



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LUISA MARCELLAH DE JESUS SANTOS SILVA

**CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA DO PARQUE
ESTADUAL DO COCÓ (FORTALEZA, CE)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FORTALEZA

2022

LUISA MARCELLAH DE JESUS SANTOS SILVA

CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA DO PARQUE
ESTADUAL DO COCÓ (FORTALEZA, CE)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero
Coorientador: MSc. Leonardo Mesquita Pinto.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S581c Silva, Luisa Marcellah de Jesus Santos.
Caracterização ecológica da ictiofauna estuarina do Parque Estadual do Cocó (Fortaleza-CE) / Luisa Marcellah de Jesus Santos Silva. – 2022.
49 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero.

Coorientação: Prof. Me. Leonardo Mesquita Pinto.

1. Peixes. 2. Distribuição. 3. Hipóxia. 4. Ecossistema costeiro. 5. Semiárido. I. Título.

CDD 570

LUISA MARCELLAH DE JESUS SANTOS SILVA

CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA DO PARQUE
ESTADUAL DO COCÓ (FORTALEZA, CE)

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Graduação em Ciências
Biológicas do Centro de Ciências da
Universidade Federal do Ceará, como
requisito à obtenção grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero
Coorientador: MSc. Leonardo Mesquita Pinto.

Aprovado em: 08/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. João Eduardo Pereira de Freitas
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Luis Artur Valões Bezerra
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Agradecimentos

O presente estudo foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Edital Universal MCTIC/CNPq No. 28/2018 (Processo 423628/2018-6) e no provimento de bolsas de Mestrado, Doutorado e Iniciação Científica da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. Agradeço à Chefia do Unidade de Conservação Parque Estadual do Cocó, Sr. Paulo Lira, pelo apoio logístico, aos estudantes de graduação e de pós-graduação da Universidade Federal do Ceará e especialmente ao Tenente Araújo (Educador ambiental e barqueiro) e Sr. Antônio (pescador) pelo apoio durante as coletas em campo.

Agradeço ao Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero pela orientação não só neste trabalho, mas também em todos ao longo de minha jornada acadêmica até o momento, pela paciência, confiança, pelos apontamentos justos e sugestões enriquecedoras, eu não consigo imaginar um orientador melhor. Ao meu coorientador MSc. Leonardo Mesquita Pinto por toda a ajuda com o processamento dos dados estatísticos e pelas sugestões e discussões de ideias durante a construção do trabalho. À equipe do Laboratório de Ecologia Aquática e Conservação que auxiliaram nas atividades de campo e de triagem do material biológico que viabilizaram essa pesquisa, especialmente Leonardo Mesquita Pinto e Ronaldo C. Gurgel Lourenço, sem os quais este trabalho não seria possível.

Aos meus pais: Aurilea Maria Rocha dos Santos Silva e Luis Marcelo de Jesus Silva, obrigada por priorizarem a minha educação acima de tudo, por não terem medido esforços ao me apoiar em todas as minhas escolhas e por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a ir além. Eu posso não dizer com tanta frequência, mas vocês são as pessoas mais importantes da minha vida e eu amo vocês.

Aos meus melhores amigos:

Adam Luiz Cantanhede Pinho Negreiros, obrigada por se interessar pela pesquisa, pelos comentários que me arrancaram tantas risadas e por estar comigo desde o último momento marcante na minha vida escolar até o primeiro da vida acadêmica, vida longa à todas as barreiras que atravessamos e aos nossos sonhos;

Jessica Aragão, por ser o meu maior exemplo, pelas conversas, dicas e desabafos, por se fazer presente na minha vida mesmo à distância, saiba que cada palavra de apoio foi sentida como um abraço carinhoso;

Mylene Freitas de Oliveira, por ser o meu porto seguro e âncora durante toda essa trajetória, pela

companhia e pelas conversas à meia noite, por ser um lembrete constante de que apesar de tudo, Vienna nos espera;

Ao grupo de pessoas incríveis que estão presentes em todos os meus dias e me ajudaram a criar um refúgio quando a vida real parecia assustadora demais: Lays, Lez, Lipa, Lola, Madu, Rafa, Sofi e Theo, vocês são um pedaço do meu coração em cada canto desse país, obrigada por tornarem a minha vida mais leve.

Por fim, agradeço à Luisa de quatro anos atrás por ter escolhido esse caminho e às versões que vieram depois dela por não terem desistido dele, não imaginávamos os problemas e a pandemia que mudaram os nossos planos por tantas vezes, mas também ganhamos muito com cada coisa que perdemos. Há um longo caminho para seguir a partir daqui, e apesar de não saber pra onde vamos eu já tenho uma pequena ideia de onde nós pertencemos, o futuro é grandioso se você manter a fé nele e nada é para sempre. Há beleza nisso. Ficaremos bem.

“O mundo roda e em alguma parte há coisas que não conheço. Durmamos sobre Deus e o mistério, nave quieta e frágil flutuando sobre o mar.”

(Clarice Lispector)

Resumo

O estuário do Rio Cocó está inserido no parque estadual do Cocó (PEC) na cidade de Fortaleza, com intensa urbanização e efeitos de ações antrópicas sobre o seu curso d'água. Neste Ecossistema, o Laboratório de Ecologia Aquática e conservação da Universidade Federal do Ceará (LEAC – UFC) coletou entre os anos de 2017 e 2018 dados de composição, abundância e atributos funcionais da ictiofauna com objetivo de caracterizar aspectos ecológicos deste grupo faunístico. Para avaliar a distribuição da composição taxonômica e funcional da ictiofauna de forma temporal e espacialmente em três zonas do estuário (inferior, intermediária e superior), foram utilizadas análises de ordenação usando escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) e o teste de PERMANOVA. Foram realizadas análises de atributos indicadores utilizando envfit para identificar a correlação entre atributos quantitativos e qualitativos da comunidade e zonas de coleta. Os resultados indicam heterogeneidade na distribuição espacial da ictiofauna com diferenças entre as zonas do ponto de vista funcional e taxonômico, e um domínio na zona superior de espécies que possuem adaptações para tolerar hipóxia. As variações temporais na composição da ictiofauna não foram significativas. Os tamanhos de comprimento padrão indicam um ecossistema dominado por espécies juvenis, destacando o papel do estuário como um berçário de espécies marinhas e dulcícolas. O estuário do rio Cocó apresenta uma ictiofauna com diferenças entre as zonas inferior, intermediária e superior, composta por espécies nativas, exóticas, de importância comercial, consumidas pelas comunidades de entorno e com destaque para as ocorrências de duas espécies nativas quase ameaçadas (*Hippocampus reidi* e *Lutjanus analis*) e uma vulnerável (*Megalops atlanticus*).

Palavras chave: Peixes; Distribuição; Hipóxia; Ecossistema costeiro; Semiárido.

Abstract

The Cocó River estuary is inserted in the Cocó State Park (PEC) in the city of Fortaleza, with intense urbanization and effects of anthropic actions on its watercourse. In this Ecosystem, the Laboratory of Aquatic Ecology and Conservation of the Federal University of Ceará (LEAC – UFC) collected between 2017 and 2018 data on composition, abundance and functional attributes of the ichthyofauna in order to characterize ecological aspects of this faunal group. To evaluate the distribution of the taxonomic and functional composition of the ichthyofauna temporally and spatially in three zones of the estuary (lower, intermediate and upper), ordination analyzes using non-metric multidimensional scaling (NMDS) and the PERMANOVA test were used. Analyzes of indicator attributes were performed using envfit to identify the correlation between quantitative and qualitative attributes of the community and catch zones. The results indicate heterogeneity in the spatial distribution of the ichthyofauna with differences between the zones from a functional and taxonomic point of view, and a dominance in the upper zone of species that have adaptations to tolerate hypoxia. Temporal variations in the composition of the ichthyofauna were not significant. Standard length sizes indicate an ecosystem dominated by juvenile species, highlighting the estuary's role as a nursery for marine and freshwater species. The Cocó River estuary presents an ichthyofauna with differences between the lower, intermediate and upper zones, composed of native and exotic species of commercial importance, consumed by the surrounding communities and with emphasis on the occurrences of two near threatened native species (*Hippocampus reidi* and *Lutjanus analis*) and a vulnerable one (*Megalops atlanticus*).

Keywords: Fish; Distribution; Hypoxia; Coastal ecosystem; Semiarid.

Lista de figuras

- Figura 1 — Pontos e zonas de coleta da ictiofauna do estuário do rio Cocó 16
- Figura 2 — Ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado na composição taxonômica da ictiofauna nas três zonas do estuário do rio Cocó 24
- Figura 3 — Ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado na composição funcional da ictiofauna nas três zonas do estuário do rio Cocó 25
- Figura 4 — Correlação envfit entre as coordenadas do NMDS entre zonas inferior, intermediária + superior e atributos funcionais da ictiofauna..... 26
- Figura 5 — Variação de tamanhos de comprimento padrão (cm) de peixes dulcícolas e marinhos que ocorrem no estuário do rio Cocó 27

Lista de tabelas

Tabela 1 — Composição taxonômica, abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução, comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó	19
Tabela 2 — Análise PERMANOVA dos dados de composição taxonômica em relação às zonas e períodos de coleta da ictiofauna	23
Tabela 3 — Comparação par a par da composição taxonômica entre zonas.....	23
Tabela 4 — Análise PERMANOVA dos atributos funcionais em relação às zonas e coletas.....	24
Tabela 5 — Comparação de atributos funcionais par a par em relação às zonas do estuário do rio Cocó.....	24

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivo específico	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Área de Estudo	15
3.2 Amostragem da ictiofauna	16
3.3 Caracterização da comunidade íctica	17
3.4 Dados funcionais	17
3.5 Análise de dados	18
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÃO	32
7. REFERÊNCIAS	32
8. APÊNDICES	44
8.1 APÊNDICE A	44
8.2 APÊNDICE B	44
8.3 APÊNDICE C	47
8.4 APÊNDICE D	48
8.5 APÊNDICE E	50

1. INTRODUÇÃO

Ecosistemas lóticos representam uma pequena porção dos ambientes aquáticos do mundo (0,006%), com uma representativa quantidade de água doce que pode ser utilizada pelas populações humanas. Estes ecossistemas têm sido canalizados, represados, corrigidos, desviados, dragados e poluídos desde o início da civilização e a compreensão dos impactos e sustentabilidade de algumas dessas práticas começa com o entendimento dos fundamentos da ecologia de riachos (TOWNSEND et al., 2010). De fato, com o crescimento das áreas urbanas, aumentam as pressões sobre os ecossistemas nos quais elas se inserem. Este fato é observado no estuário do Rio Cocó, inserido no Parque Estadual do Cocó (PEC), criado pelo Decreto Estadual nº 32.248, de 07 de junho de 2017, com poligonal de, aproximadamente 1.571,29 hectares, no grupo de Unidades de Conservação de Proteção Integral, sob gestão da Coordenadoria de Biodiversidade da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA, 2020). De acordo com o plano de manejo do PEC, 2020, o estuário do Rio Cocó apresenta características particulares em relação aos demais estuários cearenses e por estar localizado em uma área urbanizada, sofre com distúrbios como a introdução de espécies exóticas, deposição de resíduos líquidos e sólidos nas margens e no seu curso (SEMA, 2020), limitando o estabelecimento de uma biota resistente a condições abióticas mais extremas.

