegurar así una adecuada exploración y explotación de los recursos de su lecho y subsuelo. La COPLA estaba presidida entonces por el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto e integrada además por un representante del Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos y otro del Servicio de Hidrografía Naval. En el área jurídica y técnica estaba asistida por un Coordinador General y una Subcomisión Técnica.

En el año 1995 entró en vigor para la República Argentina la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR), que según el Art. 75 inc. 22 de la Constitución Nacional reformada en 1994, tiene jerarquía superior a las leyes de la Nación. De acuerdo con dicha Convención todo Estado tiene reconocida, más allá del mar territorial, una Plataforma Continental de hasta las doscientas millas marinas medidas desde las líneas de base. Sin embargo puede extenderla, con ciertas limitaciones, cuando el margen continental se prolonga naturalmente más allá de esa distancia, hasta su borde exterior.

En este contexto se consideró como objetivos generales del presente capítulo, y en virtud de describir el valor geopolítico, económico y estratégico, que tiene para el país, la determinación del límite exterior de la Plataforma Continental, como instrumento para afianzar su soberanía en el nuevo espacio incorporado, considerar:

- Desarrollar los conceptos básicos que caracterizan al espacio marítimo según la legislación vigente.
- Describir la importancia de la fijación y/o determinación del límite de las Plataformas Continentales para los países ribereños.

En esta determinación el Estado ribereño podía aplicar las fórmulas y restricciones establecidas en forma alternada a lo largo de su margen continental, y de la manera que le resulte más favorable a sus intereses. El efecto de las previsiones de la Convención es que todos los recursos naturales existentes en el suelo y subsuelo del mar queden bajo el control efectivo de los Estados ribereños. Más allá de esa plataforma, comienzan los llamados fondos marinos y oceánicos, que no pertenecen a los Estados, sino que son patrimonio común de la humanidad. Esto significa que, ni esta zona ni sus recursos, pueden ser apropiados por los Estados ni por las personas físicas o jurídicas. Su administración está a cargo de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, que es un órgano creado por la CONVEMAR. El límite fijado por el Estado de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión se transforma en definitivo y obligatorio para los otros Estados y para la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos.

## **MARCO METODOLÓGICO**

Para la concreción de este artículo, se ha realizado un relevamiento de diversas fuentes documentales, principalmente bibliográficas, buscando ordenar la información existente sobre el tema de la delimitación del margen continental, a partir de las pautas de investigación planteadas desde la Geografía. De las diversas fuentes bibliográficas consultadas (geográficas, geológicas, histórico, jurídicas entre otras), se realizó la síntesis que se adjunta, complementada con mapas y gráficos que contribuyen a fundamentar los objetivos propuestos.



## DESARROLLO

La República Argentina posee una de las tres más extensas y ricas Plataformas Continentales de América, después de los Estados Unidos y Canadá. En su porción sudamericana, la plataforma estructural abarca alrededor de 1.700.000 km<sup>2</sup>, incluyendo el sector de las islas Malvinas y su extensión al este (figura 1), hasta el borde que limita con las llanuras abisales. Si se combina esa superficie con la que corresponde a las 200 millas, es decir tomando como límite exterior el del margen o el de las 200 millas si aquél se encuentra a menor distancia de la costa y a ello se le adiciona el área equivalente que circunda las islas Georgias y Sandwich del Sur (cuyo margen geomorfológico es muy estrecho) -que es de alrededor de 1.200.000 kilómetros cuadrados- se llega a una superficie de más de 3.800.000 kilómetros cuadrados (Fernández, 2000).

La Plataforma Argentina se caracteriza por una topografía predominantemente plana, cubierta de sedimentos de distinto origen y características, que permite considerarla como un fondo sumamente propicio para el arrastre de las artes de pesca. Como respuesta al relieve continental aledaño, resultan dominantes los suaves declives hasta que en el talud, donde la pendiente se hace más abrupta, donde se destacan numerosos cañones submarinos que desembocan en los abismos marinos. Se distinguen tres tramos: la Bonaerense asociada a la llanura pampeana, la Patagónica correspondiente a la meseta Patagónica y la Fueguina, que refleja las características de la cordillera de la isla Grande.

“Los estudios sobre el mar, distinguen desde el punto de vista de su función histórica, dos criterios, mar superficial y mar sustancial. El Mar superficial hasta el siglo XX, era el valor del mar que residía en ser un medio para navegar y transportar. El descubrimiento de nuevos continentes, generó un intenso tráfico desde el viejo mundo hacia las nuevas tierras y desde estas hacia él. Así el Mar sustancial con el correr del tiempo, a partir del siglo XX, con la escasez de materias primas y de alimentos, hizo que el hombre buscara nuevas fuentes para aprovisionarse, dirigiendo su mirada al mar, con la ilusión de creer que esta fuente sería inagotable” (Hooft, 2000).

Argentina reivindicó, según la Convención del Mar, una franja de 200 millas de extensión a partir de la línea de costa, aunque existen divergencias en la definición de dicha línea. Algunos sostienen que es la línea media equidistante de la pleamar más alta y de la bajamar más baja en condiciones normales, mientras que otros optan por la línea determinada por las bajamares más bajas.

Figura 1: Plataforma continental y fondos oceánicos del Atlántico sur occidental



Fuente: Rey Balmaceda (1988)

Esto adquiere importancia en los litorales playos y en los estuarios, porque supone ganancias territoriales de varios kilómetros, pero no ocurre lo mismo en las costas acantiladas, porque el desplazamiento es predominantemente vertical. Así la línea que divide al continente del Mar Territorial, se la va denominar de las más bajas mareas. Si bien se habla de la línea de más baja marea, cabe distinguir una diferencia en su trazado, ya que existen dos formas para su marcación, pudiendo ser: Normal o de Base rectas. La denominada Normal es aquella que sigue las líneas costeras, respetando sus salientes o inflexiones, se marca sin tener en cuenta el trazado de la costa, o sea paralela con la línea de bajamar. En cambio la de Base recta, considera los puntos más salientes de la costa, y los va uniendo, es así que une los cabos que forman por ejemplo la boca de las bahías mediante el trazado de un segmento recto. En vista al espacio a delimitar, se debe recordar primero cuales son a su vez los espacios que componen la franja de las 200 millas náuticas (figura 2), y en carácter de que, el Estado ribereño, hace uso de sus funciones, por lo que se reconocen:

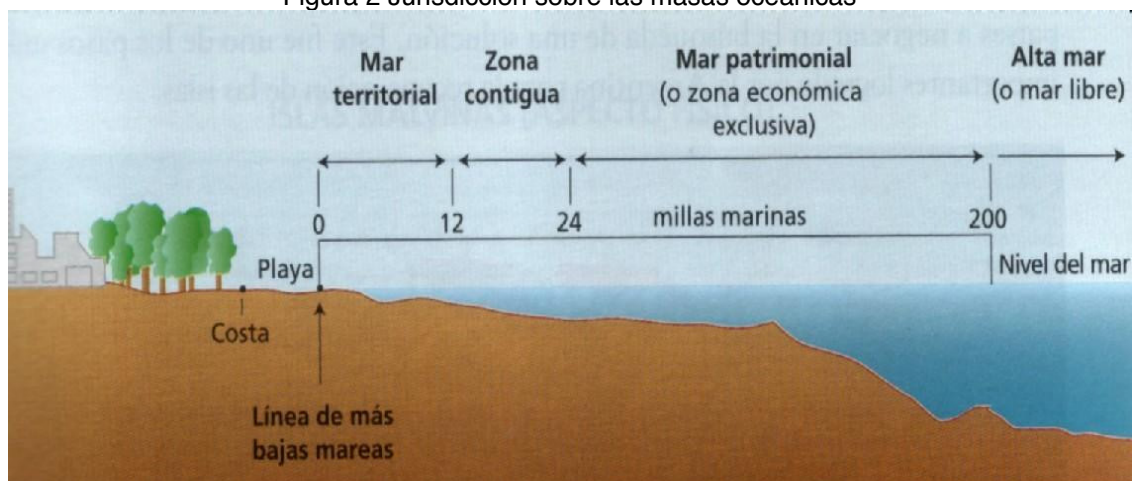
Las Aguas Interiores, son las aguas que se encuentran por detrás de la línea de más baja marea, en dirección al continente. En estas el Estado costero ejerce plena soberanía. A su vez se consideran aguas interiores, las ubicadas en los golfos y bahías.

El Mar Territorial: de 12 millas náuticas, siendo una franja aledaña a la costa, donde el país ejerce plena soberanía, pero permite el paso inocente de embarcaciones extranjeras, puede sancionar la violación de cualquiera de sus leyes o reglamentos.

La Zona Contigua: de otras 12 millas náuticas, que es también una franja adyacente al mar territorial, que llega hasta las 24 millas náuticas a contar de la línea base, y en donde el Estado ribereño ejerce la fiscalización y sanción en materia aduanera, fiscal, migratoria y sanitaria. Se la justificó en otros momentos como la zona donde podía asegurar un control policial, ante delitos que se cometieran en el área continental o en su mar territorial, lo que permitía al Estado costero su persecución.

La Zona Económica Exclusiva (ZEE), que se extiende desde la milla 24 hasta la milla 200, extendiéndose por 188 millas náuticas, en donde la misma Convención Internacional de Jamaica (C.I. J) establece en su art. 55 “la zona económica exclusiva es un área situada más allá del mar territorial y adyacente a este”. Por lo cual en su art. 56 prevé para el Estado ribereño los siguientes derechos sobre la ZEE: “Derechos de soberanía para los fines de exploración, explotación, conservación y administración de los recursos naturales, tanto vivos como no-vivos, de las aguas adyacentes al lecho y del lecho y el subsuelo del mar, y con respecto a otras actividades con miras a la exploración y explotación económica de la zona, tal como la producción de energía derivada del agua, de las corrientes y de los vientos” “Con respecto a la jurisdicción es referente al establecimiento y la utilización de islas artificiales, instalaciones y estructuras; como la investigación marina; la protección y preservación del medio marino”.

Figura 2 Jurisdicción sobre las masas oceánicas



Fuente: Echeverría - Capuz, 2000.

Por lo expuesto se puede resumir, que el Estado costero posee zonas diferenciadas para ejercer su poder. “Hasta las 12 (doce) millas, donde ejerce plena soberanía y puede sancionar la violación de cualquiera de sus leyes o reglamentos. Después de las 12 (doce) millas y hasta las 24 (veinticuatro), posee plena jurisdicción

respecto a delitos o hechos de contrabando, sobre inmigración ilegal, fraude fiscal y sanitarios. Y más allá de la milla 24 (veinticuatro) y hasta el fin de la ZEE (milla 200), pierde la potestad de reprimir los cuatro primeros items y le queda solamente respecto de todas las actividades económicas dentro de la ZEE” (Hooft, op. cit).

Ya en el último espacio a tener en cuenta, es el denominado Alta Mar. El mismo es definido por la convención, como aquel que comprende “todas las partes del mar no incluidas en la zona económica exclusiva, en el mar territorial o en las aguas interiores de un Estado, ni en las aguas archipelágicas de un Estado archipelágico” (art.86 C.I. J). En Alta Mar, ningún Estado puede ejercer soberanía (art 89 C.I.J). La misma Alta mar es de uso irrestricto para los Estados con litoral y sin él, tienen derecho a navegar y sobrevolar libremente, tender cables y tuberías submarinas, como de construir islas y otras instalaciones, como de pescar y de investigación científica (art. 87 C.I.J).

La Tercera Conferencia de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar hizo que la atención de muchos gobiernos se centrara en el potencial de los recursos marinos frente a sus costas. Merced a la misma, varios Estados ribereños podían aumentar su jurisdicción sobre los espacios marítimos y aprovechar en mayor medida los recursos. En este sentido, la determinación del límite exterior de la Plataforma Continental se constituiría en un instrumento esencial para un ordenamiento racional y un aprovechamiento óptimo de los recursos pesqueros. Es indudable el peso de la trayectoria histórico-política del mar en la vida de los países, que en muchas ocasiones evolucionó de espaldas al mar, generando una deficiente conciencia marítima, que se ha reflejado en la escasa importancia asignada a la defensa de los recursos marítimos. Por ello, es importante rescatar las expresiones de Bonanni (1982), quien señala que la conciencia marítima es “... la cualidad poseída por los habitantes de una nación, para comprender el grado de dependencia de sus propias vidas, de su seguridad económica, del ejercicio de su libertad soberana, y del desarrollo de su país, en relación con el mar que los rodea, dentro de un marco de seguridad interna y externa que les otorgue el libre uso del poder de decisión propio”.

Considerando lo descripto, la Plataforma Continental, se halla dividida en tres partes: la Plataforma propiamente dicha (continental Shelf), el Talud (continental Slope) y la Emersión (continental Rise). En la primera de ellas, la Plataforma Continental, es la consideración geográfica propia, de la continuación natural del continente por debajo del agua, con un declive variado. Es de destacar que el criterio jurídico no coincide con el geográfico. En la continuación de esta plataforma y siguiendo el mismo sentido geográfico, reconocida a partir de su abrupto quiebre, se da una nueva zona, marcada por la inclinación del terreno, que se la denomina Talud continental. Esta pared o zócalo por considerarlo de esta manera, finaliza en el llamado pie del talud, el punto máximo donde cambia el gradiente con respecto al plano (forma un ángulo

de 45°). Una vez finalizado el Talud, donde el fondo se vuelve plano nuevamente, e iniciándose una planicie de tamaño variable, es la tercera parte denominada Emersión continental que se extiende hasta el punto en que vuelve a profundizarse, ya en forma definitiva para dar comienzo a los Fondos o Llanuras abisales, es decir fondos de Alta Mar. Es así que la autoridad del Estado costero finaliza, cuando termina la emersión, generándose una zona en donde ningún país puede ejercer soberanía., se la conoce como la zona, y está sujeta a la jurisdicción de la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos.

En consideración de lo expuesto, cabe señalar que la Convención de Jamaica dice en su art. 77: “Derechos del Estado ribereño sobre la Plataforma Continental: 1) El Estado ribereño ejerce derecho de soberanía sobre la Plataforma Continental a los efectos de su exploración y de la explotación de sus recursos naturales. 2) Los derechos a que se refiere el punto 1 son exclusivos en el sentido que, si el Estado ribereño no explora la plataforma continental o no explota los recursos naturales de ésta, nadie podrá emprender estas actividades sin expreso consentimiento de dicho Estado. 3) Los derechos del Estado ribereño sobre la Plataforma Continental son independientes de su ocupación real o ficticia, así como de toda declaración expresa. 4) Los recursos naturales mencionados en esta parte son los recursos minerales y otros recursos no vivos del lecho del mar y su subsuelo, así como los organismos vivos pertenecientes a especies sedentarias, es decir, aquellos que en el periodo de explotación están inmóviles en el lecho del mar o en su subsuelo, o solo pueden moverse en constante contacto físico con el lecho o el subsuelo.”

En base la descripción precedente, se disponía una división entre los países, en dos grupos muy marcados, se presentaban en el primero los Estados sin Margen Continental o con un margen muy estrecho, en particular los países del Pacífico. En el segundo grupo se encontraban los Estados con Margen Continental, denominados los marginalistas, que querían acudir al concepto geográfico de Plataforma Continental, en el cual se hallaba la Argentina. Los no – marginalistas, en cambio intentaban imponer un criterio jurídico o simplemente de distancia. En este punto cabe señalar lo expresado en el resumen ejecutivo, (COPLA, 2009) que la Argentina fue uno de los primeros países que destacó el alcance de sus derechos de soberanía sobre la Plataforma Continental en su condición de Estado ribereño. En 1916 -aun antes de la declaración Truman- el Almirante Storni desarrolló una doctrina que reivindicaba los derechos sobre la plataforma continental y todos los recursos que en ella existían. En 1944, se declaró zona de reserva minera a la plataforma continental, posteriormente, en 1946, el Decreto N° 14.708/46, apoyándose en la Declaración Truman, fue mucho más allá en cuanto a sus fundamentos y alcances, y reivindicó la soberanía argentina sobre el mar epicontinental y el zócalo continental. Este decreto sostuvo como fundamento que se trata de una norma consuetudinaria, e hizo referencia al concepto

de prolongación natural del territorio, y en 1966, la Ley N° 17.094 -coincidente, en general, con la Convención de Ginebra sobre la Plataforma Continental de 1958- reafirmó la soberanía argentina sobre el lecho y el subsuelo de las zonas submarinas adyacentes a su territorio hasta una profundidad de doscientos metros o más allá de este límite, hasta donde la profundidad de las aguas suprayacentes permitiera la explotación de los recursos naturales de dichas zonas. Al señalar estos antecedentes históricos pone de manifiesto el temprano interés y la firme y constante preocupación de la Republica Argentina por afianzar su soberanía sobre su Plataforma Continental.

Durante su tratamiento se planteó la divergencia para establecer el límite exterior de la plataforma continental, entre la posición amplia o marginalista que extendía ese borde hasta el talud y la emersión continental, como prolongación natural del margen continental y la posición estrecha que propiciaba, que el concepto mismo de plataforma continental debía desaparecer, subsumiéndose en el de zona económica, y limitarse en consecuencia a 200 millas. Al ser declarado por la ONU la existencia de este espacio y considerando que se encuentra fuera de la jurisdicción de los Estados, llevo nuevamente al enfrentamiento entre países costeros y terceros países. Esta puja llevó a una necesidad, definir qué se entiende por plataforma y poner límite a la misma. Si se sigue el concepto usado en la Convención de Ginebra de 1958, la misma establece el criterio de profundidad de las aguas, en donde se estableció el límite entre el Estado costero y los fondos de la Alta Mar (donde ningún Estado puede ejercer soberanía), aceptando también el de la explotabilidad. Así entendido, la Convención de Ginebra, atribuía al Estado costero la potestad como dueño, sobre el lecho y subsuelo, hasta donde las aguas no superaran los 200 metros de profundidad.

Lo importante a destacar es el inicio desde este momento, de la intensa e incesante explotación de los recursos del mar, sean ya inorgánicos, como los recursos vivos, explotación que se fue extendiendo en su columna de agua y al lecho y subsuelo, siendo para el primero la explotación de la pesca y para los segundos representados en la extracción de petróleo, gas y minería. El problema se presenta cuando el mar pasa a ser una lucha de intereses, entre los Estados costeros, que intentan defender y de apropiarse de sus aguas adyacentes, incluso con el intento de extender su jurisdicción, y los Estados que poseen flotas tanto pesqueras como militares o comerciales, mayores que los primeros y que se oponen a esta idea de soberanía. Se representa esto en las posturas de cada Estado, los que defienden sus intereses, luchando por un mar territorial y quienes los niegan luchan por un mar libre.

Por eso la Plataforma Continental se la consideraba la continuación del territorio por debajo de las aguas hasta la profundidad de 200 metros. Pero era un criterio que consideraba la posibilidad de explotar el fondo, con lo que añadió el concepto de explotabilidad. Se puede ver que este criterio, dado los avances tecnológicos,

si bien parecía una buena solución, prontamente evidencio problemas, al poder explotarse los fondos del mar a profundidades mayores de los 200 metros. Esto se traslada a la III Conferencia sobre Derecho del Mar, para poder delimitar el espacio de la plataforma, sirviendo también para limitar la expansión irrestricta de los Estados costeros.

## **CRITERIOS PARA DELIMITAR LA PLATAFORMA**

El criterio de establecer un límite era ya una necesidad a esta altura, la pregunta era hasta donde y como establecer el mismo. Se debe aclarar la situación difícil en que se encuentra debido a que hay Estados con margen continental y sin ellos. La Convención de Jamaica, pudo establecer una conciliación, al adoptar los dos criterios como valido, primero las 200 millas, partiendo de las líneas de base; y el del margen continental, hasta su borde externo. Lo anteriormente expuesto lleva a preguntarse dónde termina o donde se establece el borde exterior del margen continental, para su determinación se propusieron a su vez, dos criterios (figura 3).

- Espesor de las rocas sedimentarias (Formula de Gardiner o irlandesa).
- Criterio de la distancia desde el pie del Talud (Formula de Hedberg o norteamericana).

El criterio basado en el espesor de las rocas sedimentarias (Fórmula de Gardiner o irlandesa), se apoya en las rocas constituidas por la acumulación de los detritos orgánicos e inorgánicos provenientes del área continental, ya sea por arrastre fluvial o costero, a lo que se suman los sedimentos generados por la deposición de restos de organismos marinos. Ya en la alta mar, el fondo cambia su constitución y se hallan rocas del tipo granítico, más resistentes y de color oscuro. El criterio establece que en cada punto seleccionado (que no debe superar una distancia mayor de 60 millas náuticas) donde el espesor de las rocas sedimentarias debe ser como mínimo del 1% de la distancia que va desde dicho punto al pie del talud continental.

El segundo criterio está basado en la distancia desde el pie del talud (Fórmula de Hedberg o norteamericana) y propone trazar una línea uniendo puntos situados a no más de 60 millas náuticas a contar del pie del talud continental.

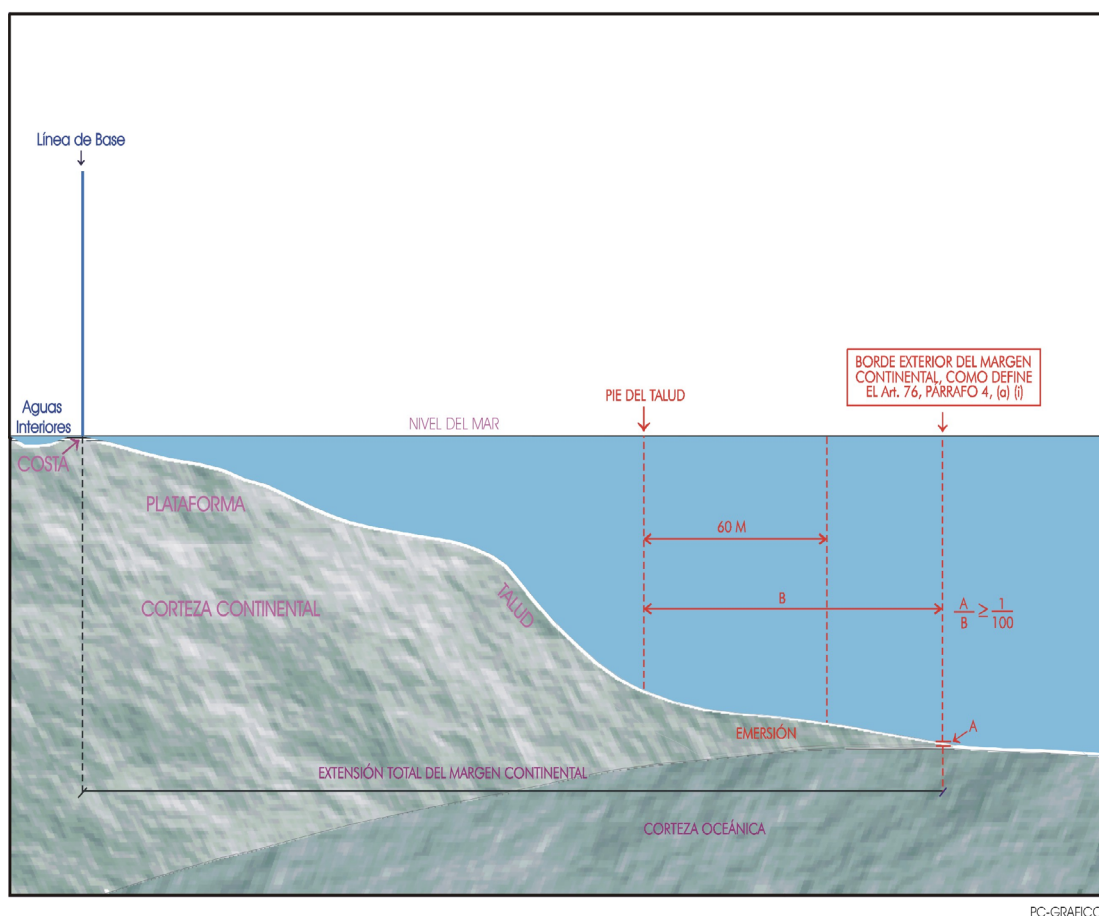
Atendiendo a que el borde exterior del margen pueda llegar a alejarse de la costa mas allá de lo previsto por ambas fórmulas, la Convención estableció un límite máximo, que no debe superar las 350 millas náuticas medidas desde la línea de base o bien alejarse más de 100 millas náuticas contadas desde la isobata de los 2.500 metros de profundidad.

Debido a la trascendencia de las actividades que debe desarrollar COPLA, Comisión Nacional del Limite Exterior de la Plataforma Continental, cuya función es la

de establecer cada punto de la plataforma, a partir del criterio que más convenga en la determinación del borde externo del margen continental, el Poder Ejecutivo Nacional mediante Decreto N° 1.541/99 declaró de interés nacional las tareas asignadas a la misma (COPLA, op cit). En general se puede decir que en la zona norte, no excede el ancho de las 200 millas de la ZEE, por lo que es razonable usar el criterio de distancia, pero yendo hacia el sur, partiendo desde Península Valdés, donde el ancho es mayor, se puede reivindicar en estas zonas, el criterio de 350 millas en algunos puntos y del de las 100 millas, medidas por la isobata de 2.500 metros en otros puntos, a conveniencia del País.

Acorde a lo presentado, es muy importante atender a que los datos obtenidos por levantamientos mediante reflexión sísmica y refracción sísmica serán considerados como la fuente principal de pruebas para determinar el espesor de sedimento. Como pruebas complementarias se podrán utilizar también datos gravimétricos y magnéticos.

Figura 3 Descripción limite borde exterior margen continental (uso de ambas formulas)  
DEFINIENDO EL BORDE EXTERIOR DEL MARGEN CONTINENTAL



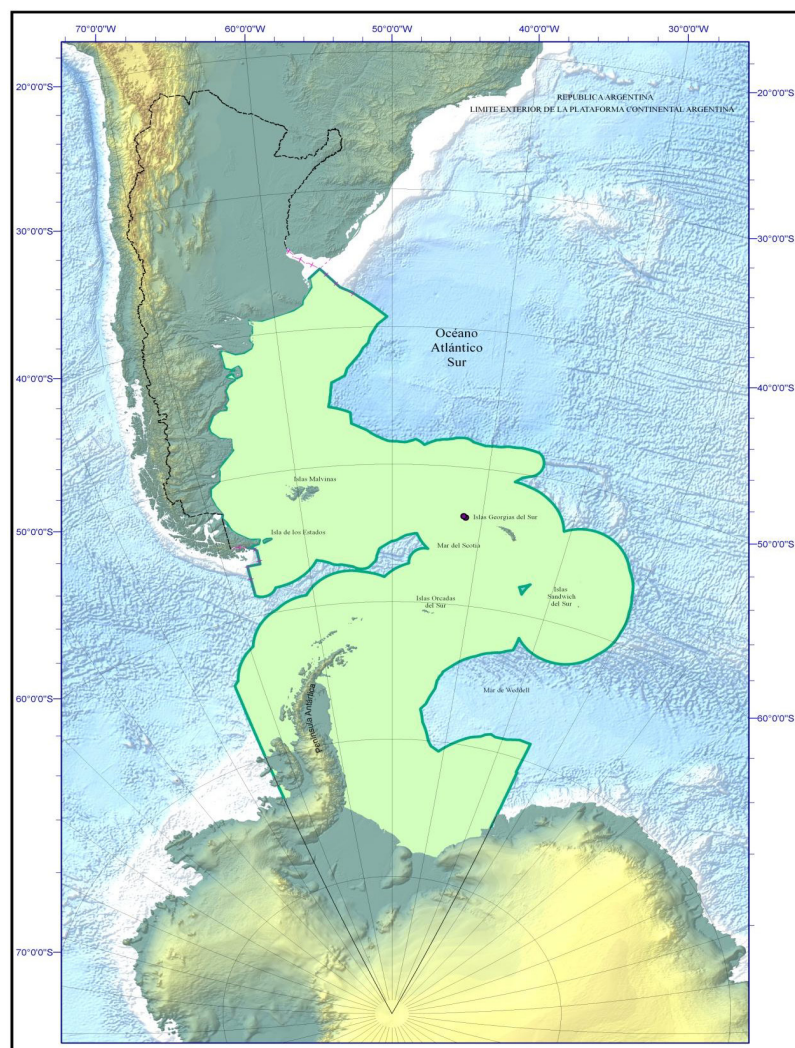
Fuente: Imagen Google

La delimitación del borde exterior de la Plataforma Continental, que fuera aceptada en conformidad con lo establecido por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) permitió definitivamente incorporar este espacio desde Marzo 2017, a la República Argentina (figura 4), ampliando y



consolidando el ejercicio de los derechos de soberanía sobre los recursos naturales existentes en un vasto territorio , que ocupa 1.785.000 de Km<sup>2</sup>, como reservorio de recursos energéticos, minerales y pesqueros de gran importancia desde el punto de vista estratégico y económico. No obstante la incorporación de este amplio espacio marítimo debe estar acompañada de una política pesquera, que priorice la sustentabilidad de las distintas especies, evitando la sobrepesca. Para ello, deberá fijar claramente la biomasa de cada especie y la captura anual permitida, para no comprometer la reproducción y en definitiva, la supervivencia del recurso. A decir de Casellas (1987) “Los Intereses Marítimos hacen al Poder Marítimo de una Nación y están conformados en esencia por una voluntad nacida de utilizar los beneficios que brinda el mar, acompañada por la correspondiente capacidad para extraer los recursos que conforman dichos beneficios. Nacen del ejercicio de una actividad político y económica, se desarrollan mediante la presencia física, se autoalimentan a través de la explotación y comercialización de los recursos marinos, se preservan cuando generan la capacidad de crear conciencia y remata en el poder que confiere todo este accionar a través de los bienes nacionales que incrementan, en definitiva, la riqueza del país.”

Figura 4 Mapa con la zona comprendida entre la línea de base y el límite exterior de la Plataforma Continental.



Fuente: Documento COPLA

En el convencimiento de que este Proyecto hace a los más altos intereses de la política del Estado, dado que implica, no solo como se expuso anteriormente defender los derechos argentinos sobre este extenso territorio marítimo, sino también siendo un reservorio de recursos minerales y energéticos, y considerando el carácter estratégico que supone, es que llevo a la necesidad de la fijación de este límite.

## CONCLUSIONES

La consolidación institucional de la Comisión como órgano interministerial encargado de esta tarea, implicó una verdadera política de Estado y, en consecuencia, un trabajo de relación con los distintos organismos públicos -nacionales y extranjeros- relacionados con el tema, y con las instituciones privadas competentes, que llevaron a la realización de los estudios jurídicos, económicos y científicos (geodésicos, batimétricos, geológicos y geofísicos) involucrados en la ejecución del proyecto, que permitió consolidar la programación de las tareas necesarias que llevaron a la elaboración de la propuesta de límite exterior, respetando las especificaciones previstas por la Comisión de Límites de la Plataforma Continental, en las directrices científicas y técnicas, y poder cumplir así COPLA con su principal objetivo elaborar, en conformidad con lo establecido en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR) que es la obtención de la propuesta definitiva del Límite Exterior de la Plataforma Continental de la República Argentina.

Una de las consideraciones de importancia en torno a la anexión de este territorio marítimo es que la nueva jurisdicción no incluirá a los recursos pesqueros, en efecto, la propia Convención Internacional determinó que la posibilidad de extenderse más allá de las 200 millas náuticas es sólo para la Plataforma Continental, los derechos que se pueden ejercer son sobre ese espacio marítimo son, los derechos de soberanía sobre los recursos no vivos (minerales e hidrocarburos entre otros) y en relación a los vivos solamente sobre las especies sedentarias, siendo aquellas que en el período de explotación están inmóviles en el lecho del mar o en su subsuelo o sólo pueden moverse en constante contacto físico con el lecho y el subsuelo, por ejemplo las vieyras, mejillones, avalones,. Es decir, quedan excluidos los peces, pulpos, calamares, entre otros. Visto el desarrollo anteriormente expuesto sobre la soberanía real que ejerce el Estado costero y en particular sobre la jurisdicción, que puede desarrollar concretamente sobre la plataforma, es que se destaca lo importante e imprescindible que fue la tarea de limitar el borde externo. Se debe mencionar sintéticamente que en la cuestión de Malvinas se encuentra determinado ya en las disposiciones de la CONVEMAR, que su función es realizar el trabajo técnico, pero no podrá expedirse hasta tanto los territorios que se encuentren en litigio o en conflictos sean resueltos por los propios Estados.

Cabe aclarar que el límite fijado por el Estado de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión se transformo en definitivo y obligatorio para los otros Estados y para la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos. En vista a lo presentado, fue fatigosa y constante la tarea que se llevo a cabo para delimitar el borde externo de la Plataforma Continental, permitiendo a futuro a la República Argentina consolidar desde el punto de vista geopolítico, el ejercicio de los derechos de soberanía, de lo económico disponer sobre los diversos recursos antes mencionados, siendo de gran importancia, y tan vitales para el desarrollo del País, como de todos los argentinos, como su proyección estratégica en un espacio como es el océano Atlántico Sur.

## BIBLIOGRAFÍA

TARBUCK, Edward y LUTGENS, Frederick. **Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física**. 2ed Ed. Prentice Hall. Madrid, 2005, 446 p.

BONANNI, Edgar Wilson. **La Conciencia Marítima Nacional**. Editorial Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina, 1982, 108 p.

CASELLA, Alberto O. **La Alternativa Oceánica**. Centro Naval. Instituto de Publicaciones Navales. Buenos Aires, Argentina. 1987, 168 p.

ARGENTINA. Documento Comisión Nacional del Limite Exterior de la Plataforma Continental. (COPLA) **Presentación Argentina. Resumen Ejecutivo** Buenos Aires, 2009.

ECHEVERRÍA, María Julia y CAPUZ, Silvia. **Geografía. La Argentina y el Mercosur**. A-Z Editora. Buenos Aires, 2000, 33 p.

