

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 08/02/2023.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU**



**Departamento de Biologia Estrutural e Funcional**

Laboratório de Biologia e Genética de Peixes

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**DNA barcode de espécies raras de peixes da costa brasileira**

**Loriane Pereira Maximiano**

**Botucatu – SP**

**2022**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU**



**Departamento de Biologia Estrutural e Funcional**

**Laboratório de Biologia e Genética de Peixes**

## **DNA barcode de espécies raras de peixes da costa brasileira**

**Loriane Pereira Maximiano**

**Orientador: Prof. Dr. Claudio Oliveira**

**Co-orientador: Dr. Alexandre Pires Marцениuk**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Ciências Biológicas  
(Zoologia) do Instituto de Biociências de  
Botucatu, Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho” - UNESP,  
para a obtenção do título de Mestre.

**Botucatu – SP**

**2022**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Maximiano, Loriane Pereira.

Dna barcode de espécies raras de peixes da costa  
brasileira / Loriane Pereira Maximiano. - Botucatu, 2022

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de  
Botucatu

Orientador: Cláudio Oliveira

Coorientador: Alexandre Pires Marceniuk

Capes: 20406010

1. Peixes - Identificação. 2. Biodiversidade. 3. Código  
de Barras de DNA Taxonômico. 4. DNA mitocondrial. 5. Genes  
mitocondriais.

Palavras-chave: Barcode; COI; DNA mitocondrial ; Peixes.

*“Não sou nada.*

*Nunca serei nada.*

*Não posso querer ser nada.*

*À parte isso, tenho em mim todos os sonhos do mundo.”*

Fernando Pessoa

## **Agradecimentos**

À Deus e aos bons espíritos que me acompanham nessa vida.

Agradeço à minha mãe, Beatriz, por me permitir e sonhar meus sonhos comigo.

Ao meu companheiro Luiz Fernando, por ser meu porto seguro e partilhar a vida ao meu lado. Ao meu filho, Vicente, que é por quem eu sigo tentando ser melhor e deixar um bom exemplo. À toda minha família, por todo o suporte que me fez chegar até aqui.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho – UNESP e todos os funcionários que sempre estão dispostos a ajudar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cláudio, pela oportunidade e todo empenho que dedica aos alunos e à ciência com excelência e profissionalismo, sem perder o bom humor e a humildade. Ao meu co-orientador, Dr. Alexandre, por todos os ensinamentos. Ao Prof. Dr. Fausto pelos conselhos e conversas inspiradoras.

Aos meus amigos do Laboratório de Biologia e Genética de Peixes, Vanessa, Beatriz, Giovana, May, Najila, Mormaço, Cristhian, Burns, Rafa, Deus, por todos os bons momentos compartilhados. À Angélica e Silvana, em especial, por toda troca que tivemos e que ainda teremos: vocês fizeram desses anos muito mais especiais, sou eternamente grata pelos ensinamentos, broncas, risadas e tudo mais que compartilhamos. Espero que as amizades conquistadas durante esses anos perdurem, sempre levarei todos em meus pensamentos!

Obrigada!

## Resumo

Os oceanos abrangem cerca de 70% da superfície terrestre. Entretanto, pouco se sabe sobre a diversidade e aspectos genéticos da fauna marinha. A ausência de material em coleções zoológicas representativas e falta de estudos taxonômicos dificultam o reconhecimento da diversidade de peixes marinhos brasileiros, tendo como consequência comparações globais limitadas. Devido às dificuldades no reconhecimento da diversidade de peixes marinhos somente através de identificações morfológicas, técnicas moleculares vêm sendo desenvolvidas e utilizadas, dentre elas o DNA barcode, que consiste em um sistema diagnóstico universal, baseado em um fragmento de aproximadamente 650 pares de base do gene mitocondrial citocromo oxidase subunidade 1. Em nosso estudo utilizamos essa ferramenta para analisar espécies de peixes pouco comuns em coleções zoológicas, para contribuir com a formação de um banco de dados de sequências de espécies de peixes marinhos distribuídas ao longo da costa brasileira e compará-las com sequências ao longo de sua distribuição. No total, 57 espécimes de 21 espécies, 18 gêneros, 13 famílias e 7 ordens tiveram seus fragmentos de DNA barcode amplificados por PCR e sequenciados. Os resultados foram apresentados em árvores de distâncias com o algoritmo Neighbor-Joining (NJ) e tiveram suas distâncias genéticas calculadas de acordo com o melhor modelo evolutivo sugerido para a análise, além da análise ABGD (*Automatic Barcode Gap Discovery For Primary Species Delimitation*).

Nossos resultados geraram as primeiras sequências brasileiras em banco de dados para as espécies *Echiophis intertinctus* e *Conger orbignyanus*, e corroboram com a técnica de DNA barcode como ferramenta eficiente na identificação e discriminação de peixes da costa brasileira, bem como identificar possíveis casos de sinonimização e especiação desses indivíduos.

## Abstract

The oceans cover about 70% of the Earth's surface. Meanwhile, little is known about the diversity and genetic aspects of marine fauna. In the absence of representative zoological collections and taxonomic studies, it becomes difficult or reconstructive of the diversity existing in the Brazilian marine environment, resulting in limited global comparisons. Due to the difficulties, the diversity of marine fish is not reconciled through morphological identifications, molecular techniques that are being developed and used, within them or barcode DNA, which consists of a universal diagnosis system, based on a fragment of approximately 650 base pairs of the gene, mitochondrial cytochrome c oxidase subunit 1. In our study, we used this tool to analyze species of fish, few common in zoological collections, to contribute to the formation of a database of sequences of marine fish species distributed along the Brazilian coast and to compare the sequences in the long term. its distribution. Total number, 57 specimens of 21 species, 18 genera and 13 families and 7 orders had their barcode DNA fragments amplified by PCR sequenced. The results are presented in Neighbour-Joining (NJ) distance trees, and their genetic divergences are calculated according to the evolutionary model suggested for analysis.

Our results generated the first brazilian sequences in a database for the species *Echiophis intertinctus* and *Conger orbignyanus* and corroborate the DNA barcode technique as an efficient fermentation in the identification and discrimination of fish off the Brazilian coast, as well as in the identification of possible cases of synonymization and speciation of individuals.

## Sumário

<b>1.0</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1	Biodiversidade brasileira.....	1
1.2	DNA Barcoding e sua aplicação.....	2
1.3	Espécies estudadas.....	4
1.3.1	Ordem Carangiformes.....	7
1.3.2	Ordem Perciformes.....	13
1.3.3	Ordem Scombriformes.....	15
1.3.4	Ordem Anguiliformes.....	18
1.3.5	Ordem Acanthuriformes.....	24
1.3.6	Ordem Pleuronectiformes.....	27
1.3.7	Ordem Beloniformes.....	29
<b>2.0</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>32</b>
<b>3.0</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>33</b>
3.1	Objetivos específicos.....	33
<b>4.0</b>	<b>Materiais e Métodos.....</b>	<b>33</b>
4.1	Obtenção das amostras.....	33
4.2	Extração e sequenciamento de DNA.....	34
4.3	Análise de dados.....	35
<b>5.0</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>36</b>
5.1	Família Echeneidae.....	36
5.2	Família Rachycentridae.....	38
5.3	Família Carangidae.....	41
5.4	Família Haemulidae.....	50
5.5	Família Scombridae.....	54
5.6	Família Labridae.....	56

5.7 Família Congridae.....	60
5.8 Família Muraenesocidae.....	62
5.9 Família Ophichthidae.....	64
5.10 Família Scianidae.....	68
5.11 Família Cyclopsettidae.....	72
5.12 Família Belonidae.....	74
5.13 Família Exocoetidae.....	76
<b>6.0 Discussão.....</b>	<b>79</b>
<b>7.0 Conclusão.....</b>	<b>86</b>
<b>8.0 Referências.....</b>	<b>86</b>
<b>9.0 Apêndices.....</b>	<b>101</b>
9.1 Apêndice 1 – Classificação e dados de coleta dos indivíduos gerados.....	101
9.2 Apêndice 2 – Gráficos das análises ABGD.....	104

## 1.0 Introdução

### 1.1 Biodiversidade brasileira

O termo biodiversidade tem adquirido amplo uso entre biólogos, ambientalistas, líderes políticos e cidadãos comuns em todo o mundo. O uso do termo coincide com o aumento da preocupação com a degradação do meio ambiente e a perda de espécies nas últimas décadas do século XX. A preocupação com a perda da biodiversidade foi recentemente demonstrada pelo meio científico com o diagnóstico das regiões mais ricas biologicamente e ameaçadas do planeta (Myers *et al*, 2000), consideradas como hotspots de biodiversidade. A definição de biodiversidade, adotada pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), é a variabilidade entre os seres vivos de todas as origens, terrestre, marinha e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte (Brasil, 2000). Essa definição está relacionada diretamente à diversidade genética, que é responsável pela variação entre indivíduos, populações e espécies biológicas (Joly *et al*, 2011).