A fonte de altos níveis de matéria orgânica pode ser águas residuais de esgoto, bem como de efluentes industriais, levando à contaminação bacteriana e reduzindo as concentrações de oxigênio dissolvido, com conseqüentes alterações na estrutura e no metabolismo das comunidades bióticas (DAY JR. et al., 2012). As condições de hipóxia (baixa concentração de oxigênio dissolvido) ou mesmo anóxia (sem oxigênio dissolvido), muitas vezes prolongadas, proporcionam um habitat com características adversas para a sobrevivência da fauna e flora aquática. Esta situação torna-se ainda mais limitante, com a formação de gases nocivos, tais como gás sulfídrico e metano, formados em condições anaeróbias no ambiente e, que em alguns casos, causa a mortandade de muitos organismos (ESTEVES, 2011).

De acordo com Begon (2005) um ambiente mais produtivo pode ter uma maior oferta de recursos, e não necessariamente com maior variedade. A definição mais razoável de condição extrema é aquela que requer, de qualquer organismo que a tolere, uma estrutura morfológica ou mecanismo bioquímico que não se encontra na maioria das espécies relacionadas e é dispendioso, seja em termos energéticos, seja em termos de mudanças compensatórias nos processos biológicos do organismo que são necessários para executá-lo. Estes mecanismos adicionais estão presentes em pelo menos oito das 50 espécies de peixes registradas no estuário do Cocó, indicando o baixo

teor de oxigênio dissolvido em alguns trechos deste ecossistema como um fator limitante para a composição íctica.

Outro fator causado e agravado pela ação antrópica é a presença de espécies invasoras ou exóticas no ecossistema, quando considerados os peixes predadores, há o registro de impactos negativos na abundância de invertebrados bentônicos e zooplâncton, devido às novas relações de competição e predação introduzidas na comunidade (GALLARDO et al., 2015). O mesmo estudo aponta que a presença de espécies invasoras onívoras é prejudicial para invertebrados bentônicos, devido à predação e competição como fontes de impactos ecológicos diretos e da alteração do habitat como fonte de impacto indireto, este último juntamente com as estratégias de forrageio dessas espécies também afetam negativamente as macrófitas aquáticas nativas, dentre estes efeitos negativos para a comunidade estão aumento da turbidez da água, nitrogênio e concentração de matéria orgânica, que estão relacionados à capacidade dos invasores de transformar habitats e aumentar a eutrofização. O registro de ocorrência de espécies invasoras no PEC, como mencionado no plano de manejo (SEMA, 2020) pode ser um indício de que esses efeitos também ocorrem na área de estudo do presente trabalho.

Os estuários possuem ainda uma grande representação na atividade econômica, uma vez fornecem áreas de berçário para numerosas espécies de peixes que são utilizadas para a pesca recreativa e comercial no ambiente marinho costeiro, estas espécies são dependentes de estuários para os estágios iniciais de seu crescimento, como evidenciam Lamberth e Turpie, 2003 em um estudo conduzido na África do Sul, que estimou o valor total da pesca nos estuários sul-africanos em cerca de ZAR: R433 MM, moeda corrente oficial da África do Sul, por ano, equivalente a aproximadamente USD: US\$ 23 MM e BRL: R\$88 MM por ano, considerando a conversão da época em que o estudo foi publicado (EXCHANGE RATES, 2022). O estuário do rio Cocó, por sua vez pode desempenhar um papel importante na economia local e de subsistência para a população em seu entorno.

Dessa forma, sabendo que a estrutura das comunidades muda espacial e temporalmente em função das condições e recursos (TOWNSEND et al., 2010), este estudo teve como objetivo avaliar a composição taxonômica e funcional da assembleia de peixes do estuário do rio Cocó em parâmetros temporais e espaciais, e caracterizar esta comunidade íctica considerando os dados taxonômicos, funcionais e o estado de maturação dos indivíduos coletados de acordo com o tamanho mínimo de reprodução para cada espécie, além de listar as principais características e usos qualitativos de cada uma dessas espécies para a população local. De fato, a avaliação de aspectos ecológicos deste grupo faunístico no estuário do rio Cocó é uma referência para futuros estudos que procurem informações pretéritas no delineamento de planos de manejo e conservação da biota no PEC.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

- Caracterizar ecologicamente a comunidade íctica do estuário do Parque Estadual do Cocó a partir de sua composição taxonômica e funcional.

2.2 Objetivos específicos:

- Avaliar a existência de variação espacial e temporal na composição taxonômica e funcional da ictiofauna estuarina do Parque Estadual do Cocó.

- Comparar as médias de tamanhos de comprimento padrão da assembleia de peixes do estuário do rio Cocó com os tamanhos mínimos de reprodução registrados na literatura.

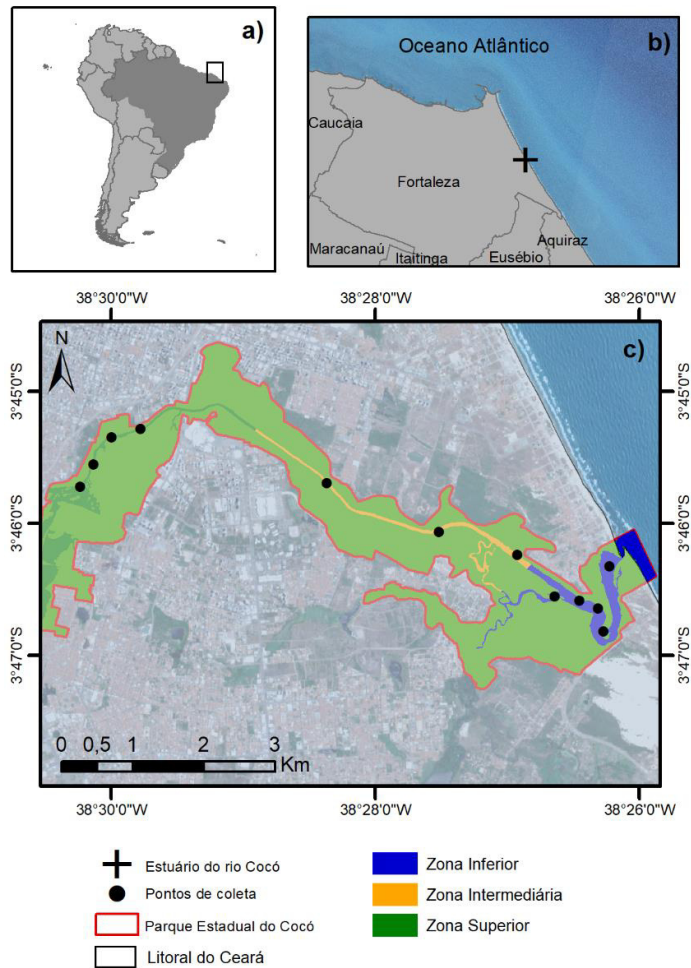
- Estimar o estágio de maturação dos indivíduos coletados no estuário do rio Cocó.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estuário do rio Cocó localiza-se dentro do PEC na porção nordeste da cidade de Fortaleza, no Estado do Ceará, Brasil, (Figura 1) em uma região densamente urbanizada (SCHETTINI, 2017). Neste ecossistema foram realizadas coletas de peixes em doze pontos desde a foz (Boca da Barra da Sabiaguaba), até a barreira, situada entre os bairros São João do Tauape (margem esquerda) e Salinas (margem direita) localizadas entre as coordenadas 3°46'23.7"S 38°26'12.2"W (-3.773250, -38.436722) e 3°45'43.3"S 38°30'14.0"W (-3.762028, -38.503889). O estuário foi dividido em três zonas, levando em consideração as características do substrato, registradas por meio de observação, profundidade, com auxílio de uma trena e o teor de salinidade, registrado com refratômetro (Figura1). A zona inferior, abrange os pontos de coleta 01 a 05 mais próximos da foz com substrato predominantemente arenoso, maior largura do rio (média $221,30 \pm 2,5$ m) e maiores concentrações de salinidade ($25 \pm 5,0$). A zona intermediária que abrange os pontos 06 a 08, possui maior profundidade (mínima 1,5 m e máxima 3,5 m), largura média de $39 \pm 3,5$ m, substrato predominantemente argiloso e águas oligohalinas ($12 \pm 3,0$). A zona superior, entre os pontos 09 a 12, mais a montante, possui menor largura do canal ($29 \pm 2,5$ m) menores profundidades (50 cm a 2,0 m na maré vazante), características de água doce e predominância de macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia crassipes* (aguapé).

Figura 1: Pontos e zonas de coleta da ictiofauna do estuário do rio Cocó.



Autor: Leonardo Mesquita Pinto.

3.2 Amostragem da ictiofauna

Foram realizadas bimestralmente seis coletas de peixes entre maio de 2017 e maio de 2018, durante períodos de maré de 0,4 a 2,5 m (BRASIL, 2022), abrangendo períodos de seca, chuvoso e de transição (ZANELLA, 2007), sob a licença ICMBio/SISBio nº 57780. As capturas dos peixes foram padronizadas espacial e temporalmente, utilizando redes de arrasto de 25 m de comprimento, 2 m de altura, 12 mm de malha entre nós opostos e tarrafa de 3 m de raio e 25 mm de malha entre nós opostos. A rede de arrasto foi utilizada nos primeiros seis pontos, com uma média de aproximadamente dois lances por ponto em cada coleta, as tarrafas foram utilizadas em

todos os pontos de amostragem, com exceção do ponto 5, com uma média de oito lances por ponto em cada coleta.

Os indivíduos coletados foram armazenados em gelo, identificados com auxílio de chaves taxonômicas e listas de espécies (ARAÚJO et al., 2004; BRITSKI et al., 1984; CARPENTER 2002a; CARPENTER 2002b; CARVALHO-FILHO et al., 2019; FIGUEIREDO et al., 1978; FIGUEIREDO et al., 2000; FISCHER et al., 2011; FRABLE et al., 2013; HUI et al., 2005; MARCENIUK 2005; MENEZES et al., 1980a; MENEZES et al., 1980b; MENEZES et al., 2015; MOURA et al., 2007; SABAJ et al., 2022 e TENCATT et al., 2017), medidos em seu comprimento padrão (cm), pesados (g) fixados em formol e posteriormente conservados em álcool 70% no Laboratório de Ecologia Aquática e conservação (LEAC) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

3.3 Caracterização da comunidade íctica

Informações sobre espécies de peixes nativas, exóticas, de importância comercial e consumo na costa semiárida do Brasil, vulneráveis ou ameaçadas de extinção, foram obtidas por meio de instruções normativas, portarias, listas vermelhas de espécies da fauna brasileira e internacional, site FishBase (FROESE; PAULY, 2022) e outras fontes bibliográficas disponíveis.