FERNÁNDEZ, Luis. **La Determinación del Límite Exterior de la Plataforma Continental Argentina**. <http://www.ambiente-ecologico.com> Buenos Aires, 2000.

HOOFT, Eduardo. **Apuntes derecho internacional público**. Facultad de Derecho. UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL PLATA. Argentina, 2000

JAMAICA. Texto Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, 1982.

REY BALMACEDA, Raúl. **La porción oceánica y la porción antártica, dos espacios en cuestión**. Roccatagliata Juan (coord.) La Argentina. Geografía general y los marcos regionales. Buenos Aires, Planeta. 2000. 742 p.

## LAS COMUNIDADES MARINAS BENTÓNICAS DE LA RESERVA NACIONAL KATALALIXAR (CHILE)

*Data de submissão: 21/09/2020*

*Data de aceite: 18/10/2020*

### **Matthias Gorny**

ONG OCEANA,  
Santiago de Chile, Chile  
<https://orcid.org/0000-0002-4445-4499>

### **Américo Montiel**

Laboratorios de ecología Funcional, Universidad  
de Magallanes  
Punta Arenas, Chile  
<https://orcid.org/0000-0002-2644-4879>

### **Germán Zapata-Hernández**

Profesionales del Mar y la Tierra Ltda  
Coquimbo, Chile  
<https://orcid.org/0000-0003-3245-9118>

### **Raúl Pereda**

Corporación Nacional Forestal  
Tortel, Chile

**RESUMEN:** La Reserva Nacional Katalalixar se ubica en la Patagonia central, al sur del Golfo de Penas (47,5°S - 48,5°S), extendiéndose en dirección longitudinal desde el océano Pacífico hasta cerca de los glaciares que forman parte de los campos de hielo del sur. La reserva y sus canales y fiordos representan una de las

pocas zonas todavía prístinas de la Patagonia con escasa intervención humana. Mediante muestreos biológicos y filmaciones submarinas con un vehículo submarino se analizó la composición de los invertebrados que habitan el sublitoral entre 10 y 200 m de profundidad, en algunos sectores seleccionados entre la parte central y este de la reserva. Se registraron 72 taxa en aguas someras hasta 20m y 143 en aguas profundas. Poliquetos y gasterópodos representaron los taxa más diversos hasta 20m de profundidad, con 19 y 11 especies respectivamente, mientras que esponjas y cnidarios fueron los más diversos con 37 y 28 taxa en el sublitoral profundo. La riqueza más alta en el sublitoral somero se observó el límite sur de la reserva cerca de la embocadura oceánica del Canal del Castillo ( $19,4 \pm DE 8,9$  taxa). La mayor riqueza ( $42,5 \pm DE 0,7$  taxa) del sublitoral profundo se registró en el norte de la reserva en el Canal del Sureste, entre las islas que colindan con el Golfo de Penas. En el sublitoral profundo se observó una disminución de la riqueza y en la composición de especies hacia el interior de la reserva, donde existe una alta influencia de las aguas provenientes de deshielos glaciares, aportando con altas tasas de sedimentación y aguas menos saladas. El 90% de los invertebrados registrados en el sublitoral

profundo de la reserva son distribuidos en toda la Patagonia, destacando la reserva como zona representativa e importante para la futura conservación de la diversidad marina en la Patagonia chilena.

**PALABRAS CLAVES:** Patagonia chilena, fiordos, Katalalixar, fauna bentónica, biodiversidad, bentos del sublitoral

## THE BENTHIC MARINE COMMUNITIES OF THE KATALALIXAR NATIONAL RESERVE (CHILE)

**ABSTRACT:** The Katalalixar National Reserve (KNR) is located south of the Penas Gulf in central Patagonia (47,5°S - 48,5°S), and in longitudinal direction extended between the Pacific Ocean and glaciers belonging to the southern Patagonian ice field. The reserve and its surrounding channels and fjords represent one of the few remaining pristine areas of Patagonia without any significant human intervention. The composition of invertebrates from 10 to 220m depth of the sublittoral from selected sectors located in the central and eastern part of the reserve was investigated by means of biological samples and underwater video obtained with a remotely operated vehicle. A total of 72 taxa was registered in shallower waters above 20m and 143 taxa were found at greater depths. Polychaetes and gastropods were the most divers taxa above 20m with 19 and 11 species, respectively, whereas sponges and cnidarians were most divers in the deeper sublittoral with 37 and 28 taxa. The highest species richness of the shallow sublittoral was registered in the southern limit of the reserve, close the oceanic entrance of the del Castillo channel (19,4 ± DE 8,9 taxa). The highest richness of the deeper sublittoral was observed in the north of the reserve, south of the islands adjacent to the Penas Gulf (42,5 ± DE 0,7 taxa). A decreasing diversity and a change in species composition of the fauna of the deeper sublittoral was observed towards the interior of the reserve where input from melting glaciers results in high sedimentation rates and less salinity. About 90% of the invertebrates found in the deeper sublittoral are distributed all over Patagonia, underlining the reserve as important and representative place for any future conservation of the marine diversity of Chilean Patagonia.

**KEYWORDS:** Chilean Patagonia, fjords, Katalalixar, benthic fauna, biodiversity, bentos sublittoral

### 1 . INTRODUCCIÓN

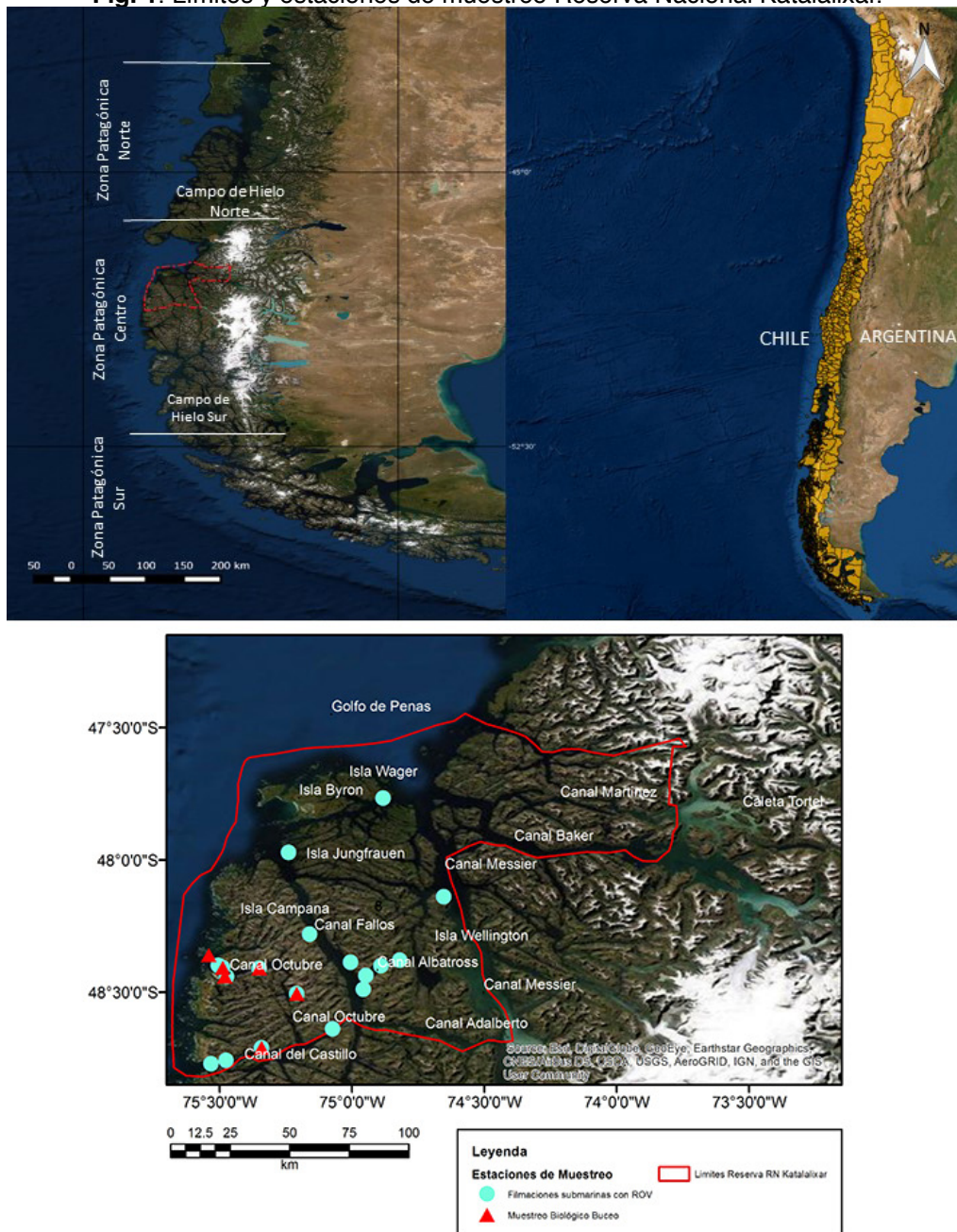
La Reserva Nacional Katalalixar (RNK) fue creada mediante el Decreto Supremo N° 780 del 21 de diciembre de 1983, conformada por un total de 674.500 hectáreas. La reserva se encuentra ubicada en la Patagonia chilena entre los 47,5°S y los 48,5°S, limitando al norte con el Golfo de Penas y al sur con el Canal del Castillo. Longitudinalmente, la RNK se extiende al oeste desde la línea de costa en frente al océano Pacífico, hasta el Canal Troya administrativamente dentro de la comuna

de Tortel, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (Fig. 1). Debido a su ubicación remota, difícil acceso y condiciones climáticas adversas, la RNK es un lugar con escasa intervención antrópica y, uno de los menos estudiados en el océano Pacífico sur oriental.

En términos geomorfológicos, la RNK es un archipiélago formado por aproximadamente 150 islas y se destacan las Islas Campana, Prat, Little, Wellington, Patricio Lynch y Jungfrauen, ubicadas hacia el oeste de la reserva. Estas islas se interconectan por canales de orientación longitudinales tales como Canal Suroeste, Canal Albatros, Canal del Castillo y por canales longitudinales tales como el canal Fallos, Octubre y Messier (Fig. 1). Esta intrincada geografía también se representa en su batimetría, donde algunos fiordos son amplios y profundos como el fiordo Baker, que posee alrededor de 12 km de ancho y alcanzando profundidades de hasta 800 m. También se observan canales angostos y someros como el Canal Octubre que en su sección más angosta llega a medir solo unos 150 m y posee solo 20 m de profundidad.

Por lo general, los fiordos y canales de la Patagonia chilena presentan un perfil geomorfológico de valle inundado, en donde las orillas están formadas terrazas rocosas con fuertes pendientes y en el centro comúnmente rellenos con sedimentos como de arena fina, limo y/o arcilla (Soto 2009). Dada esta condición natural, se observa que las comunidades bentónicas de la franja sublitoral se puede subdividir en dos, una somera que va desde la superficie a 20 m de profundidad (Cárdenas & Montiel 2015; Betti et al., 2017) y una profunda que va desde 20 m hacia profundidades mayores (~1000 m). Las investigaciones bentónicas en el sublitoral superior comúnmente han sido estudiadas mediante de buceo, ya sea para extracción de muestras y fotografía submarina (Försterra et al., 2017). Mientras que las investigaciones bentónicas en la franja más profunda han sido llevadas a cabo mediante medios extractivos como dragas o arrastres (Mutschke 2006). Por otro lado, medios no extractivos como Vehículos de Operación Remota (ROV de su sigla en inglés) han sido usados últimamente con éxito en lugares de difícil acceso como en fondos rocosos donde es difícil coleccionar muestras con los métodos tradicionales mencionados anteriormente (Gorny et al., 2018).

**Fig. 1.** Límites y estaciones de muestreo Reserva Nacional Katalalixar.



A pesar de esto, el área marina de la Patagonia chilena está fuertemente amenazada debido al crecimiento exacerbado de la industria acuícola en las últimas décadas, sumado a una pobre evaluación de sus impactos ambientales en el ecosistema marino a través del tiempo y una escasa fiscalización de sus actividades productivas (Försterra et al., 2017). En este sentido, para establecer medidas de administración, manejo y conservación de los ecosistemas marinos, resulta indispensable conocer aspectos básicos de la estructura y funcionamiento de las comunidades marinas. Sin embargo, no existían estudios sistemáticos de las comunidades marinas bentónicas en la RNK, en los cuales se describa su biodiversidad y los patrones comunitarios en un gradiente batimétrico y en distintos sectores de la reserva. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo principal, caracterizar la composición de especies y la estructura de las comunidades bentónicas en aguas someras y profundas en la RNK.

## 2 . MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Escenario ambiental de la RNK

En términos generales la RNK se caracteriza por tener un clima de tipo marítimo templado frío lluvioso de costa occidental, con una precipitación media anual que fluctúa entre los 3.500 a 4.000 mm, y una temperatura media anual es de 7 °C (CONAF, 2020). Su relieve corresponde a islas de los canales interiores insulares labrados por la acción glacial en épocas geológicas recientes (10.000 años aproximadamente), con cumbres que no superan los 1000 m de altitud (CONAF, 2020). Debido a las fuertes precipitaciones en estos sectores se generan grandes descargas de agua dulce, las cuales se desplazan rápidamente desde las montañas por medio de ríos y riachuelos hacia el mar, determinando las condiciones oceanográficas de los fiordos y canales patagónicos (Iriarte et al., 2014). En este contexto, las capas de agua dulce se superponen a las aguas oceánicas saladas, lo que resulta en una estratificación bien marcada, con gradientes de temperatura, salinidad y densidad, entre otros parámetros oceanográficos (Pickard, 1971; Sievers & Silva, 2008; Iriarte et al., 2014). Además, la fuerte afluencia de agua dulce se traduce en un suministro considerable de sedimentos, material alóctonos y materia orgánica particulada de origen terrígeno hacia el océano (Silva 2008; Hervé et al., 2009). En este sentido, los canales Martínez y Baker, que corren en dirección este a oeste, representan importantes afluentes de sedimentos, minerales terrestres y de agua dulce proveniente de los glaciares Steffen y Montt (Aracena et al., 2011; Pantoja et al., 2011; Silva & Calvete, 2002). Separados por la Isla Merino Jarpa, los canales Baker y Martínez tienen grandes profundidades, alcanzando los 800 y 1.075 m, respectivamente (Piret et al., 2017); Por otro lado, también existe un considerable aporte de agua dulce, desde el río Baker y otros ríos de gran envergadura como los son el río Huemules y Pascua , los cuales varían su caudal dependiendo de la época del año, influenciando en las condiciones oceanográficas de sectores aledaños hasta unos 30 Km de distancia aproximadamente. En contraste, el sector occidental de la RNK posee condiciones oceanográficas marcadamente influenciadas por masas de agua oceánicas.

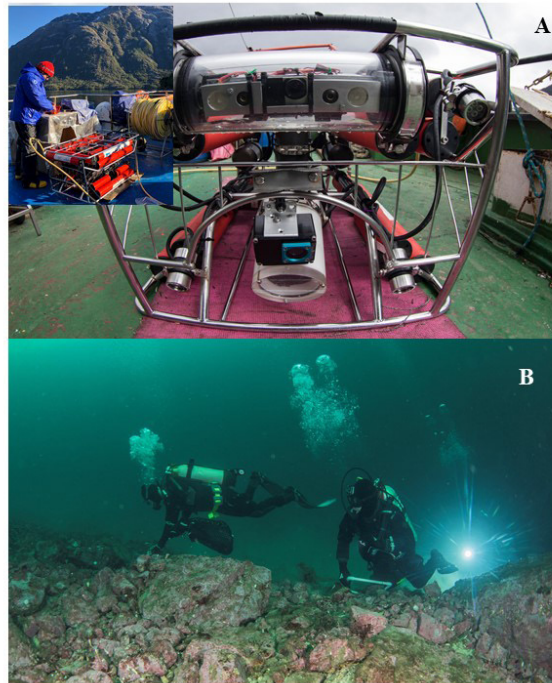
### 2.2 Trabajo de campo

Se realizaron dos expediciones a la RNK organizadas por la ONG OCEANA, una en el verano del 2017 (10 – 14 de Diciembre) a bordo de la embarcación Mari Paz II y una segunda en el invierno 2018 (13 – 19 de Julio) a bordo de la N/M Patagonia Explorer II. En ambas expediciones se realizaron un total 20 transectos de filmaciones submarinas, utilizando un vehículo operado remotamente (ROV por su sigla en inglés) modelo Comander MK-II de la marca Mariscope Meerestechnik



(Kiel, Alemania), el cual posee una capacidad de 400 m de cable (Fig. 2 a). Este modelo de ROV está equipado con tres cámaras de alta resolución: una GoPro Hero4 dentro del tubo principal que se puede girar en forma vertical, una GoPro Hero4 debajo del tubo principal y una grabadora Panasonic HDC HS700 dentro de una pieza fija. Para la iluminación se ocuparon seis luces de 200 W cada una. Además, el ROV fue equipado con dos láseres separados por 10 cm uno del otro, los cuales permiten estimar distancias, áreas y tamaños de los objetos filmados. La resolución utilizada de las cámaras GoPro fue de 2704 x 1524 píxeles (2,7k), y de 1920 x 1080 píxeles de la grabadora, con ambas cámaras captando 60 marcos (“frames”) por segundo. Adicionalmente, durante el año 2018 se colectaron muestras de organismos bentónicos mediante buceo autónomo (Fig. 2 b).

**Fig. 2. (A)** Vehículo de operación remota modelo Comander MK-II de la marca Mariscope Meerestechnik (Kiel, Alemania) y **(B)** Drs. Americo Montiel y German Zapata durante la faena de buceo en las expediciones científicas a la Reserva Nacional Katalalixar.



### 2.2.1 Estudio de la zona sublitoral somera (0 - 20 metros de profundidad).

Para el estudio de esta franja del sublitoral somera, se realizaron muestreos por medio de buceo autónomo desde la superficie hasta los 20 m de profundidad. Debido a la condición prospectiva de la investigación, durante los buceos se recolectaron muestras de invertebrados bentónicos a través de la franja estudiada e intentando representar la mayor cantidad de especies dentro de las comunidades. Las muestras fueron obtenidas por medio de recolección manual durante los buceos y los organismos recolectados fueron depositados en bolsas plásticas y sellados para ser transportados a bordo de la embarcación. Una vez a bordo, todos los organismos fueron fijados usando una solución de formalina agua de mar al 10 %. En total se realizaron 16 muestras provenientes de cuatro estaciones de muestreo.

## 2.2.2 Estudio de la zona sublitoral profunda (20 - 200 m de profundidad)

En cada sitio prospectado se realizó un transecto de ROV, con un total de 9 realizados en el 2017 y 11 en el 2018. Para evitar posibles enredos del equipo con alguna estructura del fondo, cada transecto de filmación se inició alejada de la orilla, descendiendo el ROV directamente hacia la mayor profundidad a prospectar, para luego desplazarse hacia la orilla, e ir ascendiendo por las terrazas o paredes, comúnmente generando un transecto en forma perpendicular a la costa. La profundidad de las filmaciones varió entre los 20 y 220 m de profundidad. Con el objetivo de filmar la megafauna ( $\geq 1$  cm de diámetro o longitud), la embarcación permaneció anclada y se procedió a navegar con el ROV lentamente e intentando mantener una distancia máxima de 50 cm sobre el fondo marino. La posición geográfica aproximada de cada filmación se registró con un sistema de GPS, abordo de la embarcación que consistió en una antena GPS (Garmin USB-18) y el programa Trackmaker® Version Profesional monitoreado desde la sala de operaciones del ROV, registrando la posición geográfica de la embarcación al inicio y fin de cada transecto de filmación.

## 2.3 Trabajo de laboratorio

### 2.3.1 Determinación de material biológico

El material biológico obtenido mediante buceo fue separado en el Laboratorio de Ecología Funcional del Instituto de la Patagonia (Universidad de Magallanes). Cada muestra fue tamizada a través de un tamiz de 0,5 mm de luz de malla. Todos los organismos retenidos fueron identificados a nivel taxonómico más específico posible usando literatura taxonómica especializada y utilizando la guía de identificación de la fauna marina bentónica de la Patagonia (Häusserman & Försterra 2009).

### 2.3.2 Análisis de las imágenes

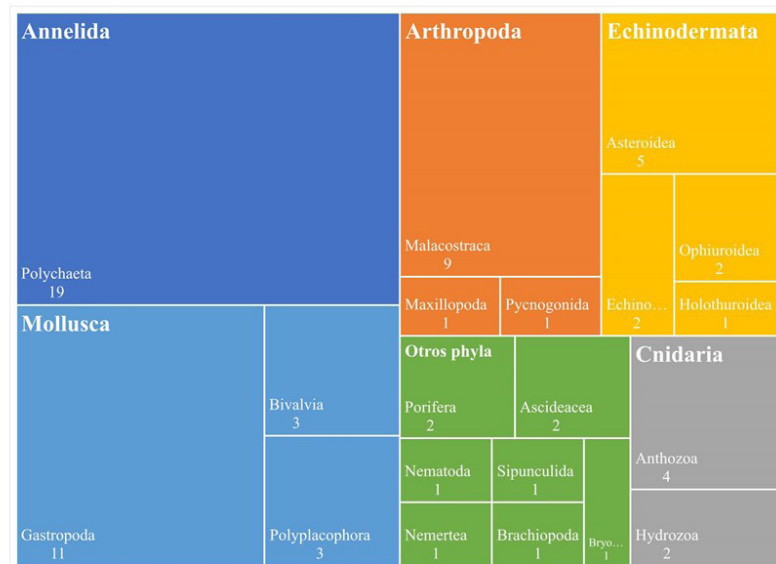
Todas las imágenes fueron analizadas usando el programa GOM-Player Plus Versión 2.3.57 (Gom & Company 2020). Primero y avanzando el video marco por marco a velocidad lenta se extrajeron imágenes en una resolución de 2707x1520 pixeles (filmaciones de 2,7k) y de 1920 x 1080 pixeles (filmaciones en HD) guardando cada marco que mostró un animal no registrado previamente, generando de esta forma una base de imágenes para posteriormente realizar la identificación de especies al nivel taxonómico más bajo posible o asignar morfoespecies según las características morfológicas visibles.

### 3 . RESULTADOS

#### 3.1 Comunidades bentónicas someras

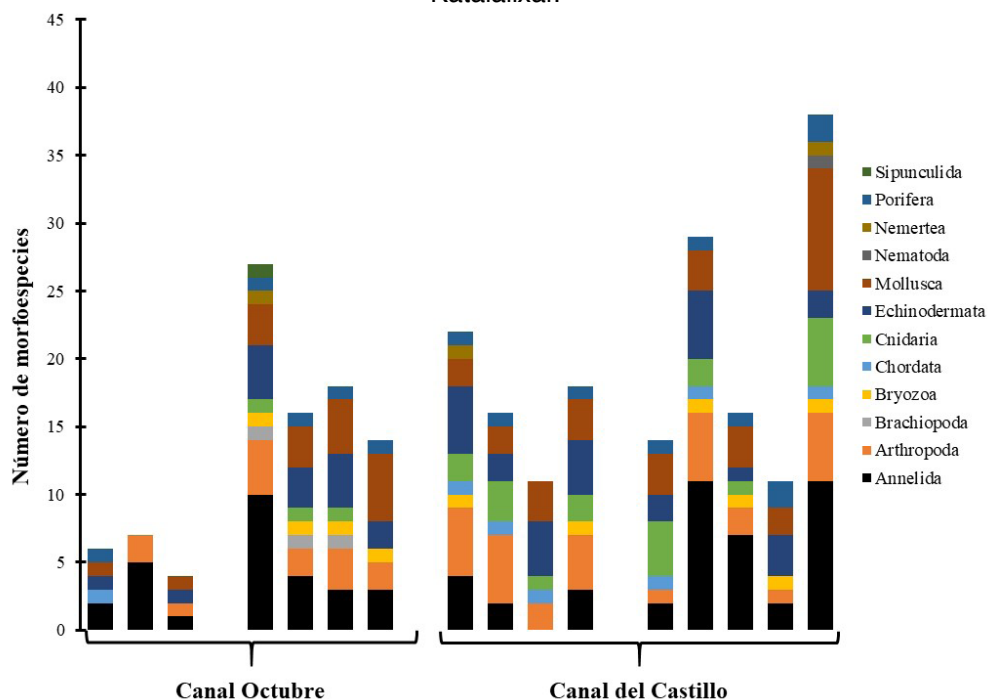
La composición faunística de la comunidad sublitoral somera se caracterizó por presentar 72 taxa, pertenecientes a 12 phyla. El filo Annelida representado exclusivamente por poliquetos fue numéricamente dominante (19 taxa), seguido por el filo Mollusca con 17 taxa (11 gasterópodos, 3 bivalvos y 3 polyplacoforos). Por otro lado, el filo Arthropoda registro 11 taxa, mientras que Echinodermata y Cnidaria estuvieron representados por 10 y 6 taxa, respectivamente. Por otro lado, otros grupos taxonómicos tales como, Ascideacea, Nematoda, Nemertea, Sipunculida y Brachiopoda fueron escasamente representados (< 3 taxa por grupo taxonómico; Fig. 3).

**Fig. 3.** Composición comunitaria del bentos sublitoral somero de la Reserva Nacional Katalalixar.



En términos de riqueza de especies, la comunidad sublitoral superior del canal del Castillo tuvo valores promedio más altos con 19,4 taxa ( $\pm$  DE 8,9) en comparación que el canal Octubre donde se registraron 13,1 taxa ( $\pm$  DE 8,1; Fig. 4).

**Fig. 4.** Distribución de la riqueza taxonómica y la composición faunística por estación de muestreo, basada sobre muestras obtenidas mediante buceo autónomo en la Reserva Nacional Katalalixar.



Entre las especies más frecuentes se incluyen los polyquetos *Platinereis australis*, *Chaetopterus varipedatus*, la estrella de mar *Cosmasteria lurida* y el gasterópodo *Crepipatella dilatata*. El erizo *Loxechinus albus* se observó con frecuencia en aguas someras en praderas de la macroalga *Durvillaea spp.* (Fig. 5a). El hidrocoral *Erinna antarctica* (Fig. 5b), lirios de mar, corales plumosas (*Thouarella sp.*) (Fig. 5c-d) son especies que se distribuyen tanto en aguas someras como en las profundidades de los canales. Anemonas de mar y esponjas incrustadas (Fig. 5d) se registraron también con frecuencia en aguas someras y con menos frecuencia en aguas más profundas.

**Fig. 5.** Paisajes submarinos en distintos sectores de la RNK y en profundidades de 5 a 200 m. (Créditos: a-d, M. Altamirano | Oceana; e-k, M. Gorny | Oceana).

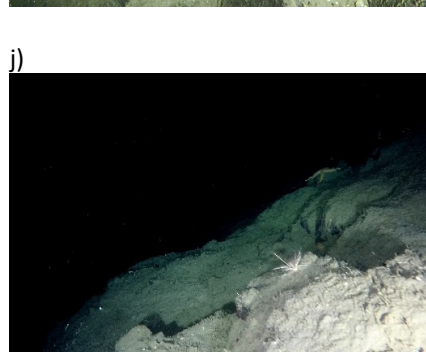
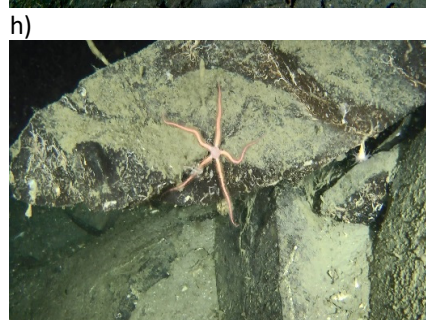
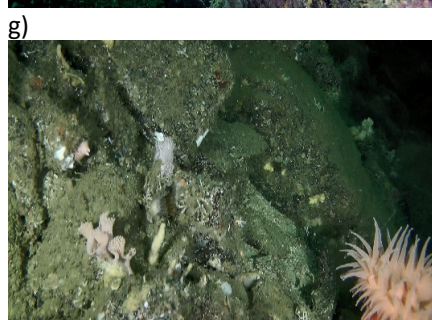
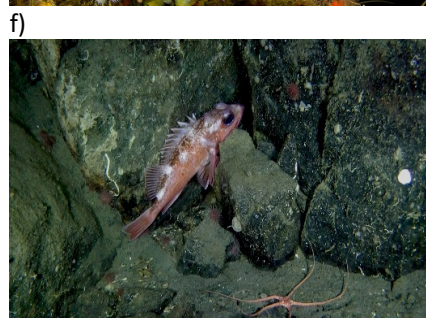
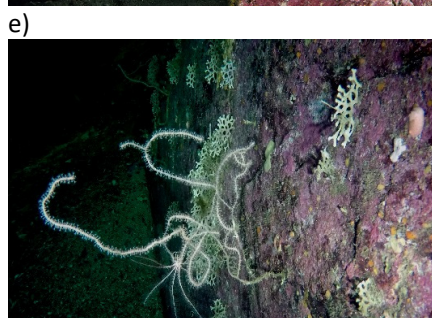
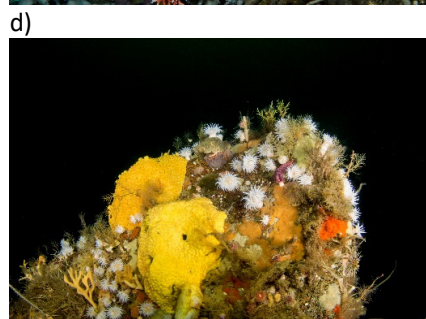
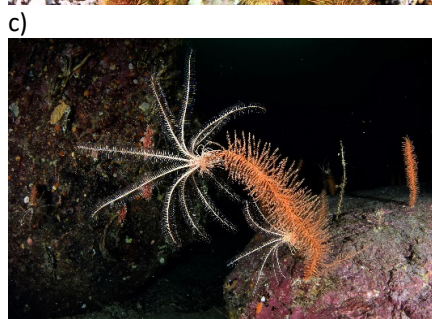
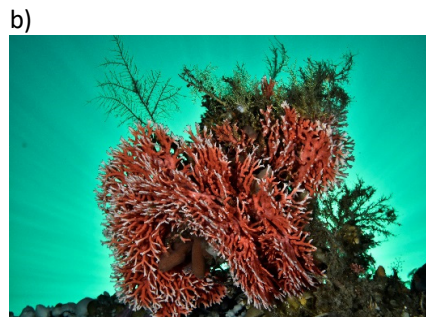
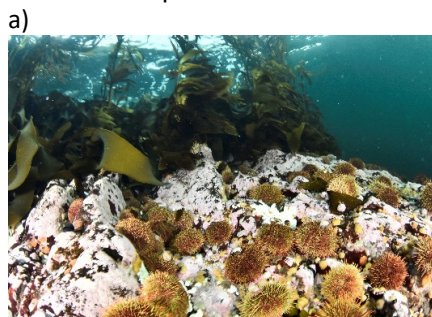
- a)** Salida al océano Pacífico del Canal Octubre (5 m). Densos bosques de macroalgas pardas (*Macrocystis pyrifera*) y abundancia de erizos (*Loxechinus albus*) pueden ser observados.
- b)** Salida al océano Pacífico del Canal del Castillo (10 m) / Coral falso rojo *Erinna antarctica*. En la RNK estos hidrocorales forman densos “bosques animales”, desde las profundidades hasta cerca de la superficie, generando hábitat para numerosas otras especies de invertebrados. Debido a su fragilidad, esta especie se encuentra amenazada en otras partes de la Patagonia debido a la contaminación proveniente de la acuicultura de salmónidos.
- c-d)** Canal del Castillo (10 – 20 m). En este canal existe una muy alta diversidad de invertebrados bentónicos en aguas someras. En las fotografías se aprecian lirios de mar o crinoideos (c) y corales plumosas (*Thouarella sp.*) que se distribuyen tanto en aguas someras como en las profundidades de los canales. Numerosas especies de esponjas, anemonas y hidrocorales forman densos tapices sobre rocas y bolones.
- e)** Canal del Castillo (60 m). A una mayor profundidad que las fotografías anteriores el paisaje es dominado por bancos de briozoos y gorgonias con formas de látigos, que sirven de sustrato para otras especies como por ejemplo lirios de mar, quienes pueden aprovechar de mejor manera las corrientes para su alimentación.
- f)** Canal Messier (60 m). En profundidades similares, pero con una mayor influencia de sedimentos provenientes de los glaciares se encuentran densas agregaciones de erizos pequeños (*Pseudechinus magallanicus*). La presencia del pez chancharro (*Sebastes oculatus*) son frecuentemente asociados a la presencia de corales copas (*Desmophyllum dianthus*) que se encuentran comúnmente sobre paredones verticales inclinados, los cuales los protegen de la sedimentación.

**g)** Isla Jungfrauen (180m). En este sector oceánico existe una alta riqueza de especies filtradoras incluyendo anemonas, briozoos y esponjas.

**h)** Canal Messier (80 m). En la misma profundidad, pero más cercano hacia el sector de los glaciares se pueden observar ofiuros y abundantes poliquetos adheridos a las rocas.

**i)** Fondo del Canal del Castillo (140 m). Los fondos de los canales se encuentran cubiertos densamente con sedimentos finos de origen glaciar y muchas veces con restos de ramas y troncos de árboles caídos al mar; solo se observaron especies móviles como los peces de la familia Nothoteniidae y poliquetos dentro o sobre los sedimentos.