O Brasil é detentor da maior diversidade biológica do planeta, contando com 10% a 20% do número total de espécies mundiais (Lewinsohn e Prado, 2005). Em relação a biodiversidade terrestre, o país é reconhecido como “*hottest hotspots*” devido a seu elevado grau de endemismo (Lewinsohn e Prado, 2005), porém muito pouco é conhecido sobre a biodiversidade marinha do Brasil (Couto *et al*, 2003; Amaral e Jablonski, 2005). Apesar de muitas pesquisas sugerirem que a variedade e grau de endemismo de espécies marinhas é muito alta, a ausência de espécimes depositadas em coleções zoológicas representativas da biodiversidade dificultam o reconhecimento da real diversidade existente no ambiente marinho brasileiro, tendo como consequência comparações globais limitadas (Couto *et al*, 2003; Marceniuk *et al*, 2013).

Embora muito se fale em biodiversidade nos dias de hoje, pouco se investe em levantamentos taxonômicos abrangentes e sistematizados (Lana, 2003; Marceniuk *et al*, 2013). Apesar da alta biodiversidade, existem poucos taxonomistas trabalhando com organismos marinhos no Brasil (Couto *et al*, 2003; Amaral e Jablonski, 2005), condição preocupante considerando que trabalhos de natureza taxonômica compreendem a base do conhecimento sobre a biodiversidade (Lewinsohn e Prado, 2002).

No “Catálogo das Espécies de Peixes Marinhos do Brasil”, Menezes *et al*. (2003) listam 1.297 espécies, com informações sobre área de distribuição, classificação e nomenclatura dos peixes marinhos e estuarinos do Brasil, reconhecendo a existência de um número subestimado de espécies de peixes marinhos encontradas em águas brasileiras. Nesse sentido, admite-se que entre a fauna de peixes demersais miniaturizados e peixes de profundidade, existam espécies não descritas, sendo que o mesmo dito em relação de áreas costeiras pouco amostradas e estudadas (Marceniuk *et al*, 2013).

### ***1.2 DNA Barcoding e sua aplicação***

O sequenciamento de DNA é uma ferramenta reconhecidamente eficaz para distinção entre espécies, seja por acesso direto ou indireto, através da análise de proteínas. Na tentativa de padronizar o marcador utilizado na identificação molecular de espécies animais, pesquisadores da Universidade de Guelph (Ontário, Canadá) propuseram a criação de um sistema diagnóstico universal, baseado em um fragmento de aproximadamente 650 pares de base (pb), a partir da base 58 da extremidade 5’ do gene citocromo C oxidase subunidade I (COI). Esse processo foi denominado “*DNA Barcoding*”, pois sequências desse gene funcionariam como um “código de barras” daquela espécie, ou seja, como um sistema de identificação universal adequado para a maioria das espécies animais (Hebert *et al*, 2003).

O gene COI apresenta elevadas taxas de mutação e altos níveis de polimorfismo, que podem revelar múltiplas linhagens genéticas dentro e entre espécies, além de sua herança materna presumir a não ocorrência de recombinações permitindo traçar as linhagens individuais, em seu tempo e espaço (Hebert, 2003a). A habilidade de identificar espécies através de um gene abre as portas para uma melhor compreensão das interações entre as espécies e pode ser útil para estimar sobre a composição e riqueza de espécies em um ecossistema (Valentini *et al*, 2009). A identificação inequívoca dos peixes, de ovos a adultos, bem como seus produtos, é importante para diversas áreas da biologia (Smith *et al*, 2008), podendo viabilizar a melhoria de pesquisas em conservação, bem como auxiliar a identificação de espécies crípticas (Hebert *et al*, 2004).

Tendo em vista essa perspectiva, foi criado um banco gênico de sequências de DNA (*DNA Barcoding*) para o depósito de sequências de todas as espécies que possuam essas sequências publicadas, assim como as demais espécies, que posteriormente, também tivessem suas sequências estudadas. Esse banco de dados, denominado de BOLD Systems (Barcode of Life Data Base) permite associar outros tipos de dados às amostras tais como: fotos do espécime (voucher), localidade geográfica, data e coletor, número do espécime, instituição na qual foi depositado o voucher, dados taxonômicos e informações moleculares, como eletroferogramas das sequências e primers utilizados na amplificação e no sequenciamento (Neto, 2013).

O Consórcio para o Código de Barras da Vida (CBOL) foi lançado em maio de 2004 com o propósito de promover o desenvolvimento das alianças internacionais de investigação necessárias para construir, ao longo de um período estimado em 20 anos, a biblioteca de códigos de barras para todos os eucariotos (Ratnasingham e Hebert, 2007) e agrupa iniciativas para o estudo de grupos específicos, como o FishBOL (<http://www.fishbol.org/>), uma iniciativa mundial de reunir uma biblioteca de sequências

*barcoding* para todos os peixes. No Brasil, existe o BrBOL, que tem como objetivo estudar representantes de toda a biodiversidade brasileira, lançando as bases para sua identificação molecular.

### ***1.3 Espécies estudadas***

#### **1.3.1 Ordem Carangiformes**

A ordem Carangiformes é uma importante ordem de peixes ósseos, agrupando 31 famílias, 221 gêneros e 1178 espécies (Fricke *et al*, 2021).

##### **Família Echeneidae Linnaeus, 1758**

A família Echeneidae contém três gêneros, com oito espécies válidas. Habitam ambientes costeiros, de recife e de oceano aberto.

Esses peixes são conhecidos como rêmoras, possuem corpo alongado e cabeça achatada e tem como característica um disco de sucção no topo de sua cabeça que permite com que esses animais se fixem outros peixes, tartarugas, navios e vários outros objetos para locomoção (O'Toole, 2002). Pesquisadores propuseram que esse comportamento evoluiu como um meio de aumentar o acesso aos recursos alimentares, reduzir o custo do transporte e fornecem proteção contra predadores (O'Toole, 2002; Beckert *et al*, 2016).

##### **Gênero *Remora* Gill, 1862**

Possui cinco espécies válidas, cosmopolitas de águas quentes e tropicais.

##### ***Remora osteochir* (Cuvier, 1829)**

Possui corpo alongado e cilíndrico, largo na origem da cabeça e afinando gradualmente em direção ao pedúnculo caudal. A parte superior do corpo é preta esverdeada, enquanto a inferior é cinza escura com as nadadeiras marrom escuras (Shirke, *et al*, 2021). É encontrada globalmente, em mares tropicais e subtropicais. O “marlin sucker”, *R. osteochir* (figura 1), é bastante comum em peixes oceânicos. Um estudo de

O'Toole (2002), revelou 495 espécimes em 18 tipos diferentes de hospedeiros, sendo o hospedeiro com maior prevalência o Agulhão, *Istiophorus albicans*, que correspondeu à 23% dos exemplares registrados. Esta parece ser uma pequena porcentagem em comparação com outras espécies do gênero *Remora*; no entanto, 98% espécimes de *R. osteochir* foram encontradas em membros da subfamília Istiophorinae. Assim, é restrito em escolha do hospedeiro, escolhendo membros de um clado altamente derivado como hospedeiros, e a natureza dessas relações parece ser mutualística, de acordo com o mesmo estudo. Dados da dieta indicam que essa espécie utiliza copépodes parasitas como importante parte de sua dieta; também indicam que essa espécie não muda sua dieta à medida que aumenta em tamanho (Cressey e Lachner 1970).