Com base em Potter et al. (2015) as espécies foram categorizadas de origem dulcícola, quando pertencente à família da Divisão Primária e Secundária de peixes de água doce, e como espécie de origem marinha, quando pertencente a grupos de peixes marinhos. Para comparar a composição da ictiofauna espacial e temporalmente foram padronizados os valores de abundância das espécies em cada coleta, caracterizando os dados temporais e demarcada também a quantidade de indivíduos de cada espécie em cada ponto de coleta. Dados de abundância e composição foram comparados entre as três zonas do estuário (inferior, intermediária e superior) avaliando a distribuição espacial através das análises de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS).

3.4 Dados funcionais

Para caracterizar as espécies do ponto de vista funcional, foram utilizados os seguintes atributos qualitativos: guilda trófica (Detri: detritívoras, Plank: planctívoras, Herb: herbívoras, Invert: invertívora, Macro: macrocarnívoras e Oniv: onívoras), posição na coluna d'água (Bent: bentônicas, Nect: nectônicas e NectBent: nectobentônicas), mobilidade (MO: móvel e SE: secundária) e guilda de uso estuarino (MS: marinhas visitantes, MM: marinhas migrantes, ES: estuarinas, DI: diádromas e FW: dulcícolas), seguindo a classificação de Potter et al. (2015). Essas informações foram compiladas a partir do FishBase (FROESE; PAULY, 2022) e da literatura

disponível para as espécies, em ecossistemas estuarinos e com tamanhos semelhantes aos coletados.

Para cada espécie foram selecionados 15 atributos morfológicos quantitativos relacionados às funções de aquisição de alimento, locomoção e uso do hábitat. Para compor os atributos, primeiramente foram obtidas massa corpórea e medidas morfométricas de um a cinco indivíduos por espécie (APÊNDICE A). Em seguida, essas medidas foram combinadas em fórmulas para compor os atributos (APÊNDICE B). O conjunto de atributos selecionado reflete características das espécies relacionadas às suas adaptações para sobrevivência no ambiente estuarino e associa-se diretamente com o papel que cada uma representa a nível de ecossistema (APÊNDICE B). O táxon *Mugil sp.* foi tratado como uma espécie à parte devido seu tamanho diminuto (comprimento padrão <40 mm), o que impossibilitou sua identificação em nível de espécie. Os valores dos atributos qualitativos por espécie se encontram disponíveis no Apêndice C e os quantitativos no Apêndice D. Os dados utilizados nas análises funcionais foram obtidos a partir do banco de dados sobre atributos funcionais de peixes estuarinos compilado pelo LEAC – UFC (GURGEL-LOURENÇO et al., 2022).

3.5 Análise de dados

Para avaliar os padrões espaciais e temporais de distribuição da ictiofauna foi elaborada uma matriz de distâncias utilizando o índice de Bray-Curtis e uma análise de ordenação usando escalonamento multidimensional não métrico (NMDS). Posteriormente foram comparadas as assembleias de peixes entre zonas (espaço) e épocas (tempo) a partir de uma PERMANOVA, utilizando correção de Bonferroni para estimar a significância. A análise de espécies indicadoras para cada zona foi feita de acordo com De Cáceres et al. 2009.

Na análise funcional da comunidade, os dados de composição de espécies por ponto e de atributos por espécie foram combinados para a obtenção de uma matriz representando o valor médio de cada atributo por ponto (CWM Community weighted mean). A partir da CWM, uma matriz de distâncias foi calculada usando distância euclidiana e posteriormente ordenada usando uma NMDS. Para testar diferenças de composição funcional entre zonas e períodos de coleta foi usada uma PERMANOVA. Posteriormente, os eixos da NMDS foram extraídos e a partir deles foi aplicada a rotina `envfit` para identificar quais atributos eram mais característicos de cada zona. As análises foram realizadas em software R e RStudio (R Core Team, 2020).

Um gráfico de boxplot foi gerado para a visualização da variação das médias de comprimentos padrões das espécies de origem dulcícola e marinha e os tamanhos foram comparados com o teste de Kruskal-Wallis para constatar o grau de significância entre as médias.

4. RESULTADOS

Um total de 50 espécies de peixes foi coletado, abrangendo 28 famílias e 17 ordens. As famílias mais representativas em número de espécies foram Lutjanidae (5), Gerreidae (5), Mugilidae (4), Poeciliidae (3) e Gobiidae (3). As ordens com maior número de espécies foram Peciformes (13), Gobiiformes (5) e Mugiliformes (4). A riqueza de espécies foi maior no ponto de coleta P 01 (n=29) e os menores valores foram registrados em P 08 (n=4) e P 10 (n=2).

Cerca de 80% de toda a abundância foi composta por três táxons: *Mugil* sp. (40%), *Poecilia vivipara* (32%) e *Mugil curema* (8%). A abundância é composta por espécies marinhas (65,18%) e ducícolas (34,82%).

Foi registrada a ocorrência de oito espécies de peixes com adaptações para suportar condições de hipóxia: *Dormitator maculatus*, *Betta splendens*, *Eleotris pisonis*, *Megalechis thoracata*, *Megalops atlanticus*, *Oreochromis niloticus*, *Synbranchus marmoratus* e espécies de *Poecilia* spp. (CRUZ et al., 2020; FERNANDES e RANTIN, 1989; GEIGER et al., 2000; HUEBNER et al., 1978; KRAMER e MEHEGAN, 1981; MENDEZ-SÁNCHEZ et al., 2017; SVENDSEN et al., 2019; TODD, 1973.). Para consumo humano foram registradas 37 espécies de peixes, 21 de interesse comercial e 11 utilizadas com fins ornamentais. Três espécies de peixes são exóticas, outras três apresentam riscos para a saúde humana, duas estão vulneráveis e duas quase ameaçadas de extinção de acordo com a IUCN (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição taxonômica (Táxon), abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução (CT ou CP), comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó (INF: inferior; INT: intermediária; SUP: superior). (i) espécie introduzida, (V) espécie venenosa ou com toxina. Categorias IUCN: Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT) e Vulnerável (VU, (-) informação não encontrada, não registrada ou não disponível. As zonas de ocorrência são indicadas na figura 1. Continua

TÁXON	Abundância	IUCN	NOME COMUM/USO	Tamanho mínimo de reprodução (cm) (Fonte)	Tamanho médio no estuário (CP) (cm)	Zona de ocorrência
ELOPIFORMES						
Elopidae						
<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766	35	LC	Ubarana/ consumo	-	13,68	INF, INT
Megalopidae						
<i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847	52	VU	Camurupim/con sumo; comercial	95 - 125 (CT) (MENEZES e PINTO, 1966)	16,06	INT, SUP
CLUPEIFORMES						
Engraulidae						
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	18	LC	Arenque	8 - 13 (CT) (MAI & VIEIRA, 2013)	5,66	INF, INT
Clupeidae						
<i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda Ribeiro, 1903)	6	LC	Sardinha, manjuba	7,47 (CT)(FAVERO et al., 2019)	6,66	INF

Tabela 1 Continuação – Composição taxonômica (Táxon), abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução (CT ou CP), comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó (INF: inferior; INT: intermediária; SUP: superior). (i) espécie introduzida, (V) espécie venenosa ou com toxina. Categorias IUCN: Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT) e Vulnerável (VU, -) informação não encontrada, não registrada ou não disponível. As zonas de ocorrência são indicadas na figura 1.

TÁXON	Abundância	IUCN	NOME COMUM/USO	Tamanho mínimo de reprodução (cm) (Fonte)	Tamanho médio no estuário (CP) (cm)	Zona de ocorrência
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	13	LC	Sardinha-bandeira/consumo; comercial	11,5 (CP) (FINUCANE e SHAFFER, 1986)	7,76	INF
CHARACIFORMES						
Serrasalminidae						
<i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)	1	--	Piranha/consumo; comercial	--	13,80	INF
Characidae						
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	LC	Lambari-do-rabo-amarelo/consumo	5,96 (CT) (FELIZARD et al., 2012)	3,75	INF
<i>Moenkhausia costae</i> (Steindachner, 1907)	69	LC	Piaba, lambari/consumo	--	4,23	INF
SILURIFORMES						
Callichthyidae						
<i>Megalechis thoracata</i> (Valenciennes, 1840)	1	--	Tamboatá/consumo	--	18,3	--
Ariidae						
<i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840)	1	--	Bagre branco/consumo	44,7 (CT) (AZEVEDO, et al., 2010)	26,10	INF
GOBIIFORMES						
Eleotridae						
<i>Dormitator maculatus</i> (Bloch, 1792)	35	LC	Condongo	5,1 (CT) (TEIXEIRA, 1993)	3,15	SUP
<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin, 1789)	16	LC	Moré	5,7 (CT) (TEIXEIRA, 1993)	3,54	INF, INT, SUP
Gobiidae						
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	8	LC	Moré/ornamental	6,5 (CT) (BARRILLI et al., 2021)	7,29	INF
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	128	LC	Moré	3,87 (CT) (FAVERO et al., 2019)	2,60	INF, INT
<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)	8	LC	Moré	3,0 (CP). (FOSTER e FUIMAN, 1987)	3,75	INF
MUGILIFORMES						
Mugilidae						
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	1145	LC	Saúna, tainha/consumo; comercial	24 - 27(CP). (ARAÚJO e SILVA, 2013)	3,99	INF, INT
<i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836	5	--	Saúna, tainha/consumo; comercial	24 (CP) (TORRES et al., 2006)	8,62	INF
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	11	DD	Saúna, tainha/consumo; comercial	35 (CT) (ALBIERI e ARAÚJO, 2010)	9,44	INF, INT
<i>Mugil</i> sp.	5633	--	Saúna, tainha/consumo; comercial	--	2,90	INF, INT
CICHLIFORMES						

Tabela 1 Continuação - Composição taxonômica (Táxon), abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução (CT ou CP), comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó (INF: inferior; INT: intermediária; SUP: superior). (i) espécie introduzida, (V) espécie venenosa ou com toxina. Categorias IUCN: Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT) e Vulnerável (VU, -) informação não encontrada, não registrada ou não disponível. As zonas de ocorrência são indicadas na figura 1.