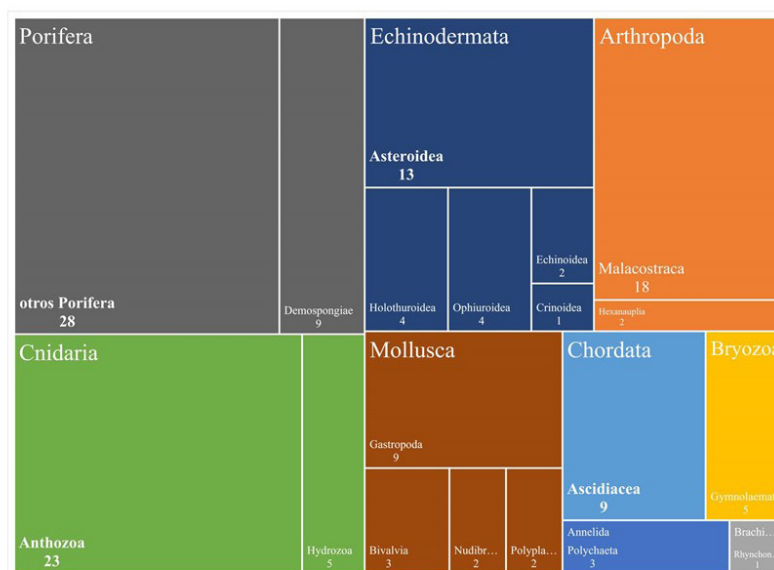
**j)** Canal Messier (220 m). La profundidad máxima prospectada en este estudio. Se observa una densa capa de sedimento cubriendo las rocas en la base de la pared del canal, donde algunas especies de estrellas de mar y lirios de mar fueron observadas.



### 3.2 Comunidades bentónicas profundas

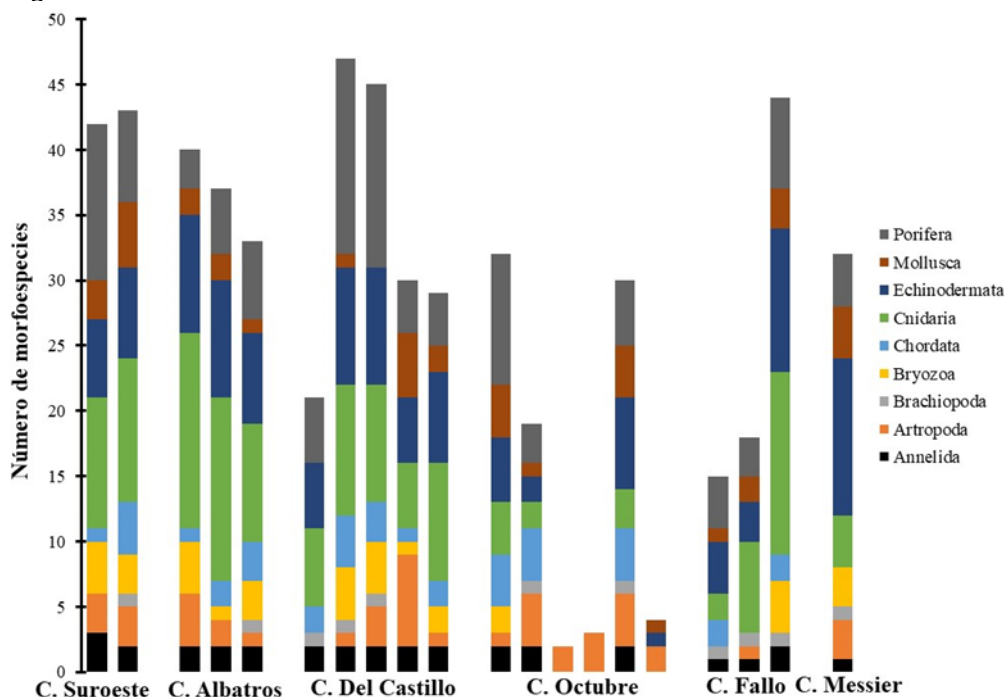
Por otro lado, la composición faunística de la comunidad sublitoral profunda incluyó 143 taxa, pertenecientes a 9 Phyla. En términos de número de taxa, el filum Porifera estuvo representado por 37 taxa seguido por Cnidaria, Echinodermata y Arthropoda con 28, 24 y 20 taxa, respectivamente. Mollusca alcanzó un total de 16 taxa, mientras que los restantes Phyla, Chordata, Bryozoa, Annelida y Brachiopoda estuvieron representados por < 10 taxa por grupo taxonómico (Fig. 6).

**Fig. 6.** Composición comunitaria del bentos sublitoral profundo en la Reserva Nacional Katalalixar.



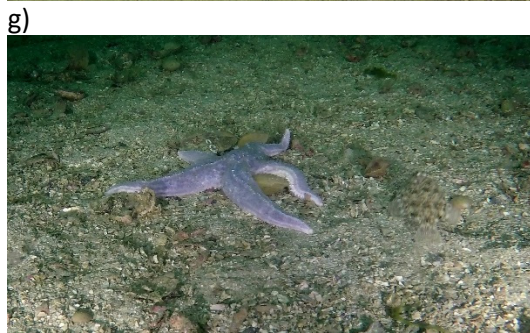
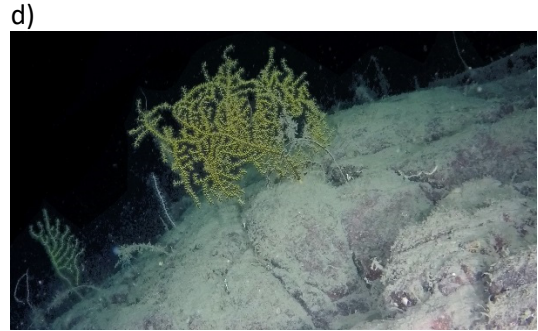
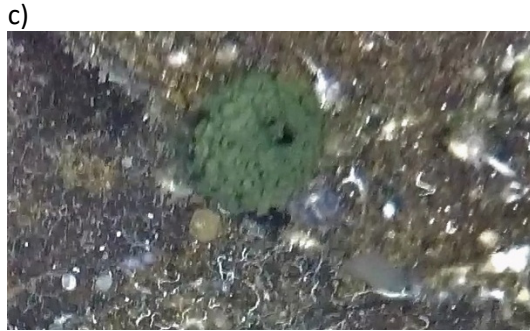
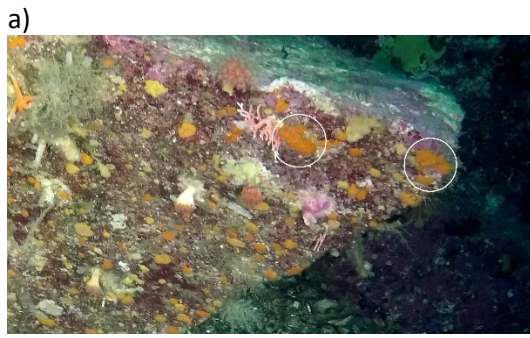
Los resultados de los análisis de imágenes indican una mayor riqueza taxonómica en el canal Suroeste, el cual presentó un valor promedio de 42,5 ( $\pm$  DE 0,7), seguido por los canales Albatros, del Castillo y Fallos con 36,7 ( $\pm$  3,5), 34,4 ( $\pm$  11,2) y 25,7 ( $\pm$  15,9), respectivamente (Fig. 7). Mientras que en el canal Octubre se registró un promedio de 15,0 taxa por transecto ( $\pm$  13,9). En profundidades mayores a 30 m y dependiendo del sustrato dominaban gorgonias en rocas y ofiuras en sustratos blandos (Fig. 5 e-h). En los fondos blandos del Canal del Castillo y en el Canal Messier solo se registraron poliquetos, algunas estrellas de mar y lirios de mar (Fig. 5 i, j). Las especies más frecuentes en fondos rocosos en el Canal del Castillo, Canal Octubre, Canal Albatros y Canal Suroeste (Isla Byron), eran esponjas (Fig. 8a-c) como la esponja *Scopalina* sp., gorgonias como *Acanthogorgia* sp. (Fig. 8d). En sustratos blandos o en las terrazas rocosas cubiertas con capas de sedimento dominaban poliquetos y ascidias (Fig. 8 e, f). Corales copa y braquiópodos representaron otras especies frecuentes en las rocas (Fig. 8 h,i). Mientras que en las salidas oceánicas se registraron enormes cantidades de langostinos (*Mundia gregaria*) y varias especies de decápodos (Fig. 8 j).

**Fig. 7.** Distribución de la riqueza taxonómica y la composición faunística estimada desde imágenes obtenidas mediante los transectos ROV en la Reserva Nacional Katalalixar.



**Fig. 8.** Invertebrados bentónicos registrados en filmaciones con un ROV (Crédito para todas las fotos: M. Gorny | Oceana). La selección de fotografías representa algunas de las especies más comunes y algunas menos frecuentes y en el límite de su distribución geográfica.

- a)** Canal del Castillo (40m). En esta roca se encuentran varios ejemplares de la esponja alfombrada naranja (*Scopalina* sp.cf.), una de las especies más frecuentes y registrada en 10 lugares. Aparte de esta esponja naranja se aprecian otras esponjas incrustadas de color amarillo, un ejemplar del coral falso *Errina antarctica* y unas corales copas (*Desmophyllum dianthus*).
- b)** Canal del Castillo (36m). Demospongiae. Estas esponjas son la clase mas abundante de Porifera. Sin embargo, hasta la fecha pocas especies de esponjas de la Patagonia han sido identificadas taxonómicamente.
- c)** Canal del Castillo (80 m). El único registro de la esponja ciruela (*Latrunculia ciruela*), una especie presente pero muy poco frecuente en la Patagonia.
- d)** Confluencia Seno Gallardo con Canal Octubre (80 m). Gorgonia dorada (*Acanthogorgia* sp.). La RNK es el límite norte de esta especie de octocoral que se encuentra con frecuencia en los diversos sectores de la reserva.
- e)** Canal Albatros (30 m). Poliquetos (*Apomatus* sp), una de las especies más frecuentes en la RNK y en toda la Patagonia.
- f)** Canal Octubre (interior, 35 m). El único registro de la Ascidia Paramolgula gregaria en la RNK, una especie más común en el extremo sur de la Patagonia.
- g)** Isla Byron (70 m). Estrella de mar *Cosmasteria lurida* es muy común en toda la costa chilena y también una de las especies más frecuentes en toda la RNK. Al lado derecho se puede observar un camuflado lenguado juvenil.
- h)** Canal Messier (70 m). Corales copa con cresta *Desmophyllum dianthus*. Estos corales de aguas frías se caracterizan por poseer un esqueleto calcificado y un metabolismo especializado para vivir a grandes profundidades (> 1.000 m). Se encuentran ampliamente distribuidos en la Patagonia y en la RNK son comúnmente observados colgando por debajo de los paredones de rocas.
- i)** Canal Messier (100 m). Agregación de bivalvos Acesta patagónica; este sería el único registro en la RNK.
- j)** Salida oceánica del Canal de Octubre (120 m). Una jaiba remadora (*Ovalipes trimaculatus*) atacando a langostinos (*Munida gregaria*). Estos crustáceos decápodos son muy comunes en la Patagonia y en la RNK los langostinos abundan en los canales que desembocan hacia el océano Pacífico donde constituyen importantes fuentes de alimento para aves y mamíferos marinos, como también numerosas especies de peces.



#### 4 . DISCUSIÓN

Las comunidades someras más diversas fueron reportadas en las cercanías de la salida del Canal del Castillo y del Canal Octubre, donde además se observó la llamada “surgencia de la fauna antártica”, haciendo referencia a especies de



invertebrados bentónicos que normalmente habitan en aguas frías y profundas. En las comunidades del Canal del Castillo dominan el coral látigo (*Convexella magelhaenica*) y los llamados “corales falsos” (*Errina antarctica*), concentrados en enormes conglomerados, hasta los 5 m de profundidad, mientras que hacia el interior de la RNK estas mismas especies fueron observadas desde profundidades cercanas a los 30. m de profundidad, donde existe una mayor influencia de aguas de origen marino que penetran hacia el interior de los canales y fiordos (Montiel & Gorny, 2019).

### **Representatividad y Exclusividad**

Las comunidades bentónicas del sublitoral superior se caracterizan por una muy alta representatividad de especies que son características de los ecosistemas marinos de la Patagonia chilena, lo cual se explica por la enorme extensión de la reserva que comprende dos ecosistemas fundamentales de la región de los fiordos y canales: i) el ecosistema de canales interiores en la cercanía de los glaciares y ii) el ecosistema de canales exteriores, expuestos al océano y también parte del Golfo de Penas.

Si bien la biodiversidad en los fondos rocosos con las 76 especies de invertebrados registradas en dos sitios de la RN es comparablemente baja y representando solo alrededor de un 5 % de las 1643 especies reportadas para toda la Patagonia (Häussermann y Försterra 2009) en términos de conservación, la estructura comunitaria observada en los dos canales estudiados es representativa para las comunidades bentónicas de fondos rocosos de toda la Patagonia, y siendo además más alta que la reportada en el Estrecho de Magallanes o en el Fiordo Puyuhuapi (Cárdenas & Montiel 2015; Betty et al., 2017). Especialmente en la zona expuesta al océano se encuentran numerosas especies con distribución antártica como coral látigo *C. magelhaenica* y el coral falso *E. antarctica*, una especie que en otras ecorregiones de la Patagonia ya está amenazada y en muchos lugares ha desaparecido debido a la contaminación causada por la acuicultura (Försterra et al., 2017). Las 143 especies identificadas en los videos submarinos del sublitoral profundo representan 9% de las especies reportadas por Häussermann y Försterra (2009), considerando que la mayoría de las taxa que fueron identificadas solo a nivel de morfoespecies probablemente representan especies ya registradas en la Patagonia y solo algunas pocas podrían ser efectivamente especies nuevas para la ciencia y, en consecuencia, presentes solo en Katalalixar (Gorny, observación personal). Por otro lado, la distribución geográfica de 80 especies documentadas visualmente se extiende solo entre Chiloé y el Estrecho de Magallanes. Mientras que 62 especies se distribuyen también desde la RNK hasta Tierra del Fuego, afirmando la hipótesis que Katalalixar podría representar una zona de transición biogeográfica, donde se mezclan especies con distribuciones geográficas entre Chile central y la Patagonia,

con otras especies que se distribuyen desde la provincia zoogeográfica Magallánica hasta la Antártica. Además, según los datos de Häussermann & Försterra (2009) solo tres de las especies presentes en Katalalixar han sido reportadas anteriormente exclusivamente al sur del Golfo de Penas; la esponja *Lacuntrulia copihuensis*, el cnidario *Alcyonium* cf. *yepayek* y la holoturia *Bathyploetes moseleyi*. Es importante destacar que algunos registros visuales en la RNK extenderían el rango de distribución latitudinal hacia los 49°S. Entre estas especies se destacan las esponjas *Cliona chilensis* y *Clionopsis* cf. *platei*, los cnidarios *Parazoanthus elongatus* y *Halecium fjordlandicum*, el gasterópodo *Aeneator fontainei*, y los crustáceos *Diogenes edwardsii* y *Pagurus villosus*. Por otro lado, los registros dentro de la RNK extienden la distribución latitudinal del ofiuo *Ophiocten amitinum* y de la esponja *Lacuntrulia copihuensis* hacia el norte desde los 50°S.

La mayoría de los estudios sobre comunidades bentónicas en la Patagonia se han concentrados en el norte desde Chiloe hasta la Península Taitao, ubicada al norte del Golfo de Penas y en el sur, desde el Estrecho de Magallanes hasta Tierra del Fuego. Por lo tanto, estudios como el presente enriquecen el conocimiento sobre la fauna bentónica en el extremo sur del continente, especialmente afinando el conocimiento sobre la distribución geográfica en uno de los sitios menos investigados hasta la fecha. Estos datos son fundamentales para cumplir con metas de conservación de ecosistemas tan únicos como se presentan en la región de los fiordos y canales de la Patagonia chilena.

## REFERENCIAS

- Aracena C., Lange C.B., Iriarte J.L., Rebolledo L., Pantoja S. 2011. **Latitudinal patterns of export production recorded in surface sediments of the Chilean Patagonian fjords (41–55°S) as a response to wáter column productivity.** *Continental Shelf Research* 31, 340–355.
- Betti, F, Bavestrello, G., Bo, M., Enrichetti F., Loi, A., Wanderlingh, A., Perez-Santos I. & Daneri G. (2017). **Benthic biodiversity and ecological gradients in the Seno Magdalena (Puyuhuapi Fjord, Chile).** *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 198, 269-278.
- Cárdenas, C. & Montiel A. (2015). **The influence of depth and substrate inclination on sessile assemblages in subantarctic rocky reefs (Magellan Region).** *Polar Biology* 38(10), 1631-1644.
- CONAF, (2020). **Reserva Nacional Katalalixar. Web institucional Corporación Nacional Forestal.** <https://www.conaf.cl/parques/reserva-nacional-katalalixar/>
- Försterra, G., Häussermann, V., & Laudien, J. (2017). Animal Forests in the Chilean Fjords: Discoveries, Perspectives and Threats in Shallow and Deep Waters. *Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots*, 1-35.
- Gom & Company. (2020) **Online video editor. Web corporative.** <https://www.gomlab.com/gomplayerplus-media-player/>

- Gorny, Matthias, Easton, Erin E., & Sellanes, Javier. (2018). **First record of black corals (*Antipatharia*) in shallow coastal waters of northern Chile by means of underwater video.** Latin american journal of aquatic research, 46(2), 457-460. <https://dx.doi.org/10.3856/vol46-issue2-fulltext-20>
- Häussermann, V. & Försterra, G. (2009). **Marine benthic fauna of Chilean Patagonia.** Nature in Focus 1000 pp
- Hervé F., Quiroz D. & Duhart P. 2009. **Principales Aspectos Geológicos de la Región de los Fiordos Chilenos.** En: Häussermann, V. & Försterra, G. (eds.): Marine Benthic Fauna of Chilean Patagonia, Nature in Focus, Puerto Montt: pp. 30–42.
- Iriarte J.L., Pantoja S., Iriarte L., Daneri G. 2014. **Oceanographic processes in Chilean fjords of Patagonia: from small to large-scale studies.** Progress in Oceanography 129, 1–7.
- Montiel A. & Gorny, A. 2019. **Biodiversidad y diversidad funcional de las comunidades epilíticas sublitorales, de la Reserva Nacional Katalalixar (48°20' – 75°20'O; 48°45' -75°30'O).** Libro de resumen del Congreso latinoamericano de Ciencias del Mar 4-8 noviembre 2019. Mar del Plata Argentina.
- Montiel, A., Aldea, C. & Céspedes, T. (2011). **Patrones de distribución espacial en comunidades macrobentónicas de fiordos y canales chilenos: relación entre abundancia y biomasa.** XIV Congreso Latino-Americano de Ciências do Mar – XIV COLACMAR Camboriú (SC / Brasil), 30 octubre al 04 de noviembre.
- Mutschke, E. 2006. **Biodiversidad y estructura de la comunidad macrobentónica en canales y fiordos australes.** En: Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos. N. Silva & S. Palma (eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso: 133-14.
- Paskoff (2010). **Geomorfología costera. Geología marina de Chile.** En: Díaz-Naveas, J. & J. Frutos (eds). 2010. Geología Marina de Chile. Comité Oceanográfico Nacional de Chile - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. 115 pp.
- Pickard G.L. 1971. **Some physical oceanographic features of inlets of Chile.** Journal of Fisheries Research Board of Canada 28, 1.077–1.106.
- Piret L., Bertrand S., Vandekerckhove E., Harada N., Moffat C., Rivera A. 2017. **Gridded bathymetry of the Baker-Martinez fjord complex (Chile, 48S)** v1, [https://figshare.com/articles/Gridded\\_bathymetry\\_of\\_the\\_Baker-Martinez\\_fjord\\_complex\\_Chile\\_48\\_S\\_v1/5285521](https://figshare.com/articles/Gridded_bathymetry_of_the_Baker-Martinez_fjord_complex_Chile_48_S_v1/5285521) (2017).
- Sievers H. & Silva N. 2008. **Water masses and circulation in austral Chilean channels and fjords.** In Silva N. & S. Palma (eds.). Progress in the oceanographic knowledge of Chilean interior waters, from Puerto Montt to Cape Horn. Comité Oceanográfico Nacional Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso. pp 53-58.
- Silva N., 2008. **Dissolved oxygen, pH, and nutrients in the austral Chilean channels and fjords.** En: Silva N., & Palma S. (Eds.), Progress in the Oceanographic Knowledge of Chilean Inner Waters, from Puerto Montt to Cape Horn. Comité Oceanográfico Nacional – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, pp. 37–43.
- Silva N. & Calvete C. 2002. **Características oceanográficas físicas y químicas de canales australes chilenos entre el golfo de Penas y el estrecho de Magallanes** (Crucero CIMAR Fiordo 2). Ciencia Tecnología del Mar 22(1), 23–88.
- Soto M. 2009. **Geography of the Chilean Fjord Region.** In: Häussermann V & G Försterra (eds). Marine benthic fauna of Chilean Patagonia, pp. 43-52. Nature in Focus, Santiago.

## DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO EN LOS ECOSISTEMAS ROCOSOS INTERMAREALES Y SUBMAREALES DEL SUR DEL PERÚ

Data de submissão: 15/09/2020

Data de aceite: 23/10/2020

### Dr. Graciano Alberto Del Carpio Tejada

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa,  
Perú.

<https://orcid.org/0000-0001-8281-5972>

### Blgo. Marco Samuel Ríos Morales

Consultor ambiental e investigador de ecosistemas  
acuáticos, Perú.

<https://orcid.org/0000-0001-6633-6808>

**RESUMEN:** La enorme población de “erizos negros” *Tetrapigus niger*, ha impactado de manera extraordinaria sobre las poblaciones intermareales y submareales de la macroalga Phaeophyta *Lessonia* “aracanto”, principal bioingenieroy especie clave de la zona intermareal e infralitoral de sustratos rocosos en el litoral sur del Perú, se suman varios eventos ecológicos y la extracción indebida por parte de extractores de algas, siendo el espacio ocupado por el alga costrosa *Lithopyllum sp.*, desencadenando una pérdida de diversidad, abundancia y disminución de productividad primaria que ha degradado este tipo de ecosistemas con gran importancia ecológica y económica por ser la zona de reclutamiento para la gran mayoría de especies

bentónicas litorales, algunas de ellas son de gran importancia económica.

**PALABRAS CLAVE:** bioingenieros, macroalgas, pérdida de biodiversidad, degradación de ecosistemas, sobrepoblación.

### ECOLOGICAL IMBALANCE IN THE INTERMAREAL AND SUBMAREAL ROCKY ECOSYSTEMS OF SOUTHERN PERU

**ABSTRACT:** The huge population of “black urchins” *Tetrapigus niger* has had an extraordinary impact on the intertidal and subtidal populations of the macroalgae Phaeophyta *Lessonia* “aracanto”, the main bioengineer and key species in the intertidal and infralittoral zone of rocky substrates on the southern coast of Peru, there are several ecological events and the undue extraction by algae extractors, being the space occupied by the crusted alga *Lithopyllum sp.*, triggering a loss of diversity, abundance and a decrease in primary productivity that has degraded this type of ecosystems with great ecological and economic importance for being the recruitment area of the vast majority of littoral benthic species, some of them with a great economic importance.

**KEYWORDS:** bioengineers, macroalgae, loss of biodiversity, degraded of ecosystems, overpopulation.

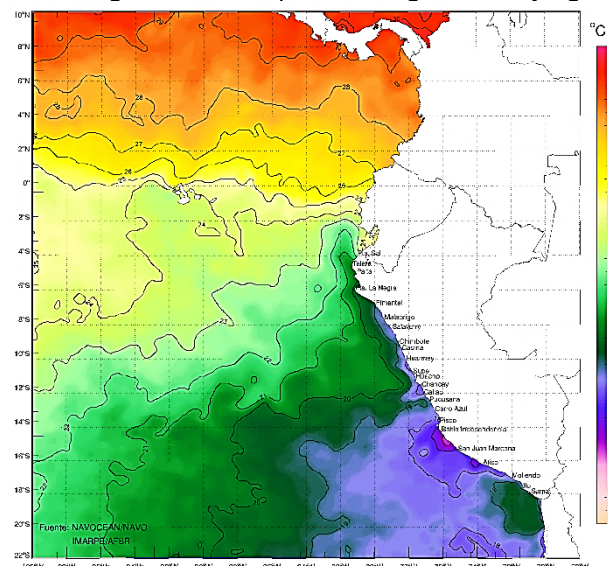
## EL COMPLEJO EQUILIBRIO ECOLÓGICO

El equilibrio ecológico es dinámico y delicado, los integrantes vivos de cualquier ecosistema, terrestre o acuático, se relacionan entre sí a través de la depredación, competencia por el espacio, o por alimento, algunas especies desarrollan formas de mutualismo y otras formas de simbiosis. Cuando una población aumenta desmedidamente por algún motivo, tendrá un impacto sobre las otras poblaciones, si esta situación se torna permanente llevará a los hábitats y ecosistemas a una pérdida del equilibrio ecológico que se puede traducir en una disminución en la riqueza de especies o en su productividad y afectará toda la ecología del ecosistema y si existen actividades humanas en estos ecosistemas, también los seres humanos dependientes de los recursos se verán alcanzados por estos impactos.

## EL MAR PERUANO: UNA BREVE HISTORIA

El mar peruano se divide en dos grandes ecosistemas marinos: hacia el norte el Mar Tropical, de aguas relativamente cálidas ( $20^{\circ}$  hasta  $24^{\circ}\text{C}$ ) y el Mar Templado Frio con aguas superficiales con temperaturas desde  $12^{\circ}$  en invierno hasta los  $18^{\circ}\text{C}$  en verano y en condiciones normales (sin presencia del ENSO: EL Niño Oscilación del Sur). En el litoral sur del Perú, que comprende unos 650 Km de orillas y tres regiones políticas: Tacna, Moquegua y Arequipa, las aguas marinas de la provincia nerítica (aguas sobre la plataforma continental) y la margen litoral son aguas con una alta productividad primaria debido a los afloramientos costeros causados por los vientos Alisios y el Efecto de Coriolis y esto se traduce en una disponibilidad de nutrientes para los seres productores: fitoplancton, macroalgas bentónicas y perifiton, los cuales responden produciendo una gran cantidad de biomasa fotosintética que es la base para las redes tróficas pelágicas y bentónicas que se desarrolla en los ecosistemas de los mismos nombres.

**FIGURA 1.** Masas de agua en el mar peruano, aguas frías y aguas más cálidas.



(Fuente: NOAA)

Estos ecosistemas desde los años 60 han sido explotados intensamente en especial en sus especies claves, la "anchoveta" *Engraulis ringens* Jenyns, 1842 (Clupeiformes), pequeño pez pelágico filtrador (consumidor de primer orden) de extraordinaria abundancia y es presa de muchas especies de peces, aves y mamíferos marinos y en la actualidad sostiene una de las pesquerías más importantes del planeta y se transforma su biomasa en harina de pescado rica en proteína para alimento balanceado de animales de granja. En el caso de los ecosistemas litorales la principal fuente de alimento fotosintético lo producen las macroalgas bentónicas y algunas de ellas, por su mayor tamaño además de producir alimento se constituyen en especies bioingenieras, al dar lugar de refugio a otras especies como peces y macroinvertebrados. En la última década se han extraído miles de toneladas de macroalgas pardas en el sur del Perú, para ser exportadas a países asiáticos, en donde se procesan para la extracción de alginatos y carragenina, carbohidratos de gran valor comercial para su uso en forma de espesantes de diversos artículos de uso humano como cosméticos y alimentos. Ha sido notorio un cambio mayor en los ecosistemas rocosos litorales y submareales del sur del Perú, debido a la disminución de las macroalgas pardas en un gran número de lugares y al aumento excesivo de un alga roja costrosa calcárea que no produce alimento para las antes abundantes redes tróficas bentónicas y pelágicas litorales y submareales someras.

**FIGURA 2.** Aerofotografía del litoral rocoso típico del sur del Perú.



(Fuente: Propia)

## LOS ECOSISTEMAS LITORALES ROCOSOS DEL SUR DEL PERÚ

El sustrato rocoso litoral en el sur del Perú presenta las siguientes características físicas:

- Alta exposición al oleaje y elevada hidrodinámica.
- Amplitud de mareas semidiurnas se reporta desde 0.5 a 1.1 metros en promedio, siendo la máxima marea registrada 1.8 metros (LAM, Hidronav).
- Altas pendientes que forman escarpes y acantilados rocosos. (véase Figura 2)
- La formación rocosa es de tipo ortogneis con inyecciones de granito rojo (Cobbing, 2000)
- La Fosa Marina Peruano Chilena, se encuentra a pocos kilómetros de la costa, el punto más cercano donde ya inicia el talud continental se encuentra a 02 Km de la costa.

## LA VIDA EN LOS ECOSISTEMAS LITORALES ROCOSOS DEL SUR DEL PERÚ

### LOS PRODUCTORES DE ALIMENTO EN LOS ECOSISTEMAS ROCOSOS INTERMAREALES Y SOMEROS

Los seres vivos productores en el caso de los ecosistemas marinos intermareales y submareales rocosos someros de la costa sur del Perú son **macroalgas** Pardas (Phaeophyta), Verdes (Chlorophyta) y Rojas (Rhodophyta), podemos distinguir dos tipos de macroalgas por el porte: las de porte herbáceo que forman praderas de pequeña extensión y las de mayor porte que forman densos cinturones intermareales y bosques submarinos de mayor área y que se extienden en algunas especies de *Lessonia* y *Macrocystis* hasta una profundidad aproximada de 18 metros, que es la zona eufótica en condiciones normales de turbidez e iluminación solar. Otra comunidad fotosintética muy importante desde el punto de vista ecológico es el **perifiton**, una comunidad de microalgas epilíticas que forman un tipo de película sobre rocas y piedras y que constituyen el primer alimento de las larvas que se asientan de organismos bentónicos y que permiten el reclutamiento y paso a la fase bentónica de numerosas especies de macroinvertebrados. El abundante **fitoplancton** es el alimento de una comunidad de organismos bentónicos filtradores, de larvas de peces y macroinvertebrados y del mismo zooplancton.

## LOS CONSUMIDORES Y SUS COMPLEJAS RELACIONES

Los animales que continúan en la red trófica que sostienen vienen a ser comunidades de fauna bentónica móviles: **herbívoros** como erizos de mar, lapas, quitones, caracoles; **detritívoros** como poliquetos, anfípodos, cangrejos; **depredadores** bentónicos como: soles de mar, varias especies de estrellas de mar, un molusco depredador *Concholepas concholepas*; completan la lista los **filtradores** sésiles que se alimentan del abundante plancton marino y que comparten y que muchas veces compiten por el sustrato rocoso: mitílidos, esponjas de mar, balánidos, urocordados y anémonas que son depredadores del zooplancton. A todas estas formas de vida bentónicas, hay que añadir la **ictiofauna**, habiendo formas pelágicas y demersales, con varias especies de peces de interés comercial y otras que no lo son; los peces por su hábito alimenticio son herbívoros, omnívoros y carnívoros o depredadores. Lo que se puede comprender mejor con la Figura 3.

**FIGURA 3.** Estructura Trófica y Diversidad Biológica de ecosistemas rocosos litorales del sur del Perú en condiciones normales de funcionamiento.



(Elaboración propia)

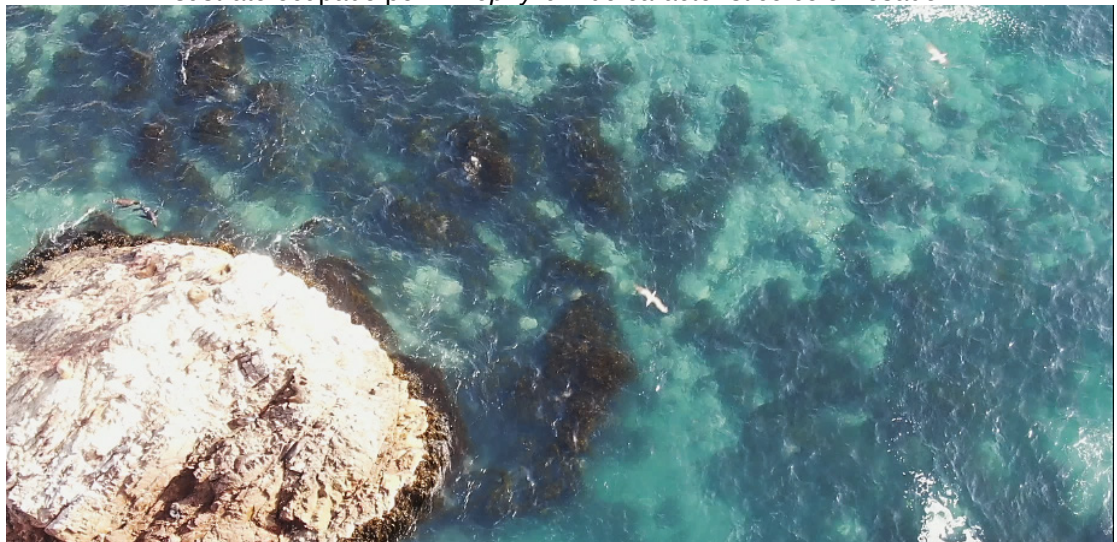
## EL FUNCIONAMIENTO ECOLÓGICO NORMAL DE ECOSISTEMAS ROCOSOS LITORALES Y SUBMAREALES EN EL SUR DEL PERÚ

Los **cinturones intermareales** de *Lessonia nigrescens* (Bory, 1826) (Phaeophyta, Laminariales) y los **bosques submareales** de *Lessonia trabeculata* (Villouta y Santelices, 1986) debido a su alta productividad primaria aportan alrededor del 90% de energía y alimento a los consumidores de primer orden de estos ecosistemas (Fig. 4.), tenemos observaciones de una producción primaria en los cinturones



intermareales de 24 Kg/m<sup>2</sup> /año. El resto de la energía consumible está dada por las macroalgas de porte herbáceo, éstas se presentan en mayor número de especies en la zona intermareal y sirven de alimento mayormente a los organismos juveniles de los organismos bentónicos y a los quitones (06 especies) que aun en su etapa adulta prefieren habitar las zonas intermareales rocosas, dos especies de erizos de mar forman agregaciones numerosas y con alta biomasa en la zona submareal somera (1 a 5 metros de profundidad), el “erizo rojo” *Loxechinus albus*, (Molina, 1782) de gran valor comercial por sus gónadas que tienen un sabor inconfundible y agradable para muchas personas y por lo tanto su extracción es alta por buzos que los recolectan usando buceo semiautónomo (Hook up) y muchas veces en apnea; sin embargo; el “erizo negro” *Tetrapigus niger* (Molina, 1782) (Echinoidea), de similar tamaño corporal y de abundancia poblacional, no es extraído por ser un recurso que no despierta interés comercial. Otras especies herbívoras presentes son los gasterópodos Lepetellidos llamados en el ámbito local “Lapas”, del género *Fisurella* (08 especies en total) éste género tiene un gran interés comercial por su apetecible sabor. Los caracoles negros, *Tegula* (Gastropoda, Trochida), también destacan por sus altos números, pero poca biomasa individual, son ramoneadores voraces de Perifiton cuando están en la etapa juvenil y de macroalgas de porte herbáceo en la etapa adulta, también pueden subir a las frondas de *Lessonia trabeculata* y ocasionar pérdida de alguna parte de las frondas, siempre y cuando la condición del oleaje les permita o si están en una zona profunda con menor turbulencia.