**Figura 1.** *Remora osteochir*. Fonte: Trevor. M.N. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

*Remora albescens* (Temminck & Schlegel 1850)

A rêmora branca, ou white suckerfish, *Remora albescens* (anteriormente pertencente ao gênero *Remorina*) (figura 2), é um peixe oceânico raro. Possui corpo relativamente curto, fusiforme, nadadeiras pélvicas fixadas ao abdômen na base e peitorais grandes; sua coloração é branca a cinza claro, em alguns casos com tons amarelos, incluindo disco e barbatanas (Cervigón, 1993). Possui tamanho médio de 30 cm. Há registros em todos os trópicos. No Atlântico Ocidental é distribuída da Flórida ao Brasil (Robins *et al*, 1986), chegando ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo no Atlântico Equatorial à nordeste do Brasil (Lubbock e Edwards, 1981).

É quase exclusivamente encontrado em espécies de raias manta (*Mobula hypostoma* e *Manta birostris*), muitas vezes entrando em suas câmaras branquiais (Farfan *et al*, 2009). Segundo O'Toole, em um levantamento com 30 espécimes, 5 hospedeiros diferentes foram reportados. Desses, 90% eram raias manta. Exames da dieta de *R. albescens* revelam que esta espécie se alimenta muito pouco de copépodes. Isso pode ser atribuído ao fato de que as raias manta não são externamente parasitadas com frequência por copépodes e, portanto, haveria pouca disponibilidade de alimento para as rêmoras (Cressey e Lachner, 1970). Portanto, sua relação com o hospedeiro não pôde ser avaliada como em relações de outras espécies de rêmoras.



**Figura 2.** *Remora albescens*. Fonte: Walter, T. Retirado de Fishbase

(<http://www.fishbase.org>)

### **Família Rachycentridae Gill, 1896**

A família Rachycentridae possui apenas uma espécie válida, alocada em um único gênero. Amplamente distribuída, ocorre em águas tropicais e subtropicais (Psomadakis, 2019).

#### **Gênero *Rachycentron* Kaup, 1826**

*Rachycentron canadum* é a única espécie pertencente à família Rachycentridae e nenhuma subespécie é reconhecida (Shaffer e Nakamura, 1989).

#### *Rachycentron canadum* (Linnaeus 1766)

Conhecido popularmente como bijupirá ou cobia (figura 3), é uma espécie de grande porte, pelágica e migradora, que pode ser encontrada por toda a costa brasileira em áreas costeiras e de alto mar, e, ocasionalmente, em águas rasas com fundo rochoso

ou de recife (Psomadakis, 2019). Possui tamanho médio de 80-90 cm, podendo chegar a mais de 2 m de comprimento e atingir até 60 kg. Corpo subcilíndrico e alongado, com cabeça grande e achatada e escamas pequenas; sua coloração é marrom escuro, sendo o ventre amarelado, apresentando duas faixas prateadas ao longo do corpo (Menezes e Figueiredo, 2000). São conhecidos por irem para áreas de grande abundância de alimentos, particularmente de caranguejos e outros crustáceos (Darracott, 1977).



**Figura 3.** *Rachycentron canadum*. Fonte: Randall, J.E. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

#### **Família** Carangidae Rafinesque 1815

A família Carangidae é formada por cerca de 150 espécies, distribuídas nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, pertencentes a 30 gêneros (Nelson, 2016), divididos em quatro sub-famílias (Kimura *et al.*, 2013). Os carangídeos são pelágicos e frequentes em estuários e em baías. Algumas espécies podem estar relacionadas a recifes de corais mas ocorrem principalmente em ambientes estuarinos (Menezes & Figueiredo, 1980; Carpenter, 2002). Conhecidos popularmente como “jacks”, “lamberjacks” (Reed, 2002), xaréus, xareletes, pamos, peixes-galo, entre outros.

#### **Gênero** *Parona* Berg 1895

Possuem uma linha lateral incomum com 6 - 9 ramos dorsais, o corpo comprimido e nadadeiras pélvicas ausentes, o que sugere que sua ecologia difere da maioria dos

carangídeos (Smith-Vaniz, Staiger, 1973). Restrito a ambientes subtropicais e temperados, é representado por uma única espécie *Parona signata* (Jenyns 1841).

*Parona signata* (Jenyns 1841)

Conhecida popularmente como “pampo macho”, “pampo solteiro” ou “Parona leatherjacket” (figura 4), são peixes pelágicos costeiros que ocorrem na América do Sul, do Rio de Janeiro ao Estreito de Magellan e Ilhas Malvinas (Cousseau e Perrotta, 2013). Corpo fortemente comprimido, com uma mancha preta alongada, horizontal e visível nas laterais abaixo das nadadeiras peitorais; os adultos podem chegar a 60 cm de comprimento (Smith-Vaniz e Staiger, 1973). Habita tanto águas quentes como frias, marinhas e salobras e se alimenta de peixes e crustáceos de águas profundas e superficiais (Pavlisko *et al*, 1997). É carnívoro, tendo como principal fonte de alimento organismos de comunidades pelágicas e bentônicas (Perrota *et al*, 2006).



**Figura 4.** *Parona signata*. Fonte: Cousseau, M. B. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

**Gênero** *Trachinotus* Lacepède 1801

Representado por 20 espécies distribuídas em oceanos tropicais e subtropicais (Cunha, 1987), são vulgarmente conhecidos como pompanos.

*Trachinotus marginatus* Cuvier, 1832

Conhecidos popularmente como “pampo” ou “pampo-malhado”, *T. marginatus* (figura 5) possuem o corpo fusiforme e lateralmente comprimido; dorso castanho a acinzentado, laterais prateadas e ventre branco a amarelado. Apresentam 4-7 manchas escuras ovaladas sobre a linha lateral, a primeira mancha sobre a nadadeira peitoral e a última sobre o pedúnculo caudal (Cunha, 1987). Atingem aproximadamente 70 cm de comprimento. Ocorre do Rio de Janeiro ao norte da Argentina; é um peixe costeiro que tem preferência por águas estuarinas e turvas (Fischer *et al*, 2004). Alimenta-se principalmente de crustáceos, moluscos, juvenis de tainhas e outros peixes, além de insetos (Helmer *et al.*, 1995).



**Figura 5.** *Trachinotus marginatus*. Fonte: Carvalho Filho, A. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

#### **Gênero** *Trachurus* Rafinesque 1810

Atualmente, 15 espécies de o gênero *Trachurus* são reconhecidas globalmente (Karaiskou, 2003).

*Trachurus lathami* Nichols, 1920

Conhecido popularmente como “chicharra” ou “rough scad” (figura 6), é um peixe de pequeno porte, pelágico, e o único representante do gênero observado no Atlântico Ocidental, desde o Golfo de Maine até o norte da Argentina (Berry e Smith-Vaniz 1978; Menezes *et al*, 2003). Corpo alongado e ligeiramente comprimido; olho grande e pálpebra adiposa bem desenvolvida; parte superior do corpo e topo da cabeça escura, azul clara ou escuro, ou verde azulada; parte inferior do corpo e cabeça prateados a esbranquiçados, ou amarelados a dourados; nadadeiras pélvicas, peitoral e anal claras (Carpenter, 2002). É uma espécie demersal-pelágica, com tamanho máximo de cerca de 40 cm de comprimento e 0,5 kg de massa (Menezes e Figueiredo, 1980), ocorrendo em águas de 50 a 100m de profundidade. Se alimenta principalmente de larvas e ovos de pequenos peixes e invertebrados (Carvalho e Soares, 2006).



**Figura 6.** *Trachurus lathami*. Fonte: Fischer, L.G. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

**Gênero** *Uraspis* Bleeker 1855

O gênero *Uraspis* é caracterizado pela presença de uma língua branca e espinhos da nadadeira anal embutidos (Lin e Shao, 1999). Este gênero é composto por três espécies, *U. helvola* (Forster, 1801), *U. secunda* (Poey, 1860) e *U. uraspis* (Günther, 1860) (Yeo, 2016).