TÁXON	Abundância	IUCN	NOME COMUM/USO	Tamanho mínimo de reprodução (cm) (Fonte)	Tamanho médio no estuário (CP) (cm)	Zona de ocorrência
Cichlidae						
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) (i)	175	LC	Tilápia/consumo; comercial	18,6 (CP) (BAIJOT e MOREAU, 1997)	4,10	INT, SUP
ATHERINIFORMES						
Atherinopsidae						
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	866	LC	Vara-pau	7,94 (FAVERO et al., 2019)	6,52	INF, INT
BELONIFORMES						
Hemiramphidae						
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	100	LC	Agulha/consumo	18,9 (CT) (MONTEIRO et al., 2004)	12,53	INF
Belonidae						
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	13	LC	Agulhão	28,33 (CT) (FAVERO et al., 2019)	21,23	INF
CYPRINODONTIFORMES						
Poeciliidae						
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859 (i)	145	LC	Barrigudinho	1,4 (CP) (REZNICK et al., 1996)	1,60	SUP
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	4516	--	Barrigudo	--	3,11	INF, INT, SUP
<i>Poecilia</i> sp.	31	--	Barrigudo	--	3,13	INT, SUP
SYNBRANCHIFORMES						
Synbranchidae						
<i>Synbranchus marmoratus</i> Bloch, 1795	2	--	Muçum/consumo	--	6,20	SUP
CARANGIFORMES						
Carangidae						
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831 (V)	8	LC	Xaréu/consumo; ornamental; comercial	32 – 34,5 (CT) (GONZALEZ et al., 2022)	4,75	INF, INT
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	6	LC	Palometa/consumo; comercial	15,5 (CT) (QUEIROZ et al., 2018)	6,78	INF
ANABANTIFORMES						
Osphronemidae						
<i>Betta splendens</i> (i)	2	VU	Beta/ornamental	--	3,21	SUP
SYNGNATHIFORMES						
Syngnathidae						
<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933	1	NT	Cavalo-marinho/ornamental	9,5 (CT) (MAI E VELASCO, 2011)		INF

Tabela 1 Continuação - Composição taxonômica (Táxon), abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução (CT ou CP), comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó (INF: inferior; INT: intermediária; SUP: superior). (i) espécie introduzida, (V) espécie venenosa ou com toxina. Categorias IUCN: Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT) e Vulnerável (VU, (-) informação não encontrada, não registrada ou não disponível. As zonas de ocorrência são indicadas na figura 1.

TÁXON	Abundância	IUCN	NOME COMUM/USO	Tamanho mínimo de reprodução (cm) (Fonte)	Tamanho médio no estuário (CP) (cm)	Zona de ocorrência
<i>Syngnathus pelagicus</i>	1	LC	Cachimbo/ornamental	-	8,75	INF
PERCIFORMES						
Centropomidae						
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	50	LC	Camurim/consumo; comercial	20,04 (CT) (CHAVES e NOGUEIRA, 2018)	6,62	INF, INT
Gerreidae						
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	8	LC	Carapeba/consumo; comercial	-	3,15	INF
<i>Diapterus sp.</i>	25	--	-	--	3,86	INF
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	877	LC	Carapicu/consumo	10,29 (CT) (FAVERO et al., 2019)	2,64	INF, INT
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	2	LC	Carapicu/consumo	14,44 (CT) (FAVERO et al., 2019)	6,61	INF
<i>Eucinostomus sp.</i>	22			-	3,89	INF, INT
Lutjanidae						
<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	22	--	Carapitanga/consumo; comercial	17,0 (CP) (FERNANDES et al., 2007)	4,50	INF
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	2	NT	Cioba/consumo; ornamental; comercial	28 (CT) (TEIXEIRA et al., 2010)	6,06	INF
<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	4	LC	Dentão/consumo; comercial	25,0 (CT) (THOMPSON et al., 1983)	7,37	INF
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	37	LC	Caranha/consumo; comercial	17,5 - 18 (CT) (STARCK, 1971)	4,10	INF
<i>Lutjanus sp.</i>	1	--	--	--	1,28	INF
Acanthuridae						
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	1	LC	Lanceta/consumo; ornamental	-	2,77	INF
Sphyraenidae						
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1	LC	Bicuda/consumo; ornamental; comercial	46 - 58 (CT) (DE SYLVA, 1963)	3,20	INF
<i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier, 1829	2	LC	Bicuda/consumo; ornamental, comercial	28,8 (CT) (AKADJE et al., 2019)	12,65	INF
PLEURONECTIFORMES						
Paralichthyidae						
<i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862	7	LC	Solha/consumo	17,7 (CT) (DIAS et al., 2005)	6,74	INF
Achiridae						
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	1	LC	Solha/consumo	-	2,23	INT
TETRAODONTIFORMES						
Tetraodontidae						

Tabela 1 Conclusão - Composição taxonômica (Táxon), abundância, nome comum, tamanho mínimo de reprodução (CT ou CP), comprimento padrão (cm) e zonas de ocorrência das espécies de peixes no estuário do Rio Cocó (INF: inferior; INT: intermediária; SUP: superior). (i) espécie introduzida, (V) espécie venenosa ou com toxina. Categorias IUCN: Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT) e Vulnerável (VU, (-) informação não encontrada, não registrada ou não disponível. As zonas de ocorrência são indicadas na figura 1.

TÁXON	Abundância	IUCN	NOME COMUM/USO	Tamanho mínimo de reprodução (cm) (Fonte)	Tamanho médio no estuário (CP) (cm)	Zona de ocorrência
<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900 (V)	96	LC	Baiacu/consumo; ornamental	7,0 (CT) (SHULTZ et al., 2002)	3,97	INF
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758) (V)	33	LC	Baiacu/consumo; ornamental/ venenoso	10,8 (CT) (ROCHA et al., 2002)	3,43	INF

As comparações temporais de composição da ictiofauna não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), as comparações entre composição taxonômica e zonas de coleta apresentaram resultados significativos ($p < 0,05$) (Tabela 2). A comparação par a par apresentou composições taxonômicas da ictiofauna distintas entre as três zonas do estuário ($p < 0,05$) (Tabela 3) e a análise de NMDS indicou maior similaridade na composição taxonômica entre a zona intermediária e a zona inferior (Figura 2). O valor de Stress para a análise NMDS de composição taxonômica foi menor que 0,2 (0,14).

A análise de espécies indicadoras para cada zona destacou as espécies *Atherinella brasiliensis*, *Eucinostomus argenteus*, *Strongylura timucu*, *Caranx latus*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Mugil curvidens*, *Sphoeroides testudineus*, *Bathygobius soporator*, *Opisthonema oglinum* e *Sphoeroides greeleyi* dominantes na zona inferior; *Poecilia vivipara* na zona intermediária e para zona superior *Poecilia reticulata*, *Megalops atlanticus*, *Dormitator maculatus* e *Betta splendens*. Espécies que apresentam algum tipo de estratégia para sobreviver em condições de hipóxia ocorrem em maior abundância nas zonas intermediária e superior.

Figura 2. Ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado na composição taxonômica da ictiofauna nas três zonas do estuário do rio Cocó.

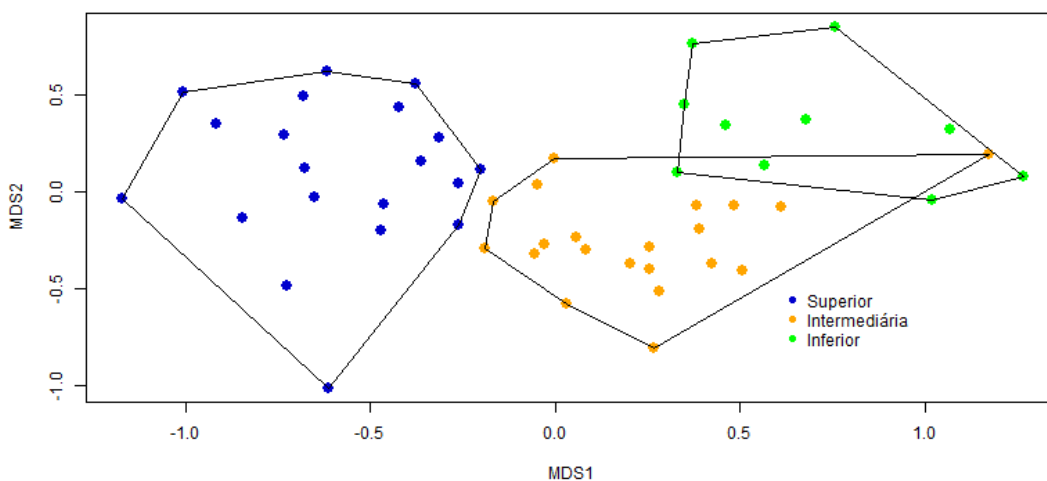


Tabela 2: Análise PERMANOVA dos dados de composição taxonômica em relação às zonas e períodos de coleta da ictiofauna.

Comparação entre composição taxonômica e coletas espaciais e temporais	r ²	p
Composição da ictiofauna vs. Zonas do estuário	0.139	0.001
Composição da ictiofauna vs. Períodos de coleta	0.108	0.497
Composição da ictiofauna por zonas do estuário em razão dos períodos de coleta	0.168	0.815
Resíduos	0.583	

Tabela 3: Comparação par a par da composição taxonômica entre zonas.

Comparação de composição da ictiofauna entre zonas de coleta	r ²	p	p. ajustado
Inferior vs. Intermediária	0.098	0.001	0.003
Inferior vs. Superior	0.114	0.001	0.003
Intermediária vs. Superior	0.111	0.001	0.003

A análise da estrutura funcional da ictiofauna não apresentou diferenças significativas para as variações temporais ($p > 0,05$), em relação às zonas de coleta há diferenças unicamente da zona inferior em relação às outras duas ($p < 0,05$), resultando na união da zona intermediária e superior como uma única zona funcional (Tabela 4 e Figura 3). O valor de Stress para a análise NMDS de composição funcional foi menor que 0,2 (0,18).

A análise dos atributos funcionais usando o envfit entre as duas zonas funcionais apontou heterogeneidade nos atributos das espécies que compõem estes dois ambientes, sendo a zona inferior caracterizada por indivíduos de maior massa corpórea, com dietas mais específicas e de origem marinha, enquanto a zona superior é marcada pela presença de espécies onívoras, de

origem dulcícola e com adaptações que permitem maior resistência destes indivíduos a condições de hipóxia (Figura 4).

Figura 3: Ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) baseado na composição funcional da ictiofauna nas três zonas do estuário do rio Cocó.