**FIGURA 4.** Aerofotografía de un ecosistema rocoso somero, se observa un cinturón intermareal de *Lessonia* (Islote) y en la zona submareal un bosque con baja densidad de *Lessonia* y sustrato ocupado por *Lithophyllum* de característico color rosado.



(Fuente: Propia)

Sobre estas especies herbívoras depredan varios **depredadores bentónicos**, los Asteroideos (estrellas de mar) destacan por tener 04 especies notorias y de gran voracidad siendo dos las especies más numerosas: “sol de mar” *Heliaster helianthus*, que alcanza un tamaño suficiente para depredar cualquier herbívoro bentónico antes

mencionado y a veces es carroñero (véase Fig. 7). la “estrella común” *Stichaster striatus*, prefiere las presas de menor tamaño como caracoles, lapas o tamaños juveniles de erizos y hasta posturas de huevos de otros macroinvertebrados (vea Fig. 6) ambas especies patrullan la zona intermareal y submareal; sin embargo, *Heliaster*, desciende a mayores profundidades. Además, existen dos especies de Asteroideos de gran tamaño, pero son especies raras (muy escasas), estas solo patrullan la zona submareal, hemos observado a *Luidia magellanica* depredando sobre juveniles de *Heliaster*, y otros organismos de un tamaño mayor como erizos adultos; la otra especie depredadora de gran tamaño es *Meyenaster gelatinosus*, (véase Figura 6) un gran asteroideo de seis brazos y es el superdepredador de la comunidad bentónica, solamente presente en aguas más profundas; la remoción de estas dos especies, puede tener un gran impacto en todo el ecosistema, y su presencia aunque escaza nos indica de la buena salud de los ecosistemas bentónicos.

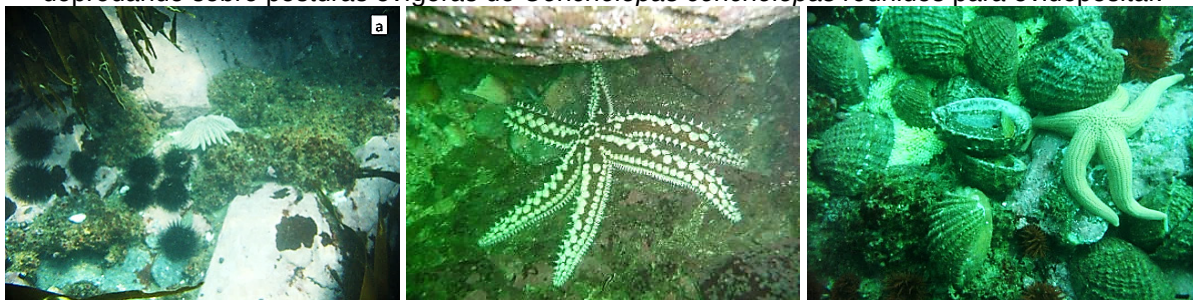
**FIGURA 5.** (Izquierda) ejemplares de *Lessonia nigrescens* rodeadas de sustrato ocupado por *Lithophyllum* en zona intermareal. (Derecha) efecto “refugio” de peces de *Lessonia trabeculata*.



(Fuente: Propia)

Otro organismo de importancia ecológica por ser hospedero de poliquetos, ofiuroides y algunos bivalvos y que siendo filtrador sésil produce alimento apetecido para varias especies de peces y algunos depredadores bentónicos si es que pueden acceder a las partes blandas, este organismo es el Urocordado *Pyura chilensis*, y desarrolla formaciones a manera de alfombras (vea Fig. 6) y puede competir por el sustrato con otras macroalgas, sin embargo, es un excelente bioingeniero, aunque sus extensiones espaciales tienen una cobertura mucho menor que las de los cinturones intermareales y bosques submareales de *Lessonia*.

**FIGURA 6.** (Izquierda) parches de *Pyura chilensis*, erizos negros y sol de mar. (Centro) el gran depredador bentónico *Meyenaster gelatinosus*. (Derecha) la estrella *Stichaster striatus*, depredando sobre posturas ovígeras de *Concholepas concholepas* reunidos para ovidepositar.



(Fuente: Propia)

La **Ictiofauna** que habita los ecosistemas rocosos submareales es abundante siempre y cuando existan bosques submareales de macroalgas pardas *Lessonia* y en ciertas zonas la presencia de bosques de *Macrocystis*, influyen de manera determinante en la presencia y abundancia de los peces, a quienes podemos clasificar por sus hábitos alimenticios en herbívoros, omnívoros y carnívoros. Se han logrado observar 26 especies de peces residentes; dentro de los peces carnívoros destaca una especie de pez con ciertas características únicas y su función ecológica, aunque fundamental, es poco conocida por la población humana y pescadores, es el “pejeperro”, “vieja colorada”, “mulata” *Semicossiphus darwini*, Jenyns, 1842 (Labridae, Perciformes) (véase Figura 7). Esta especie de pez tiene una mandíbula potente y dientes grandes que le permiten romper los caparzones de erizos de mar y de moluscos, y se constituye en el principal controlador de poblaciones de erizos, debido a su tamaño es un depredador voraz y hay reportes de haber encontrado en sus estómagos alrededor de 40 a 50 restos de erizos. La presencia de esta especie de pez, garantiza un buen funcionamiento del ecosistema, es decir, un equilibrio ecológico que permita una alta riqueza de especies, abundante productividad y el desarrollo de relaciones inter e intraespecíficas saludables y sostenibles.

El aprovechamiento de los recursos biológicos de estos ecosistemas se puede dar solo bajo un estricto sistema de respetar la capacidad de productividad y equilibrio ecológico, además, se requiere una educación y correcta comprensión por parte de los pescadores y poblaciones aledañas de estos magníficos ecosistemas, que por cierto son bastante susceptibles de alterar.

**FIGURA 7.** (Izquierda y centro), ejemplar macho adulto de “pejeperro” *Semicossiphus darwini* además de otros peces carnívoros residentes capturados por buceo (Fuente: Jonathan Vela, buzo local, Mollendo). (Derecha) “sol de mar” *Heliaster helianthus*, alimentándose del cadáver de un Blennido.



(Fuente: Propia)

## EL CAMINO RECORRIDO EN LOS ECOSISTEMAS LITORALES ROCOSOS

Se han realizado visitas de campo a la zona litoral del sur del Perú desde el año 2008 hasta el 2019, observaciones directas con buceo autónomo y en apnea si se trata de ecosistemas con mucha dinámica oceánica; en 15 lugares del litoral sur del Perú, distribuidos en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna, desde la zona intermareal hasta los 18 metros de profundidad, en dos casos se hicieron inmersiones hasta los 40 metros. Se tomaron datos de columna de agua, geolocalización, video y fotografía submarina; los datos ecológicos de densidad, biomasa y riqueza de especies de la comunidad bentónica se anotaron *in situ*, y fueron sistematizados de manera digital. Las unidades de área para muestreo fueron de 1m<sup>2</sup> o por transectos de 10 x 2m, según la densidad de los organismos bentónicos encontrados en cada localidad de estudio. Los transectos fueron realizados siguiendo una ubicación paralela a la orilla y a la misma profundidad, los cuadrantes fueron puestos al azar y en algunos casos especiales, fueron dirigidos. Las entrevistas con pescadores locales, sobre todo con los de mayor edad, nos han permitido conocer la situación de muchos años atrás y poder compararla con la actual. En los últimos años, con el desarrollo de drones aéreos hemos logrado conocer la distribución de bosques submareales someros y el área ocupada por las algas calcáreas costrosas, así como poder monitorear el cambio de los cinturones intermareales de *Lessonia*.

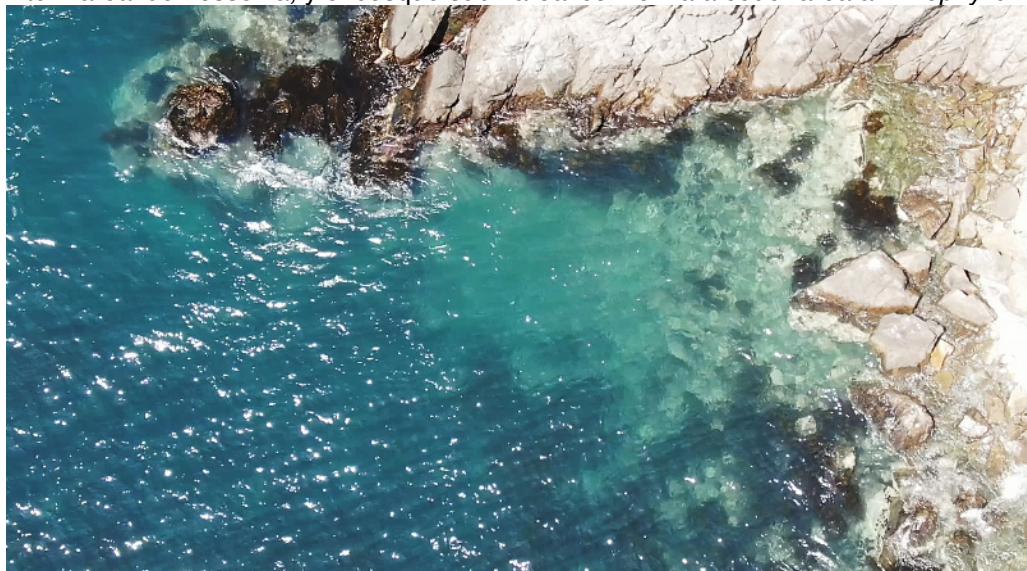
## EL PROBLEMA: LO QUE NO VEMOS BAJO LAS AGUAS

En los lugares de estudio y al observar *in situ* las condiciones de cada uno de las locaciones de buceo que han sido estudiadas, nos embarga una gran preocupación, somos testigos de la alteración de ecosistemas biodiversos y productivos, con redes tróficas complejas e incluso con servicios ecosistémicos; observar el cambio gradual

hasta ecosistemas empobrecidos en el número de especies y en no pocos casos una disminuida o nula producción primaria y secundaria.

Detallar este cambio ha sido triste, no solo por la pérdida de biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas, sino, además, por ser algo que normalmente no está al alcance de la comprensión de la mayoría de personas, puesto que este proceso se desarrolla en silencio para las personas y fuera de la vista de los que no pueden ver bajo la superficie del mar.

**FIGURA 8.** Aerofotografía de una orilla rocosa en donde se está perdiendo el cinturón intermareal de *Lessonia*, y el bosque submareal comienza a ceder área a *Lithophyllum*.



(Fuente: Propia)

A continuación, presentamos las principales condiciones biológicas y ecológicas observadas en los lugares de estudio:

- Las poblaciones de “erizo negro” *Tetrapigus niger*, incrementaron su número y densidad poblacional de una manera desproporcionada a la productividad de su ecosistema; en 12 de 15 de los lugares de buceo se observaron agregaciones excesivamente numerosas de erizos negros, en la gran mayoría de estaciones de muestreo encontramos números tan elevados como de 52 individuos subadultos y adultos/m<sup>2</sup> (con una Desviación Estandar: + /-16 individuos) cuando presenta distribución agregada en condiciones de oleaje de moderada a fuerte intensidad. (vea Figura 9.)
- La biomasa fresca total del erizo negro en época reproductiva de invierno (julio - agosto) que corresponde a la densidad antes mencionada es de 7.8 Kg/m<sup>2</sup> (DS: 1.4 Kg/m<sup>2</sup>).
- Ésta enorme cantidad de erizos negros ha impactado de manera extraordinaria sobre los cinturones intermareales de *Lessonia nigrescens* “aracanto”, que es el principal bioingeniero y especie clave de la zona intermareal y sobre los bosques submareales de *Lessonia trabeculata* que se encuentran desde 01 metros hasta los 5 metros de profundidad; por debajo de esta profundidad, no se ha observado en ninguna de las estaciones la presencia del erizo negro, y los bosques submareales ubicados a mayores profundidades (hasta los 18 metros de profundidad) se desarrollan sin mayor inconveniente que ocasionales ramoneos masivos del caracol *Tegula sp.* que en muy pocos casos suelen ser dañinos.

**FIGURA 9.** (Izquierda) una solitaria planta de *Lessonia* rodeada de un ejército de erizos negros. (centro) agregaciones de erizos negros ocupando un sustrato rocoso cubierto totalmente de *Lithophyllum* (4.6 metros de profundidad). (Derecha) erizos negros y rojos



(Fuente: Propia)

- Se suma a este impacto una extracción inadecuada por extractores de algas, actividad incentivada por altos precios que tiene esta macroalga como materia prima para obtener alginatos para la industria cosmética y alimentaria. (véanse las Figuras 10 y 11.)
- Se están extrayendo grandes cantidades de soles de mar *Heliaster helianthus* “sol de mar” (Asteroidea) que es el depredador y regulador de las poblaciones de herbívoros, para uso comercial de fuente de calcio en la producción de leche en los poblados de la sierra del Perú y en menor medida para objetos decorativos. (véase Figura 11.)

**FIGURA 10.** Pequeños botes pesqueros cargados de *Lessonia* extraída en el litoral de Islay, Arequipa.



(Fuente: Propia)

**FIGURA 11.** (Izquierda) plantas de *Lessonia* extraídas y puestas a secar. (Derecha) un gran número de soles de mar recolectados para su comercialización.



(Fuente: Propia)

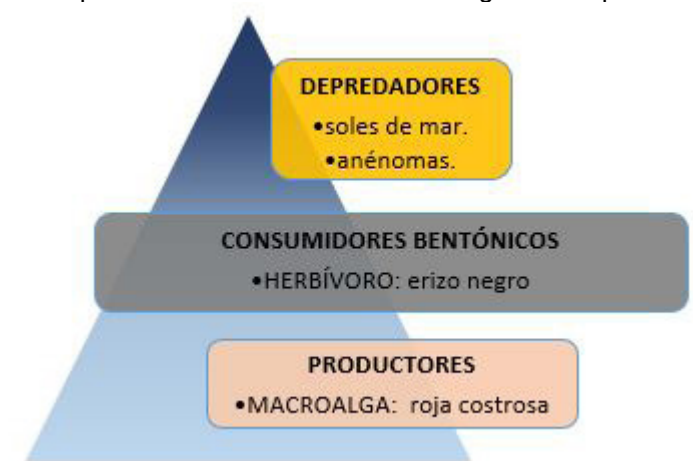
- Observamos que las macroalgas desprendidas por actividad humana dejan un espacio en el sustrato rocoso que rápidamente es ocupado por el alga costrosa calcárea *Lithophyllum* (Rhodopyta: Corallinaceae), que por ser un alga que no produce alimento a organismos de la comunidad biológica de estos ecosistemas, reduce notablemente su productividad y biodiversidad en términos de abundancia y riqueza de especies. (véase Fig. 12), hemos observado que esta alga costrosa calcárea se desarrolla desde la zona intermareal hasta los 30 metros de profundidad en sustratos rocosos de alta pendiente, y por debajo de esta profundidad ya no se observa su presencia, debido a la baja luminosidad solar.
- Hemos observado que el erizo negro ramonea a *Lessonia* principalmente en los rizoides y cauloides y en plántulas pequeñas con tanta intensidad que no dejan asentarse y en muchos casos no permiten el crecimiento de individuos adultos de *Lessonia*. En el caso del caracol *Tegula sp.* debido a su menor tamaño y peso logran subir hasta los filoides a alimentarse, siempre que el oleaje no sea fuerte como para desprenderlos.
- El principal competidor ecológico del erizo negro es el “erizo rojo” *Loxechinus albus*, (véase Figura 9) especie altamente explotada por su gran valor comercial y cuyas poblaciones se han reducido a un 8% en número y constituye otro factor más para la explosión poblacional del erizo negro, al no tener un competidor natural por alimento.

**FIGURA 12.** (Izquierda) rizoide de *Lessonia trabeculata* extraída por buzos y rodeada del alga costrosa. (centro) un denso grupo de erizos negros alimentándose de macroalgas. (Derecha) un pequeño Blennido descansando sobre una roca cubierta de *Lithophyllum*.



(Fuente: Propia)

**FIGURA 13.** Estructura Trófica y Diversidad Biológica de ecosistemas rocosos litorales impactados por una población dominante de erizos negros. Compárese con la Figura 3.



(Elaboración propia)

- En los pocos ecosistemas intermareales donde el cinturón de macroalgas que mantienen poblaciones saludables del bioingeniero *Lessonia*, hemos contabilizado 62 especies de macrofauna bentónica: 53 especies de invertebrados, 07 especies de macroalgas bentónicas de porte herbáceo, y 02 de pequeños peces Blennidos, siendo la única zona de reclutamiento de organismos bentónicos con importancia comercial, y aquellos que logran el asentamiento larval no encuentran alimento ni refugio necesario para su crecimiento, reduciendo significativamente la disponibilidad de recursos comerciales y una consiguiente presión por pesca sobre las ya escasas poblaciones remanentes y estrés económico a familias que dependen de estos recursos.

**FIGURA 14.** (Izquierda) *Ludia* depredando sobre un grupo de erizos negros a 3.5 metros de profundidad. (Centro) un abundante grupo de caracoles *Tegula*, ramonean sobre *Lessonia*. (Derecha) *Heliaster* en la zona intermareal depredando a caracoles *Tegula*.



(Fuente: Propia)

- La disminución de diversidad biológica en estos ecosistemas degradados ha descendido a solo 04 especies de macrofauna: la dominancia absoluta de *Tetrapigus niger*, ocasionales soles de mar y anémonas del género *Phymantea*, y pequeños ocasionales Blennidos “peces borrachitos”; la simplificación de la red trófica y productividad se puede ver en la Figura 13.
- La cobertura vegetal actual de *Lithophyllum*, se ha incrementado en la mayor parte de las locaciones (13 de 15 lugares estudiados) desde un 30 a 100% del área habitable por macroalgas, en las zonas intermareales y submareales someras. (vea Figura 9)
- Existe una población creciente del gasterópodo *Tegula atra* “caracol negro”, es un herbívoro y ramonea sobre los filoides de *Lessonia* incrementando el estrés sobre *Lessonia*. El depredador natural o “biocontrolador” de *Tegula* es el Echinoideo: *Stichaster striatus* “estrella de mar naranja” y en alguna menor medida *Heliaster helianthus*, especies que están siendo sistemáticamente reubicadas en ambientes marinos profundos por pescadores que equivocadamente, han pensado que de ésta manera pueden incrementar las poblaciones de mariscos que extraen en las zonas someras. (vea Figura 14)
- Hemos observado que estos enormes números de caracoles *Tegula* afectan significativamente la presencia y abundancia del Perifiton intermareal y los pequeños brotes de macroalgas bentónicas de porte herbáceo, disminuyendo notoriamente el alimento disponible para los demás herbívoros, en especial las etapas recién asentadas y juveniles.



- La drástica disminución del pez *Semicossiphus darwini*, (Labridae, Perciformes) “pejeperro”, “vieja”, “mulata” quien es el principal biocontrolador de erizos de mar a causa de la pesca, en modalidades de caza submarina deportiva y de comercialización, termina por desencadenar el proceso ecológico secuencial detallado en la Figura 15.

**FIGURA 15.** Flujo de eventos que ocurren en la degradación de ecosistemas rocosos litorales en el sur del Perú.



(Elaboración propia)

## RESTABLECIENDO EL EQUILIBRIO PERDIDO

A continuación, compartimos las estrategias de bioingeniería que hemos diseñado y estamos implementando para revertir el impacto (desequilibrio) ocasionado por la sobrepoblación de erizos negros y la ocupación de espacio vital por *Lithophyllum*. Esto lo estamos desarrollando en parcelas experimentales intermareales y submareales en la ensenada de Catarindo (Provincia de Islay, región Arequipa), proyectando tres líneas generales de trabajo:

1. Reducir la sobrepoblación de erizos negros, a través de extracciones de individuos de porte adulto, en las épocas previas a los desoves, que, en

invierno, se da en los meses de julio y agosto, y, en verano, en diciembre; se escogen dichas épocas con el fin de obtener la mayor biomasa aprovechable. En la actualidad, los erizos negros acumulan la mayor biomasa del ecosistema degradado, las gónadas serán extraídas, serán sometidas a un proceso de secado para obtener materia prima para piensos de peces, por el alto contenido proteico que presentan. Los exoesqueletos calcáreos serán procesados para aprovechar el carbonato de calcio de fuente biológica para suplemento alimenticio de aves de corral y ganado lechero, disminuyendo estrés sobre *Heliaster*. De esta manera se permite un aprovechamiento comercial del erizo negro que alivie la economía de extractores mientras se gana tiempo en la recuperación de los ecosistemas.

2. En zonas intermareales y submareales ya ocupadas completamente por *Lithophyllum*, estamos desarrollando el “descostramiento por martilleo” (retirar las costras del alga usando cinceles y combas) y bajo un diseño experimental, encontrar cual es el área mínima suficiente para lograr el asentamiento exitoso de *Lessonia* y otras macroalgas. Debido a que es un trabajo agotador, se está promoviendo la construcción de un martillo neumático submarino que permita realizar esta labor con gran eficiencia. Otra opción interesante es “cubrir” rocas ocupadas con *Lithophyllum*, promoviendo su remoción al no poder realizar la fotosíntesis, pues hemos observado lugares con sombra suficiente donde no logra crecer con éxito, la dificultad de éste método es la alta hidrodinámica y oleaje que se presenta en estos ambientes marinos.

3. Realizar un programa de educación ambiental a buzos y pescadores para evitar la extracción de los biocontroladores como los “pejeperros”, estrellas y soles de mar; además, de compartir las maneras adecuadas de extraer macroalgas con el menor impacto posible en el valioso sustrato.

En la actualidad contamos con una alianza estratégica con una asociación de pescadores y extractores de mariscos con quienes venimos planificando un piloto a mayor escala que la experimental.

Una vez encontrada la mejor forma de aprovechar este exceso poblacional del recurso erizo negro y la ganancia de sustrato rocoso apto para el asentamiento algal, se hará la extensión de la metodología a las instituciones y gremios de pescadores para revertir este proceso ecológico de degradación.

## UNA HIPOTESIS EN ESPERA

Creemos que un evento ENSO de extraordinaria magnitud (El Niño Oscilación del Sur), como los ocurridos en los años 82-83 y 97-98, pueden significar un impacto tan grande en los ecosistemas marinos litorales y someros que equivaldría a un nuevo comienzo de la comunidad biológica, un “reseteo ecológico”, al principio, con las colonizaciones naturales y luego las sucesiones ecológicas, sin poblaciones

fuera de control, con un funcionamiento y equilibrio saludables; sin embargo, luego de un tiempo, podrían presentarse las condiciones para dar lugar a un proceso de degradación ecológica como el descrito en esta oportunidad, sin embargo, ésta vez, tendríamos las herramientas para evitar o disminuir el impacto de un problema que afecta a nuestros hermosos y complejos ecosistemas marinos y a muchas familias que dependemos de ellos, para que finalmente ambos subsistamos.



**Los autores:** Dr. Graciano Del Carpio Tejada (Der.) y Blgo. Marco Ríos Morales (Izq.)

Contacto: [gdelcarpiote@unsa.gob.pe](mailto:gdelcarpiote@unsa.gob.pe)

[biomarcorm@gmail.com](mailto:biomarcorm@gmail.com)

## REFERENCIAS

Cobbing, J., 2000. The Geology and Mapping of Granite Batholiths, Springer – Verlag. Berlin Heidelberg, Germany, pag 117

Smith, R. y Smith, T. 2008. Ecología. 6ta edición. Editorial Addison – Wesley.

[www.noaa.gov](http://www.noaa.gov)

[www.dhn.mil.pe](http://www.dhn.mil.pe) (HIDRONAV)

[www.imarpe.gob.pe](http://www.imarpe.gob.pe)

[www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe)

[www.algaebase.org](http://www.algaebase.org)

[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

[www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)

## STRUCTURE OF A FISH ASSEMBLAGE IN A MANGROVE IN RAPOSA, SÃO LUIS ISLAND, MARANHÃO, BRAZIL

Data de submissão: 05/09/2020

Data de aceite: 23/10/2020

### Maria do Socorro Saraiva Pinheiro

Universidade Federal do Maranhão – UFMA  
Av. dos Portugueses s/n, Bacanga,  
CEP 65.085-580  
São Luís, Maranhão, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/1100319102837718>

### Roberto Goitein

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Av. 24 A nº 1515 Bela Vista CEP 13.506-900  
Rio Claro, São Paulo, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/9317499005247273>

**Autor para correspondência:**  
[socorro\\_pinheiro@hotmail.com](mailto:socorro_pinheiro@hotmail.com)

**ABSTRACT:** This study analyzes aspects of the fish community present in a mangrove on the island of São Luís, Maranhão, Brazil; encompassing species composition, frequency of occurrence and sexual proportion. Sampling was monthly for 16 months. 10824 specimens of fish were collected, representing 63 species belonging to 27 families. The Sciaenidae family was the most important with ten species; followed by Carangidae, with six species; Ariidae, Haemulidae and Gerreidae with four species.

*Genyatremus luteus* was the most frequent species, corresponding to 95% of the samples. Second were *Micropogonias furnieri*, *Stellifer naso*, *Mugil curema* and *Colomesus psittacus*, each present in 88% of the samples. Sex was observed in 38 species, and in 18 species the hypothesis of equality (1:1) was accepted and rejected for 9 species.

**KEYWORDS:** Ichthyofauna; Sex ratio; Frequency of occurrence; Sciaenidae.

### ESTRUCTURA DE UN CONJUNTO DE PECES EN UN MANGLAR EN RAPOSA, ISLA SÃO LUIS, MARANHÃO, BRASIL.

**RESUMEN:** En este estudio se abordaron aspectos de la comunidad de peces presentes en un manglar en la isla de São Luís, Maranhão, Brasil; que cubre la composición de especies, la frecuencia de ocurrencia y la población sexual. El muestreo fue mensual durante 16 meses. Se recolectaron 10824 ejemplares de peces, que representan 63 especies pertenecientes a 27 familias. La familia Sciaenidae fue la más importante con diez especies; seguido de Carangidae, con seis especies; Ariidae, Haemulidae y Gerreidae con cuatro especies. *Genyatremus luteus* fue la especie más frecuente, correspondiente al 95% de las muestras. En

segundo lugar se ubicaron las especies *Micropogonias furnieri*, *Stellifer naso*, *Mugil curema* y *Colomesus psittacus*, cada una presente en el 88% de las muestras. Se pudo observar el sexo en 38 especies, y en 18 especies se aceptó y rechazó la hipótesis de igualdad (1:1) para 9 especies.

**PALABRAS CLAVE:** Ictiofauna; Proporción sexual; Frecuencia de ocurrencia; Sciaenidae.

## 1 . INTRODUCTION

The mangrove system is characterized by the presence mainly of halophyte plant species, which occur in the transition zone between the marine and terrestrial environments, and tolerate high salinities (Hossain, 2001), including in salinity stress as observed by Santos (1989) in two areas located on São Luís Island, on the Anajatuba River and on Tubarão Bay in the State of Maranhão. Characterizing a type of estuary based on data from the available literature proves to be a complex task. The existing classifications are based on the variation in salinity, tidal amplitudes, or geomorphological characteristics. So it was considered for this study that the type of estuary present in the Raposa mangrove of the Baía de Maré type, proposed by Kjerfve and Magill (1989). In this classification, the authors address both salinity and geomorphological characteristics; these types of estuaries would have salinities ranging from oceanic to brackish and would have coastal features formed by some large-scale geological event.

The main objective of this study was to address structural characteristics of the associations of teleost fish in a mangrove, emphasizing the composition, frequency of occurrence and sexual proportion.

## 2 . MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Study área

The study area is located in the northeastern part of the island of São Luís, municipality of Raposa (02° 25' 22"S and 44° 05' 21"W) (Meneghetti and Kux, 2014), comprising a set of tidal channels, flooded during high tide. It is characterized by low relief and a dominant mangrove flora. The main supply of river waters comes from the Paciência River basin, on the east side of the island of São Luís.

### 2.2 Sample design

The collection of fish for the accomplishment of this study was monthly between

August 1999 and November 2000. The fish were captured with igarapé net, also called “taping net”. They are fixed devices, arranged at the entrance to the stream, supported by mangrove poles, fixed during low tide; the harvest is carried out at the next low tide, totaling an effort of 12 hours.

The fish caught for this study were packaged in the field in polystyrene boxes with ice and transported to the laboratory, where identification was carried out based on Cervigón (1993), Fischer (1978), Cervigón et al. (1992), FIGUEIREDO and MENEZES (1980), MENEZES and FIGUEIREDO (1980), MENEZES and FIGUEIREDO (1985), FIGUEIREDO and MENEZES (2000).

For the study of the proportions of males and females and identification of the gonadal maturity stages of the species collected, some care was taken. The abdominal cavity of each fish, with the exception of pleuronectiforms, was exposed through an incision in the region of the genital pore towards the head, to observe sex and the identification of both sex was done through visual inspection of the gonads, comparing their aspects with the scales proposed by VAZZOLER (1996).

### **2.3 2.3 Data analysis**

To verify the frequency of occurrence, samples of all species were grouped by month of collection and the study was based on the ratio between the total number of samples where a given species occurred and the total number of samples.

Therefore, to determine the frequency of occurrence of species caught in the Raposa mangrove, the following nomenclature was adopted: Constants - species (or families) present between 50 to 100% of the samples; Moderate - species (or families) present between 20 to 49% of the samples; Little constant - species (or families) present between 10 to 19% of the samples; Rare - species (or families) present in less than 10% of the samples.

For the study of the sexual proportion of the populations, the Chi-square test was applied in order to test whether there was a significant predominance of males or females for each species, taking as a null hypothesis the ratio 1:1 (ZAR, 1999).

## **3 . RESULTS**

### **3.1 General characteristics of the composition of the fish association.**

10,824 individuals were collected, comprising 63 species distributed in 27 families. Table 1 shows the list of fish collected in the mangrove of Raposa, accompanied by the names of orders and families follow the ordering proposed by NELSON (1994).

Table 1. List of teleost fish species that occur in the mangrove of Raposa, São Luís island.

<b>Order Clupeiformes</b>
<b>Family Clupeidae</b>
<i>Odontognathus</i> sp.
<b>Family Engraulidae</b>
<i>Anchoa</i> sp.
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1928)
<i>Pterengraulis atherinoides</i> (Linnaeus, 1766)
<b>Order Elopiformes</b>
<b>Family Elopidae</b>
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766
<b>Order Anguilliformes</b>
<b>Family Muraenidae</b>
<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839
<b>Family Ophichthidae</b>
<i>Ophichthus parilis</i> (Richardson, 1844)
<b>Order Siluriformes</b>
<b>Family Ariidae</b>
<i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)
<i>Arius</i> sp.
<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)
<i>Cathorops</i> sp.
<b>Family Auchenipteridae</b>
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i> (Bloch, 1794)
<b>Family Batrachoidiformes</b>
<b>Family Batrachoididae</b>
<i>Batrachoides surinamensis</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876.
<b>Order Beloniformes</b>
<b>Family Belonidae</b>
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)
<b>Order Atheriniformes</b>
<b>Family Atherinopsidae</b>
<i>Atherinella brasiliense</i> (Quoy & Gaimard, 1825)
<b>Order Cyprinodontiformes</b>
<b>Family Anablepidae</b>
<i>Anableps anableps</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Order Perciformes</b>
<b>Family Centropomidae</b>
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860
<i>Centropomus undecimalis</i> (Block, 1792)
<b>Family Serranidae</b>
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822).
<i>Rypticus randalli</i> Courtenay, 1967
<b>Family Carangidae</b>
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831
<i>Caranx</i> sp.
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)
<b>Family Lutjanidae</b>
<i>Lutjanus buccanella</i> (Cuvier, 1828)
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Family Lobotidae</b>
<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)

**Family Gerreidae**

*Diapterus auratus* Ranzani, 1842  
*Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)  
*Eucinostomus argenteus* Baird & Girard, 1855  
*Eugerres* sp.

**Family Haemulidae**

*Conodon nobilis* (Linnaeus, 1758)  
*Genyatremus luteus* (Bloch, 1790)  
*Orthopristis ruber* (Cuvier, 1830)  
*Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner, 1868).