*Uraspis secunda* (Poey, 1860)

Conhecidos como “cara de gato”, “cottonmouth jack” (figura 7), *U. secunda* possui corpo alongado-ovalado, ligeiramente comprimido; corpo e cabeça com tons escuros, língua e interior da boca branco ou creme e o restante azul-escuro; pode emitir grunhidos quando capturado (Carpenter, 2002). Os indivíduos jovens são de cor pálida com seis ou sete listras marrons, enquanto os adultos geralmente são escuros sem listras (Smith-Vaniz, 1986). De hábito pelágico, pode ser observado em muitos oceanos, incluindo Oceano Pacífico, Índico e Atlântico (Riede, 2004). *U. secunda* foi encontrado principalmente entre profundidades de 20 a 150 m, perto de costas ou ilhas.



**Figura 7.** *Uraspis secunda*. Fonte: Noble, B. Retirado de Fishbase (<http://www.fishbase.org>)

1961), embora as amostragens limitadas dos estudos desse gênero tornem difíceis determinar quais clados correspondem à diferentes subgêneros (Lewallen *et al*, 2011). Com isso, uma revisão taxonômica contendo grande amostragem de espécies deve ser realizada para esse gênero.

Apesar da lacuna no conhecimento taxonômico de organismos marinhos, cada vez mais trabalhos vêm sendo realizados para identificar a realidade taxonômica desses peixes. Nosso trabalho contribui para uma prévia análise da identidade molecular dessas espécies, trazendo dados sobre sua diversidade, taxonomia e distribuição. Mais estudos devem ser realizados afim de concluir a real identidade dessas e demais espécies marinhas para se obter maiores informações sobre suas histórias evolutivas, bem com suas definições e amplitude de distribuição (Marceniuk, 2008, 2012, 2016).

## **7.0 CONCLUSÃO**

Por meio dos resultados obtidos, conclui-se que a ferramenta de DNA barcode se mostrou eficiente na identificação e discriminação de peixes da costa brasileira, bem como identificar possíveis casos de sinonimização e especiação desses indivíduos.

As informações desse trabalho e as sequências do gene COI obtidas e futuramente disponibilizadas em bancos de dados poderão servir de base para futuros estudos relacionados ao real estado taxonômico das espécies aqui discriminadas, bem como possibilitar comparações entre a divergência genética interespecíficas de diferentes localidades.

## **8.0 REFERÊNCIAS**

APPELDOORN, R. S.; AGUILAR-PERERA, A.; BOUWMEESTER, B. L. K.; DENNIS, G. D.; HILL, R. L.; MERTEN, W.; RECKSIEK, C. W.; WILLIAMS, S. J. (2009). **Movement of fishes (Grunts: Haemulidae) across the coral reef seascape: A**

**review of scales, patterns and processes.** *Caribbean Journal of Science*, 45(2-3), 304–316. doi:10.18475/cjos.v45i2.a16

AMARAL, A. C. Z.; JABLONSKI, S. (2005). **Conservação da biodiversidade marinha e costeira do Brasil.** *Megadiversidade* 1(1):43-51.

BANDEIRA, W. D. (2002). **Revisão taxonômica das espécies brasileiras do gênero Pomadasys Lacépede, 1802 (Teleostei: Haemulidae).** 75pp. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Pós Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia

BANNIKOV, A.F.; CARNEVALE, G.; LANDINI, W. (2009). **A new Early Miocene genus of the family Sciaenidae (Teleostei, Perciformes) from the eastern Paratethys.** *Comptes Rendus Palevol*;8(6):535- 544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2009.03.001>

BERRY, F. H.; SMITH-VANIZ, W. F., (1978). **Carangidae.** In: FAO Species Identification Sheets for Fisheries Purposes. Western Central Atlantic. Fishing Area 31, Vol. 1. Ed.: Fisher, W. Rome: FAO.

BERMINGHAM, E.; MCCAFFERTY, S. S.; MARTIN, A. P. (1997). **Fish biogeography and molecular clocks: perspectives from the Panamanian Isthmus.** Pages 113–128 in T. D. Kocher and C. A. Stepien, eds. *Molecular systematics of fishes.* Academic Press, San Diego.

BETANCUR-R, R.; BROUGHTON, R. E.; WILEY, E. O.; CARPENTER, K.; LÓPEZ, J. A.; LI, C.; HOLCROFT, N. I.; ARCILA, D.; SANCIANGCO, M.; CURETON, J. C.; ZHANG, F.; BUSER, T.; CAMPBELL, M. A.; BALLESTEROS, J. A.; ROA-VARON, A.; WILLIS, S.; BORDEN, W. C.; ROWLEY, T.; RENEAU, P. C.; ORTÍ, G. (2013). **The Tree of Life and a New Classification of Bony Fishes.** *PLoS Currents*, doi.org/10.1371/currents.tol.53ba26640df0ccee75bb165c8c26288.

BONECKER, A.C.T., *et al.* (2014). **Ordem Anguilliformes.** In *Catalogo dos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes da bacia de Campos [online]*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, pp. 11-30. *Zoologia: guias e manuais de identificação series.* ISBN 978-85-98203-10-2. Available from SciELO Books.

BONECKER, A.C.T., *et al.* (2014). **Ordem Beloniformes.** In *Catalogo dos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes da bacia de Campos [online]*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, pp. 153-160. *Zoologia: guias e manuais de identificação series.* ISBN 978-85-98203-10-2. Available from SciELO Books.

BONECKER, A.C.T., *et al.* (2014). **Ordem Perciformes.** In *Catalogo dos estágios iniciais de desenvolvimento dos peixes da bacia de Campos [online]*. Curitiba:

Sociedade Brasileira de Zoologia, pp. 180- 265. Zoologia: guias e manuais de identificação series. ISBN 978-85-98203-10-2. Available from SciELO Books.

BORNATOWSKI, H; ABILHOA, V; BROGIM, R. A. (2004). **Alimentação do linguado *Etropus crossotus* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) em um banco areno-lodoso na Ilha do Mel, Paraná, Brasil.** Estudos de Biologia, [S.l.], v. 26, n. 57, nov. ISSN 1980-590X.

BOVCON, N.D.; COCHIA, P.D. (2007). **Guia para el reconocimiento de peces capturados por buques pesqueros monitoreados con observadores a bordo.** Rawson: Publicacion especial de la Secretaria de Pesca de la Provincia del Chubut.

BOWEN, B. W.; BASS, A. L.; ROCHA, L. A.; GRANT, W. S.; ROBERTSON, D. R. (2001). **Phylogeography of the trumpetfishes (*Aulostomus*): ring species complex on a global scale.** Evolution 55: 1029–1039.

BOWEN, B.W., ROCHA, L.A., TOONEN, R.J., KARL, S.A., (2013). **The origins of tropical marine biodiversity.** Trends Ecol. Evol. 28, 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.018>

BOX, A.; DEUDERO, S.; BLANCO, A.; GRAU, A.M.; RIERA, F. (2010). **Differences in  $\delta^{13}\text{C}$  &  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotopes in the pearly razorfish *Xyrichtys novacula* related to the sex, location and spawning period.** Journal of Fish Biology 76, 2370–2381.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2000). **“Convenção sobre Diversidade Biológica – Conferência para Adoção do Texto Acordado da CDB – Ato final de Nairobi”.** Brasília. 60p.

BUONACCORSI, V. P.; MCDOWELL, J. R.; GRAVES, J. E. (2001). **Reconciling patterns of inter-ocean molecular variance from four classes of molecular markers in blue marlin (*Makaira nigricans*).** Mol. Ecol. 10: 1179–1196.

CANEL, D. LEVY, E.; SOARES, I. A., BRAICOVICH, P. E.; HAIMOVICI, M.; LUQUE, J. L., TIMI, J.T. (2019). **Stocks and migrations of the demersal fish *Umbrina canosai* (Sciaenidae) endemic from the subtropical and temperate Southwestern Atlantic revealed by its parasites.** Fisheries Research, 214, 10–18. doi:10.1016/j.fishres.2019.02.001

CAMARGO, M.; ISAAC, V. (2001). **Os peixes estuarinos da região norte do Brasil: lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica.** Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia,. v. 17, n. 2, p. 133-157.