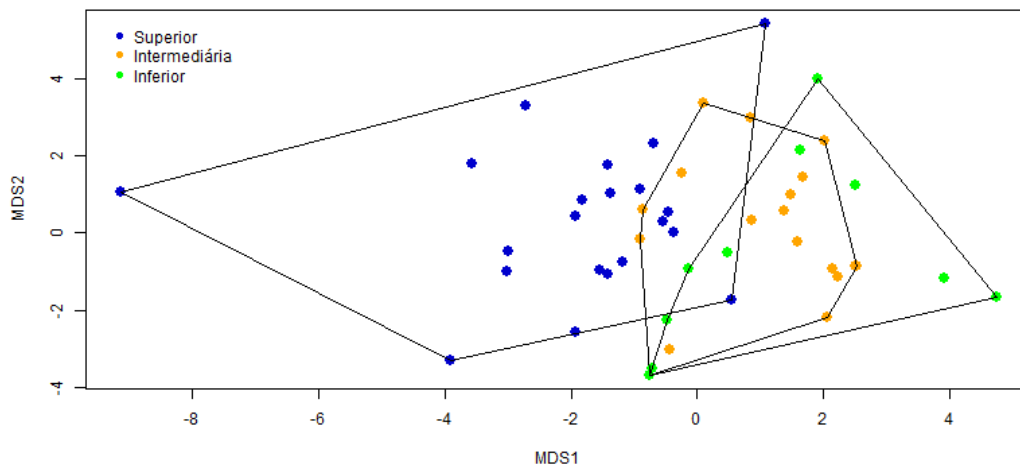


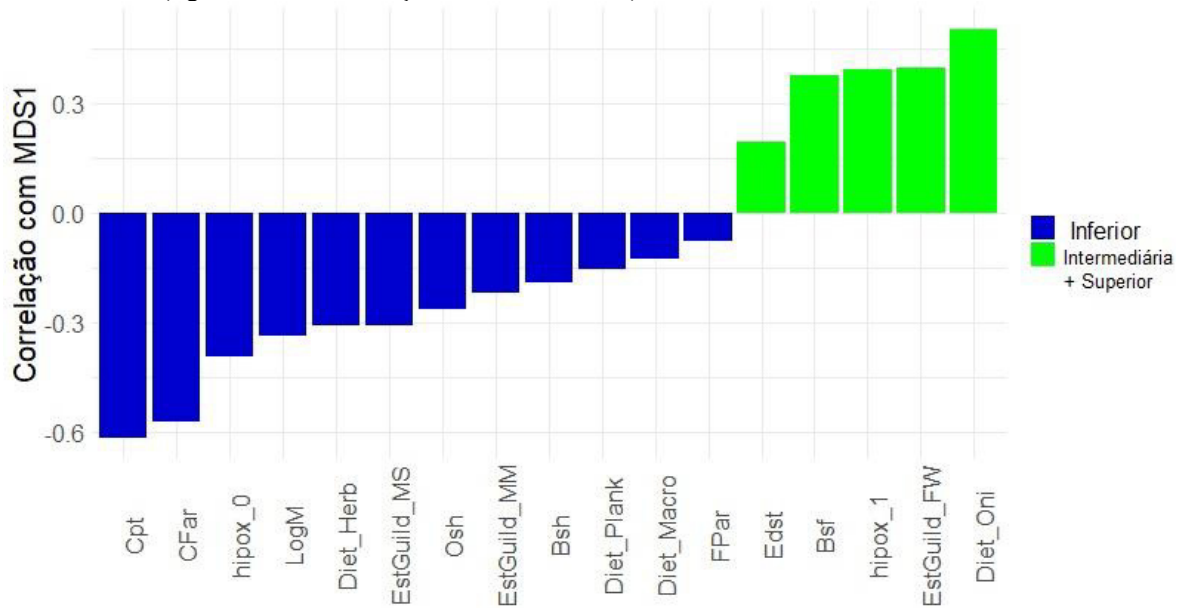
Tabela 4: Análise PERMANOVA dos atributos funcionais em relação às zonas e coletas.

Comparação dos atributos funcionais da ictiofauna por zonas e coletas	r ²	p
Atributos vs. Zonas	0.156	0.001
Atributos vs. Períodos Coleta	0.108	0.309
Atributos por zonas em razão dos períodos de Coleta	0.183	0.267
Resíduos	0.551	

Tabela 5: Comparação de atributos funcionais par a par em relação às zonas do estuário do rio Cocó.

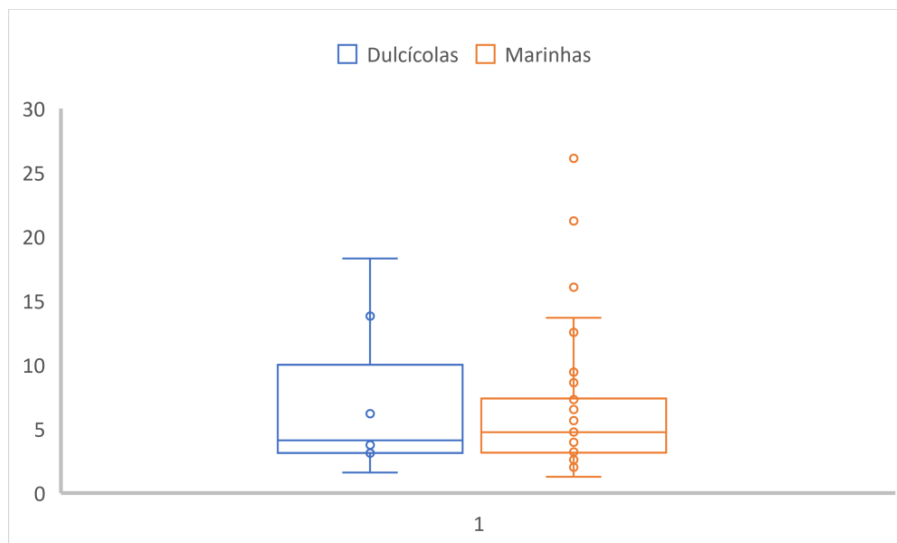
Comparação dos atributos funcionais da ictiofauna entre as zonas do estuário	r ²	p	p-ajustado
Inferior vs. Intermediária	0.151	0.001	0.003
Inferior vs. Superior	0.117	0.001	0.003
Intermediária vs. Superior	0.058	0.101	0.303

Figura 4: Correlação envfit entre as coordenadas do NMDS entre zonas inferior, intermediária + superior e atributos funcionais da ictiofauna (significado das abreviações no APÊNDICE B).



O teste de Kruskal-Wallis não apresentou diferenças significativas na comparação entre os tamanhos de comprimento padrão entre as espécies de peixes marinhos e dulcícolas ($p > 0,05$). Os tamanhos mínimo e máximo de comprimento padrão dos peixes registrados foram respectivamente de 1,6 cm para *Poecilia reticulata* e de 26,1 cm para *Sciades proops*, com 90% de todos os indivíduos apresentando uma média de comprimento padrão abaixo do tamanho de maturação sexual indicado na literatura disponível (Tabela 1). Entre as espécies de peixes de água doce, unicamente a média de comprimento padrão da espécie *P. reticulata* indicou um comprimento padrão acima do tamanho de maturação registrado para a espécie (REZNICK et al., 1996). Nas espécies de origem marinho unicamente duas das espécies apresentaram indivíduos com a média de comprimentos padrões maiores do que o tamanho de maturação, sendo elas *Bathygobius soporator* e *Evorthodus lyricus* (Figura 5).

Figura 5: Variação de tamanhos de comprimento padrão (cm) de peixes dulcícolas e marinhos que ocorrem no estuário do rio Cocó.



5. DISCUSSÃO

No estuário do rio Cocó foram registradas 50 espécies de peixes, com a maioria dos indivíduos capturada nas zonas inferior e intermediária, dominadas por espécies de origem marinha (40), como esperado em ecossistemas estuarinos da região neotropical (WHITFIELD, 2015). Foi evidenciada heterogeneidade da composição taxonômica e funcional da ictiofauna nas diferentes zonas do estuário e não foi registrada variação temporal na composição ao longo do período avaliado, indicando uma assembleia heterogênea do ponto de vista espacial e homogeneizada temporalmente. Os tamanhos de comprimento padrão registrados para a ictiofauna do estuário do rio Cocó indicaram que mais da metade dos indivíduos coletados ainda não atingiu a maturidade sexual, caracterizando assim um ecossistema dominado por indivíduos juvenis. Espécies com adaptações para sobreviver às condições de baixas concentrações de oxigênio (menores de 4 mg/L segundo CONAMA, 2005) dominam a partir das zonas intermediária e superior do estuário.

As análises entre as zonas revelaram uma assembleia mais distinta taxonomicamente, com diferenças marcantes na composição taxonômica entre todas as três zonas avaliadas, enquanto as diferenças funcionais se aplicam apenas à zona inferior, sendo a zona intermediária e superior similares o suficiente para serem consideradas uma única zona funcional. Estes resultados são complementares e indicam que espécies taxonomicamente diferentes podem desempenhar funções similares no ambiente, destacando a importância de uma abordagem funcional para a estrutura da comunidade, além disso, demonstra que a rotatividade das espécies não é aleatória, e em vez disso, foi determinada pelas relações habitat-características, como relatado por VILLÉGER et al., 2010.

A composição da ictiofauna do estuário do rio Cocó apresenta 12% de espécies exclusivas *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Megalechis thoracata*, *Dormitator maculatus*, *Eleotris pisonis*, *Synbranchus marmoratus*, *Betta splendens* quando comparado aos estuários da região Aracatimirim, Aracatiaçu, Curu, Malcozinhado, Choró, Pirangi, Pacoti, Curu (GURGEL-LOURENÇO, 2022, Sánchez-Botero et al 2023)¹ e Timonha, (BASÍLIO et al., 2009; OSÓRIO et al., 2011; MELO et al., 2015; LIRA et al., 2022). Com exceção de *Acanthurus bahianus*, *Poecilia reticulata*, *Megalops atlanticus*, *Serrasalmus rhombeus*, as demais 32 espécies são comuns a pelo menos três dos estuários mencionados anteriormente, sendo 23 consumidas como parte da alimentação local, 15 com valor comercial agregado, indicando a importância da ictiofauna na renda e segurança alimentar das comunidades que habitam no entorno. De fato, o presente estudo apontou a ocorrência de 21 espécies de interesse comercial, algumas delas amplamente consumidas na região. A espécie vulnerável *M. atlanticus*, que possui valor comercial e é utilizada para o consumo humano, possui registros de ocorrência também no estuário do rio Malcozinhado. O registro, em todos os estuários citados acima, das espécies *Caranx latus*, *Sphoeroides greeleyi* e *Sphoeroides testudineus*, capazes de bioacumular toxinas e se tornarem um risco para saúde humana quando consumidas, reforça a importância de estimular o interesse da população local pelo conhecimento da comunidade íctica destes estuários, visando a prevenção de intoxicações e/ou envenenamentos (VERNOUX et al., 1996; MACÊDO et al., 2017).