**Family Sciaenidae**

*Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801)  
*Cynoscion leiarchus* (Cuvier, 1830)  
*Cynoscion* sp.  
*Isopisthus parvipinnis* (Cuvier, 1830)  
*Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801)  
*Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823)  
*Bairdiella ronchus* (Cuvier, 1830)  
*Stellifer naso* (Jordan, 1889)  
*Stellifer* sp.  
*Nebris microps* Cuvier 1830

**Family Ehippidae**

*Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782)

**Family Mugilidae**

*Mugil curema* Valenciennes, 1836  
*Mugil gaimardianus* Desmarest, 1831  
*Mugil incilis* Hancock, 1830

**Family Polynemidae**

*Polydactylus oligodon* (Günther, 1860)

**Family Trichiuridae**

*Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758

**Order Pleuronectiformes**

**Family Paralichthyidae**

*Paralichthys* sp.  
*Citharichthys* sp.

**Family Achiridae**

*Achirus* sp.  
*Trinectes* sp.

**Family Cynoglossidae**

*Symphurus diomedeanus* (Goode & Bean, 1885)

**Order Tetraodontiformes**

**Family Tetraodontidae**

*Colomesus psittacus* (Bloch & Schneider, 1801).  
*Lagocephalus* sp.  
*Sphoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758).

---

Considering the number of species, the family Sciaenidae was the most important with ten species; followed by Carangidae, with six species; Ariidae, Haemulidae and Gerreidae with four species; Engraulidae, Lutjanidae, Mugilidae and Tetraodontidae, with three species; Batrachoididae, Centropomidae, Serranidae, Paralichthyidae and Achiridae with two species; the remaining thirteen families contributed one species each.



### 3.2 Frequency of occurrence.

*Genyatremus luteus* was the most frequent species, corresponding to 95% of the samples. In second place were the species *Micropogonias furnieri*, *Stellifer naso*, *Mugil curema* and *Colomesus psittacus*, each one present in 88% of the samples.

Of the sixty-three species collected in the mangrove of Raposa, nineteen were considered “constant”, including those mentioned above; fourteen, “moderate”; nineteen, “little constant” and eleven, “rare” (Table 2).

Table 2. Frequency of occurrence of species caught in Mangue da Raposa.

Species	Constants	Moderatr	Little Constant	Rare
<i>Odontognathus</i> sp.				*
<i>Anchoa</i> sp.		*		
<i>C. edentulus</i>		*		
<i>P. atherinoides</i>			*	
<i>E. saurus</i>		*		
<i>G. funebris</i>		*		
<i>O. parilis</i>				*
<i>S. herzbergii</i>	*			
<i>Arius</i> sp.	*			
<i>C. spixii</i>		*		
<i>Cathorops</i> sp	*			
<i>P. nodosus</i>		*		
<i>B. surinamensis</i>	*			
<i>T. nattereri</i>				*
<i>S. marina</i>		*		
<i>A. brasiliense</i>				*
<i>A. anableps</i>		*		
<i>C. parallelus</i>	*			
<i>C. undecimalis</i>		*		
<i>E. itajara</i>		*		
<i>R. randalli</i>	*			
<i>C. latus</i>			*	
<i>Caranx</i> sp				*
<i>O. palometa</i>			*	
<i>O. saurus</i>	*			
<i>S. vomer</i>		*		
<i>T. carolinus</i>			*	
<i>L. buccanella</i>				*
<i>L. jocu</i>			*	
<i>L. synagris</i>		*		
<i>L. surinamensis</i>			*	
<i>D. auratus</i>			*	
<i>D. rhombeus</i>			*	
<i>E. argenteus</i>	*			
<i>Eugerres</i> sp.				*
<i>C. nobilis</i>			*	

<i>G. luteus</i>	*			
<i>O. ruber</i>				*
<i>P. corvinaeformis</i>		*		
<i>C. acoupa</i>	*			
<i>C. leiarchus</i>	*			
<i>Cynoscion</i> sp.			*	
<i>I. parvipinnis</i>				*
<i>M. ancylodon</i>			*	
<i>M. furnieri</i>	*			
<i>B. ronchus</i>			*	
<i>S. naso</i>	*			
<i>Stellifer</i> sp.			*	
<i>N. microps</i>				*
<i>C. faber</i>		*		
<i>M. curema</i>	*			
<i>M. gaimardianus</i>	*			
<i>M. incilis</i>		*		
<i>P. oligodon</i>			*	
<i>T. lepturus</i>	*			
<i>Paralichthys</i> sp.			*	
<i>Citharichthys</i> sp.			*	
<i>Achirus</i> sp.			*	
<i>Trinectes</i> sp.	*			
<i>S. diomedeanus</i>			*	
<i>C. psittacus</i>	*			
<i>Lagocephalus</i> sp.			*	
<i>S. testudineus</i>	*			

The families Ariidae, Haemulidae and Sciaenidae were the most frequent families, each with representatives in 100% of the samples obtained.

Of the twenty-seven families collected in the mangrove of Raposa, fourteen were considered “constant”, including those mentioned above; five, “moderate”; five, “little constant” and three “rare”, as shown in Table 3.

Table 3. Frequency of occurrence of families captured in Mangue da Raposa.

Family	Constants	Moderate	Little Constant	Rare
Clupeidae				*
Engraulidae	*			
Elopidae			*	
Muraenidae		*		
Ophichthidae				*
Ariidae	*			
Auchenipteridae		*		
Batrachoididae	*			
Belonidae		*		
Atherinopsidae				*
Anablepidae		*		
Centropomidae	*			

Serranidae	*		
Carangidae	*		
Lutjanidae	*		
Lobotidae			*
Gerreidae	*		
Haemulidae	*		
Sciaenidae	*		
Ephippidae		*	
Mugilidae	*		
Polynemidae			*
Trichiuridae	*		
Paralichthyidae			*
Achiridae	*		
Cynoglossidae			*
Tetraodontidae	*		

### 3.3 Sexual proportion.

A total of 1914 specimens of 38 species could be classified according to sex, for safety reasons this classification was only adopted when the gonads were effectively visualized.

The hypothesis of equality in the proportions of males and females tested by the Chi-square test at the significance level of 0.05 was accepted for 18 species and rejected for 9 species, as shown in Table 4.

Table 4. Number of males and females per species and the  $\chi^2$  result

Species	Males	Females	$\chi^2$
<i>Anchoa</i> sp.		12	
<i>E. saurus</i>		3	
<i>G. funebris</i>	5	2	1,28
<i>S. herzbergii</i>	6	7	0,08
<i>Arius</i> sp.	29	23	0,70
<i>C. spixii</i>		1	
<i>Cathorops</i> sp.	49	69	3,4
<i>P. nodosus</i>	17	12	0,86
<i>B. surinamensis</i>	6	22	9,14*
<i>T. nattereri</i>	1		
<i>S. marina</i>	2	7	2,78
<i>A. anableps</i>	17	34	5,66*
<i>C. parallelus</i>		2	
<i>R. randalli</i>	14	51	21,06*
<i>L. jocu</i>		1	
<i>L. synagris</i>	13	15	0,14
<i>E. argenteus</i>	3	10	1,66
<i>C. nobilis</i>	1	5	2,66
<i>G. luteus</i>	8	23	7,26*
<i>P. corvinaeformis</i>	6	7	0,08

<i>C. acoupa</i>	3	12	5,4*
<i>C. leiarchus</i>	7	12	1,32
<i>I. parvipinnis</i>		1	
<i>M. furnieri</i>	54	44	1,02
<i>B. ronchus</i>	1	2	0,34
<i>S. naso</i>	31	50	4,46*
<i>Stellifer</i> sp.	26	29	0,16
<i>M. curema</i>	240	246	0,08
<i>M. gaimardianus</i>	58	72	1,50
<i>M. incilis</i>	7	12	1,32
<i>P. oligodon</i>		2	
<i>T. lepturus</i>	20	47	10,88*
<i>Paralichthys</i> sp.	1		
<i>Achirus</i> sp.		7	
<i>Trinectes</i> sp.	2	29	23,53*
<i>S. diomedeanus</i>		1	
<i>C. psittacus</i>	114	119	0,10
<i>S. testudineus</i>	69	112	10,22*

The species *Anchoa* sp, *Elops saurus*, *Cathorops spixii*, *Centropomus parallelus*, *Lutjanus jocu*, *Isopisthus parvipinnis*, *Polydactylus oligodon*, *Achirus* sp., *Symphurus diomedeanus*, only female individuals were observed, while the species *Thalassophryne nattereri* and *Paralichthys* sp. only males were observed; for this reason the hypothesis has not been tested.

#### 4 . DISCUSSION

The Sciaenidae family had the largest number of species in the mangrove system, followed by the Carangidae family. These results corroborate those found by MARTINS-JURAS (1989) in estuarine areas on the island of São Luís.

ROJAS et al. (1994) observed that the Ariidae family in mangrove areas in Costa Rica was the most abundant in number of individuals, and the largest number of species; STONER (1986) the Gerreidae family, in Laguna de Joyuda, Puerto Rico; SEDBERRY and CARTER (1993) family Haemulidae, Belize, Central America.

CHAVES and CORRÊA (1998) in the bay of Guaratuba, Paraná, observed three families with greater representation: Ariidae, Gerreidae and Sciaenidae; VENDEL et al. (2002) in the Baguaçu gamboa found that the families with the highest representation of species were: Engraulidae, Gerreidae, Gobiidae and Tetraodontidae, in addition to Clupeidae, Mugilidae and Sciaenidae; VENDEL et al. (2003) in a tidal plain of Paranaguá bay, concluded that the families with the greatest specific wealth were: Engraulidae, Gerreidae, Mugilidae and Tetraodontidae; SPACH et al. (2003) in the tidal channels, the greatest specific richness observed was from the families Carangidae and Gerreidae; SPACH et al. (2004) on sea plains in Pontal do Sul, observed that the

families with the greatest specific wealth were Carangidae and Sciaenidae; VENDEL and CHAVES (2006) observed two families with greater representation Gerreidae and Gobiidae on the coast of Santa Catarina.

The species that were most constant in the mangrove of Raposa were: *Genyatremus luteus*, in 93.8% of the samples; *Colomesus psittacus*, *Stellifer naso* and *Micropogonias furnieri* in 87.5% of the samples, each one, and *Trinectes* sp., in 75% of the samples.

*Genyatremus luteus* was also one of the most frequent species in other studies carried out in the Maranhão estuaries (MARTINS-JURAS et al. 1987; MARTINS-JURAS, 1989; BATISTA and REGO, 1996; CASTRO, 1997; 2001; PINHEIRO Jr. et al. 2005).

The presence of typically freshwater species was not observed, even occasionally during the capture period in the Raposa mangrove. But the fact that freshwater fish did not occur in this study is also not necessarily due to the presence of mangroves. According to LACERDA (1984), mangrove trees are not necessarily restricted to the high salinity environment; on the contrary, its development appears better in areas of low salinity, and its occurrence in the coastal environment seems to be linked to competition with other terrestrial plants.

CHAVES and CORRÊA (1998) did not observe the presence of freshwater fish in mangrove areas of Guaratuba bay, they considered that the high salinity perhaps explained the absence of fish associated with freshwater. However, CHAVES and VENDEL (2001) exploring a larger area and different habitats from CHAVES and CORRÊA (1998), plus the addition of other types of devices, on occasion captured a dulcícola species, *Rhamdia quelen*.

According to VAZZOLER (1996) the sex ratio in fish varies over the life cycle depending on the successive events that act differently on individuals of each sex, and mortality and growth are the main factors that can determine differences in the proportion sexual.

In this study *B. surinamensis*, *A. anableps*, *R. randalli*, *G. luteus*, *C. acoupa*, *S. naso*, *T. lepturus*, *Trinectes* sp. and *S. testudineus*, the sex ratio differed significantly from the sex ratio 1:1. But as the mangrove/estuary environment is usually more occupied by juvenile or pre-adult phases, the sex ratio should not manifest significant differences between males and females (LOWE-MCCONNELL, 1999).

The sex ratio for *Sphoeroides testudineus* in Gamboa do Baguaçu varied significantly during the year and the ratio of two males to one female coincided with the spawning period (ROCHA et al., 2002). While for *Sphoeroides greeleyi* in this same system, the number of females was higher than the number of males for most of the year, however during the months of January to March it was the same, and this corresponded to the end of the reproductive period after spawning.

## 5 . FINAL CONSIDERATIONS

Among the species present in the mangrove of Raposa, none can be considered endemic, as in the Golfão Maranhense.

The Sciaenidae family has a wide geographical distribution and many species on the five continents, so the fact that it was the most representative family, ten species, corroborates its interspecific heterogeneity.

Although the mangrove is a conspicuous environment, but provides places for protection against predation and feeding, the frequency of occurrence of certain species in the mangrove in this study is likely to be correlated with the tolerance of these species to the variation of some limiting environmental variables, such as salinity.

Several factors interfere differently in the sex ratio, among them mortality and growth that determines difference in the sex ratio, because in most cases there is a differential growth between males and females, then there should be further study at the level of length classes.

## ACKNOWLEDGMENTS

The Foundation for the Support of Research and Scientific and Technological Development of Maranhão - FAPEMA, to the fishermen of Raposa, in particular Mr. Francisco and Dr. Paulo Vanzolini (*in memoriam*).

## REFERENCES

- BATISTA, V.S.; REGO, F.N. Análise de associações de peixes, em igarapés do estuário do rio Tibiri, Maranhão. **Rev Bra Biol**, v. 56, n. 1, p. 163-176, 1996.
- CASTRO, A.C.L. Características ecológicas da ictiofauna da ilha de São Luís. **Bol Lab Hidrobiol**, v. 10, p. 1-18, 1997.
- CASTRO, A.C.L. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA-Brasil). **Atlântica**, v. 23, p. 39-46, 2001.
- CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Fundación C. Los Roques, Caracas, Venezuela. v. 2, p. 1-497, 1993.
- CERVIGÓN, F.; CIPRIANIR, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICK, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEEZ, R.; POUTIERS, J.M.; ROBAINA, G.; RODRIGUEZ, B. Fichas **FAO de identificación de especies para /os fines de la pesca**. Guia de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobras de la costa septentrional de Sur América. Rome, FAO. 1992.
- CHAVES P.T.C.; CORRÊA, M.F.M. Composição ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev Bra Zool**, v 15, n. 1, p. 195-202, 1998.

- CHAVES P.T.C.; VENDEL A.L. Nota complementar sobre a composição ictiofaunística da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Rev Bra Zool**, 18(supl.1), p. 349-352, 2001.
- FISCHER, W. (ed). **FAO species Identification sheets for fishery purposes**. Western Central Atlantic (Fishing Área 31). Rome, FAO. p. 1-7.1978.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1980.
- FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES N.A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. VI. Teleostei (5). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 2000.
- HOSSAIN S. Biological aspects of the coastal and marine environment of Bagladesh. **Ocean & Coastal Management**, v. 44, p. 261-282, 2001.
- KJERFVE, B.; MAGILL, K.E. Geographic and hydrodynamic characteristic of shallow coastal lagoons. **Marine Geology**, 1989; 88:87-199.
- LACERDA, L.D. Manguezais florestas de beira-mar. **Ciência Hoje**, v. 3, n. 13, p. 64-70, 1984.
- LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP. 1999.
- MENEGHETTI, G.T.; KUX, H.J.H. 2014. Mapeamento da cobertura da terra do município de Raposa (Ma) utilizando imagens WorldView-II, o aplicativo InterIMAGE e mineração de dados. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 2, p. 365-377, 2014.
- MARTINS-JURAS, L.A.G. **Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão**. Tese (Doutorado) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 184p. 1989.
- MARTINS-JURAS, L.A.G; JURAS, A.A; MENEZES N.A. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís. **Rev Bra Zool**, v. 4, n. 2, p. 105-113, 1987.
- MENEZES, N.A; FIGUEIREDO, J.L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. IV. Teleostei (3). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- MENEZES, N.A; FIGUEIREDO, J.L. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*. V. Teleostei (4). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.
- NELSON, J.S. **Fishers of the World**. 3.ed. Jonh Wiley & Sons, Inc. New York. 1994.
- PINHEIRO Jr, J.R; CASTRO, A.C.L; GOMES, L.N. Estrutura da comunidade de peixes do estuário do Rio Anil, Ilha de São Luís, Maranhão. **Arq. Cien. Mar**, v. 38, p. 29-37, 2005.
- ROCHA, C; FAVARO, L.F; SPACH, H.L. Biologia reprodutiva de *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus) (Pisces, Osteichthyes, Tetraodontidae) da gamboa do Baguaçu, Paraná, Brasil. **Rev Bra Zool**, v. 19, n. 1, p. 57-63, 2002.
- ROJAS, J.R; PIZARRO, M.J.F; CASTRO, M.V. Diversidad y abundancia íctica em três áreas de manglar em el Golfo de Nicoya, Costa Rica. **Rev Biol Trop**, v.42, p. 3, p. 663-672, 1994.
- SANTOS, M.C.F.V. **Structural patterns of hiperhalinity stressed mangrove forests in the state of Maranhão Northern Brazil**. Doctoral thesis - Colorado School of Mines Golden, Colorado. 164p,1989.
- SEDBERRY, G; CARTER, J. The fish community of a Shallow Tropical Lagoon in Belize, Central America. **Estuaries**. v. 16, n. 2, p. 98-215, 1993.

SPACH, H.L.; SANTOS, C; GODEFROID, R.S. Padrões temporais na assembléia de peixes na gamboa do Sucuriú, Baía de Paranaguá, Brasil. **Rev Bra Zool**. v. 20, n. 4, p. 591-600, 2003.

SPACH, H.L.; GODEFROID, R.S; SANTOS, C; SCHWARZ, J.R.R; QUEIROZ, G.M.L. Temporal variation in fish assemblage composition on a tidal flat. **Braz Jour Oceanog**. v. 52, n. 1, p. 47-58, 2004.

STONER, A.W. Community structure of the demersal fish species of Laguna Joyuda, Puerto Rico. **Estuaries**. v. 9, n. 2, p. 42-152, 1986.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da Reprodução de peixes teleósteos**: teoria e prática. Maringá, EDUEM. 1996.

VENDEL, A.L; CHAVES, P.T.C. Use of an estuarine environment (Barra do Sal lagoon, Brazil) a nursery by fish. **Rev Bra Zool**. v. 23, n. 4, p. 1117-1122, 2006.

VENDEL, A.L; LOPES, S.G; SANTOS, C; SPACH, H.L. Fish assemblages in a tidal flat. **Braz Arch Biol Tech**. v. 46, n. 2, p. 233-242, 2003.

VENDEL, A.L; SPACH, H.L; LOPES, S.G; SANTOS, C. Structure and dynamics of fish assemblages in a tidal creek environment. **Braz Arch Biol Tech**. v. 45, n. 3, p. 365-373, 2002.

ZAR, J.H. **Biotatistical analysis** .4ed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc. 1999.



## MEXILHÕES (MYTILIDAE) NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES PARA GESTÃO

Data de submissão: 05/10/2020

Data de aceite: 23/10/2020

### Augusto Luiz Ferreira Júnior

Programa de Pós-Graduação de Genética  
Evolutiva e Biologia Molecular

Universidade Federal de São Carlos, São Carlos,  
São Paulo, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5693751437008754>

<https://orcid.org/0000-0001-9336-0782>

### Roberto Ferreira Artoni

Laboratório de Genética e Evolução, Departamento  
de Biologia Estrutural, Molecular e Genética

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta  
Grossa, Paraná, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8875928930712027>

<https://orcid.org/0000-0002-2528-9846>

### Susete Wambier Christo

Laboratório de Zoologia, Departamento de Biologia  
Geral

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta  
Grossa, Paraná, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5200668953095936>

**RESUMO:** A família Mytilidae se distribui desde águas temperadas a equatoriais, ocorrendo em áreas continentais até mar profundo. Muitos destes mexilhões são considerados grupos importantes tanto do ponto de vista ecológico, quanto econômico. Podem causar danos ambientais quando ocorre a introdução de uma

espécie de um local para outro, resultando em extinção de espécies locais e grande perda de diversidade. Portanto, este capítulo tem como objetivo indicar questões relacionadas a mitídeos que afetam a gestão deste recurso renovável no Brasil. Características externas da concha e a morfologia das partes moles dos bivalves, são tradicionalmente utilizadas para diagnose do grupo. Associada a essas análises o uso de marcadores moleculares do DNA mitocondrial são usualmente utilizados por taxonomistas para corroborar suas diagnoses. As diferentes ferramentas de identificação permitem confirmar a diversidade de espécies da família Mytilidae presentes na costa brasileira, onde constata-se 18 gêneros e 28 espécies entre nativas, exóticas, criptogênicas e invasoras. Dentre as espécies invasoras destaca-se o mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei*, originário da China e Sudeste Asiático e já confirmado sua invasão em diferentes ecossistemas mundiais. A dispersão e introdução dessa espécie ocorreu na América do Sul pela Argentina, possivelmente pela presença de larvas pelágicas em águas de lastro de navios. Espécies que também se destacam pela importância econômica alimentícia são as nativas do gênero *Mytella* presentes nas regiões estuarinas, assim como as espécies criptogênicas *Perna perna* e nativa

*Mytilus platensis* em regiões oceânicas. Diante a importância da família Mytilidae, recomendamos avaliações periódicas da presença e *Status* de mitílídeos nas águas brasileiras, utilizando diferentes ferramentas que possam integrar marcadores diversos na diagnose desse importante grupo animal.

**PALAVRAS-CHAVE:** moluscos; bivalves; diversidade; identificação; recurso renovável.

## MUSSELS (MYTILIDAE) IN BRAZIL: CONSIDERATIONS FOR MANAGEMENT

**ABSTRACT:** The Mytilidae Family is distributed from temperate to equatorial waters, occurring in continental areas until deep sea. Many of these mussels are considered important groups both from an ecological, as well as an economic point of view. They can cause environmental damage when a species is introduced from one place to another, resulting in extinction of local species and great loss of diversity. Therefore, this chapter aims to indicate issues related to mussels which affect the management of this renewable resources in Brazil. External characteristics of the shell and the morphology of the soft parts of the bivalves are traditionally used for diagnosis of the group. Related to these analyzes, the use of molecular markers of mitochondrial DNA are usually used by taxonomists to corroborate their diagnoses. The different identification tools confirm the diversity of species of the family Mytilidae present on the Brazilian coast, where there are 18 genera and 28 species, among native, exotic, cryptogenic and invasive. Among the invasive species, the golden mussel, *Limnoperna fortunei*, originated from China and Southeast Asia, has already confirmed its invasion in different world ecosystems. The dispersion and introduction of this species occurred in South America by Argentina, possibly due to the presence of pelagic larvae in ships' ballast waters. Species that also stand out for their economic importance are the native species of the genus *Mytella* present in estuarine regions, as well as the cryptogenic species *Perna perna* and native *Mytilus platensis* in oceanic regions. Given the importance of the family Mytilidae, we recommend recurrent assessments of the presence and Status of mussels in Brazilian waters, using different tools that can integrate different markers in the diagnosis of this important animal group.

**KEYWORDS:** mollusks; bivalves; diversity; identification; renewable resource.

## 1 . INTRODUÇÃO

Dentre os moluscos presentes na Classe Bivalvia podemos destacar as espécies da ordem Mytiloida (CALAZANS, 2017), pois são importantes indicadores de condições ambientais atuais e pretéritas, assim como um recurso extremamente utilizado como fonte alimentar humana (WANG, 1997; TROVANT et al., 2016). Estes se distribuem de águas temperadas a equatoriais (TROVANT et al., 2016), ocorrentes desde as áreas costeiras intermareais até mar profundo (WANG 1997; DISTEL et

al., 2000). Ecologicamente os mexilhões são descritos como espécies engenheiras (DARRIGRAN e DAMBORENEA, 2011), visto que estas podem alterar ou estruturar condições ambientes (BORTHAGARAY e CARRANZA, 2007). Bancos de mexilhões (termo utilizado para descrever uma população) em ambientes naturais de ocorrência da espécie podem ter uma produtividade e biodiversidade similar a uma “floresta” de macroalgas (do inglês, *kelp beds*) ou a uma floresta tropical úmida (SEED et al., 2000). Economicamente, muitas espécies de mitilídeos são importantes fontes de renda e alimentar humana (WANG, 1997), como por exemplo os mexilhões *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) e híbridos das duas espécies (FAO, 2020) na Europa e o *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (EPAGRI, 2016) na América do Sul.

Os mexilhões (Mytilidae) também são uma grande problemática ambiental quando ocorre a introdução de uma espécie para outro local (MCKINDSEY et al., 2007; MINEUR et al., 2007). O transporte destas espécies ocorre preferencialmente via água de lastro (SILVA et al., 2004; CARLTON, 1996a; 1996b; RODRIGUES e RODRIGUES, 2015), e pode resultar em extinção de espécies locais (BURNS e WINN, 2006; DIEDERICH, 2006), resultando em perda de diversidade da área invadida (RIUS e MCQUAID, 2006; KRASSOI et al., 2008; MELO et al., 2010). Um exemplo a ser considerado é a presença de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) em ambientes dulcícolas da América do Sul (GIGLIO et al., 2016) e *Mytella charruana* (d’Orbigny, 1842) = *Mytella strigata* (Hanley, 1843) em ambientes estuarinos da América do Norte e Ásia (STENYAKINA et al., 2010; VALLEJO et al., 2017; LIM et al., 2018).

Para a constatação destas espécies de mexilhões diversas ferramentas de identificação e análises populacionais são usualmente utilizadas, dentre estas podemos destacar a identificação morfológica das conchas e as sequências de DNA nuclear e mitocondrial (LIM et al., 2018). No entanto, quando estudos são efetuados com ferramentas taxonômicas isoladas, artefatos podem ser gerados na caracterização de locais de ocorrência e na sistemática desses animais, impactando negativamente na gestão de exploração, cultivo e contenção de populações invasoras de mexilhões no Brasil. Decorrente a isto, este capítulo tem como objetivo destacar a importância de estudos multidisciplinares e integradores sobre as diferentes questões que se aplicam aos mexilhões (Mytilidae), que afetam a gestão destes recursos renováveis no Brasil.

## 2 . IDENTIFICAÇÃO DE MEXILHÕES

Características morfológicas são tradicionalmente utilizadas para a diagnose de bivalves (POPPE e GOTO, 1993; INNES e BATES, 1999; FAO 2019, ABSHER,

FERREIRA JR e CHRISTO, 2020), tendo grande destaque as características da concha e da anatomia das partes moles. Associada a análise fenotípica da identificação de uma espécie, o uso de marcadores genéticos a partir do DNA mitocondrial tem sido utilizado por taxonomistas para corroborar suas diagnoses, com destaque para a sequência do gene citocromo oxidase subunidade 1 (COI). No entanto para efetuarmos a identificação molecular fina, como se fosse um código de barras (do inglês *Barcoding*), se faz necessário a comparação com sequências de DNA depositados em bancos de dados. Dentre estes destacamos o *BoldSystems* v3 (RATNASINGHAM e HEBERT, 2007) e o *GenBank* (BENSON et al., 2000). A identificação pode ser confirmada por similaridade das sequências entre os táxons, suportando análise filogenética sob inferência *Neighbor Joining* (NJ) e abordagens Bayesianas. Neste caso é imprescindível o emprego de um taxa externo (*out group*) para a polarização de parentesco dos táxons.

Vale salientar que esta metodologia associada ao DNA código de barra (COI) não é recomendada para espécimes híbridos, tendo necessidade, neste caso, do concatenamento de outras abordagens genéticas. Na família Mytilidae são reportados espécimes híbridos no gênero *Mytilus* na Europa, América do Norte e do Sul (COMESAÑA et al., 1999; ŠMIETANKA et al., 2004; DIAZ-PUENTE et al., 2020), o que exige mais cuidado no tratamento da sistemática molecular desses moluscos. Outro ponto associado a espécimes híbridos observados na família Mytilidae, que podem causar viés na identificação taxonômica, visto que os híbridos podem não diferem morfológicamente e metabólicas das espécies parentais (DOHERTY et al., 2009) próximas filogeneticamente.

### 3 . MEXILHÕES (MYTILIDAE) NO BRASIL

A diversidade de espécies da família Mytilidae presentes nos ambientes aquáticos continentais, estuarinos e marinhos brasileiros são representativos (Figura 1), atualmente são reportadas 18 gêneros e 28 espécies (MANSUR et al., 1999; RIOS, 2009; MESSANO et al., 2016; BELZ et al., 2020). Destes podemos identificar espécies nativas, exóticas, criptogênica e invasoras (Tabela 1).

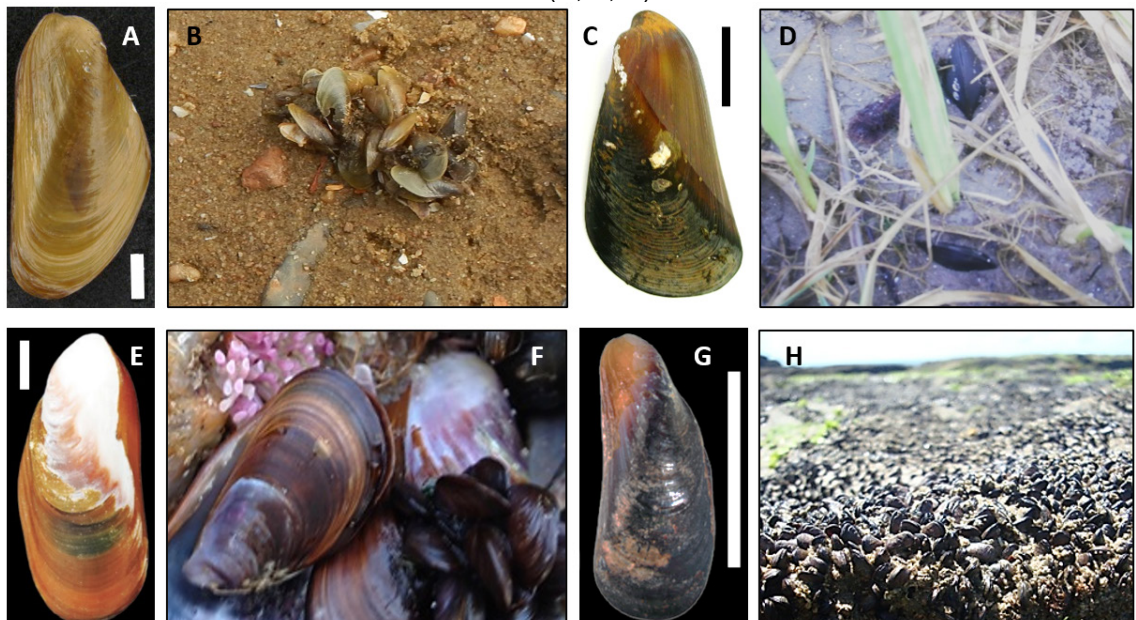
Tabela 1 – Espécies de mexilhões (Mytilidae) presentes nas águas brasileiras. \* citada como *Mytella charruana* (d’Orbigny, 1842); \*\* citada como *Brachidontes solisianus* (Orbigny, 1846); \*\*\* citada como *Mytilus edulis platensis* Orbigny, 1846; & controvérsia entre especialistas de ser uma espécie nativa ou exótica.

Nome científico	Status	Uso Humano	Referências
<i>Amygdalum dendriticum</i> Muhlfield, 1811	Nativa	-	1
<i>Amygdalum sagittatum</i> Rehder, 1934	Nativa	-	1
<i>Aulacomya atra</i> (Molina, 1782)	Nativa	Extração de bancos &	1
<i>Botula fusca</i> (Gmelin, 1791)	Nativa	-	1
<i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)	Nativa	Bioindicador	1
<i>Brachidontes rodriguezii</i> (d’Orbigny, 1846)	Nativa	Bioindicador	1

<i>Crenella decassata</i> (Montagu, 1808)	Nativa	-	1
<i>Dacrydium vitreum</i> Holboll in Moller, 1842	Nativa	-	1
<i>Gragariella coralliophaga</i> (Gemelin, 1791)	Nativa	-	1
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)	Criptogênica &	Extração de bancos e Cultivo	1
<i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Exótica	-	2
<i>Lioberus castaneus</i> (Say, 1822)	Nativa	-	1
<i>Limnoperna fortunei</i> (Dunker, 1857)	Invasor	Impacto setores Hidroelétrico e Psicultura	3
<i>Lithophaga antillarum</i> (d'Orbigny, 1842)	Nativa	-	1
<i>Lithophaga nigra</i> (d'Orbigny, 1842)	Nativa	-	1
<i>Lithophaga bisulcata</i> (d'Orbigny, 1842)	Nativa	-	1
<i>Lithophaga aristata</i> Dillwyn, 1847	Nativa	-	1
<i>Lithophaga pataganica</i> (d'Orbigny, 1847)	Nativa	-	1
<i>Modiolus americanos</i> (Leach, 1815)	Nativa	-	1
<i>Modiolus carvalhoi</i> Klappenbach, 1966	Nativa	-	1
<i>Musculus lateralis</i> (Say, 1822)	Nativa	-	1
<i>Musculus viator</i> (d'Orbigny, 1846)	Nativa	-	1
<i>Myoforceps aristatus</i> (Dillwyn, 1817)	Invasora	-	1
<i>Mytella strigata</i> (Hanley, 1843) *	Nativa	Extração de bancos	1
<i>Mytella guyanensis</i> (Lamarck, 1819)	Nativa	Extração de bancos	1
<i>Mytilaster solisianus</i> (d'Orbigny, 1842) **	Nativa	Bioindicador	1
<i>Mytilus platensis</i> d'Orbigny, 1846 ***	Nativa	Extração de bancos	1
<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	Exótica	Extração em Cultivo de P. perna	4

1 - RIOS, 2009; 2 - MESSANO et al., 2016; 3 - MANSUR et al., 1999; 4 - BELZ et al., 2020.