- CAMPBELL, M. A., CHANET, B., CHEN, J., LEE, M., & CHEN, W. (2019). **Origins and relationships of the Pleuronectoidei: Molecular and morphological analysis of living and fossil taxa.** *Zoologica Scripta*, 48(5), 640-656.
- CARPENTER, K.E. (ed.) (2002). **The living marine resources of the western central Atlantic. Vol. 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae), sea turtles and marine mammals.** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and Amer. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ. 5. FAO, Rome; p. 1116–1134.
- CARPENTER, K.E. (ed.) (2002). **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals.** FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication. 5. FAO, Rome; p. 1375-2127.
- CARVALHO, M. R.; SOARES, L. S. H. (2006). **Diel feeding pattern and diet of rough scad *Trachurus lathami* Nichols, 1920 (Carangidae) from the Southwestern Atlantic.** *Neotrop. ichthyol.*, Porto Alegre , v. 4, n. 4, p. 419-426.
- CERQUEIRA, N. N. C. D. (2018). **Análise comparativa da composição genética de exemplares da fauna de peixes marinho-estuarinos encontrados na costa do Brasil.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Genética) do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP. 85p.
- CERVIGÓN, F. (1980). **Ictiología marina.** Vol. I. Editorial Arte, Caracas. 358 p.
- CERVIGÓN, F. (1992). **Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América.**
- CERVIGÓN, F. (1993). **Los peces marinos de Venezuela Volumen II.** Segunda edición. Fund. Cien. Los Roques. Monografía 12, Venezuela. 502 p.
- CHEUNG, W.L.; WATSON, R.; PAULY, D. (2013). **Signature of ocean warming in global fisheries catch.** *Nature* 497:365-368.
- COLLAÇO, F. L.; SARTOR, S. M.; BARBIERI, E. (2015). **Cultivo de Bijupirá (*Rachycentron canadum*) em Cananeia, SP, Brasil: Avaliação da viabilidade utilizando geoprocessamento.** *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 15(2), 277-289. <https://dx.doi.org/10.5894/rgci538>
- COLLETTE, B.B.; CHAO, L.N. (1975). **Systematics and morphology of the bonitos (*Sarda*) and their relatives (*Scombridae*, sardini).** *Fish. Bull.* 73, 515–625.

- COLLETTE, B. B.; NAUEN, C. E. (1983). **FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date.** Rome: FAO. FAO Fish. Synop. 125(2):137 p.
- COLLETTE, B. B.; REEB, C.; BLOCK, B. A. (2001). **Systematics of the tunas and mackerels (Scombridae).** Tuna: Physiology, Ecology, and Evolution, 1–33. doi:10.1016/s1546-5098(01)19002-3
- COLLETTE, B.B.; BEMIS, K.E. (2019). **Family Belonidae.** In: Bruce, B.; Collette, B.B.; Thomas J.N. (Eds.) *Fishes of the Western North Atlantic*, Part Ten. **Order Beloniformes. Needlefishes, Sauries, Halfbeaks, and Flyingfishes, Belonidae, Scomberesocidae, Hemiramphidae, Exocoetidae.** Memoir Sears Foundation for Marine Research, n I. Peabody Museum of Natural History. New Haven: Yale University.
- COUSSEAU, M. B.; PERROTTA, R. G. (2013). **Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca.** Mar del Plata: INIDEP.
- COUSSEAU, M.B., PERROTTA, R.G., (2013). **Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca, fourth ed.** Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- COUTO, E. C. G.; DA SILVEIRA, F. L.; ROCHA, G. R. A. (2003). **Marine biodiversity in Brazil: the current status/ Biodiversidad marina en brasil: estado actual del conocimiento.** *Gayana* 67(2):327-340.
- CRESSEY, R. F.; LACHNER, E. A. (1970). **The parasitic copepod diet and life history of diskfishes (Echeneidae).** *Copeia*, 2: 310–318.
- CUNHA, L.P.R. (1987). **Importância da zona de arrebenção de praias para o desenvolvimento dos juvenis de Trachinotus (Pisces, Carangidae): aspectos da bioecologia e distribuição geográfica do gênero, com ênfase às espécies que ocorrem no litoral sul/sudeste do Brasil e no Atlântico ocidental.** Tese de Doutorado em Ciências, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.
- DARRACOTT, A. (1977). **Availability, morphometrics, feeding and breeding activity in a multi-species, demersal fish stock of the western Indian Ocean.** *J. Fish. Biol.* 10(1):1-16.
- DAS, M. K.; MOHAPATRA, A.; RAJENDAR, K. R.; BHASKAR, R. (2020). **A new species *Ophichthus chennaiensis* sp. nov. (Anguilliformes: Ophichthidae) from the southeast coast of India.** *Zootaxa* 4895 (no. 2): 291-296.
- DRUMMOND, A.; RAMBAUT, A. (2009). **BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees.** *BMC Evol Biol.*, 8(7): 214.

DURAND, J. D.; COLLET, A.; CHOW, S.; GUINAND, B.; BORSA, P. (2005). **Nuclear and mitochondrial DNA markers indicate unidirectional gene flow of Indo-Pacific to Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) populations, and their admixture off southern Africa.** *Mar. Biol.* 147: 313–322.

EDGAR, R. C. (2004). **MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput.** *Nucleic Acids Research*, Volume 32, Issue 5, Pages 1792–1797, <https://doi.org/10.1093/nar/gkh340>

FARFÁN L. E.; ACERO P. A.; GRIJALBA-BENDECK, M. (2009). **Presencia de Remorina albescens (Perciformes: Echeneidae) en el Caribe Colombiano, incluyendo una clave de identificación para las especies de la familia en Colombia.** *Bol. Invest. Mar. Cost.* [Internet].

FIGUEIREDO, J. L.; SANTOS, A. P.; YAMAGUTI, N.; BERNARDES, R. A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. (2002). **Peixes da zona econômica exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: Levantamento com Rede de Meia-Água.** São-Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Imprensa Oficial do Estado, 242 p.

FIGUEROA, D. E., MACCHI, G., & HAIMOVICI, M. (2009). **News about the reproductive ecology of the southern conger eel *Conger orbignianus*.** *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(03), 461. doi:10.1017/s0025315409991135

FISCHER, W.; BIANCHI, G.; SCOTT, W.B. (eds.) (1981). **FAO species identification sheets for fishery purposes. Eastern Central Atlantic; fishing areas 34, 47 (in part).** Canada Funds-in-Trust. Ottawa, Department of Fisheries and Oceans Canada, by arrangement with the Food and Agriculture Organization of the United Nations, vols. 1-7:pag.

FISCHER, L.C. *et al.* (2004). **Peixes estuarinos e costeiros.** Rio Grande: Ecoscientia. 127p.

FRICKE, R.; ESCHMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. (eds). (2021). **Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references.** (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

FROESE, R; PAULY, D. (eds) (1996). **Scombridae.** FishBase. World Wide Web electronic publication. <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>

FROESE, R.; PAULY, D. Editors. (2020). **FishBase.** World Wide Web electronic publication. <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>