A bacia do rio Cocó possui em seu trecho médio o reservatório denominado de “Barragem” e na parte alta os riachos de cabeceira localizados na Serra de Aratanha no município de Maranguape. A composição íctica destes ecossistemas foi registrada no Plano de Manejo do PEC indicando que apenas 10% das espécies presentes no estuário ocorrem também no reservatório (*Moenkhausia costae*, *Megalechis thoracata*, *Oreochromis niloticus*, *Poecilia vivipara* e *Betta splendens*), e na Serra há uma única espécie em comum com o estuário (*Astyanax bimaculatus*) (SEMA, 2020). Estas diferenças indicam que a capacidade de maior produção de nutrientes, associada às distribuições mais amplas e padrões de uso de habitat de espécies marinhas e de água doce com potencial para colonizar estuários, conferem à região do estuário uma maior riqueza de espécies quando comparada a outras porções da bacia hidrográfica. O mesmo padrão já foi observado em outros estuários do planeta por VASCONCELOS et al. (2015). Estas diferenças na composição e abundância da ictiofauna indicam o estuário do Rio Cocó como um ambiente de maior abundância, quando comparado aos riachos e o reservatório dentro da mesma bacia.

Estudos sobre aspectos ecológicos da ictiofauna realizados em outros estuários urbanos da região nordeste do Brasil apresentam uma similaridade com a composição do estuário do rio Cocó.

¹ Peixes estuarinos da costa semiárida do Brasil, no prelo, LEAC, 2022.

No estuário do rio Japarutuba (SE) habitam oito espécies de peixes que também ocorrem no estuário do rio Cocó. Paralelamente, no estuário do rio Joanes, na Bahia, foram registradas 17 espécies de peixes em comum com o estuário do rio Cocó, dentre elas *Poecilia vivipara* e as de interesse comercial e consumidas *Caranx latus*, *Centropomus parallelus*, *Diapterus auratus*, *Eucinostomus argenteus*, *E. melanopterus*, *Lutjanus alexandrei*, *Sphyrna barracuda*, *Sphyrna guachancho*, *Citharichthys spilopterus*, *Trinectes paulistanus*, *Sphoeroides greeleyi* e *Sphoeroides testudineus* (REIS-FILHO et al., 2010). De fato, a composição e riqueza da ictiofauna nestes ambientes urbanizados da região nordeste é amplamente influenciada pelas características ambientais e sua conectividade com outros ecossistemas que favorecem a dispersão de espécies que toleram condições de poluição química e biológica, fazendo com que o ambiente selecione seus habitantes.

A espécie nativa *Megalops atlanticus*, popularmente conhecida como camurupim, possui a sua população em declínio no cenário global, sendo considerada vulnerável ao risco de extinção pela IUCN. Dentre as maiores ameaças a esta espécie estão a especulação imobiliária, a pesca excessiva, atividades antrópicas e poluição urbana (ADAMS et al., 2020). Já o cavalo marinho (*Hippocampus reidi*) e a Cioba (*Lutjanus analis*), apresentam o estado de quase ameaçada, sendo capturadas para uso em ornamentação e consumo humano, respectivamente (BEGOSSI et al., 2011, OLIVEIRA et al., 2017, LOIOLA et al., 2022). A presença destas espécies no estuário do rio Cocó evidencia a importância deste ecossistema para a manutenção dessas populações valorizando ainda mais a Unidade de Conservação Parque Estadual do Cocó, que fornece proteção para estes grupos ameaçados.

Estudos conduzidos nos lagos de várzea da Amazônia indicam que a capacidade de algumas espécies para suportar baixas concentrações de oxigênio dissolvido parece ser importante para ocupar habitats com menor pressão de predação, caracterizando um ambiente com menor quantidade de espécies piscívoras (ANJOS et al., 2008). Em uma perspectiva global, dados de campo, experimentos e modelagem indicam que o baixo oxigênio dissolvido no estuário do rio Patuxent, afluente da Baía de Chesapeake no estado de Maryland, EUA, cria heterogeneidade espacial no habitat físico, reduz a extensão do habitat e a adequação para peixes e invertebrados, altera as interações da teia alimentar e afeta sobrevivência dos primeiros estágios da vida de espécies ecologicamente importantes (BREITBURG et al., 2003). Esta heterogeneidade também é reportada por Craig e Bosman, 2012, que constataram a redução na abundância e riqueza de espécies de peixes e invertebrados móveis nas regiões do noroeste do Golfo do México com baixo teor de oxigênio dissolvido. A compreensão de que os baixos níveis de oxigênio podem influenciar na estrutura da comunidade íctica levam então ao entendimento de que este fenômeno pode ocorrer

no estuário do Rio Cocó, já que alguns trechos na região intermediária e superior do estuário apresentam valores hipóxicos ($< 3,0$ mg/L) e anóxicos (LEAC-UFC, *não publicado*)².

Em concordância a isso, estudos apontam algumas espécies de peixes que dominam nas zonas intermediária e superior no estuário do rio Cocó como tolerantes à baixas concentrações de oxigênio dissolvido. *Dormitator maculatus* tem capacidade para respirar através de uma superfície epitelial vascularizada no topo da cabeça (TODD, 1973). *Eleotris pisonis* possui uma camada de tecido epitelial que permite fazer trocas gasosas no topo da cabeça obtendo oxigênio suplementar para suas demandas metabólicas (CRUZ et al., 2020). *Betta splendens*, apresenta respiração aérea na fase adulta e é capaz de regular e aumentar o consumo de oxigênio em sua fase larval quando exposta a níveis médios de hipóxia ($PO_2 = 17$ kPa), característica que confere uma vantagem evolutiva para a espécie, considerando a importância da sobrevivência do indivíduo até que este possa atingir a maturidade sexual (MENDEZ-SÁNCHEZ et al., 2017). *Megalechis thoracata* possui respiração aérea contínua, utilizando parte de seu intestino para a extração do oxigênio do ar (HUEBNER et al., 1978). A espécie *Megalops atlanticus* possui uma bexiga de gás com quatro fileiras de tecido altamente vascularizado que permite sua sobrevivência na água com baixa pressão parcial de oxigênio (GEIGER et al., 2000). *Oreochromis niloticus* e *Synbranchus marmoratus* conseguem reduzir o metabolismo em ambientes pobres em oxigênio (FERNANDES; RANTIN, 1989; SVENDSEN et al., 2019) e espécies do gênero *Poecilia* sp. conseguem obter oxigênio da superfície da água (KRAMER; MEHEGAN, 1981). De fato, as zonas intermediária e superior do curso do Rio Cocó são mais intensamente impactadas pela urbanização e ações antrópicas, como o despejo de efluentes, considerando que apenas 77% dos domicílios da cidade possuem tratamento de esgoto adequado (IBGE, 2017), além da presença do antigo lixão do Jangurussu, já desativado, próximo à suas margens. Tais condições influenciam na diminuição da concentração de oxigênio dissolvido devido à alta demanda biológica deste gás em processos de decomposição (ESTEVEZ, 2011, SEMA, 2020).

Como consequências na estrutura da assembleia, estes distúrbios atuam como filtros que moldam a composição da comunidade, como observado nas análises de atributos e estrutura funcional, uma vez que, para além das espécies com estratégias de sobrevivência em condições de hipóxia, também dominam espécies com hábitos onívoros nestas porções do estuário (zona intermediária e superior). Assim, com participação em diferentes níveis tróficos, os onívoros são capazes de sobreviver na parte inferior da cadeia alimentar em períodos ou ambientes onde os recursos são escassos e florescem alimentando-se no alto da cadeia alimentar quando os recursos são abundantes. Como resultado, o nível mais alto de “onivoria”, onde as interações alimentares

² Dados coletados pelo LEAC-UFC, não publicados.

são distribuídas pelos níveis tróficos, ocorre principalmente em níveis de produtividade intermediários (WOOTTON, 2017) e o alto grau de antropização desta porção do estuário do rio Cocó explica, portanto, a prevalência destas espécies nas zonas supracitadas em contraste com a zona inferior, que apresenta espécies com dietas menos generalistas e mais específicas como herbívoros, planctívoros e macrocarnívoros.

A grande abundância de espécies comerciais juvenis, como as tainhas (*Mugil* sp.) reforça a importância do estuário do rio Cocó como berçário para espécies de grande relevância econômica no país, a exemplo da espécie *Mugil liza*, que já foi considerada sobre-explotada ou ameaçada de sobre-exploração no Brasil, por meio de instrução normativa (BRASIL, 2004), no estuário do rio Cocó, as espécies deste gênero se concentraram nas zonas inferior e intermediária, ou seja, mais próximas da foz, onde os distúrbios e níveis de salinidade mais altos são provavelmente mais tolerados pela espécie do que na zona superior.

A ocorrência da espécie introduzida *Oreochromis niloticus*, (tilápia do Nilo) traz consigo impactos negativos em cadeia para o ecossistema: redução na abundância de algumas espécies de microcrustáceos planctônicos, consequente aumento na biomassa de algas nanoplânctônicas e redução na transparência da água, afetando negativamente o recrutamento de outras espécies de peixes que se alimentam essencialmente de zooplâncton na fase juvenil ou de espécies que ou localizam e capturam suas presas de forma visual (ATTAYDE et al., 2007). As alta abundância de espécies exóticas também pode ser vistas como bioindicador parcial de ambientes degradados, ao exemplo de *Poecilia reticulata*, que obtém maior sucesso reprodutivo por possuir uma alimentação generalista e tolerância a baixos índices de oxigênio dissolvido na água, características de um ambiente eutrofizado, que confere a estas espécies uma maior chance de colonizar o ambiente, aumentando sua taxa de reprodução e diminuindo a taxa de mortalidade, esses atributos associados ao fato de que a espécie pode não ter predadores específicos são condições favoráveis à sobrevivência (DE SOUZA e TOZZO, 2013).

As espécies exóticas *Poecilia reticulata* e *Oreochromis niloticus* foram registradas em outros quatro estuários do estado do Ceará, o mesmo não ocorre com a espécie também exótica *B. splendens* que foi registrada unicamente no estuário do Rio Cocó. As análises dos comprimentos indicaram baixa porcentagem de indivíduos adultos e um estuário atuando como um berçário para a maioria das espécies dulcícolas e marinhas. A ocorrência elevada de indivíduos juvenis de *M. atlanticus*, destaca a importância deste ecossistema como local de crescimento, alimentação e na conservação da espécie vulnerável.