Figura 1 – Ocorrência de mexilhões no Brasil (BR). A - *Limnoperna fortunei*; B – população de *L. fortunei* presente em substrato consolidado artificial no Rio São Francisco, estado de Sergipe (Nordeste do BR); C - *Mytella guyanensis*; D - população de *M. guyanensis* presente em substrato inconsolidado natural e banco de *Spartina* sp. na desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá, estado do Paraná (Sul do BR); E - *Perna perna* (Adaptado de ABSHER, FERREIRA JR e CHRISTO, 2020); F - população de *P. perna* presente em substrato consolidado natural (costão rochoso) no cidade do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro (Sudeste do BR); G - *Mytilaster solisianus* (Adaptado de ABSHER, FERREIRA JR e CHRISTO, 2020); H - população de *Mytilaster* e *Brachidontes* presente em substrato consolidado natural (chapeiros: recifes de corais) em Ilhéus, estado da Bahia (Nordeste do BR). Escalas: 2 mm (A), 1 cm (C; E; G).



#### 4 . IMPACTOS, EXPLORAÇÃO E CULTIVO DE MEXILHÕES

Das espécies da família Mytilidae podemos destacar como espécie invasora no Brasil o mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Figura 1). Esta espécie é natural da China e Sudeste Asiático e invasora em diferentes ecossistemas mundiais, considerada pelo Ministério do Meio Ambiente como “poluição biológica” (IBAMA, 2016). A dispersão e introdução ocorre frequentemente pela presença de larvas pelágicas em águas de lastro de navios, assim como é sugerida sua invasão inicial na América do Sul pela Argentina em 1991 (MANSUR et al., 2003). O sucesso dispersivo desta espécie é tão evidente que tem como atual fronteira a bacia amazônica (OLIVEIRA et al., 2010), mas já sendo identificado na bacia do Rio São Francisco (BARBOSA et al., 2016) e em grande parcela da bacia platina, ocorrendo até a região do pantanal matogrossense (PESSOTTO e NOGUEIRA, 2018). A perda de diversidade biológica associada a presença do mexilhão dourado é evidenciada em relação a competição com outros moluscos nativos, destruição de vegetação aquática e pelo desbalanço da cadeia alimentar favorecendo espécies de peixes predadores (DARRIGAN e DAMBORENEA, 2011). Em agravo, destaca-se o dano causado pela proliferação do mexilhão dourado em sistemas de drenagens e lagos de inundação com o propósito de aproveitamento hidroelétrico (DARRIGAN e DAMBORENEA, 2011) e na piscicultura (AYROZA et al., 2019).

As espécies de mitilídeos de interesse comercial alimentar no Brasil são as espécies do gênero *Mytella* (*Mytella strigata* e *Mytella guyanensis*) nos estuarinos e em regiões oceânicas as espécies *Perna perna* e *Mytilus platensis* (TAMANO et al., 2020). Sendo a última espécie ocorrendo somente no Rio Grande do Sul (RIOS, 2009), enquanto os demais são encontrados em grande parte do litoral brasileiro (PEREIRA et al., 2003). Para as comunidades costeiras as espécies do gênero *Mytella* são de suma importância para sua subsistência e nutrição (PEREIRA et al., 2007; ARAÚJO et al., 2009; TAMANO et al., 2015; CHRISTO et al., 2016). Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2013) descreve que espécie nativa *Mytella strigata* (= *Mytella charruana*) é a segunda espécie mais capturada no Brasil, com 2.133,3 t extraídos por ano, o que representa 15,27% do total de peixes marinhos e moluscos estuarinos capturados. Esta espécie (*M. strigata*) usualmente explorada na costa brasileira pode ser exportada para outras localidades do mundo, e causando desequilíbrio de alguns ecossistemas. Similarmente ao mexilhão dourado sua dispersão atualmente está relacionada à aquicultura e a presença de larvas pelágicas em águas de lastro e adultos aderidos a cascos de navios (AZEVEDO-SANTOS et al., 2011; SEEBENS et al., 2013; CALAZANS, 2017). Sua invasão foi reportada inicialmente ocorrendo nos USA em 1986 (LEE, 1987) e atualmente nas Filipinas em 2014 (RICE et al., 2016; MEDIODIA et al., 2017; VALLEJO et al., 2017) e Singapura em 2016 (LIM et al., 2018).

No Brasil a única espécie cultivada é o *Perna perna*, conhecida como marisco, mexilhão ou mexilhão marrom (FERREIRA e MAGALHÃES, 2004; CALAZANS et al., 2017). Apresenta grande importância ambiental e econômica (FERREIRA e MAGALHÃES, 2004), visto que a espécie apresenta características propícias para a aquicultura, como rápido crescimento (FERREIRA e MAGALHÃES, 2004) e adaptações frente a variações de parâmetros físico-químicos da água, tais como salinidade (SALOMÃO et al., 1980) e temperatura (HICKS e MCMAHON, 2002). Possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo na costa sulamericana atlântica na Venezuela e do RN ao Uruguai (RIOS, 2009), norte e sul da África (CALAZANS et al., 2017) e no Oceano Índico (golfo de Oman) - Ásia (CUNHA et al., 2014). Sua invasão foi reportada inicialmente nos USA em 1990 e em seguida se espalhando no golfo do México (HICKS e TUNNEL, 1995; HOLLAND, 2001). O mexilhão marrom é uma relevante fonte de renda para as famílias que realizam seu cultivo (EPAGRI, 2016). A mitilicultura no Brasil se baseia na produção dessa espécie, tendo início em 1970 na região sudeste. Posteriormente, em 1984 iniciou-se a produção na região sul do Brasil, sendo atualmente o cultivo uma realidade na costa brasileira (ABSHER et al., *prelo*). Esta espécie é responsável por 85,24% (21.027 toneladas) de moluscos produzidos em Santa Catarina, estado com maior produção brasileira (EPAGRI, 2016). Porém, discussão sobre seu *Status* de espécie nativa (PIERRI et al., 2016; CALAZANS et al., 2017) ou exótica na costa (OLIVEIRA et al., 2017), associado ao período colonial brasileiro (SOUZA et al., 2003; GERNET e BIRCKOLZ, 2011) foi responsável pela proibição do cultivo em alguns estados do país (IAP, 2015). O *Status* criptogênico seria uma alternativa para esta espécie, visto que atualmente ela não afeta a estabilidade ambiental e contribui para a sobrevivência e sustento das populações em várias localidades costeiras brasileiras. A presença da espécie nativa do Indo-Pacífico *Perna viridis* na costa brasileira (Tabela 1; RAJAGOPAL et al., 2006; MESSANO et al., 2016) pode afetar as populações de *Perna perna* no litoral brasileira. Visto que *P. viridis* pode competir ou hibridizar com o mexilhão marrom, podendo alterar assim a estabilidade ambiental atual.

## 5 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

Revisões sistêmicas dos *Status* das espécies de mitilídeos presentes no Brasil são de suma importância, visto que este grupo de bivalves estão ligados diretamente a diversos setores econômicos brasileiros. A produção, exploração e combate as espécies de mexilhões invasores estão extremamente relacionados com o aprofundamento de estudos de cada espécie desta família, utilizando novas ferramentas de modo integrado na taxonomia, sistemática e biologia desses organismos, assim como em suporte a gestão das diferentes vocações e impactos dos mexilhões em águas brasileiras.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo apoio de pesquisa com bolsas de estudo para ALFJ. Agradecemos os suportes financeiros e acesso a infraestrutura das Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

## REFERÊNCIAS

ABSHER, T. M.; FERREIRA JR, A. L.; CHRISTO, S. W. **Conchas de moluscos marinhos do Paraná [livro eletrônico]: bivalves e gastrópodes 2.ed.** - São Bernardo do Campo: SC; Curitiba, PR: Museu de Ciências Naturais. 28p. 2020.

ABSHER, T. M.; FERREIRA JR, A. L.; CHRISTO, S. W.; MAGALHÃES, A. R. M. **CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVES: OSTREICULTURA E MITILICULTURA NO BRASIL.** In: Tópicos em Malacologia - Ecos do EBRAM. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Malacologia. *prelo*

ARAÚJO, A.R.R.; SILVA, F.D.; SANTANA, R.F.; LOPES, F.C. **Gestão da pesca de *Mytella charruana* (D' Orbigny, 1846) no litoral do estado de Sergipe: indicadores de sustentabilidade.** Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v. 4, p. 56-70, 2009.

AYROZA, D.M.M.R.; CARMO, C.F.; CAMARGO, A.F.M.; OLIVEIRA, M.D.; PETESSE, M.L. **Net cages enhance golden mussel (*Limnoperna fortunei*) larval density and condition factor.** Freshwater Biology, 64(9):1593-1602. 2019.

AZEVEDO-SANTOS, V. M. D.; RIGOLIN-SÁ, O.; PELICICE, F. M. **Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir.** Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(4), 915-919. 2011.

BARBOSA, N. P.; SILVA, F. A.; DE OLIVEIRA, M. D.; DOS SANTOS NETO, M. A.; DE CARVALHO, M. D.; CARDOSO, A. V. ***Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae): first record in the São Francisco River basin, Brazil.** *Check List*, 12(1), 1846; 1-6. 2016.

BELZ, C. E.; SIMONE, L. R. L.; SILVEIRA JÚNIOR, N.; BAGGIO, R. A.; GERNET, M. D. V.; BIRCKOLZ, C. J. **First record of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia, Mytilidae) in Brazil.** *Papéis Avulsos de Zoologia*, 60. 2020.

BENSON, D. A.; KARSCH-MIZRACHI, I.; LIPMAN, D. J.; OSTELL, J.; RAPP, B. A.; WHEELER, D. L. **GenBank.** *Nucleic Acids Research* 28(1): 15-18. 2000.

BORTHAGARAY, A.I.; CARRANZA, A. **Mussels as ecosystem engineers: their contribution to species richness in a rocky littoral community.** *Acta Oecol.*, 31, 243–250. 2007.

BURNS, J. H.; WINN, A. A. **A comparison of plastic responses to competition by invasive and non-invasive congeners in the Commelinaceae.** *Biological Invasions*, 8(4): 797-807. 2006.

CALAZANS, S. H. C. Investigating the origins of invasive perna and mytella mussels: where do these Mytilidae come from? **Teses de Doutorado do Programade Pós-Graduação de Dinâmica dos Oceanos e da Terra – DOT da Universidade Federal Fluminense – UFF**, 83p. 2017.

CARLTON, J. T. **Marine Bioinvasions: The alteration of marine ecosystems by non-indigenous species.** *Oceanography*, 9, 36-43. 1996a



- CARLTON, J. T. **Biological invasions and cryptogenic species.** *Ecology*, 77(6): 1653-1655. 1996b.
- CHRISTO, S. W.; FERREIRA-JUNIOR, A. L.; ABSHER, T. M. **Aspectos reprodutivos de mexilhões (Bivalvia, Mollusca) no complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, Brasil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, 42(4): 936-949. 2016.
- COMESAÑA, A. S.; TORO, J. E.; INNES, D. J.; THOMPSON, R. J. **A molecular approach to the ecology of a mussel (*Mytilus edulis*-*M. trossulus*) hybrid zone on the east coast of Newfoundland, Canada.** *Marine Biology*, 133(2): 213-221. 1999.
- CUNHA, R. L.; NICASTRO, K. R.; COSTA, J.; MCQUAID, C. D.; SERRÃO E. A.; ZARDI, G. I. **Wider sampling reveals a non-sister relationship for geographically contiguous lineages of a marine mussel.** *Ecology and Evolution*. 4: 2070–2081. 2014.
- DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, C. Ecosystem engineering impact of *Limnoperna fortunei* in South America. *Zoological science*, 28(1): 1-7. 2011.
- DÍAZ-PUENTE, B.; PITA, A.; URIBE, J.; CUÉLLAR-PINZÓN, J.; GUIÑEZ, R.; PRESA, P. **A biogeography-based management for *Mytilus chilensis*: The genetic hodgepodge of Los Lagos versus the pristine hybrid zone of the Magellanic ecotone.** *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30(3): 412-425. 2020.
- DIEDERICH, S. **High survival and growth rates of introduced Pacific oysters may cause restrictions on habitat use by native mussels in the Wadden Sea.** *J. of Exp. Marine Biology and Ecology*, 328, 211-227. 2006.
- DISTEL, D. L.; BACO, A. R.; CHUANG, E.; MORRILL, W.; CAVANAUGH, C.; SMITH, C. R. **Do mussels take wooden steps to deep-sea vents?** *Nature*, 403, 725–726. 2002.
- DOHERTY, S. D.; BROPHY, D.; GOSLING, E. **Synchronous reproduction may facilitate introgression in a hybrid mussel (*Mytilus*) population.** *J. of Exp. Marine Biology and Ecology*, 378(1-2): 1-7. 2009.
- EPAGRI. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina-2015-2016.** 2016.
- FAO (Food and Agriculture Organization). *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/species/3529/en>. Acessado em: 16/11/2019.
- FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C.R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (eds.) **Aqüicultura-experiências brasileiras.** *Multitarefa, Florianópolis*. 2004.
- GERNET, M. V.; BIRCKOLZ, C. J. **Fauna malacológica em dois sambaquis do litoral do Estado do Paraná, Brasil.** *Biotemas*, 24(3):39-49. 2011.
- GIGLIO, M. L.; DREHER MANSUR, M. C.; DAMBORENEA, C.; PENCHASZADEH, P. E.; DARRIGRAN, G. **Reproductive pattern of the aggressive invader *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae) in South America.** *Invertebrate Reproduction & Development*, 60(3): 175-184. 2016.
- HICKS, D. W.; J. W. TUNNELL JR. **Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna* (Linne, 1758), in the Gulf of Mexico.** *American Malacological Bulletin*. 11: 203–206. 1995.
- HICKS, D.; MCMAHON, R. **Temperature acclimation of upper and lower thermal limits and freeze resistance in the nonindigenous brown mussel, *Perna perna* (L.), from the Gulf of Mexico.** *Marine Biology*. 140(6): 1167-1179. 2002.

- HOLLAND, B. S., **Invasion without a bottleneck: microsatellite variation in natural and invasive populations of the brown mussel *Perna perna* (L).** Marine Biotechnology, 3: 407–415. 2001.
- IAP (Instituto Ambiental do Paraná). **2009 Portaria N° 059, de 15 de Abril de 2015. Brazil.** 2015. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/Files/Lista\\_invasoras\\_PR\\_corrigida\\_set\\_2015.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/Files/Lista_invasoras_PR_corrigida_set_2015.pdf). Acessado em: 10/05/2019.
- IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/especies-exoticas-invasoras/mexilhao-dourado>. Acessado em: 10/08/2020.
- INNES, J.D.; BATES, J.A. **Morphological variation of *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus* in eastern Newfoundland.** Marine Biology, 133(4): 691-699. 1999.
- KRASSOI, F. R.; BROWN, K. R.; BISHOP, M. J.; KELAHER, B. P.; SUMMERHAYES, S. **Condition specific competition allows coexistence of competitively superior exotic oysters with native oysters.** Journal of Animal Ecology, 77(1): 5-15. 2008.
- LEE, H.G. **Immigrant mussel settles in Northside generator.** Shell-O-Gram (Jacksonville Shell Club), 28,7–9. 1987.
- LIM, J. Y.; TAY, T. S.; LIM, C. S.; LEE, S. S. C.; TEO, S. M.; TAN, K. S. ***Mytella strigata* (Bivalvia: Mytilidae): an alien mussel recently introduced to Singapore and spreading rapidly.** Molluscan Research. 38(3): 170-186. 2018.
- MANSUR, M. C. D.; RICHINITTI, L. M. Z.; SANTOS, C. D. ***Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na bacia do Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil.** Biociências, 7(2):147-149. 1999.
- MANSUR, M. C. D.; DOS SANTOS, C. P.; DARRIGRAN, G.; HEYDRICH, I.; CALLIL, C. T.; CARDOSO, F. R. **Quali-quantitative first data of golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker), in Jacuí Delta, Guaíba Lake and Patos Lagoon and some invasion aspects.** Revista Brasileira de Zoologia. 20(1): 75-84. 2003.
- MCKINDSEY, C. W.; LANDRY, T.; O'BEIRN, F. X.; DAVIES, I. M. **Bivalve aquaculture and exotic species: a review of ecological considerations and management issues.** Journal of Shellfish Research. 26(2): 281-294. 2007.
- MEDIODIA, D.P.; DE LEON, S.M.S.; ANASCO, N.C.; BAYLON, C.C. **Shell morphology and anatomy of the Philippine charru mussel *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842).** Asian Fisheries Science 30, 185–194. 2017.
- MELO, C. M.; SILVA, F. C.; GOMES, C. H. A.; SOLÉ-CAVA, A. M.; LAZOSKI, C. (2010). ***Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil.** Biological Invasions, 12(3): 441-449. 2010.
- MESSANO, L.V.R.; GONÇALVES, J.E.A.; MESSANO, H.F.; CAMPOS, S.H.C.; COUTINHO, R. **First report of the Asian green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758) in Rio de Janeiro, Brazil: a new record for the southern Atlantic Ocean.** BioInvasions Records, 8(3): 653-660. 2019.
- MINEUR, F.; BELSHER, T.; JOHNSON, M. P.; MAGGS, C. A.; VERLAQUE, M. **Experimental assessment of oyster transfers as a vector for macroalgal introductions.** Biological conservation, 137(2), 237-247. 2007.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. MPA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura.** Brasília: MPA, 2013. 60 p. 2011.

- OLIVEIRA, M. J. S.; BEASLEY, C. R.; BARROS, N. G. V.; SOCORRO MARQUES-SILVA, N.; SIMONE, L. R. L.; LIMA, E. S.; TAGLIARO, C. H. **Two African origins of naturalized brown mussel (*Perna perna*) in Brazil: past and present bioinvasions.** *Hydrobiologia*. 794(1): 59-72. 2017.
- PESSOTTO, M. A.; NOGUEIRA, M. G. **More than two decades after the introduction of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) in La Plata Basin.** *Brazilian Journal of Biology*, 78(4): 773-784. 2018.
- PEREIRA, O.M.; HILBERATH, R.C.; ANSARAH, P.R.A.C.; GALVÃO, M.S.N. **Estimativa da produção de *Mytella falcata* e de *M. guyanensis* em bancos naturais do estuário de Ilha Comprida – SP – Brasil.** *Boletim do Instituto de Pesca*. 29, 139-149. 2003.
- PEREIRA, O.M.; GALVÃO, M.S.N.; PIMENTEL, C.M.; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C. **Distribuição dos bancos naturais e estimativa de estoque do gênero *Mytella* no estuário de Cananéia, SP, Brasil.** *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*. 11, 21-29. 2007.
- PIERRI, B.S.; FOSSARI, T.D.; MAGALHÃES, A.R.M. **O mexilhão *Perna perna* no Brasil: nativo ou exótico?** *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 68(2):404-414. 2016.
- POPPE, G.T.; GOTTO, Y. **European Seashells.** Wiesbaden, Verlag Christa Hemmen. 221p. 1993.
- RAJAGOPAL, S. V. P. V.; VENUGOPALAN, V. P.; VAN DER VELDE, G.; JENNER, H. A. **Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story.** *Aquatic Ecology*. 40(3): 273-297. 2006.
- RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P.D.N. **BOLD: The Barcode of Life Data System ([www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)).** *Molecular Ecology Notes*. 7(3): 355-364. 2007.
- RICE, M. A.; RAWSON, P. D.; SALINAS, A. D.; ROSARIO, W. R. **Identification and salinity tolerance of the western hemisphere mussel *Mytella charruana* (d'Orbigny, 1842) in the Philippines.** *Journal of Shellfish Research* 35, 865–873. 2016.
- RIOS, E. D. C. **Compendium of Brazilian sea shells.** Editora Evangraf. 668p. 2009.
- RIUS, M.; MCQUAID, C. D. **Wave action and competitive interaction between the invasive mussel *Mytilus galloprovincialis* and the indigenous *Perna perna* in South Africa.** *Marine Biology*. 150(1): 69-78. 2006.
- RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C. **Política Pública Portuária e ajuste fiscal de 2015 no Brasil.** *Revista ESPACIO* 36,22. 2015.
- SEED, R.; RICHARDSON, C.; SMITH, K. **Marine mussels, their evolutionary success, ecological significance and use as chronometers of environmental change.** *In: HARPER, E.M., TAYLOR, J.D., CRAME, J.A. (Eds.), The evolutionary biology of the Bivalvia, Geological Society, London, Special Publications, pp. 465–478. 2000.*
- SEEBENS, H.; GASTNER, M. T.; BLASIUS, B.; COURCHAMP, F. **The risk of marine bioinvasion caused by global shipping.** *Ecology letters*. 16(6): 782-790. 2013.
- SILVA, J.S.V.; FERNANDES, F.C.; SOUZA, R.C.C.L.; LARSEN, K.T.S.; DANELON, O.M. **Água de Lastro e Bioinvasão.** *In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L. (eds.). Água de Lastro e Bioinvasão. Interciência, Rio de Janeiro, RJ. 2004. 33-38.*
- SOUZA, R.C.C.L. de; FERNANDES, F.C.; SILVA, E.P. **A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the Brazilian coast.** *Rev. Mus. Arqueol. Etnol.*, 13, 3-24. 2003.

- ŚMIETANKA, B.; ZBAWICKA, M.; WOŁOWICZ, M.; WENNE, R. **Mitochondrial DNA lineages in the European populations of mussels (*Mytilus* spp.)**. *Marine Biology*. 146(1): 79-92. 2004.
- STENYAKINA, A.; WALTERS, L. J.; HOFFMAN, E. A.; CALESTANI, C. **Food availability and sex reversal in *Mytella charruana*, an introduced bivalve in the southeastern United States**. *Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research*. 77(3): 222-230. 2010.
- TROVANT, B.; BASSO, N. G.; ORENSANZ, J. M.; LESSA, E. P.; DINCAO, F.; RUZZANTE, D. E. **Scorched mussels (*Brachidontes* spp., Bivalvia: Mytilidae) from the tropical and warm temperate southwestern Atlantic: the role of the Amazon River in their speciation**. *Ecology and evolution*. 6(6): 1778-1798. 2016.
- TAMANO, L.T.O.; ARAUJO, D.M.; LIMA, B.B.C.; SILVA, F.N.F.; SILVA, J. **Socioeconomia e saúde dos pescadores de *Mytella falcata* da Lagoa Mundaú, Maceió-AL**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*. 10, 699-710. 2015.
- TAMANO, L. T. O.; DE LIMA, B. B. C.; DA SILVA, J.; DE MAGALHÃES ARAUJO, D. **Fishing, processing, commercialization and a propose to fishery waste reuse of sururu *Mytella falcata* in the Mundaú lagoon, Maceió-AL, Brazil**. *Caminhos de Geografia*. 21(76): 306-320. 2020.
- VALLEJO JR, B.; CONEJAR-ESPEDIDO J.; MANUBAG L.; ARTIAGA K. C.; DAMATAC I. I.; AMOR M.; IMPERIAL I. C.; ITONG T. A.; FONTANILLA I. K.; CAO, E. P. **First record of the Charru mussel *Mytella charruana* d'Orbigny, 1846 (Bivalvia: Mytilidae) from Manila Bay, Luzon, Philippines**. *BiolInvasions Records*. 6(1): 49-55. 2017.
- WANG, Z. R. **Fauna Sinica: Phylum Mollusca, Order Mytiloida**. Science Press, Beijing (in Chinese). 1997.

## PARÁSITOS ZONÓTICOS DE INTERÉS EN SALUD PÚBLICA EN MYTILUS EDULIS PLATENSIS DE LA COSTA DEL GOLFO SAN JORGE, PATAGONIA ARGENTINA

Data de submissão: 03/08/2020

Data de aceite: 23/10/2020

### **Claudia Beatriz Torrencillas**

Cátedras Parasitología Clínica - Salud Pública - Dto. Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

### **María Angélica Fajardo**

Cátedras Bromatología y Nutrición - Salud Pública - Dto. Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

### **Betiana Romina Garrido**

Cátedras Bromatología y Nutrición - Dto. Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

### **Marco Julio Sánchez**

Cátedra Salud Pública - Dto. Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

### **Ivana Leticia Mellado**

Cátedra Parasitología Clínica - Dto. Bioquímica - Facultad de Ciencias Naturales y de la Salud - Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco - Comodoro Rivadavia - Chubut - Argentina

### **María Alejandra Córdoba**

CUDEMyP - Centro Universidad Nacional de La Plata - CIC - La Plata - Buenos Aires - Argentina

### **Aleixandre Isabel Gorriz**

Universidad CEU Cardenal Herrera/Cardenal Herrera CEU University, Facultad de Ciencias de la Salud. Castellón, España

### **Thevenet Paula Sánchez**

Universidad CEU Cardenal Herrera/Cardenal Herrera CEU University, Facultad de Ciencias de la Salud. España

## PARASITOS ZONÓTICOS DE INTERESSE EM SAÚDE PÚBLICA EM MYTILUS EDULIS PLATENSIS DA COSTA DO GOLFO DE SAN JORGE, PATAGONIA, ARGENTINA

### **1 . RESUMEN:**

En las costas patagónicas, habita un grupo de bivalvos -mitílicos- *Mytilus edulis platensis*, que reciben el nombre de “mejillones azules”. Estos actúan como bioindicadores, útiles para monitorear contaminantes del medio acuático, ya que son filtradores y sésiles. Estos mejillones son utilizados para alimentación.

El objetivo fue estudiar la presencia y frecuencia de aparición de parásitos zoonóticos en moluscos bivalvos (*Mytilus edulis platensis*) en la costa del Golfo San Jorge (Patagonia Argentina) entre los años 2015 y 2018.

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal en la restinga de dos barrios de Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina): Caleta Córdova y Stella Maris; y en la playa Punta Maqueda (Santa Cruz, Argentina), alejada de la actividad antrópica.

Recolectamos 614 mejillones, en forma de *pools*, se procesaron por método parasitológico y hallamos en Barrio Caleta Córdova *Giardia* spp (30%), *Cryptosporidium* spp (4%), furcocercarias de trematodes, y huevos de trematodes morfológicamente compatibles con *Mesostephanus* spp (40%); en Barrio Stella Maris se encontraron *Giardia* spp (30%) y *Cryptosporidium* spp (7%). En Punta Maqueda no se hallaron parásitos. Se confirmó por inmunofluorescencia directa la presencia de *Giardia* spp y *Cryptosporidium* spp en el Barrio Caleta Córdova, en Barrio Stella Maris solo de *Giardia* spp.

Este ha sido el primer reporte de *Cryptosporidium* spp, *Giardia* spp y *Mesostephanus* spp en *M. edulis platensis* en Argentina. La dinámica de transmisión de *Mesostephanus* spp en la región es desconocida. La infectividad de estos parásitos frente a las temperaturas de cocción es incierta. En nuestro país, el Código Alimentario Argentino no regula la presencia de parásitos en moluscos bivalvos.

Es necesario implementar diagnóstico estandarizado de parásitos en mejillones, en la rutina microbiológica de este alimento, a los fines de garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria del mismo y prevenir así las enfermedades parasitarias transmitidas por alimentos en los consumidores.

**PALABRAS CLAVES:** zoonosis - parásitos- mejillones- Patagonia – alimentos

## 2 . INTRODUCCIÓN:

Argentina está ubicada entre los paralelos 22° y 55° de latitud sur y los meridianos 53° y 74° de longitud oeste en el sur de América Latina. Chubut, una de las 23 provincias que conforman al país, está ubicada a 43° 18' S y 65° 06' O y posee una superficie de 224.686 km<sup>2</sup> y una población de 509.108 habitantes (INDEC, 2010). La ciudad de Comodoro Rivadavia se encuentra al sur-este de la provincia (45° 47' S y 67° 08 'O), y abarca la zona central del Golfo San Jorge, es el núcleo urbano con mayor población: 186.583 habitantes. El Golfo San Jorge se extiende desde el cabo Dos Bahías y el cabo Tres Puntas. De toda la franja costera Argentina es el Golfo más pronunciado, la costa es muy irregular, con un régimen macromareal alto, posee accidentes menores y plataformas de abrasión (localmente llamadas restingas) que quedan expuestas en bajamar (Balzi&Muniain, 1992; Sciutto, 1995). Sobre las restingas se desarrollan los moluscos bivalvos mejillones *Mytilus edulis platensis*.

Los mejillones son organismos centinelas de la contaminación costera ya que bioconcentran y bioacumulan solutos del medio que los rodea (Verga, 2020). Estos bivalvos filtran el agua de su hábitat a través de los cilios ubicados en las branquias, localizadas sobre el epitelio del interior de las valvas. Un individuo adulto puede filtrar 100 a 124 l por 24 h (Robertson, 2007). En condiciones favorables puede superar los 10 cm de longitud en su valva y alcanzar 20 años de vida (Sukhotin *et al.*, 2007).

Los mejillones son un alimento hipocalórico y nutritivo, rico en proteínas y con elevado nivel de omega 3, por lo que resulta favorable para prevenir enfermedades cardiovasculares y reducir el colesterol. Además aportan diversas vitaminas y una interesante gama de minerales (como calcio, yodo, hierro, potasio y magnesio) (Fajardo *et al.*, 2016). La ingesta de este alimento, independientemente de sus bondades, de ser recolectado de zonas costeras con intensa actividad humana, podría ser vehículo de micro plásticos, metales pesados, plaguicidas y agentes infecciosos causando patología a los humanos susceptibles (Beyer *et al.*, 2017). Así mismo también provocar intoxicaciones alimentarias por Veneno Paralizante de Moluscos (VPM) debido a Floraciones Alagales Nocivas (FAN) o HABs (*Harmful Algae Blooms*). En este sentido en la región de estudio se ha detectado la presencia de VMP, bacterias coliformes y metales pesados en los mejillones recolectados de las zonas impactadas por la actividad antrópica (Santinelli *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2011; Verga *et al.*, 2020; Knopf *et al.*, 2020).

Existen reportes sobre la presencia de parásitos en moluscos bivalvos tales como *Mytilus galloprovincialis*, *Oestrea edulis*, *Mytilus edulis*, entre otros, que acumulan ooquistes de *Cryptosporidium* spp y quistes de *Giardia* spp en otros lugares del mundo (Oliveira *et al.*, 2016; Ghazzi *et al.*, 2017; Tedde *et al.*, 2019). Existen trabajos previos en Argentina, donde se ha reportado la presencia de parásitos de la familia Gymnophalydae que presentan potencial zoonótico en bivalvos de otras regiones (Vázquez *et al.*, 2018).

Según Pérez (2012) y Verga (2020), los mejillones recolectados en las restingas de los barrios costeros de la ciudad de Comodoro Rivadavia, reflejan que estas se encuentran impactadas por efluentes cloacales, sin embargo, no sucede lo mismo en aquellas playas alejadas de la actividad antrópica y que se encuentran conservadas.

Históricamente los pobladores de las costas patagónicas recolectan e ingieren mejillones en diferentes preparaciones culinarias, habitualmente agregados en la última etapa de la cocción de la receta. Los moluscos contaminados por parásitos pueden ser un vehículo para adquirir las enfermedades parasitarias transmitidas por los alimentos (EPTAs), estas presentan períodos de incubación prolongados pudiendo dejar secuelas crónicas, la mayoría de las EPTAs son de notificación no obligatoria y su importancia es poco reconocida (Torgerson *et al.*, 2011).

Objetivo: estudiar la presencia y frecuencia de aparición de parásitos zoonóticos en moluscos bivalvos (*Mytilus edulis platensis*) en tres sitios costeros del Golfo San Jorge desde 2015 a 2018.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS:

**3-1 Diseño de muestreo:** se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal.

**3-2. Emplazamiento del estudio:** entre los barrios que conforman la ciudad de Comodoro Rivadavia se seleccionó la siguiente región de estudio, de norte a sur (figura 1):

Barrio Caleta Córdova (BCC): este pequeño barrio ( $45^{\circ} 45' S$  y  $67^{\circ} 21' O$ ) es un núcleo urbano distante 18 km de la ciudad mencionada (INDEC, 2010) y reúne las características geográficas necesarias para desarrollar la pesca, maricultura y turismo. La franja costera del barrio está sujeta al impacto de contaminantes de origen cloacal del mismo barrio, no existen plantas de tratamiento de aguas residuales. El barrio está alejado de las zonas de mayor actividad antrópica, sin embargo cuenta con la boya de carga de hidrocarburos de la cuenca norte del Golfo San Jorge.

Barrio Stella Maris (BSM): ubicado al sur de la ciudad ( $45^{\circ} 52' S$  y  $67^{\circ} 28' O$ ), tiene su origen vinculado a la pesca, y posee características ambientales complejas y realidades socioeconómicas contrastantes. Allí, conviven la pesca artesanal, las empresas dedicadas al rubro hidrocarburífero, los frigoríficos y las plantas de procesamiento de pescado.

Punta Maqueda (PM): playa situada a 30 km al sur de Comodoro Rivadavia ( $46^{\circ} S$  y  $67^{\circ} O$ ), en el norte de la provincia de Santa Cruz, está alejada de la actividad antrópica y posee una restinga rocosa con piletas de marea de poca extensión y profundidad. Se consideró como control negativo, teniendo en cuenta estudios microbiológicos y toxicológicos previos (Estevao Belchior *et al.*, 2003; Perez *et al.*, 2017; Verga *et al.*, 2020).

Figura 1. Ubicación geográfica de la región de estudio en Golfo San Jorge (Chubut, Argentina), rojo Barrio Caleta Córdova y verde Barrio Stella Maris





**3-3. Población accesible:** mejillones (*Mytilus edulis platensis*) de la restinga de BCC, BSM y PM.

**Selección de la muestra poblacional:** se muestrearon aquellos mejillones que estuvieran accesibles para los recolectores de a pie cuando la marea está baja y quedan expuestos en el infra litoral marítimo.

**Tamaño de la muestra:** se analizaron 614 individuos recolectados de las restingas de BCC (n: 344), BSM (n: 168) y PM (n: 102) durante el periodo de estudio.