- GADIG, O. B. F.; ROSA, R. S. (1996). **Occurrence of the white shark along the Brazilian coast.** In: KLIMLEY, A. P.; AILEY, D. G. (Eds). Great white sharks: The biology of *Carcharodon carcharias*. San Diego, Academic Press, XI+517p.
- GARCÍA, A. B.; ACERO, A.; SILVA, C. P.; BENDECK, M. G. (2008). **Confirmatio of the ocurrence of *Ophichthus cylindroideus* (RANZANI) (ANGULLIFORMES: OPHICHTHIDAE) in the Colombian Caribbean.** *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 37(2).
- GARCIA J. R. J.; MENDES, L. F.; SAMPAIO, C. L. S.; LINS, J. E. (2010). **Biodiversidade Marinha da Bacia Potiguar: Ictiofauna.** Museu Nacional: Rio de Janeiro. p. 195p.
- GIBBS, M. et al. (1999). **The taxonomic richness of South Africa's marine fauna: a crisis at hand.** *South African Journal of Science*, n. 95, p. 8-12, 1999.
- HAIMOVICI, M.; COUSIN, J. C. B. (1989). **Reproductive biology of the castanha *Umbrina canosai* (Pisces, Sciaenidae) in Southern Brazil.** *Rev. Bras. Biol.* 49, 523–537.
- GRAVES, J. E.; MCDOWELL, J. R. (1995). **Inter-ocean genetic divergence of istiophorid billfishes.** *Mar. Biol.* 122: 193–203.
- GRAVES, J. E.; MCDOWELL, J. R. (2003). **Population structure of the world's billfishes: a genetic perspective.** *Mar. Freshw. Res.* 54: 287–298.
- GRAY, K. N., MCDOWELL, J. R., COLLETTE, B. B.; GRAVES, J. E. (2009). **An investigation of the global population structure of the marlinsucker (*Remora osteochir*) inferred from mitochondrial control region DNA sequence analysis.** *Bulletin of Marine Science*, 84(1), pp.25-42.
- GUIMARÃES, E. C.; DE BRITO, P. S.; FEITOSA, L. M.; CARBALHO-COSTA, L. F.; OTTONI, F. P. (2018). **A new species of *Hyphessobrycon* Durbin from northeastern Brazil: evidence from morphological data and DNA barcoding (Characiformes, Characidae).** *ZooKeys*, 765:79-101.
- HAIMOVICI, M.; ABSALONSEN, L.; VELASCO, G.; MIRANDA, L V. (2006). **Diagnóstico do estoque e orientações para o ordenamento da pesca de *Umbrina canosai* (Berg, 1895).** In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B.; Ávila-da-Silva, A. O.; Cergole, M. C. (Ed.) *Análise das Principais Pescarias Comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica Populacional das Espécies em Exploração – II.* São Paulo: USP, p. 77-85.

- HEBERT, P. D. N.; CYWINSKA, A.; BALL, S. L.; DEWAARD, J. R. (2003a) **Biological identifications through DNA barcodes**. Proc. R. Soc. Lond. B, v. 270, p. 313-321.
- HEBERT, P. D. N.; RATNASINGHAM, S.; DEWAARD, J. R. (2003b). **Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species**. Proc. R. Soc. Lond. B, v. 270 (Suppl.), p. S96-S99.
- HEBERT, P. D. N.; PENTON, E. H.; BURNS, J. M.; *et al.* (2004). **Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator***. Proc Natl Acad Sci U S A. n.101, p. 14812-14817.
- HELMER, J. L.; TEIXEIRA, R. L.; MONTEIRO-NETO, C. (1995). **Food habits of Young *Trachinotus* (PISCES, CARANGIDAE) in the inner surf-zone of a sandy beach in southeast Brazil**. Atlântica, Rio Grande, v.17, p.95-107
- INOUE, J.G.; MIYA, M.; MILLER, M. J.; SADO, T.; HANEL, R.; HATOOKA, K.; AOYAMA, J.; MINEGISHI, Y.; NISHIDA, M.; TSUKAMOTO, K. (2010). **Deep-ocean origin of the freshwater eels**. Biol. Lett. 6 (3) 363–366.
- IVANOVA, N. V., DEWAARD, J. R., & HEBERT, P. D. (2006). **An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA**. Molecular ecology notes, 6(4), 998-1002.
- JERDE, C. L.; MAHON, A. R.; CHADDERTON, W. L.; LODGE, D. M. (2011). **“Sight-unseen” detection of rare aquatic species using environmental DNA**. Conservation Letters 4. p.150–157.
- JOLY, C. A. *et al.* (2011). **Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil**. Rev. USP, São Paulo, n. 89.
- JOHNSON, G. D. (1980). **The limits and relationships of the Lutjanidae and associated families**. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography, 24:1–114.
- KARAIKOU N.; APOSTOLIDIS A. P.; TRIANTAFYLLIDIS, A.; KOUVATSI, A.; TRIANTAPHYLLIDIS, C. (2003). **Genetic identification and phylogeny of three species of the genus *Trachurus* based on mitochondrial DNA analysis**. *Mar Biotech* 5(5): 493– 504.
- KATSANEVAKIS, S. (2005). **Habitat use by the pearly razorfish, *Xyrichtys novacula* (Pisces: Labridae)**. *Scientia Marina*, 69(2), 223–229. <https://doi.org/10.3989/scimar.2005.69n2223>
- KEARSE, M., MOIR, R., WILSON, A., STONES-HAVAS, S., CHEUNG, M., STURROCK, S., BUXTON, S., COOPER, A., MARKOWITZ, S., DURAN, C. AND

- THIERER, T. (2012). **Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data.** *Bioinformatics*, 28(12), pp.1647-1649.
- KÖHLER, F. (2007). **From DNA taxonomy to barcoding - how a vague idea evolved into abiosystematic tool.** *ZoolReihe*, 83:44-51.
- LANA, P.C. (2003). **O valor da biodiversidade e o impasse taxonômico: a diversidade marinha como estudo de caso.** *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 8, p. 97.
- LESSIOS, H.A., ROBERTSON, D.R., (2006). **Crossing the impassable: Genetic connections in 20 reef fishes across the eastern Pacific barrier.** *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 273, 2201–2208. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3543>
- LEWALLEN, E.A., PITMAN, R.L., KJARTANSON, S.L., LOVEJOY, N.R. (2011). **Molecular systematics of flyingfishes (Teleostei: Exocoetidae): evolution in the epipelagic zone.** *Biological Journal of the Linnean Society*, Volume 102, Issue 1, Pages 161–174.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. (2005). **How many species are there in Brazil?** *Conservation Biology* 19(3): 619-624.
- LEWALLEN, E. A., PITMAN, R. L., KJARTANSON, S. L., LOVEJOY, N. R. (2011). *Molecular systematics of flyingfishes (Teleostei: Exocoetidae): evolution in the epipelagic zone. Biological Journal of the Linnean Society, 102(1), 161–174.*
- LIAO, J.C. (2002). **Swimming in needlefish (Belonidae): anguilliform locomotion with fins.** *Journal of Experimental Biology*, 205: 2875-2884.
- LIN, P.L.; SHAO, K.T. (1999). **A review of the carangid fishes (Family Carangidae) from Taiwan with descriptions of four new records.** *Zool. Stud.* 38: 33-68.
- LINDEMAN, K.; TOXEY, C. (2002). **Haemulidae**, In: Carpenter, K. E. (Ed) *FAO Species Identification. Guide for fishery Purposes The living Marine Resources of the Western Central Atlantic.* Food and Agriculture Organization of the United nations, Rome 1522-1550.
- LÜ, Z.; ZHU, K.; JIANG, H.; LU, X.; LIU, B.; YE, Y.; GONG, L. (2019). **Complete mitochondrial genome of *Ophichthus brevicaudatus* reveals novel gene order and phylogenetic relationships of Anguilliformes.** *International Journal of Biological Macromolecules*. doi:10.1016/j.ijbiomac
- MA, H., MA, C., ZHANG, X., FENG, C., ZHANG, Y., ZHANG, H., & MA, L. (2015). **The first complete mitochondrial genome sequence of *Uraspis secunda***