De forma geral aspectos estruturais e funcionais da ictiofauna do estuário do rio Cocó diferem com relação a outros estuários da região pelo domínio de espécies com adaptações para

tolerar concentrações de hipóxia. Entretanto, a importância do estuário do rio Cocó para a conservação da fauna nativa foi altamente potencializada na inclusão desta área no Parque Estadual do Cocó e posteriores medidas de proteção e gestão dos ecossistemas inseridos na unidade de conservação, procurando uma ictiofauna mais sadia, com potencial de exploração sustentável (SEMA, 2020).

6. CONCLUSÃO

A ictiofauna do estuário do rio Cocó apresenta variação espacial, com destaque para a dominância de espécies adaptadas para tolerar condições de hipóxia na porção mais urbanizada da área de estudo. Além disso, as análises de tamanho dos indivíduos indicam poucas espécies adultas, evidenciando a característica de berçário. O estuário possui mais da metade de sua composição íctica diferente a outros estuários da região nordeste, com um elevado número de espécies comerciais, para consumo e ampla quantidade de espécies exóticas. A distribuição funcional da comunidade íctica aponta a ocorrência de espécies mais generalistas e resistentes à distúrbios ambientais nas zonas intermediária e superior.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, A. et al. *Megalops atlanticus* (errata version published in 2020). **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T191823A174796143.en>> Acesso em: 07 out. 2022.
- AKADJE, C. M. A.; AMON, Y. N.; N'DA, K.; LE LOC'H, F. Reproductive Biology of Barracuda, *Sphyraena guachancho*, on Ivorian Coasts (Eastern Central Atlantic). **Vida e Meio Ambiente**, Observatório Oceanológico, Laboratório Arago, França, v. 69, n. 2-3, p. 177-185, 2019. eISSN: 0240-8759. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02749011>> Acesso em: 18 nov. 2022.
- ALBIERI, R.J.; ARAÚJO, F.G. Reproductive biology of the mullet *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in tropical Brazilian bay. **Zoologia**, v. 27, n. 3, p. 331-340, 2010. DOI: 10.1590/S1984-46702010000300003.
- ANJOS, M.; DE OLIVEIRA, R.; ZUANON, J. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos SP, v. 68, p. 45–50, 2008. ISSN: 0034-7108. DOI 10.1590/s1519-69842008000100007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjb/a/qST46NSLR6BbD6TfMxXtL6M/?lang=en#>> Acesso em: 18 nov. 2022.

ARAÚJO, A. R.; SILVA, F. D. Aspectos da pesca e biologia da tainha, *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae), no estuário do Rio Vaza Barris, Sergipe, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 46, n.1, p. 29-38, 2013.

ARAPUJO M. E; TEIXEIRA J. M. C.; OLIVEIRA A. M. E. **Peixes estuarinos marinhos do Nordeste brasileiro (guia ilustrado)**. Imprensa Universitária - Edições UFC, Fortaleza, Brasil, p. 260, 2004. ISBN: 85-7282-159-7.

ARAÚJO, A. R. R. et al Diversidade da fauna aquática do estuário do rio Japarutuba, estado de Sergipe, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, São Cristóvão SE. v.5, p. 33-42, 2017. ISSN: 2357-8068. DOI 10.2312/ActaFish.2017.5.1.33-42. Disponível em: <<https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/5380>> Acesso em: 07 out. 2022.

ATTAYDE, J. L. et al. Impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do bioma Caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro RJ, v. 11, n. 3, p. 450-461, 2007. ISSN: 1980-6442. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/viewFile/5685/4272>> Acesso em: 18 nov. 2022.

AZEVEDO, J. W. J.; CASTRO, A. C. L.; PORTO, H. L. R.; LIMA, P. R. S. Size and age at first maturity of the crucifix sea catfish, *Sciades proops* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Ariidae), caught off western Maranhão state, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza CE, v. 43, n. 2, p. 96-102, 2010. ISSN 2526-7639. Disponível em: <<https://labomar.ufc.br/wp-content/uploads/2017/01/acm-2010-43-2-16.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2022.

BARRILLI, G.H. et al. Biological and ecological aspects of *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) (Perciformes, Gobiidae) from Santa Catarina, Southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo SP, v.61. p. 2-9, 2021. eISSN: 1807-0205. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paz/article/view/175309>> Acesso em: 18 nov. 2022.

BARROS, D.F., TORRES, M.F.; FRÉDOU, F.L. Ichthyofauna of the estuary of São Caetano de Odivelas and Vigia (Pará, Amazon Estuary). **Biota Neotropica**, São Paulo SP, v. 11, n. 2, p. 367-373, 2011. DOI 10.1590/S1676-06032011000200035. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262595166_Ichthyofauna_of_the_estuary_of_Sao_Caetano_de_Odivelas_and_Vigia_Para_Amazon_Estuary> Acesso em: 18 nov. 2022.

BASILIO, T. H. et al. Ictiofauna do estuário do rio Curu, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza CE, v.42, n. 2, p. 81-88, 2009. Disponível em: <<https://labomar.ufc.br/wp-content/uploads/2017/01/acm-2009-42-2-11.pdf>> Acesso em: 18 nov. 2022.

BAIJOT, E.; MOREAU, J. Biology and demographic status of the main fish species in the reservoirs of Burkina Faso. p. 79-110, 1997. *In*: BAIJOT, J.; MOREAU, J.; BOUDA, S. Hydrobiological aspects of fisheries in small reservoirs in the Sahel region. **Technical Center for Agricultural and Rural Cooperation ACP-EU**, Wageningen, Netherlands. ISBN 92 9081 138 2.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4 ed. Blackwell Publishing. 659p, 2005. ISBN-13: 978-1-4051-1117-1.

BEGOSSI, A.; SALIVONCHYK, S. V.; ARAUJO, L. G.; ANDREOLI, T. B.; CLAUZET, M.; MARTINELLI, C. M.; FERREIRA, A. G. L.; OLIVEIRA, L. E. C.; SILVANO, R. A. M. Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 7, p. 11, 2011. ISSN: 1746-4269.

BRASIL. Centro de Hidrografia Marinha do Brasil: Tábuas de Maré. Governo Federal DF. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>> Acesso em: 11 jul. 2022.

BRASIL. Publica a lista de espécies de água doce e salgada reconhecendo invertebrados aquáticos e peixes como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração, **Instrução Normativa MMA nº 05, de 21 de maio de 2004**.

BREITBURG, D. L et al. The Pattern and Influence of Low Dissolved Oxygen in the Patuxent River, a Seasonally Hypoxic Estuary. Estuarine Research Federation. **Estuaries and Coasts**, EUA, v. 26, n. 2A, p. 280–297, 2003. ISSN: 1559-2731. DOI:10.1007/BF02695967. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/225545979_The_pattern_and_influence_of_low_dissolved_oxygen_in_the_Patuxent_River_a_seasonally_hypoxic_estuary> Acesso em: 18 nov. 2022.

BRITSKI HA; SATO Y; ROSA ABS. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**: com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco. Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações – CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca, Brasília, Brazil, p. 115, 1984.

CARPENTER, KE. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). **FAO**, Rome, Italy, p. 601–1374, 2002a.

CARPENTER, KE. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. **FAO**, Rome, Italy, p. 1375–2127, 2002b.

CARVALHO-FILHO A; OLIVEIRA J; SOARES C; ARARIPE J. A new species of snook, *Centropomus* (Teleostei: Centropomidae), from northern South America, with notes on the geographic distribution of other species of the genus. **Zootaxa**, Nova Zelândia v. 4671, n. 1, p. 81–92, 2019. ISSN: 1175-5334. DOI:10.11646/zootaxa.4671.1.6. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335841601_A_new_species_of_snook_Centropomus_Teleostei_Centropomidae_from_northern_South_America_with_notes_on_the_geographic_distribution_of_other_species_of_the_genus> Acesso em: 19 nov. 2022.

CHAVES, P. T. C.; NOGUEIRA, A. B. Biologia reprodutiva do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Teleostei), na Baía de Guaratuba (Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, Curitiba, v. 47, n.3-4, p. 69-84, 2018. eISSN: 2236-1472. DOI:10.5380/abpr.v47i0.62590. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336638218_Biologia_reprodutiva_do_robalo-peva_Centropomus_parallelus_Teleostei_na_Baia_de_Guaratuba_Brasil> Acesso em: 19 nov. 2022.

CHUCTAYA, J., CAPITANI, L., FAUSTINO, D.; CASTRO, E. Length-Weight relationships of 23 fish species from floodplain ecosystems of the Andean Amazon piedmont, **Journal of Applied Ichthyology**, Peru, v. 34, n. 1, p. 172–176, 2017. eISSN:1439-0426. DOI:10.1111/jai.13519. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jai.13519>> Acesso em: 19 nov. 2022.

CONTENTE, R. F.; STEFANONI, M. F.; SPACH, H. L. Feeding ecology of the Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae) in a sub-tropical estuarine ecosystem. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 91, n. 6, p. 1197-1205, 2011. ISSN: 1469-7769. DOI:10.1017/S0025315410001116.

CRAIG, J. K., & BOSMAN, S. H. Small Spatial Scale Variation in Fish Assemblage Structure in the Vicinity of the Northwestern Gulf of Mexico Hypoxic Zone. **Estuaries and Coasts**, EUA, v. 36, n.2, p. 268–285, 2012. ISSN: 1559-2731. DOI:10.1007/s12237-012-9577-9. Disponível em: <https://coastalscience.noaa.gov/data_reports/small-spatial-scale-variation-in-fish-assemblage-structure-in-the-vicinity-of-the-northwestern-gulf-of-mexico-hypoxic-zone/> Acesso em: 19 nov. 2022.

CRUZ, A. L.; PRADO, T. M.; RAMOS, L. P.; KLEIN, W. The potential respiratory surfaces of a fish living in a historically polluted river. **Animal Biology**, v. 70, n. 1, p. 101-108, 2020. eISSN: 1570-7563. DOI: 10.1163/15707563-20191109. Disponível em: <https://brill.com/view/journals/ab/70/1/article-p101_9.xml?language=en> Acesso em: 19 nov. 2022.

DAY JR., J. W.; CRUMP, B. C.; KEMP, W. M.; YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. 2 ed. p. 537, 2012. Wiley-Blackwell. ISBN 978-0-471-75567-8. DOI:10.1002/9781118412787.

DE CÁRCERES, M.; LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**, v. 90, n. 12, p. 3566-3574, 2009. eISSN:1939-9170. DOI: 10.1890/08-1823.1. Disponível em: <<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/08-1823.1>> Acesso em: 19 nov. 2022.

DE SYLVA, D. P. Systematics and life history of the great barracuda *Sphyraena barracuda* Walbaum. *Studies Tropical Oceanography*, **University of Miami Press**, Coral Gables, Florida, n. 1, p. 179, 1963.