**3-4. Recolección de los bivalvos:** los mejillones se recolectaron manualmente del infralitoral marítimo, seleccionando aquellos con tamaños de valva desde 3,5 cm × 5,5 cm (± 0,5 cm × 0,7 cm) durante cuatro años consecutivos del 2015 al 2018. Se registró la temperatura del agua del mar y el promedio anual fue de 13,5 °C. Se armaron *pools* de 5 a 7 ejemplares en bolsas con cierre hermético, fueron refrigerados en recipientes cerrados y así se transportaron al laboratorio, donde se almacenaron a 4 °C y se procesaron dentro de las 24 h de la recolección.

**3-5. Procesamiento de moluscos bivalvos:** cada pool fue procesado y analizado en forma individual. Cada individuo se abrió asépticamente a nivel de la bisagra con un bisturí estéril sobre una bandeja de fondo negro. Se cortó el músculo aductor para eliminar una de las valvas; se extrajeron contenido intestinal, branquias y el líquido filtrado. Los tejidos se homogeneizaron usando un mezclador manual. Todo el volumen se mezcló completamente mediante agitación vertical y el homogenato obtenido se tamizó a través de una doble capa de gasa (tamaño de poro de 45-150 µm). El filtrado recogido se volvió a suspender en solución salina tamponada con fosfato 0,04 M (PBS, pH 7,2) y acetato de etilo (2:1) para la eliminación de lípidos, se mezcló vigorosamente y se concentró por centrifugación a 1.200 rpm durante 5 minutos. El sedimento obtenido se lavó una vez con PBS y dos veces con agua destilada estéril (Gómez-Couso *et al.*, 2004), por una técnica parasitológica de sedimentación (Del Coco *et al.*, 2008) se procesaron las muestras y se realizaron los extendidos para observación microscópica en fresco con solución fisiológica y con tinción extemporánea de lugol en aumentos de 10X y 40X para búsqueda de quistes de *Giardia* spp hasta observar la totalidad de la muestra (Hooshyar *et al.*, 2018; Gozzhi *et al.*, 2017; Betancourt, 2008; Gómez-Couso *et al.*, 2005).

Se utilizó coloración de *Kinyoun* para la determinación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp.

Se consideró para aumentar la sensibilidad de la técnica observar volúmenes mayores de muestra de cada pool como así también la cantidad de microscopistas que han corroborado cada resultado, debido a que con el análisis de una sola muestra se puede alcanzar al diagnóstico entre el 50% a 75% de los casos, al 90% con dos y al 97% con tres muestras (Hooshyar *et al.*, 2019).

**3-6. Confirmación de la presencia de *G. duodenalis* en muestras positivas a la microscopía óptica:** la determinación de quistes de *Giardia* spp se realizó

mediante el kit de IFD MERIFLUOR® *Cryptosporidium*/*Giardia* (Meridian Bioscience, Inc.). Solamente las muestras positivas a la microscopía óptica fueron confirmadas por inmunofluorescencia directa (IFD).

**3-7. Análisis estadístico:** la frecuencia fue calculada como el número de individuos positivos para parásitos sobre el total de individuos de la población estudiada, expresado como porcentaje.

**3-8. Bioseguridad:** en todas las instancias del proyecto se trabajó aplicando las medidas de bioseguridad adecuadas para el manejo de muestras potencialmente contaminadas, utilizando equipo relativo a un nivel II de bioseguridad.

#### 4 . RESULTADOS:

En los *pools* de muestras de moluscos bivalvos de *Mytilus edulis platensis* se hallaron los parásitos que muestran las siguientes tablas (Tabla 1, 2).

Tabla 1. Parásitos hallados en los *pools* de *Mytilus edulis platensis* recolectados en el Barrio Caleta Córdova, según año (n: 344)

Año	N° de pools (n)	N° de <i>Giardia</i> spp	N° de <i>Cryptosporidium</i> spp	N° de <i>Mesostephanus</i> spp
2015	12	1/12	0/12	2/12
2016	13	5/13	1/13	4/1
2017	13	3/13	0/13	8/13
2018	15	7/15	1/15	7/15
Totales	53	16/53	2/53	21/53

Tabla 2. Parásitos hallados en los pools de *Mytilus edulis platensis* recolectados en el Barrio Stella Maris en el año 2018 (n: 168)

Año	N° de Pools (n)	N° de <i>Giardia</i> spp	N° de <i>Cryptosporidium</i> spp
2018	27	8/27	2/27

En los 102 mejillones recolectados en la restinga de la playa seleccionada como control negativo (Punta Maqueda, Santa Cruz), no se observaron formas parasitarias.

**Confirmación de quistes de *Giardia* spp por IFD:** seis *pools* (3 de BSM y 3 BCC) de mejillones positivos para *Giardia* por microscopía óptica se analizaron por la técnica de IFD, confirmando la presencia de *Giardia* spp en 6/6 (100%) y *Cryptosporidium* spp en 3/6 (50%) de las muestras testeadas.

## 5 . DISCUSIÓN:

El ambiente marino urbano está expuesto a contaminantes, *Mytilus edulis platensis* es un organismo centinela de la contaminación acuática, y así nos permite conocer aspectos de la calidad del agua de mar donde habitan.

El presente estudio evidenció que los mejillones recolectados en BCC y BSM durante el período de estudio presentaban contaminación por parásitos. El protozooario más importante en la casuística de patología gastrointestinal, como lo es *Giardia* spp, se encontró en un 30%. Este parásito se ha reportado en mariscos de países asiáticos, europeos y norteamericanos (Robertson, 2007; Gómez-Couso & Ares-Mazás, 2012; Oliveira *et al.*, 2016; Ghozzi *et al.*, 2017; Ligda, 2019; Tedde *et al.*, 2019) como así también Santos *et al.* (2018) lo han reportado en Brasil. Nuestros resultados son coincidentes con los reportados en otros países y constituyó el primer reporte de *Giardia* spp en *M. edulis* en Argentina (Torrecillas *et al.*, 2019).

Los mejillones proveen alimento y hábitat a otras especies, y como primeros consumidores de la cadena alimentaria pueden actuar como vehículo de los contaminantes presentes en el agua, a otros animales de la cadena alimentaria marina como aves y lobos marinos.

Los mariscos contaminados pueden actuar como fuentes potenciales de transmisión al humano, ya que a menudo se ingieren poco cocidos, al vapor o incluso crudos (Russeau *et al.*, 2018; Manore *et al.*, 2020; Tedde *et al.*, 2019; Torrecillas *et al.*, 2020-artículo en prensa).

La contaminación de los ambientes acuáticos marinos con quistes de *G. duodenalis* puede ocurrir cuando aguas superficiales, acuíferos contaminados y/o aguas residuales urbanas son descargados, sin tratamiento previo, en las zonas costeras (Géba *et al.*, 2020).

Los reportes de brotes gastrointestinales causados por alimentos contaminados han sido reportados a partir de agentes bacterianos, virales (Ligda *et al.*, 2019) y toxinas asociados a la ingesta de moluscos, y estos representaron el 8% del total informado en la Unión Europea en 2016 (FAO-OMS, 2019). No existe esta información respecto de brotes causados por el consumo de bivalvos contaminados con parásitos; sin embargo sí se han reportado brotes causados por *G. duodenalis* y *Cryptosporidium* spp asociados a alimentos tales como ensaladas de vegetales crudos, jugos, carnes, leche (Robertson & Chalmers, 2013). La escasa o nula información referida a brotes de enfermedades gastrointestinales causados por alimentos asociados con el consumo de moluscos bivalvos puede deberse a que los mejillones no son reconocidos como un alimento potencial transmisor de parásitos, como así también debido a que no son enfermedades reportables y tampoco cuentan con vigilancia epidemiológica (Dorny *et al.*, 2009; Ryan *et al.*, 2018). Estos, en las últimas décadas, están recuperando

atención dado que no solo afectan la salud de las personas, sino también causan graves consecuencias económicas (Trevisan *et al.*, 2019). Entre las posibles causas de la aparición y reaparición de EPTAs se describen la contaminación, el cambio climático y el global (Robertson, 2018). El aumento de la población humana ha llevado a la implementación de nuevos sistemas de producción de alimentos, un mayor comercio mundial, nuevos hábitos y tendencias dietéticas, y un mayor consumo de productos animales crudos o poco cocidos, como pescado, carne y mariscos (Broglia & Kapel, 2011).

Los factores de riesgo de infección por *Giardia* spp y *Cryptosporidium* spp incluyen, además de la ingesta de alimento y agua, la natación en sitios contaminados (Rousseau *et al.*, 2019).

La mayoría de los contaminantes marinos son productos de la industria y de aguas residuales. Estos residuos pueden enfatizar a los potenciales hospedadores de parásitos, reduciendo su capacidad para prevenir la invasión/proliferación, convirtiéndose así en probables transmisores de zoonosis parasitarias para el hombre (Cable *et al.*, 2017). La contaminación por efluentes industriales, en particular hidrocarburos, puede afectar los ciclos biológicos de los parásitos y modificar la forma en que se comportan dentro de un hospedador. La flexibilidad frente a un hospedador permite que un parásito permanezca en otra especie, incluso acortando su ciclo biológico, según la disponibilidad estacional del mismo (Poulin & Cribb, 2002). Esto podría explicar, en cierta medida, la presencia de huevos de *Mesostephanus* spp en el tejido de *Mytilus edulis platensis* en el BCC en un 40% ya que en este barrio se encuentra la monoboya de carga de la terminal de marítima de la producción de hidrocarburos del flanco norte de la cuenca hidrocarburífera del Golfo San Jorge. Este trematodo es zoonótico, se han reportado dos casos humanos en países asiáticos y nuestro equipo de investigación también lo encontró previo a este trabajo en perros en este mismo barrio (Sánchez *et al.*, 2018). Estos trematodes podrían hallarse en el agua que estos bivalvos se encuentran filtrando. Es necesario avanzar en la investigación sobre el rol que *Mytilus edulis platensis* podría tener como hospedador de *Mesostephanus* spp. Los contaminantes también afectan a los parásitos, y en los ecosistemas acuáticos, tanto las etapas infectivas como en sus huéspedes intermediarios pueden ser altamente sensibles a sus efectos (Lafferty, 2014). Los metales pesados pueden inhibir la liberación de cercarias de trematodos de los hospedadores de moluscos, así como perjudicar su comportamiento de natación y longevidad (Poulin & Cribb, 2002). En la costa de Argentina y Uruguay se ha reportado la presencia de parásitos en moluscos de interés comercial, algunos potencialmente zoonóticos, pertenecientes a la familia *Gymnophallidae* (Vázquez *et al.*, 2018). Las furcocercarias de los trematodos encontrados no han sido clasificadas; sin embargo, independientemente de su potencial zoonótico, podrían provocar reacciones alérgicas en humanos que consuman estos alimentos, debido a su carga antigénica.

La ausencia de parásitos en los moluscos recolectados en Punta Maqueda junto a estudios previos reportados en esa área de estudio (Estevao Belchior *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2017; Verga *et al.*, 2020) ponen en valor aquellos sitios de la costa marina Patagónica que no han sido impactados por la actividad humana. Esto debe hacernos reflexionar sobre nuestros modos de vida a los fines de acercarnos a las estrategias definidas por la OMS que se agrupan bajo el concepto de *One Health* -una salud- dentro de las cuales se promueve la unificación de los esfuerzos de la comunidad científica relacionada a la salud y al ambiente, para generar conocimientos que contribuyan a la toma de decisiones que mitiguen los efectos negativos de las zoonosis y mejoren la calidad de vida de la población y los animales. En este sentido somos responsables de la protección de los sitios no contaminados a los fines de que el mar pueda seguir siendo una fuente de alimentos, escasamente dimensionada en la actualidad; y así también trabajar en post de políticas públicas que nos permitan remediar aquellos lugares impactados y que actualmente deberían estar en desuso y prohibidos para la población humana y animal.

Los múltiples componentes del cambio climático, incluida la temperatura, la precipitación, el CO<sub>2</sub> atmosférico, se han estudiado individualmente, pero las interacciones entre estos factores de estrés ambiental y los efectos consiguientes en la transmisión de parásitos son complejas. Estudios recientes sugieren que el cambio climático y el global junto a estresores antropogénicos pueden mejorar la adaptabilidad de los parásitos, haciendo que aquellos relativamente benignos se vuelvan cada vez más patógenos. Es probable que los parásitos desempeñen un papel crítico frente al cambio global, aumentando su resistencia y modificando sus ciclos de vida. Cuanto más compleja sea la forma de vida de un parásito, mayor margen de adaptación al medio presentan (Fortunato, 2015; Scarponi *et al.*, 2017; Beyer *et al.*, 2017)

Por lo tanto, existe una considerable incertidumbre acerca de cómo la variación y el cambio del clima futuro afectarán la dinámica de las parasitosis (Rohr *et al.*, 2011). Los factores estresantes múltiples pueden afectar los rasgos variados de la historia de la vida, lo que podría influir tanto en el parásito como en la condición física del hospedero.

Las temperaturas cálidas pueden prolongar el periodo infectivo de los quistes y facilitar la transmisión a través de reservorios y vectores o mediante una mayor interacción patógeno- hospedador. Asimismo, se predice que el aumento global esperado respecto de la temperatura y las precipitaciones para los próximos años, favorecerá la infección parasitaria debido a un mayor contacto del parásito con la población y una rápida dispersión hacia poblaciones no expuestas previamente (Fortunato, 2015). Este aumento de la temperatura podrá favorecer también la infección por otros patógenos que presentan el mismo modo de transmisión y que usualmente

se diagnostican junto con la giardiosis, como es el caso de *Cryptosporidium* spp que ha sido asociado positivamente a la temperatura (Lal *et al.*, 2013).

La infectividad de *Giardia* spp frente a diferentes temperaturas de cocción y/o conservación aún es incierta, y los métodos de detección tienen limitaciones al analizar las matrices de alimentos. En Argentina, el Código Alimentario Argentino (CAA) en sus artículos 275 y 276, tercera edición del capítulo VI, de alimentos cárneos y afines, no regula la presencia de parásitos, en particular.

La insuficiente cocción doméstica y las malas prácticas de manufactura podrían dar lugar a EPTAs en ausencia de controles bromatológicos legislados efectivos. Siendo que los mejillones son organismos centinela de la contaminación marina es necesario implementar diagnóstico de parásitos en mejillones, en la rutina microbiológica de este alimento, a los fines de garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria del mismo y prevenir así las EPTAs.

## REFERÊNCIAS

Balzi, P. & Muniain, C. 1992. Colonización de sustratos mesolitorales en la zona de Comodoro Rivadavia, Seminario de Licenciatura (inédito)107 pp

Beyer, J., Green, N.W., Brooks, S., Allan, I.J., Ruus, A., Gomes, Tâ., Bråte, I.L.N., Schøyen, M., Blue mussels (*Mytilus edulis* spp.) as sentinel organisms in coastal pollution monitoring: A review, *Marine Environmental Research* (2017), doi: 10.1016/j.marenvres.2017.07.024.

Betancourt W, Querales L. Parásitos protozoarios entéricos en ambientes acuáticos: métodos de concentración y detección. *Interciencia*. 2008; 33(6):1-14.

Brogliá, A, Kapel, C. Changing dietary habits in a changing world: emerging drivers for the transmission of foodborne parasitic zoonoses. *Vet. Parasitol.* 2011;182 (1), 2-13. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.011>.

Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo VI: Alimentos Carneos y Afines. ANMAT. [Internet]; 1969 28 Jul [actualizada en Octubre 2019, citada en Julio 2020]. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/capitulo\\_vi\\_carneos\\_actualiz\\_2007-08.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/codigoa/capitulo_vi_carneos_actualiz_2007-08.pdf)

Cable J et al. 2017 Global change, parasite transmission and disease control: lessons from ecology. *Phil. Trans. R. Soc. B* 372: 20160088 .

Del Coco V, Córdoba M, Basualdo J. Comparación de tres técnicas de concentración de heces para recuperar ooquistes de *Cryptosporidium*. *Acta Bioquim Clin Latinoam*. 2008; 42:333-337.

Dorny, P., Praet, N., Deckers, N., Gabriel, S., 2009. Emerging food-borne parasites. *Vet. Parasitol.* 163, 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.05.026>.

Estevao Belchior S, Gallardo A, Risso, S, Fajardo M A. Evaluación microbiológica del alga comestible *Porphyra columbina*, Montagne, de la costa patagónica Argentina. *Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (FABICB)* 2003; 7: 55-64.

Fajardo María A, Pérez Adriana A, Strobl Analia M, Garrido Claudia, Garrido Betiana, Alassia Fiorela, Camarda Silvina, Pérez Laura, Farías Silvia. 2016. Contribución nutricional de minerales esenciales de *Mytilus edulis platensis* (mejillón) del Golfo San Jorge, Chubut. *DIAETA* Julio ; 34(155):7-14. ISSN 0328-1310

FAO & WHO, 2019. Joint FAO/WHO Expert Meeting in collaboration with OIE on Foodborne Antimicrobial Resistance: Role of the Environment, Crops and Biocides-Meeting report. Microbiological Risk Assessment Series no. 34. Rome.

Fortunato H. Mollusks: Tools in environmental and climate research. *Amer. Malac. Bull.* 2015;33(2):1-15.

Géba E, Aubert D, Durand L, Escotte S, La Carbona S, Cazeaux C, Bonnard I, Bastien F, Palos Ladeiro M, Dubey J, Villena I, Geffard A, Bigot-Clivot A. Use of the bivalve *Dreissena polymorpha* as a biomonitoring tool to reflect the protozoan load in freshwater bodies. *Water Res.* 2020; 170:115-297. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115297>

Ghozzi K, Marangi M, Papini R, Lahmar I, Challouf R, Houas R, Dhiab R, Normanno G, Babba H, Giangaspero A. First report of Tunisian coastal water contamination by protozoan parasites using mollusk bivalves as biological indicators. *Mar Pol Bull.* 2017;117:197-202. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.057>

Gómez-Couso, H, Ares-Mazás, E. *Giardia duodenalis* Part 2: contamination of bivalve molluscs. In: Robertson LJ, Smith HV (eds) *Foodborne protozoan parasites*. New York: Nova Science Publishers, Inc; 2012.p. 133-150.

Gómez-Couso H, Méndez-Hermida F, Castro-Hermida J, Ares-Mazás E. *Giardia* in shellfish-farming areas: Detection in mussels, river water and waste waters. *Vet Parasitol.* 2005; 133(1):13-18. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.04.043>

Hooshyar H, Rostamkhani P, Arbabi M, Delavari M. *Giardia lamblia* infection: review of current diagnostic strategies. *Gastroenterol Hepatol Bed Bench* 2019;12(1):3-12)

Ministerio de Economía de la Nación Argentina, Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. Buenos Aires: INDEC; 2010. Disponible en: <http://www.indec.gov.ar> Acceso el 6 de diciembre de 2016

Lal A, Baker MG, Hales S, French NP. 2013. Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in Parasitology*; 29(2):83-90. doi:10.1016/j.pt.2012.10.005.

Lafferty KD, Harvell CD. The role of infectious disease in marine communities. In *Marine community ecology and conservation* (eds MD Bertness, J Bruno, BR Silliman, JJ Stachowicz), Sunderland, MA: Sinauer Associates. Lebbad; 2014.p.85-108.

Ligda, P, Claerebout, E, Robertson, L J, Sotiraki, S, Protocol standardization for the detection of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Int. J. Food Microbiology*.2019; 298, 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro>

Manore, A J, Harper, S L, Sargeant, J. M., Weese, J S, Cunsolo, A, Bunce, A, Shirley J, Sudlovenick, E, Shapiro, K., 2020. *Cryptosporidium* and *Giardia* in locally harvested clams in Iqaluit, Nunavut. *Zoonoses Public Health*. <https://doi.org/10.1111/zph.12693>

INDEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. Ministerio de Economía de la Nación Argentina, Instituto Nacional de Estadística y Censos. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010. Buenos Aires. Disponible en: <http://www.indec.gov.ar> Acceso el 6 de diciembre de 2016

Oliveira G, Couto M, Lima M, Bomfim C, Oliveira M. Mussels (*Perna perna*) as bioindicator of environmental contamination by *Cryptosporidium* species with zoonotic potential. *Int J Parasitol Parasites Wildlife*. 2016;5(1):28-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2016.01.004>

- Pérez AA, Fajardo MA, Farías SS, Pérez LB, Strobl A, Roses O. 2011. Human dietary exposure to lead and cadmium via the consumption of mussels and seaweeds from San Jorge Gulf, Patagonia Argentina. *Int J Environ Health*. 5(3):163-184
- Pérez A, Fajardo M A, Roses O. 2012. Elementos esenciales y potencialmente tóxicos en organismos marinos” Implicancias legislativas y nutricionales por el consumo de algas y bivalvos del Golfo San Jorge (Argentina). Ed. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Alemania. Número 6326. pp192. ISBN 978-3-8473-5703-2.
- Poulin R, Cribb T. Trematode life cycles: short is sweet? *Trends in Parasitology*. 2002; 18(4):176-183.
- Robertson, L.J., Chalmers, R.M., 2013. Foodborne cryptosporidiosis: is there really more in Nordic countries? *Trends Parasitol*. 29, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.10.003>.
- Robertson, L.J., 2007. The potential for marine bivalve shellfish to act as transmission vehicles for outbreaks of protozoan infections in humans: a review. *Int. J. Food Microbiol*. 120, 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.058>
- Robertson, L.J. Parasites in food: From a neglected position to an emerging issue. *Adv Food Nutr. Res*. 2018;86, 71-113. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.04.003>
- Rousseau A, La Carbona S, Dumètre A, Robertson L, Gargala G, Escotte-Binet S, Favennec L, Villena I, Gérard C, Aubert D. Assessing viability and infectivity of foodborne and waterborne stages (cysts/oocysts) of *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium* spp, and *Toxoplasma gondii*: a review of methods. *Parasite*. 2018; 25:14. <https://doi.org/10.1051/parasite/2018009>. Epub 2018 Mar 19
- Rohr J, Palmer, B. Climate Change, Multiple Stressors, and the Decline of Ectotherms. *Conservation Biology*. 2013;27:741-751. doi:10.1111/cobi.12086
- Ryan, U, Hijjawi, N, Feng, Y, Xiao, L. *Giardia*: an under-reported foodborne parasite. *Int. J. Parasitol*. 2019; 49 (1), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2018.07.003>
- Santinelli, N., V. Sastre y J.L. Esteves. 2002. Episodios de algas nocivas en la Patagonia Argentina. En: Sar, E.A., M.E. Ferrario y B. Reguera (eds.), *Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano*, Instituto Español de Oceanografía. 8: 197-208.
- Santos, A.L., de Oliveira, L.T.F., Souza, A.L.A., Hauser-Davis, R.A., De Simone, S.G., 2018. *Cryptosporidium* spp. contamination in *Perna perna* mussels destined for human consumption in Southeastern Rio de Janeiro, Brazil. *Bull. Environ. Contam. Toxicol*. 100, 240–244. <https://doi.org/10.1007/s00128-017-2223-2>
- Scarponi D, Azzarone M, Kowalewski M, Warren Huntley J. Surges in Trematode Prevalence Linked to Centennial-Scale Flooding Events in the Adriatic. *Sci Rep*. 2017;7(1):5732. doi: 10.1038/s41598-017-05979-6.
- Sciuto Jc. Origen y migración de los hidrocarburos en la cuenca del Golfo San Jorge, Argentina. *Naturalia Patagonica. Ciencias de la tierra*. 1995; (3): 1-23.
- Sukhotin A, Strelkov P, Maximovich N, Hummel H. Growth and longevity of *Mytilus edulis* (L.) from northeast Europe. *Marine Biology Research*, 3:3, 155 - 167 To link to this article: DOI:10.1080/17451000701364869 URL: <http://dx.doi.org/10.1080/17451000701364869>
- Tedde T, Marangi M, Papini R, Salza S, Normanno G, Virgilio S, Giangaspero A. *Toxoplasma gondii* and other zoonotic protozoans in Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and blue mussel (*Mytilus edulis*): A food safety concern? *J Food Protection*. 2019; 82(3):535-542. <https://doi.org/10.4315/0362028X.JFP-18-157>



Torgerson PR & Macpherson CNL. The socioeconomic burden of parasitic zoonoses: Global trends. *Vet Parasitol.* 2011;182(1):79-95.

Torrecillas C; Fajardo M; Sánchez M; Mellado I; Garrido B; Córdoba M; Lledó Oregnga P; Sánchez Thevenet P. Parásitos zoonóticos en mejillones para consumo humano en el Golfo San Jorge, Patagonia Argentina. Congreso. XVIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar (COLACMAR). : Mar del Plata. 2019 - Asociación Latinoamericana de la Investigadores en Ciencia del Mar-ALICMAR.

Trevisan, C, Torgerson, P R, Robertson, L J. Foodborne parasites in Europe: Present status and future trends. *Trends Parasitol.* 2019;35(9):695-703. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2019.07.002>

Vázquez N, Aranguren R, Dungan CF, Cremonte F. Parasites in two coexisting bivalves of the Patagonia coast, southwestern Atlantic Ocean: The Puelche oyster (*Ostrea puelchana*) and false oyster (*Pododesmus rudis*). *J Invertebr Pathol.* 2018;158:6-15. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.08.011>

Verga R, Tolosano J, Cazzanigad N, Gil D. Assessment of seawater quality and bacteriological pollution of rocky shores in the central coast of San Jorge Gulf (Patagonia, Argentina) *Marine pollution bulletin* 150 (2020) 110749 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110749>

## OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS A PARTIR DE DESECHOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA

Data de submissão: 07/08/2020

Data de aceite: 23/10/2020

### Nair de Los Ángeles Pereira

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).  
<https://orcid.org/0000-0002-7341-5333>

### María Florencia Fangio

Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).  
<https://orcid.org/0000-0001-5860-6513>

### Yamila Eliana Rodríguez

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).  
<https://orcid.org/0000-0002-4596-3586>

### María Delfina Garbari

Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Mar del Plata, (INTI).

### Analia Verónica Fernández-Gimenez

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).  
<https://orcid.org/0000-0001-9232-4560>

**RESUMEN:** En este trabajo se obtuvieron hidrolizados proteicos de anchoíta *Engraulis anchoita*; utilizando enzimas recuperadas de desechos (cabezas y vísceras) de las siguientes especies pesqueras: el langostino *Pleoticus muelleri*, la merluza *Merluccius hubbsi* y la anchoíta *E. anchoita*. Para esto, se utilizaron las enzimas recuperadas al 1% (p/v) y se comparó su acción así como la calidad de los hidrolizados proteicos obtenidos, con dos elaborados con enzimas comerciales Alcalase 2.4 L-FG® y Neutrase 0.8L®. Con respecto al grado de hidrólisis alcanzado por los hidrolizados proteicos, los elaborados con enzimas recuperadas de la industria pesquera resultaron igualar y superar a los conseguidos con enzimas comerciales. También se analizó la capacidad de cada hidrolizado proteico de barrer el radical libre DPPH (EB), resultando todos los hidrolizados efectivos con valores que llegan al 80% de EB. Estos resultados se relacionan con la cantidad de ácidos grasos n-3 y n-6 encontrados en los mismos, los cuales ayudarían a incrementar el efecto barrador de radicales libre. Asimismo, la concentración proteica de todos los hidrolizados (80%), el bajo contenido de ácidos grasos trans y los contenidos de Nitrógeno Básico Volátil hacen que los mismos puedan ser aptos para

el consumo humano y animal. En conclusión, la aplicación de los resultados de este estudio podrá beneficiar al sector pesquero argentino en cuanto a la valorización integral de las capturas y la utilización y puesta en valor de desechos provenientes del procesado de anchoita, langostino y merluza. Así la industria alimentaria tendrá a disposición nuevas enzimas y fuentes proteicas alternativas utilizables en diferentes procesos tecnológicos.

## 1 . INTRODUCCIÓN

Todas las especies marinas que llegan a las plantas procesadoras son clasificadas por tamaño, para luego, en el caso de los peces, descabezarlos y eviscerarlos, mientras que los crustáceos, son empacados según sus tallas, enteros o sólo sus colas, para su posterior congelado y venta. Este procesamiento genera un enorme volumen de desechos comprendidos por las partes no comestibles (cabezas, vísceras, pieles y exoesqueleto, entre otros), las cuales llegan a alcanzar el 45% del animal (HLEAP-ZAPATA; GUTIERREZ-CASTAÑEDA, 2015)

Estos desechos pesqueros son parcialmente utilizados para elaborar harina de pescado. Sin embargo, una gran parte de los mismos, se arrojan en el basurero municipal a cielo abierto, deteriorándose rápidamente y provocando un efecto negativo en el ambiente y en la salud de los pobladores (PEREIRA; RODRIGUEZ; GARBARÍ, 2019). Debido a esto, la recuperación de enzimas y proteínas presentes en los residuos de pescado, ha llevado al desarrollo de procesos y tecnologías para la obtención de subproductos de alto valor agregado como lo son los hidrolizados proteicos debido a sus características funcionales y bioactivas (CHALAMAIH et al., 2010).

La hidrólisis de un sustrato proteico puede ser efectuada químicamente mediante ácido o álcali, o también, biológicamente utilizando enzimas (PASUPULETI; HOLMES; DEMAIN, 2010). Sin embargo, los tratamientos con ácido o álcali afectan la calidad nutricional de los péptidos resultantes. Por lo tanto, la vía enzimática resulta ser la más ventajosa ya que se genera un producto de mayor valor nutricional y funcionalidad debido a que durante este proceso las condiciones suaves de reacción permiten un mayor control y selectividad (CECOPESCA 2012). Usualmente, la producción de hidrolizados proteicos se realiza utilizando proteasas comerciales; pero debido al costo de estas enzimas varios estudios se enfocan en la extracción de biocatalizadores presentes en cabeza, vísceras y restos de carne generados en las industrias transformadoras pesqueras, valorizando estos residuos marinos (TRINCONE, 2011). De esta manera, se promueve el aprovechamiento de los residuos pesqueros como fuente de enzimas y proteínas para producir hidrolizados proteicos de alto valor biológico, mediante un sencillo procedimiento en el cuál las enzimas proteolíticas digieren las proteínas presentes en los sustratos proteicos a hidrolizar (PEREIRA; RODRIGUEZ; GARBARÍ, 2019).

Con la finalidad de contribuir al uso racional y aprovechamiento integral del langostino *P. muelleri*, la merluza *M. hubbsi* y la anchoíta *E. anchoita*; en este trabajo se elaboraron hidrolizados proteicos de anchoíta, utilizando las enzimas recuperadas de los restos del procesamiento de las tres especies comerciales mencionadas anteriormente, y se comparó su acción y calidad de hidrolizados proteicos obtenidos con dos elaborados mediante el uso de enzimas comerciales Alcalase® y Neutrase®.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima, anchoíta *E. anchoita*, fue molida y homogeneizada en agua destilada (1:1 p/v) e incubadas a 100°C durante 10 minutos con el fin de inactivar las enzimas endógenas por calor. Posteriormente, tres fracciones por tratamiento, fueron llevadas a un baño térmico a 45° C. Una vez que se alcanzó la temperatura de reacción, inmediatamente se le agregó el 1% (p/v) de la enzima correspondiente a cada hidrolizado: extractos enzimáticos de langostino *P. muelleri*, merluza *M. hubbsi*, y anchoíta *E. anchoíta* provistos por el Laboratorio de Fisiología de Organismos Acuáticos y Biotecnología Aplicada (IIMyC-UNMdP y CONICET), y las enzimas comerciales de Alcalase® y Neutrase® (Novozymes).

Para determinar el grado de hidrólisis se utilizó la técnica de BAEK; CADWALLADER, (1995), registrando el progreso del mismo a los minutos: 0, 15, 30, 60, 120 y 180 minutos.

Para medir la actividad antioxidante se utilizó el método SHIMADA et al., (1992), el cual se basa en el efecto “barredor” de los hidrolizados (efecto antioxidante), sobre el radical libre 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH). Para analizar los resultados obtenidos se consideró que a menor valor de absorbancia, mayor es el efecto antioxidante del hidrolizado ante la presencia del radical libre DPPH.

La caracterización química de los hidrolizados consistió en análisis proximal: humedad según AOAC Oficial Method 950.46, cenizas según AOAC Oficial Method 35, 1,14 (938.08), proteína según AOAC Oficial Method 950.25, lípidos totales según FOLCH et al, (1957). El perfil de ácidos grasos fue evaluado por cromatografía gaseosa de sus ésteres metílicos según IRAM 5651:19997. Además se determinó la concentración de nitrógeno básico volátil total (NBV) para evaluar la frescura de los hidrolizados según el Reglamento (UE) n° 2074/2005 de la comisión de la Unión Europea.

El efecto barredor de DPPH y el grado de hidrólisis de los hidrolizados, fueron analizados con ANOVA, luego de verificar los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las diferencias fueron consideradas significativas cuando valor  $P < 0,05$ . Para hacer los contrastes se aplicó el test de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. Para la evaluación proximal de los hidrolizados proteicos

se realizó el promedio y desviación estándar de las réplicas. Por otro lado, se calcula y se analiza el coeficiente de variación porcentual (desviación estándar relativa) respecto a un criterio interno del laboratorio,  $CV\% \leq 3$ . Para saber si había diferencias significativas, se realizó un test de ANOVA comparando cada especie con las enzimas comerciales. Los contrastes se hicieron utilizando el test de comparaciones múltiples de Tukey-Kramer. Todos los análisis se realizaron mediante el software estadístico NCSS.