- (Perciformes: Carangidae) and its phylogenetic relationship.** Mitochondrial DNA Part A, 28(1), 87–88. doi:10.3109/19401736.2015.1110811
- MAGNUSON, J.J. (1979) **Locomotion by scombrid fishes: hydromechanics, morphology, and behavior.** In: Hoar WS, Randall DJ, editors. Fish physiology. London: Academic Press. 239–313
- MARCENIUK, A. P.; BETANCUR-R, R. (2008). **Revision of the species of the genus *Cathorops* (Siluriformes: Ariidae) from Mesoamerica and the Central American Caribbean, with description of three new species.** *Neotropical Ichthyology*, v. 6, n. 1, p. 25–44.
- MARCENIUK, A. P.; BETANCUR-R, R.; MURIEL-CUNHA, J. (2012). **Review of the genus *Cathorops* (Siluriformes: Ariidae) from the Caribbean and Atlantic South America, with description of a new species.** *Copeia*, v. 2012, n. 1, p. 77–97.
- MARCENIUK, A. P.; CAIRES, R.; SICCHA-RAMIREZ, R.; OLIVEIRA, C. (2016). **Review of the harvestfishes, genus *Peprilus* (Perciformes: Stromateidae), of the Atlantic coast of South America.** *Zootaxa*, v. 4098, n. 2, p. 311–332.
- MARTINEZ, P.; GONZALEZ, E. G.; CASTILHO, R.; ZARDOYA, R. (2006). **Genetic diversity and historical demography of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*).** *Mol. Phyl. Evol.* 39: 404–416.
- MCCOSKE, J. E. (2002). **Family Ophichthidae.** In: Carpenter, K.E. (ed.) **The living marine resources of the Western Central Atlantic.** Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. pp. 601-1374.
- MCCOSKER, J.; IDE, S.; ENDO, H. (2012). **Three new species of ophichthid eels (Anguilliformes: Ophichthidae) from Japan.** *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series A (Zoology)*. 6. 1-16.
- MCDOWELL, J. R. (2002). **Genetic stock structure of the sailfish, based on nuclear and mitochondrial DNA.** Ph.D. Diss. College of William and Mary: Virginia Institute of Marine Science. Gloucester Point, VA. 231 p.
- MEIKLEJOHN, K. A.; DAMASO, N.; ROBERTSON, J. M. (2019). **Assessment of BOLD and GenBank—their accuracy and reliability for the identification of biological materials.** *PLoS One*. 14 (6):e0217084. doi:10.1371/journal.pone.0217084.

- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. (1980). **Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3)**. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São Paulo. 96 p
- MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L. & MOURA, R.L. (2003). **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 159p.
- MISSIMER, T.M.; HEGY, M. (2018). **Bioturbation of intertidal sediments by the spotted spoon-nosed eel, *Echiophis intertinctus* (Richardson), Estero Bay, southwest Florida**. *Florida Scientist*, 81(2-3), 100-103.
- NASH, W. G.; WIENBERG, J.; FERGUSON-SMITH, M. A.; MENNINGER, J. C.; O'BRIEN, S. J. (1998). **Comparative genomics: Tracking chromosome evolution in the family Ursidae using reciprocal chromosome painting**. *Cytogenet. Cell Genet.* 83:182-192.
- NEAR, T. J.; EYTAN, R. I.; DORNBURG, A.; KUHN, K. L.; MOORE, J. A.; DAVIS, M. P.; WAINWRIGHT, P. C.; FRIEDMAN, M.; SMITH, W. L. (2012). **Resolution of ray-finned fish phylogeny and timing of diversification**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(34), 13698–13703. doi:10.1073/pnas.1206625109
- NELSON, J. S. (1984). **Fishes of the world**. John Wiley & Sons, New York, 2nd ed.
- NETO, D. A. P. (2013). **Detecção de adulteração de espécies em pescado e derivados por meio da técnica de DNA *Barcoding***. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 43p.
- NION, H.; MARÍN, Y.H.; MENESES, P.; PUIG, P. (2013). **Distribución batimétrica de la familia Sciaenidae (Perciformes) en el Atlántico Sudoccidental y consideraciones sobre las pesquerías de los peces de esta familia**. *Fr. Mar.* 23, 105–132.
- O'TOOLE, B. (2002). **Phylogeny of the species of the superfamily Echeneoidea (Perciformes: Carangoidei: Echeneidae, Rachycentridae, and Coryphaenidae), with an interpretation of echeneid hitchhiking behaviour**. 80(4), 596–623. doi:10.1139/z02-031
- OSÓRIO, F. M.; MARINHO, R. A.; LOTUFO, T. M. C.; FURTADO-NETO, M. A. A. (2005). **First record of *Pomadasys ramosus* Poey, 1860 (Perciformes: Haemulidae) for Ceará State, Brazil**. *Arquivos de Ciência do Mar.* 38: 127–12

- PARENTI, P.; RANDALL, J. E. (2000). **An annotated checklist of the species of the Labroid fish families Labridae and Scaridae**. *JLBSI Ichthyol Bull* 68: 1–97.
- PARENTI, P. **An annotated checklist of fishes of the family Sciaenidae**. *JAD*. 2020; 2 (1) :1-92 URL: <http://jad.lu.ac.ir/article-1-49-en.html>
- PARIN, N. V. (1961). **Principles of classification of flying fishes (Oxyporhamphidae and Exocoetidae)**. *Trudy Instituta Fiziologii, Akademiia Nauk Gruzinskoi SSR* 43: 92–183. [In Russian, Systematics Lab. Translation No. 67].
- PAVLISKO, A.; RIAL, A.; DE VECCHI, S.; COPPES, Z. (1997). **Properties of pepsin and trypsin isolated from the digestive tract of *Parona signata* “palometa”**. *Journal of Food Biochemistry*, 21: 289-308. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1997.tb00210.x>
- PEETERS, F. J. C.; ACHESON, R.; BRUMMER, G-J. A.; RUIJTER, W. P. M.; SCHNEIDER, R. R.; G. GANSSSEN, G. M.; UFKES, E.; KROON, D. (2004). **Vigorous exchange between the Indian and Atlantic oceans at the end of the past five glacial periods**. *Nature* 430: 661–665.
- POSADA D.; CRANDALL K. A. (1998). **MODELTEST: testing the model of DNA substitution**. *Bioinformatics*, 14: 817–818.
- PSOMADAKIS, P.N.; THEIN, H.; RUSSELL, B.C.; TUN M. T. (2019). **Field identification guide to the living marine resources of Myanmar**. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes*. Rome, FAO and MOALI.
- PULLANDRE, N.; LAMBERT, A.; BROUILLET, S.; ACHAZ, G. (2012). **ABGD, Automatic Barcode Gap Discovery for primary species delimitation**. *Molecular ecology*, 21(8), 1864–1877. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2011.05239.x>
- RAMBAUT, A.; SUCHARD, M.; XIE, D.; DRUMMOND, A. (2014). **Tracer | BEAST**. Retrieved from <<http://beast.bio.ed.ac.uk/tracer>>.
- RATNASINGHAM, S.; HEBERT, P. D. N. (2007). **BOLD: The barcode of life data system [www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org)**. *Molecular Ecology Notes*, n. 7, p. 355–364.
- REED, D. L.; CARPENTER, K. E.; DEGRAVELLE M. J. (2002). **Molecular systematics of the Jacks (Perciformes: Carangidae) based on mitochondrial cytochrome *b* sequences using parsimony, likelihood, and Bayesian approaches** *Mol. Phylogenet. Evol.* 23 pp. 513-524
- REY, C. I.; ACERO, P. A. (2016). **Primer registro de albinismo em la familia Muraenesocidae (PISCES: ANGUILLIFORMES), *Cynoponticus savanna* (BANCROFT)**. *Bol. Investig. Mar. Costeras* [Internet].

- RIEDE, K. (2004). **Global register of migratory species – From global to regional scales**. Final report of the R & D-project. Bonn, Germany: Federal Agency for Nature Conservation. p 329
- ROCHA, L. A.; ROBERTSON, D. R.; ROCHA, C. R.; VAN TASSELL, J. L.; CRAIG, M. T.; BOWENS, B. W. (2005). **Recent invasion of the tropical Atlantic by an Indo-Pacific coral reef fish**. *Mol. Ecol.* 14: 3921–3928.
- ROSA, R. S.; MENEZES, N. A. (1996). **Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Eslamobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil**. *Revta bras. Zool.* 13 (3): 647 – 667.
- ROXO F. F, ZAWADZKI C. H, ALEXANDROU M. A, COSTA SILVA G. J, CHIACHIO M. C, FORESTI F., OLIVEIRA C. (2012). **Evolutionary and biogeographic history of the subfamily Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae)**. *Ecol. Evol.*; 2(10):2438-2449.
- SACCARDO, S. A. (1980). **Biologia e bionomia de *Trachurus lathami* Nichols, 1920 (Teleostei: Carangidae) na plataforma continental brasileira entre 23o S (RJ) e 30o (RS)**. Ph.D. Thesis. Sao Paulo: Universidade de Sao Paulo, Instituto Oceanografico, 158 pp.
- SACCARDO, S. A. (1987). **Morfologia, distribuição e abundância de *Trachurus lathami* Nichols, 1920 (Teleostei: Carangidae) na região sudeste-sul do Brasil**. *Bolm Institute Oceanogr. S. Paulo* 35, 65–95.
- SACCARDO, S. A.; KATSURAGAWA, M. (1995) **Biology of rough scad *Trachurus lathami*, on the south-eastern coast of Brazil**. *Sci. Mar.* 59, 265–277.
- SAITOU, N.; NEI, M. (1987). **The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees.**, *Molecular Biology and Evolution*, Volume 4, Issue 4, Pages 406–425, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454>
- SANCHES, E. G.; TOSTA, GITONILSON, A. M.; SOUZA-FILHO, J. J. (2018). **Economic feasibility of cobia juvenile production (*Rachycentron canadum*)**. *Boletim do Instituto de Pesca*, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 15-26. ISSN 1678-2305.
- SANT'ANNA, V.B. (2011). **Filogenia dos peixes-agulha da família Belontiidae (Atherinomorphae: Belontiiformes)**. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zoologia da Faculdade de Biociências – PUC/RS. 280 p.
- SANTINI, F.; KONG, X.; SORENSON, L.; CARNEVALE, G.; MEHTA, R. S.; ALFARO, M. E. (2013). **A multi-locus molecular timescale for the origin and**

**diversification of eels (Order: Anguilliformes).** *Mol. Phylogenet. Evol.* 69 (3) 884–894.

SANTOS, S.; SCHNEIDER, H.; SAMPAIO, I. (2003). **Genetic differentiation of *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae, Perciformes) populations in Atlantic coastal waters of South America as revealed by mtDNA analysis.** *Genet. Mol. Biol.*, v. 26, p. 151-161.

SANTOS, S.; GOMES, M.D.F.; FERREIRA, A.R.D.S.; SAMPAIO, I.; SCHNEIDER, H. (2013). **Molecular phylogeny of the western South Atlantic Sciaenidae based on mitochondrial and nuclear data.** *Mol Phylogenet Evol.*; 66(1):423-428. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.09.020>

SANTOS NETO, J. G. (2015). "**Caracterização da pesca de camboa no estuário do rio serinhaém, igrapiúna–bahia.**"

SILVA, J. D. B. (2018). **Ecologia trófica e distribuição espaço-temporal das espécies *Pomadasys Ramosus* (Poey, 1860) e *Haemulopsis corvinaeformis* (Steindachner, 1868) (Haemulidae) ao longo do gradiente de variação no estuário do Rio Goiana (PE/PB).** Dissertação de Mestrado. – UFPE.

SHELTER, R. (1996). **Describing diversity. Too many species, too few taxonomists.** *Oceanus*, V. 39, n. 1, p. 16-18.

SHAFFER, R. V.; NAKAMURA, E. L. (1989) **Synopsis of biological data on the cobia, *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae).** NOAA. Tech. Rep. NMFS. 82. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Fisheries Synopsis 153, U.S. Department of Commerce, Springfield, Virginia, 21 pp.

SHIRKE, S. S.; MUSALIYARAKAM, N.; VARGHESE, P.; HATHA, M.; SUKHAM, M. D.; LAKSHMANAPERUMA, R. L. (2020). **Novel records of three remoras from Andaman and Nicobar waters, India.** *FishTaxa* v. 18: 30-38. 2021.

SMITH, D.G. (1989). **Family Muraenesocidae.** In *Fishes of the Western North Atlantic*, edited by E. B. Böhlke. *Mem. Sears Found. Mar. Res.*, 1(9):432-440.

SMITH, P. J.; MCVEAGH, S. M.; STEINKE, D. (2008). **DNA barcoding for the identification of smoked fish products.** *J Fish Biol.* v.72, p.464-471.

SMITH-VANIZ, W.F. (1986). **Carangidae.** In: Smith MM, Heemstra PC, editors. *Smiths' sea fishes.* Berlin: Springer-Verlag. p 638–661.

SMITH-VANIZ, W. F.; STAIGER, J. C. (1973). **Comparative revision of Scomberoides, Oligoplites, Parona, and Hypacanthus with comments on the**

- phylogenetic position of Campogramma (Pisces, Carangidae).** Proceedings of the California Academy of Sciences, Series 4, 39 (13), 185–256.
- STRASBURG, D.W. (1959). **Notes on the diet and correlating structures of some central pacific echeneid fishes.** Copeia 1959:244-248.
- STRASBURG, D.W. (1962). **Some aspects of the feeding behavior of Remora remora.** Pac. Sci. 16:202-206.
- TADMOR-LEVI, R.; DAVID, L.; GOLANI, D. (2020). **Indication of cryptic taxa within the flat needlefish, *Ablennes hians* based on analysis of the cytochrome oxidase I region on a wide range of samples.** Mar. Biol. Res., 16 (6-7), 474-479. doi: 10.1080/17451000.2020.1834117.
- TAMURA, K. (1992). **Estimation of the number of nucleotide substitutions when there are strong transition-transversion and G + C- content biases.** Molecular Biology and Evolution 9:678-687.
- TAMURA, K; NEI, M. (1993). **Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees.** *Molecular Biology and Evolution* 10:512-526.
- TAMURA, K., STECHER, G., PETERSON, D., FILIPSKI, A., & KUMAR, S. (2013). **MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0.** Molecular biology and evolution, 30(12), 2725–2729. <https://doi.org/10.1093/molbev/mst197>
- VALENTINI A.; POMPANON F.; TABERLET P. (2009). **DNA Barcoding for ecologists.** Trends in Ecology & Evolution, 24, 110-117.
- VERMEIJ, G. J.; ROSENBERG, G. G. (1993). **Giving and receiving: the tropical Atlantic as donor and recipient region for invading species.** Am. Mal. Bull. 10: 181–194.
- VIÑAS, J.; BREMER, J. R. A. B.; PLA, C. (2010). **Phylogeography and phylogeny of the epineritic cosmopolitan bonitos of the genus *Sarda* (Cuvier): inferred patterns of intra- and inter-oceanic connectivity derived from nuclear and mitochondrial DNA data.** 37(3), 557–570. doi:10.1111/j.1365-2699.2009.02225.x
- WALPOLE, J. M.; MORGAN-DAVIS, M.; MILLEDGE, S.; BETT, P.; LEADER-WILLIAMS, N. (2001). **Population dynamics and future conservation of a free-ranging black rhinoceros (*Diceros bicornis*) population in Kenya.** Biol. Conserv. 99:237-243.

- WARD, R. D.; ZEMLAK, T. S.; INNES, B. H.; LAST, P. R.; HEBERT, P. D. (2005). **DNA barcode Australia's fish species**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, v. 360, n. 1462, p. 1847-57, Oct 29.
- WESTNEAT, M.W. (2001). **Family Labridae. In: Carpenter & Niem 2001. Species identification guide for fishery purposes**. Bony fishes part 4. vol. 6: 3381–3467, Pls. I–V.
- WESTNEAT, M.W. & M.E. ALFARO. (2005). **Phylogenetic relationships and evolutionary history of the reef fish family Labridae**. Molecular Phylogenetics and Evolution 36: 370–390.
- YAMANOUE, Y; *et al.* (2011). **Multiple invasions into freshwater by pufferfishes (Teleostei: Tetraodontidae): a mitogenomic perspective**. PLoS One, v. 6, n. 2, p. e17410.
- YEO, K. (2016). “**New record of *Uraspis uraspis* and re-description of *Uraspis helvola* (Pisces: Carangidae) from Korea**”, Korean Journal of Ichthyology, vol. 28, no. 1, pp. 57-64.
- ZANETI-PRADO, E. M. (1979). **Bionomia e ciclo de vida de *Umbrina canosai*, Berg (1895)**. Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo, v. 28, n. 1, p. 119-164.

## 9.0 Apêndices

### 9.1 Apêndice 1 – Classificação e dados de coleta dos indivíduos gerados.