### 3 . RESULTADOS Y DISCUSIÓN

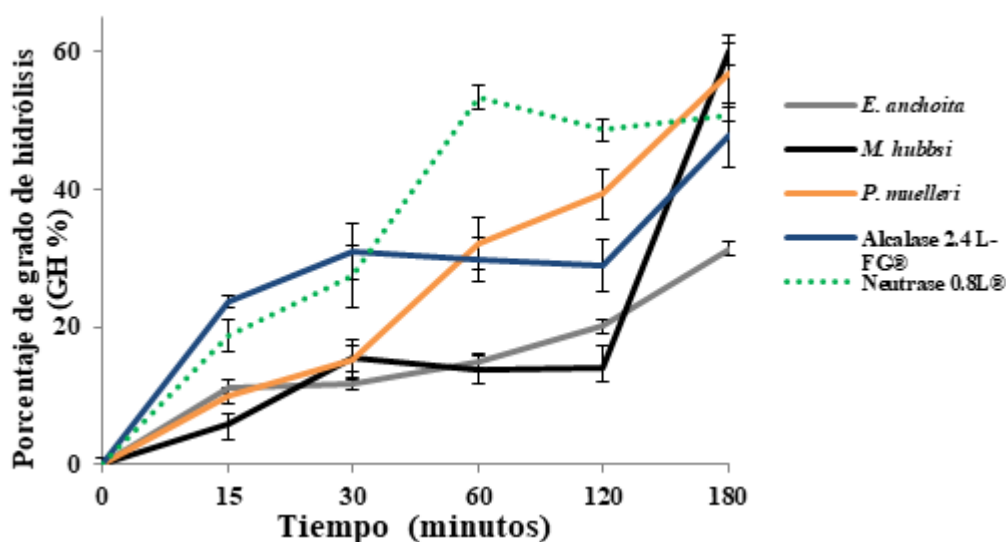
En concordancia con PASUPULETI; HOLMES; DEMAIN, (2010) el proceso de hidrólisis empleado resultó ser muy simple, ya que el sustrato fue agitado y mantenido a la temperatura de reacción (45 °C) durante el tiempo necesario para alcanzar el grado de hidrólisis deseado.

Como se demostró en trabajos previos, el langostino *P. muelleri* es una fuente potencial de serino proteasas, las cuales pueden ser utilizables en aplicaciones biotecnológicas (FERNÁNDEZ GIMENEZ et al., 2001; PEREIRA; FERNÁNDEZ-GIMENEZ, 2017; PEREIRA; RODRIGUEZ; GARBARI, 2019; RODRIGUEZ et al., 2018). Sin embargo, hasta el momento no se han hallado reportes sobre el uso de enzimas recuperadas de merluza y anchoíta para producir hidrolizados proteicos. El grado de degradación de la proteína de anchoíta por la acción de las enzimas proteolíticas se midió mediante la evaluación del grado de hidrólisis (GH), que es el indicador más utilizado para comparar diferentes hidrolizados proteicos (BOUGATEF et al., 2010). En los resultados (Fig.1) se observó mayor grado de hidrólisis en los hidrolizados elaborados con enzima de *M. hubbsi* (GH%  $60.2 \pm 2.24$ ) y *P. muelleri* (GH%  $56.8 \pm 0.96$ ). El menor grado de hidrólisis fue registrado cuando se utilizó enzima de *E. anchoita* (GH%  $31 \pm 3.01$ ), el cuál fue diferente estadísticamente del resto de los tratamientos. PIOTROWICZ; MELLADO, (2015) realizaron hidrolizados de la misma especie utilizando las enzimas comerciales Alcalase 2.4L-FG®, Flavourzyme 1000L® y Protamex a una temperatura de 50°C. A las tres horas de reacción, con la enzima Alcalase 2.4L-FG®, alcanzan el GH 75%, mientras que en este trabajo utilizando la misma enzima a 45°C de temperatura de reacción a las tres horas se alcanza el GH 48%. KECHAOU et al., (2009) elaboraron hidrolizados proteicos a partir de proteína de sepia y sardinas utilizando Alcalase 2.4L-FG®, Flavourzyme 1000L® y Protamex. Con Alcalase 2.4L-FG® alcanzaron los mayores grados de hidrólisis, coincidiendo con los resultados de obtenidos en hidrolizados elaborados a partir de vísceras de esturión persa *Acipenser persicus* (OVISSIPOUR et al., 2012). En este estudio, los valores que se registraron con Alcalase 2.4L-FG® fueron superados por las enzimas recuperadas de merluza y langostino. Esto puede deberse a que las enzimas provenientes de estas especies sean mezclas de endopeptidasas y

exopeptidasas, por lo que trabajan diferente en la cadena peptídica en comparación con Alcalase 2.4L-FG® la cual es una endopeptidasa que específicamente corta enlaces peptídicos internos (DOS SANTOS et al., 2011).

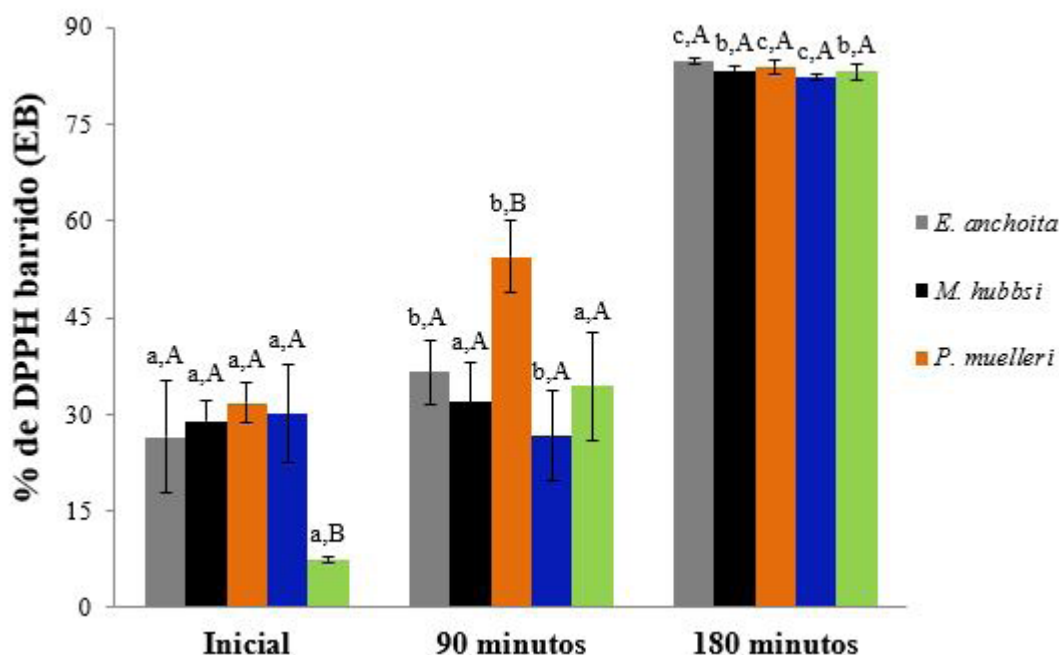
En trabajos previos se reportaron curvas hidrólisis enzimáticas de subproductos pesqueros, donde en los primeros 30 minutos se observa una rápida tasa de reacción y luego de este tiempo la velocidad de reacción decrece (BAEK; CADWALLADER, 1995; SUMAYA-MARTINEZ, 2001). En particular, la mayor tasa de hidrólisis utilizando enzimas comerciales ocurre en los primeros 5 minutos de reacción, con valores semejantes a los que se logran a los 30 minutos (SUMAYA-MARTINEZ, 2001). ARCHER et al., (1973) propusieron que la tasa de hidrólisis de enlaces peptídicos en los concentrados de proteína es la que controla la velocidad del proceso. ADLER-NISSEN, (1986) menciona que este comportamiento resulta de un tipo de inhibición por producto, donde el sustrato original compite por la enzima con los péptidos resultantes de la hidrólisis. En este trabajo, se observa que el único hidrolizado que alcanza un *plateau* a los 60 minutos de reacción es aquel elaborado con la enzima Neutrase 0.8L®; sin embargo, el resto de los hidrolizados proteicos siguen incrementando el grado de hidrólisis a los largo de todos los tiempos evaluados, llegando a valores del GH 60%. Tradicionalmente, los hidrolizados proteicos se diferencian en dos grupos: los de bajo grado de hidrólisis (del 1 al 10%), y aquellos de alto grado de hidrólisis o extensivo (mayor al 10%) (BENÍTEZ; IBARZ; PAGAN, 2008). Todos los hidrolizados obtenidos fueron de tipo extensivo con dos fases: una soluble y otra sólida. Aunque un alto grado de hidrólisis podría incrementar el volumen de la fase soluble, estudios posteriores deberán centrarse en la fracción no soluble, ya que representa una gran porción de la proteína presente, con un alto valor nutricional y propiedades funcionales potenciales (MAZORRA-MANZANO et al., 2012).

Figura 1. Progresión de la hidrólisis de proteína de anchoíta con el agregado de las enzimas de *E. anchoita*, *M. hubbsi*, *P. muelleri*, Alcalase 2.4L-FG® y Neutrase 0.8L®. Las barras representan el error estándar obtenido en cada tiempo de medición por cada tratamiento, los cuales fueron realizados por triplicado ( $P < 0.05$ ).



Por otro lado, las diferentes respuestas que pueden tener los hidrolizados al barrer el radical libre DPPH y demostrar el poder reductor de los mismos, puede deberse a diferentes factores. RAJAPAKSE et al., (2005) y CHEN et al., (1996) indican que el tipo de sustrato y enzima, sus concentraciones, el medio de reacción en el que se desarrolla el proceso de hidrólisis, la composición, estructura, hidrofobicidad y tipo de aminoácidos presentes dentro de la secuencia peptídica que forma la proteína, constituyen factores determinantes del poder reductor que puede presentar el hidrolizado resultante. En nuestros resultados (Fig. 2), no se observó correlación entre el grado de hidrólisis y el poder barrido de DPPH, ya que a tiempo final, todos registraron un 80% de EB. Esto mismo fue observado por KLOMPONG et al., (2007) quienes elaboraron hidrolizados proteicos utilizando la especie íctica *Selaroides leptolepis*. Esta falta de correlación puede ser atribuida a la composición peptídica y a los aminoácidos liberados en el proceso de hidrólisis (WU; CHEN; SHIAU, 2003). En todos los hidrolizados, el mayor porcentaje de barrido de DPPH se alcanzó a los 180 minutos. Estos resultados coinciden con los registrados por PIOTROWICZ; MELLADO, (2015), quienes elaboraron hidrolizado de *E. anchoita* con diferentes enzimas comerciales (Alcalase 2.4 L-FG®, Flavourzyme 1000L® y Protamex®) y, en el mismo tiempo, obtuvieron el mejor poder barrido de DPPH con la enzima Rotamex®. Por otro lado, LI et al., (2012) trabajaron con hidrolizado de carpa usando Alcalase 2.4 L-FG®, y a los 120 minutos de reacción registraron 49.5% de EB. Mientras que (PIOTROWICZ; MELLADO, (2015), observaron valores similares a las 5 horas de reacción utilizando la misma enzima. En este trabajo, el hidrolizado elaborado con enzimas de *P. muelleri* supera ampliamente los valores anteriormente mencionados, alcanzando el 54.36% de EB a los 90 minutos de reacción y, junto con el resto de los hidrolizados, a los 180 minutos llega al 80% de EB. Este último valor coincide con los observados por (KLOMPONG et al., (2012) en el hidrolizado obtenido con enzima Flavourzyme®. Sin embargo, tanto (PIOTROWICZ; MELLADO, (2015) como (KLOMPONG et al., (2012) tuvieron mejor eficiencia en los hidrolizados producidos con Flavourzyme®, mientras que en este trabajo se obtuvieron valores superiores, coincidiendo con el trabajo de (YOU et al., 2009).

Figura 2. Variación en el tiempo de la capacidad barredora de los hidrolizados proteicos a medida que las enzimas hidrolizan el sustrato. Los valores se expresan como media  $\pm$  error estándar. a-c Diferentes letras minúsculas indican diferencias significativas en un mismo tratamiento entre los tres tiempos evaluados ( $P < 0.05$ ). <sup>A-B</sup> Diferentes letras mayúsculas indican diferencias estadísticas significativas entre las distintas clases de hidrolizados proteicos dentro de un mismo tiempo ( $P < 0.05$ ).



La composición proximal de los hidrolizados proteicos de pescado (tabla 1) es importante en la perspectiva de la nutrición y salud del ser humano. Varios trabajos de investigación informaron que el contenido de proteína de los hidrolizados de proteína de pescado variaba entre 60% y 90% de la composición total (DONG et al., 2005; KHANTAPHANT; BENJAKUL; GHOMI, 2011; MAZORRA-MANZANO et al., 2012; OVISSIPOUR et al., 2009; PACHECO-AGUILAR; MAZORRA-MANZANO; 2008; SOUISSI et al., 2007; THANSILAKUL; BENJAKUL; SHAHIDI, 2007). Estos valores concuerdan con los hallados en los hidrolizados elaborados en este trabajo, donde se observó un contenido proteico de alrededor del 80% (Tabla 1). El alto contenido de proteína reportado puede deberse a la solubilización de proteínas durante la hidrólisis y la eliminación de materia sólida insoluble por centrifugación (CHALAMAIAH et al., 2010; LICEAGA-GESUALDO; LI-CHAN, 1999).

El contenido de ceniza obtenidos en los hidrolizados (Tabla 1), está dentro de los valores hallados por otros autores, estableciéndose en un rango de 0.45% a 27% de la composición total (CHALAMAIAH et al., 2010; MAZORRA-MANZANO et al., 2012; OVISSIPOUR et al., 2009; PACHECO-AGUILAR; MAZORRA-MANZANO, 2008; THANSILAKUL; BENJAKUL; SHAHIDI, 2007).



Tabla 1. Composición proximal de los hidrolizados proteicos. Los valores se expresan como media  $\pm$  desvío estándar. <sup>a-d</sup> Letras diferentes dentro de una misma columna expresan diferencias significativas entre hidrolizados ( $P < 0.05$ ).

Hidrolizado elaborado con enzima:	Cenizas (%)	Humedad (%)	Proteína (%)	% Lípidos
<i>E. anchoita</i>	0.75 $\pm$ 0.007 <sup>a</sup>	90.27 $\pm$ 0.025 <sup>a</sup>	79.54 $\pm$ 2.5 <sup>a</sup>	1.79 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
<i>M. hubbsi</i>	0.74 $\pm$ 0.023 <sup>a</sup>	90.18 $\pm$ 0.022 <sup>a</sup>	83.40 $\pm$ 1.3 <sup>a</sup>	1.80 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
<i>P. muelleri</i>	0.75 $\pm$ 0.015 <sup>a</sup>	90.36 $\pm$ 0.024 <sup>a</sup>	80.29 $\pm$ 1.8 <sup>a</sup>	1.84 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>
Alcalase 2.4 L-FG®	0.77 $\pm$ 0.018 <sup>a</sup>	89.14 $\pm$ 0.022 <sup>a</sup>	82.23 $\pm$ 1.4 <sup>a</sup>	1.80 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Neutrase 0.8L®	0.74 $\pm$ 0.023 <sup>a</sup>	89.49 $\pm$ 0.031 <sup>a</sup>	81.63 $\pm$ 2.7 <sup>a</sup>	1.83 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>

Se observó que el hidrolizado de *E. anchoita* fue el que presentó el valor más alto de NBV (27.22 $\pm$ 0.21), seguido en orden decreciente por el de Neutrase 0.8L® (26.78 $\pm$ 0.10), *M. hubbsi* (22.22 $\pm$ 1.01), Alcalase 2.4 L-FG® (19.48 $\pm$ 1.70) y, por último, *P. muelleri* (17.75 $\pm$ 0.01). De acuerdo al Código Alimentario Argentino, Art 276- (Dec 748, 18.3.77) que establece un contenido máximo permitido de 30 mg de NBV en 100 gramos de producto comestible, las concentraciones halladas en todos los hidrolizados elaborados se encuentran por debajo del límite establecido, siendo los mismos aptos para el consumo humano y animal.

Tabla 2. Composición de ácidos grasos de los hidrolizados proteicos expresados en g/100g de peso. Los valores se expresan como media  $\pm$  desvío estándar. a-e Letras diferentes dentro de una misma columna expresan diferencias significativas entre hidrolizados ( $P < 0.05$ ).

Hidrolizados	Saturados	Monoenoicos	Polienoicos	Insaturados	$\Sigma n-3$	$\Sigma n-6$	$\Sigma trans$
<i>E. anchoita</i>	0.74 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	0.52 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.52 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	1.05 $\pm$ 0.09 <sup>a</sup>	0.39 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	0.08 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	0.06 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
<i>M. hubbsi</i>	0.60 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.57 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.64 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	1.20 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.50 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.09 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.04 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
<i>P. muelleri</i>	0.61 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.57 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.66 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	1.23 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	0.55 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.07 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.05 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>
Alcalase 2.4L-FG®	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	0.53 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.49 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	1.03 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	0.36 $\pm$ 0.01 <sup>d</sup>	0.09 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	0.05 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>
Neutrase 0.8L®	0.69 $\pm$ 0.09 <sup>e</sup>	0.55 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>	0.59 $\pm$ 0.05 <sup>e</sup>	1.14 $\pm$ 0.07 <sup>e</sup>	0.47 $\pm$ 0.06 <sup>e</sup>	0.07 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.05 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>

Asimismo, se encontraron diferencias en el contenido de lípidos totales (Tabla 1). Esto puede atribuirse a los distintos tipos de enzimas con que fueron elaborados, siendo el valor más alto el obtenido con la enzima de langostino. Esto puede deberse a que las enzimas recuperadas de desechos pesqueros están compuestas por mezclas enzimáticas, que pueden contener tanto proteasas como lipasas (PEREIRA, 2016) a diferencia de las comerciales que sólo tienen proteasas. Por otra parte, los niveles obtenidos de ácidos grasos para cada fracción de hidrolizado proteico mostrados en la Tabla 2, son similares a los obtenidos en estudios previos en filete de anchoíta fresca (ROLDÁN; BARASSI; TRUCCO, 1985). Por otro lado, el bajo nivel de ácidos grasos trans (AGT) detectado en los hidrolizados se adecúa al máximo valor establecido por el Código Alimentario Argentino (5% del total de grasas). Estos valores hacen que sea factible el uso de estos hidrolizados en alimentos, ya que pueden ser consumidos por personas afectadas con alteraciones del metabolismo de lípidos en la sangre, inflamación vascular y desarrollo de enfermedades cardio y cerebro-vasculares (OMS, 2010).

Es importante destacar que el efecto antioxidante demostrado en hidrolizados efectuados con enzimas de *M. hubbsi* y *P. muelleri*, puede estar relacionado con la cantidad de ácidos grasos n-3 detectados, característica que permitiría su uso en complementos farmacológicos de uso terapéutico en enfermedades circulatorias como aterosclerosis e infarto agudo de miocardio (SAHENA et al., 2009). Por otra parte, a causa del elevado contenido proteico y el bajo contenido graso que presentan estos hidrolizados, podrían ser utilizados en nutrición especializada de humanos, así como en aplicaciones clínicas para proporcionar nutrientes en pacientes con deficiente absorción gastrointestinal (enfermedad de Crohn), debido a que se caracterizan por su buena solubilidad, digestibilidad y absorción intestinal (KUSHNER, 1992); o en casos en los cuales la capacidad digestiva se ve reducida por enfermedades como fibrosis quística o pancreatitis (FARRELL et al., 1987).

Por otro lado, actualmente la harina de pescado es la proteína preferida para elaborar alimentos formulados de animales acuáticos, ya que representa una excelente fuente de nutrientes esenciales. Sin embargo, existen ciertos efectos colaterales de esta industria basados en la contaminación tanto del agua como del aire, lo cual se ha convertido en un serio problema que afecta el medio ambiente, en especial en las ciudades portuarias en donde se han establecido estas plantas pesqueras. Además, la limitada disponibilidad y su alta demanda, hacen que su precio sea elevado. Hasta el momento la harina de soja ha sido la fuente vegetal proteica más utilizada para formular piensos en reemplazo a la harina de pescado debido a su bajo costo; sin embargo, no puede emplearse como única fuente proteica, ya que carece de ciertos aminoácidos esenciales. Es por esto, que a través de un proceso simple y amigable con el ambiente, los hidrolizados pueden complementar a esta fuente vegetal aportando proteína de alta calidad y, además, aumentar la palatabilidad de los piensos a un menor costo.

Para finalizar podemos concluir que las enzimas recuperadas de *E. anchoita*, *M. hubbsi*, *P. muelleri*, pueden ser utilizadas para producir hidrolizados proteicos de alta calidad y reemplazar el uso de enzimas comerciales. Además, utilizar los desechos de la industria pesquera como fuente de enzimas y proteínas para elaborar hidrolizados, es una alternativa que favorece la sustentabilidad de las pesquerías argentinas y resguarda el medio ambiente.

## REFERENCIAS

ADLER-NISSEN, J. Enzymic hydrolysis of food proteins Elsevier Applied Science Publishers, 1986.

AOAC. (1993). Official methods of analysis, vol II (14th ed.). Harlington: Association of Official Analytical Chemistry.

- ARCHER, M. C. et al. Enzymatic solubilization of an insoluble substrate, fish protein concentrate: Process and kinetic considerations. *Biotechnology and Bioengineering*, v. 15, n. 1, p. 181–196, 1973.
- BAEK, H. H.; CADWALLADER, K. R. Enzymatic Hydrolysis of Crayfish Processing By-products. v. 60, n. 5, p. 929–935, 1995.
- BENÍTEZ, R.; IBARZ, A.; PAGAN, J. Hidrolizados de proteína: procesos y aplicaciones Resumen. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, v. 42, n. 2, p. 227–237, 2008.
- BOUGATEF, A. et al. Purification and identification of novel antioxidant peptides from enzymatic hydrolysates of sardinelle (*Sardinella aurita*) by-products proteins. *Food Chemistry*, v. 118, n. 3, p. 559–565, 2010.
- CECOPESCA, Centro Técnico Nacional de Conservación de Productos de la Pesca (2012) El aprovechamiento de los subproductos de pescado para la obtención de productos funcionales y bioactivos. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. [http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad alimentaria/06-Guia\\_Subproductos\\_tcm7-248616\\_tcm7-320453.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/calidad-seguridad%20alimentaria/06-Guia_Subproductos_tcm7-248616_tcm7-320453.pdf)
- CHALAMAIAH, M. et al. Protein hydrolysates from meriga (*Cirrhinus mrigala*) egg and evaluation of their functional properties. *Food Chemistry*, v. 120, n. 3, p. 652–657, 2010.
- CHEN, H.-M. et al. Antioxidant Activity of Designed Peptides Based on the Antioxidative Peptide Isolated from Digests of a Soybean Protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 44, n. 9, p. 2619–2623, 1996.
- CODIGO ALIMENTARIO ARGENTINO. Disponible en <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/marco/CAA.htm>
- DONG, Y. L. et al. Chemical characterization and anti-anaemia activity of fish protein hydrolysate from *Saurida elongata*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 85, n. 12, p. 2033–2039, 2005.
- DOS SANTOS, S. D. A. et al. Evaluation of Functional Properties in Protein Hydrolysates from Bluewing Searobin (*Prionotus punctatus*) Obtained with Different Microbial Enzymes. *Food and Bioprocess Technology*, v. 4, n. 8, p. 1399–1406, 2011.
- FARRELL, P. M. et al. Predigested formula for infants with cystic fibrosis. *Journal of the American Dietetic Association*, v. 87, n. 10, p. 1353–1356, 1987.
- FERNÁNDEZ GIMENEZ, A. V. et al. Digestive proteinases of red shrimp *Pleoticus muelleri* (Decapoda, Penaeoidea): partial characterization and relationship with molting. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, v. 130, n. 3, p. 331–338, 1 out. 2001.
- FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226:497–509, 1957
- HLEAP-ZAPATA, J. I.; GUTIERREZ-CASTAÑEDA, C. A. Hidrolizados de pescado – producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión. Disponible em: <[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/52595](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/52595)>. Acesso em: 6 ago. 2020.
- IRAM 5651:97-12-09. Aceites y grasas vegetales y animales. Determinación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa de sus ésteres metílicos.
- KECHAOU, E. S. et al. Enzymatic hydrolysis of cuttlefish (*Sepia officinalis*) and sardine (*Sardina pilchardus*) viscera using commercial proteases: Effects on lipid distribution and amino acid composition. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 107, n. 2, p. 158–164, 2009.

- KHANTAPHANT, S.; BENJAKUL, S.; GHOMI, M. R. The effects of pretreatments on antioxidative activities of protein hydrolysate from the muscle of brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*). *LWT - Food Science and Technology*, v. 44, n. 4, p. 1139–1148, 2011.
- KLOMPONG, V. et al. Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. *Food Chemistry*, v. 102, n. 4, p. 1317–1327, 2007.
- KLOMPONG, V. et al. Storage stability of protein hydrolysate from yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*). *International Journal of Food Properties*, v. 15, n. 5, p. 1042–1053, 2012.
- KUSHNER, R. F. Should enteral nutrition be considered as primary therapy in acute Crohn's disease? *Nutrition reviews*, v. 50, n. 6, p. 166–169, 1992.
- LI, X. et al. Antioxidant activities and functional properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) protein hydrolysates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 92, n. 2, p. 292–298, 2012.
- LICEAGA-GESUALDO, A M.; LI-CHAN, E. C. Y. Functional properties of fish protein hydrolysate from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Food Science*, v. 64, n. 6, p. 1000–1004, 1999.
- MAZORRA-MANZANO, M. A. et al. Endogenous Proteases in Pacific Whiting (*Merluccius productus*) Muscle as A Processing Aid in Functional Fish Protein Hydrolysate Production. *Food and Bioprocess Technology*, v. 5, n. 1, p. 130–137, 2012.
- OVISSIPOUR, M. et al. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. *Food Chemistry*, v. 115, n. 1, p. 238–242, 2009.
- OVISSIPOUR, M. et al. Chemical and Biochemical Hydrolysis of Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) Visceral Protein. *Food and Bioprocess Technology*, v. 5, n. 2, p. 460–465, 2012.
- PACHECO-AGUILAR, R.; MAZORRA-MANZANO, M. A.; RAMÍREZ-SUÁREZ, J. C. Functional properties of fish protein hydrolysates from Pacific whiting (*Merluccius productus*) muscle produced by a commercial protease. *Food Chemistry*, v. 109, n. 4, p. 782–789, 2008.
- PASUPULETI, V. K.; HOLMES, C.; DEMAINE, A. L. Applications of protein hydrolysates in biotechnology. In: *Protein Hydrolysates in Biotechnology*. [s.l.: s.n.]. p. 1–9. 2010.
- PEREIRA, N. DE LOS A. *Bioquímica Digestiva de Camarones Penaeoideos de Mar Argentino*. [s.l.] Universidad Nacional de Mar del Plata, 2016.
- PEREIRA, N. DE LOS A.; FERNÁNDEZ-GIMENEZ, A. V. Exogenous enzymes in dairy technology: acidic proteases from processing discards of shrimp *Pleoticus muelleri* and their use as milk-clotting enzymes for cheese manufacture. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 52, n. 2, p. 341–347, 2017.
- PEREIRA, N. DE LOS A.; RODRIGUEZ, Y. E.; GARBARÍ, M. D. Obtención de enzimas de interés industrial a partir de los desechos del langostino argentino comercial *Pleoticus muelleri*. República de Mauricio: Editorial Académica Española, 2019.
- PIOTROWICZ, I. B. B.; MELLADO, M. M. S. Antioxidant hydrolysates production from Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) with different enzymes. *International Food Research Journal*, v. 22, n. 3, p. 1203–1211, 2015.
- RAJAPAKSE, N. et al. Purification of a radical scavenging peptide from fermented mussel sauce and its antioxidant properties. *Food Research International*, v. 38, n. 2, p. 175–182, 2005.

- RODRIGUEZ, Y. E. et al. Exogenous enzymes in aquaculture: Alginate and alginate-bentonite microcapsules for the intestinal delivery of shrimp proteases to Nile tilapia. *Aquaculture*, v. 490, p. 35–43, 1 mar. 2018.
- ROLDÁN, H. A.; BARASSI, C. A.; TRUCCO, R. E. Increase on free fatty acids during ripening of anchovies (*Engraulis anchoíta*). *Journal of Food Technology*, v. 20, p. 581–585, 1985.
- SAHENA, F. et al. PUFAs in fish: Extraction, fractionation, importance in health *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2009.
- SHIMADA, KAZUKO. et al. Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 40, n. 6, p. 945–948, 1992.
- SOUISSI, N. et al. Biochemical and Functional Properties of Sardinella (*Sardinella aurita*) By-Product Hydrolysates. *Food Technol. Biotechnol.*, v. 45, n. 2, p. 187–194, 2007.
- SUMAYA-MARTINEZ, M. T. Producción enzimática de hidrolizados proteicos. [s.l.] Universidad Autónoma Metropolitana, 2001.
- THIANSILAKUL, Y.; BENJAKUL, S.; SHAHIDI, F. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (*Decapterus maruads*). *Food Chemistry*, v. 103, n. 4, p. 1385–1394, 2007.
- TRINCONE, A. Marine Biocatalysts: Enzymatic Features and Applications. *Marine Drugs*, v. 9, n. 4, p. 478–499, 25 mar. 2011.
- WU, H. C.; CHEN, H. M.; SHIAU, C. Y. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). *Food Research International*, v. 36, n. 9–10, p. 949–957, 2003.
- YOU, L. et al. Effect of degree of hydrolysis on the antioxidant activity of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) protein hydrolysates. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 10, n. 2, p. 235–240, 2009.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARIA DO SOCORRO SARAIVA PINHEIRO.** Possui graduação em Farmácia e Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Maranhão, mestrado e doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração em Zoologia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, e pós doutorado em Medicina Social, Center for Health Technology and Services Research (CINTESIS) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Portugal, com Acesso a Saúde de Pescadores Artesanais. Atualmente é professora do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão. Possui experiência na área de Ecologia e Oceanografia Biológica, Ciências da Saúde e Saúde Pública.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

*Acanthogorgia* 39, 40  
*Acesta* 40  
*Acipenser persicus* 102, 109  
Alcalase 99, 101, 102, 103, 104, 106  
*Apomatus* 40  
Ariidae 61, 64, 65, 67, 69  
Atlántico sur occidental 19

### B

Balanço sedimentar 1, 3, 6, 9, 11  
Bentos del sublitoral 30  
Biodiversidad 30, 32, 42, 44, 45, 54, 56  
Bioseguridad 91  
Bivalves 74, 75, 76, 80, 81, 96, 98

### C

Carangidae 61, 64, 65, 68, 69, 70  
*Chaetopterus* 37  
CONVEMAR 14, 15, 16, 17, 25, 27  
COPLA 16, 22, 24, 25, 26, 27, 28  
*Cosmasteria* 37, 40  
*Crepipatella* 37  
Criptogénico 80  
*Crypstosporodinium spp* 91

### D

*Desmophyllum* 37, 40  
Diversidade 71, 74, 75, 76, 77, 79

### E

*E. anchoita* 99, 101, 102, 103, 104, 106, 107  
*Engraulis ringens* 47  
EPTAs 88, 93, 95  
Erosão 1, 2, 4, 6, 9, 11, 12  
Erosão costeira 2, 11, 12  
*Errina* 37, 40, 42

## F

Fauna bentónica 30, 43, 49  
Fiordos 29, 30, 31, 33, 42, 43, 44  
*Fisurella* 50  
Formula de Gardiner 24  
Formula de Hedberg 24  
Frequency of occurrence 61, 62, 63, 66, 67, 71

## G

*Gastrointestinales* 92  
*G. duodenalis* 90, 92  
Geoprocessamento 1, 2, 3, 4, 11, 12  
Gerenciamento costeiro 2, 3, 4, 11, 12, 13  
*Giardia* spp 87, 88, 90, 91, 92, 93, 95  
GIS 2  
GOM-Player Plus 35  
Gonads 63, 68  
Google Earth PRO 1, 3, 5, 11

## H

Haemulidae 61, 65, 67, 68, 69  
*Heliaster* 50, 51, 53, 55, 57, 59

## I

Ichthyofauna 61

## J

Jurisdição 15

## L

*Latrunculia* 40  
Lepetellidos 50  
*Lessonia* 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59  
Linha de costa 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13  
*Lithopyllum* sp. 45  
*Loxechinus* 37, 50, 56  
*Luidia* 51

## M

*Macrocystis* 37, 48, 52  
Mangrove 61, 62, 63, 64, 66, 67, 69, 70, 71, 72



Maricultura 89  
*Merluccius hubbsi* 99  
Mexilhões 74, 76, 77, 78, 79, 80, 82  
*Meyenaster* 51, 52  
Mitilídeos 74, 75, 76, 80  
Moluscos 52, 75, 77, 79, 80, 81, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94  
*Mundia* 39  
*Mytella* 74, 75, 76, 77, 78, 79, 81, 83, 84, 85  
*Mytilus edulis platensis* 77, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 93, 95

## N

Neutrase 99, 101, 103, 106

## O

*Ovalipes* 40

## P

Paramolgula 40  
Patagonia chilena 30, 31, 32, 42, 43  
Patógeno-hospedador 94  
*Pleoticus muelleri* 99, 108, 109  
Proteasas 100, 102, 106  
*Pyura* 51, 52

## Q

QGis 5, 6, 11

## R

Recurso renovável 74, 75  
RNK 30, 31, 32, 33, 37, 40, 42, 43

## S

Sciaenidae 61, 62, 65, 67, 68, 69, 70, 71  
*Scopalina* 39, 40  
*Selaroides leptolepis* 104, 109  
Sensoriamento remoto 1, 2, 4, 11, 12, 13  
Sex ratio 61, 70, 71

## T

Técnica de IFD 91  
*Tegula* 50, 54, 56, 57

Teleost 62, 64  
Território 1, 2, 15  
*Tetrapigus niger* 45, 50, 54, 57  
*Thouarella* 37

## V

Vectores 94

## Z

ZEE 20, 21, 25  
Zoonosis 87, 93, 94



**EDITORIA  
ARTEMIS  
2020**