DIAS, J. F. et al. Reproductive and population dynamics of the bay whiff *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862 (Pleuronectiformes:Paralichthyidae) in the Mamanguá Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Brasil v. 3, n. 3, p. 411-419, 2005. Tradução . . Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252005000300009>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

EXCHANGE RATES. Historical Rate Tables (ZAR to USD), 2022. Disponível em: <<https://exchangerates.org/>> Acesso em: 16 dez. 2022.

FAVERO, F. L.; ARAUJO, I. M. S.; SEVERI, W. Structure of the fish assemblage and functional guilds in the estuary of Maracaípe, Northeastern coast of Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 1, p. 417, 2019. eISSN:1678-2305. DOI: 10.20950/1678-2305.2019.45.1.417. Disponível em: <<https://www.semanticscholar.org/paper/Structure-of-the-fish-assemblage-and-functional-in-Favero-Araujo/45af14d5e3518ffe95cdef4303370d7762732109>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FELIZARDO, V. O. et al. Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). **Theriogenology**, v. 77, n. 8, p. 1570-1574, 2012. DOI:10.1016/j.theriogenology.2011.11.025. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22289217/>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FERNANDES, C. A. F. et al. Reproduction of the Brazilian snapper, *Lutjanus alexandrei* Moura & Lindeman, 2007 (Perciformes: Lutjanidae), off the northern coast of Pernambuco, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Brasil, v. 10, n. 3, p. 587-592, 2012. DOI: 10.1590/S1679-62252012005000022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ni/a/5jfVxptK6QMMFMSDspXPmNN/?lang=en>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FERNANDES, M. N.; RANTIN, F. T. Respiratory responses of *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae) to environmental hypoxia under different thermal conditions. **Journal of Fish Biology**, v. 35, n.4, p. 509-519, 1989. eISSN:1095-8649, DOI:10.1111/j.1095-8649.1989.tb03002.x. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03002.x>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FIGUEIREDO J. L.; MENEZES N. A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil Teleostei**. 2ed. Museu de Zoologia USP, São Paulo, Brasil, v.1, p. 110, 1978.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil Teleostei**. 4 ed. Museu de Zoologia USP, São Paulo, Brazil, v. 5, p. 116, 2000.

FINUCANE, J. H.; SHAFFER, R. N. Species profile of Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum* (Lesueur 1818). **NOAA technical memorandum NMFS-SEFC**, Panama, p. 182, 1986. Disponível em: <<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/5716>> Acesso em: 23 nov. 2022.

FISCHER, L. G.; PEREIRA L. E. D.; VIEIRA J. P. **Peixes estuarinos e costeiros**., 2 ed. Rio Grande, Brasil, p. 131, 2011.

FOSTER, N. R.; FUIMAN, L. A. Notes on the Behavior and Early Life History of Captive Lyre Gobles, *Evorthodus lyricus*. **Bulletin of Marine Science**, Miami, v. 41, n. 1, p. 27-35, 1987. Disponível em: <<https://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1987/00000041/00000001/art00003>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FRABLE BW; BALDWIN CC; LUTHER BM; WEIGHT LA. A new species of western Atlantic lizardfish (Teleostei: Synodontidae: *Synodus*) and resurrection of *Synodus bondi* Fowler, 1939, as a valid species from the Caribbean with redescription of *S. bondi*, *S. foetens* (Linnaeus, 1766), and *S. intermedius* (Agassiz, 1829). **Fishery Bulletin**, v. 111, n. 2, p. 122–146, 2013. DOI: 10.7755/FB.111.2.2. Disponível em: <<https://repository.si.edu/handle/10088/21096>> Acesso em: 19 nov. 2022.

FRANCO-LÓPEZ, J. et al. Ecological Aspects of *Dormitator maculatus* Bloch, 1792 in the Alvarado Lagoon, Veracruz, Mexico. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Turquia v. 20, n. 1, p. 51-60, 2020. DOI:10.4194/1303-2712-v20_1_05. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334535130_Ecological_Aspects_of_Dormitator_maculatus_Bloch_1792_in_the_Alvarado_Lagoon_Veracruz_Mexico> Acesso em: 19 nov. 2022.

GALLARDO, B.; CLAVERO, M.; SÁNCHEZ, M. I.; VILÁ, M. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. **Global Change Biology**, v. 22, n. 1, p. 151–163, 2015.

- DOI:10.1111/gcb.13004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gcb.13004>> Acesso em: 14 dez. 2022.
- GARCIA-JÚNIOR, J.; MENDES, L. F.; SAMPAIO, C. L. S.; LINS, J. E. **Biodiversidade marinha da Bacia Potiguar: ictiofauna**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2010. ISBN: 978-85-7427-034-0.
- GEIGER, S. P.; TORRES, J. J.; CRABTREE, R. E. Air breathing and gill ventilation frequencies in juvenile tarpon, *Megalops atlanticus*: responses to changes in dissolved oxygen, temperature, hydrogen sulfide, and pH. **Environmental Biology of Fishes**, v. 59, p. 181–190, 2000. DOI: 10.1023/A:1007640132059. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007640132059>> Acesso em: 19 nov. 2022.
- GONZALEZ, J. G. et al. Age validation and growth in an exploited but poorly studied tropical fish species, the horse-eye jack (*Caranx latus*), **Fisheries Research**, v. 253, 2022. ISSN 0165-7836, DOI: 10.1016/j.fishres.2022.106368. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016578362200145X>> Acesso em: 26 nov. 2022.
- GURGEL-LOURENÇO, R. C. G.; RODRIGUES-FILHO, C. A. S.; PINTO, L. M.; SÁNCHEZ-BOTERO, J. Prolonged drought influences the taxonomic and functional structure of fish assemblages in estuaries along the Brazilian semiarid coast. **Hydrobiologia**, 2022. DOI: 10.1007/s10750-022-05059-5. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-022-05059-5#citeas>> Acesso em: 29 nov. 2022.
- HUEBNER, E.; CHEE, G. Histological and ultrastructural specialization of the digestive tract of the intestinal air breather *Hoplosternum thoracatum* (teleost). **Journal of Morphology**, v. 157, n. 3, p. 301–327, 1978. DOI:10.1002/jmor.1051570305. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30227695/>> Acesso em: 19 nov. 2022.
- HUI T. H.; NG P. K. L. The fighting fishes (Teleostei: Osphronemidae: Genus *Betta*) of Singapore, Malaysia and Brunei. **The Raffles Bulletin of Zoology**, v. 13, p. 43-99, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284890427_The_fighting_fishes_Teleostei_Osphronemidae_Genus_Betta_of_Singapore_Malaysia_and_Brunei> Acesso em: 19 nov. 2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Fortaleza, Brasil, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/pesquisa/30/84366>> Acesso em: 20 out. 2022.

KRAMER, D. L.; MEHEGAN, J. P. Aquatic surface respiration, na adaptive response to hypoxia in the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces, Poeciliidae). **Environmental biology of fishes**, v. 6, n. 3/4, p. 299-313, 1981. DOI: 10.1007/BF00005759. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00005759>> Acesso em: 19 nov. 2022.

LIRA, A. S. et al. Effect of fishing effort on the trophic functioning of tropical estuaries in Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 277, 2022. ISSN 0272-7714, DOI: 10.1016/j.ecss.2022.108040. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272771422002980>> Acesso em 19 nov. 2022.

LOIOLA S. C.; PINTO, L. M.; KOBAYASHI, R. K.; BOTERO J. I. S.; GARCEZ D. S. Conhecimento empírico de pescadores artesanais como base para a conservação do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) no estuário do rio Pacoti (CE). In: Garcez DS, Botero JIS, org. Conhecimento local e o manejo de recursos pesqueiros de uso comum: experiências nos litorais do Maranhão, Ceará e Pernambuco. **Imprensa Universitária**, Fortaleza, p.219-280, 2022.

MAI, A. C. G.; VELASCO, G. Population dynamics and reproduction of wild longsnout seahorse *Hippocampus reidi*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 421-427, 2011. DOI: 10.1017/S0025315411001494. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-the-marine-biological-association-of-the-united-kingdom/article/abs/population-dynamics-and-reproduction-of-wild-longsnout-seahorse-hippocampus-reidi/BDDDEF5392D3EE50FF61699F3081FE22>> Acesso em: 19 nov. 2022.

MAI, A.C.G.; VIEIRA, J.P. Review and consideration on habitat use, distribution and life history of *Lycengraulis grossidens* (Agassiz, 1829) (Actinopterygii, Clupeiformes, Engraulididae). **Biota Neotropica**, São Paulo SP, v. 13 n. 3, p. 121-130, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bn/a/ByJbdvdBGqgdHc34g7nZ4P/?lang=en>> Acesso em: 18 nov. 2022.

MARCENIUK, A. P. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 2, p. 89–101, 2005. Disponível em: <[https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/31-\(2005\)-2/chave-para-identificacao-das-especies-de-bagres-marinhos-siluriformes-/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/boletim-do-instituto-de-pesca/31-(2005)-2/chave-para-identificacao-das-especies-de-bagres-marinhos-siluriformes-/)> Acesso em: 19 nov. 2022.

MELO, F. A. G. et al. **Projeto Pesca Solidária Guia de identificação de peixes do estuário dos rios Timonha e Ubatuba**. Sicart, Paraníba, 2015. ISBN: 978-85-60146-70-3. Disponível

em:<[https://www.researchgate.net/publication/301590583_Guia_de_Identificacao_dos_Peixes_d
o_Estuario_dos_rios_Timonha_e_Ubatuba](https://www.researchgate.net/publication/301590583_Guia_de_Identificacao_dos_Peixes_do_Estuario_dos_rios_Timonha_e_Ubatuba)> Acesso em: 19 nov. 2022.

MENDEZ-SÁNCHEZ, J. F.; BURGREN, W. W. Cardiorespiratory physiological phenotypic plasticity in developing air-breathing anabantid fishes (*Betta splendens* and *Trichopodus trichopterus*). **Physiological Reports**, v. 5, n. 15, 2017. DOI:10.14814/phy2.13359.

MENEZES, M. F.; PINTO, M. S. Notes on the biology of tarpon, *Tarpon atlanticus* (Cuvier and Valenciennes), from coastal waters of Ceará, Santa Fé, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 6, n. 1, p. 83-98, 1966.

MENEZES N. A.; FIGUEIREDO J. L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei**. 3ed. Museu de Zoologia USP, São Paulo, Brasil, v. 5 p. 90, 1980a.

MENEZES N. A.; FIGUEIREDO J. L. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei**. 4 ed Museu de Zoologia USP, São Paulo, Brasil, v. 3 p. 96, 1980b

MENEZES N. A.; NIRCHIO M.; OLIVEIRA C.; SICCHA-RAMIREZ R. Taxonomic review of the species of *Mugil* (Teleostei: Perciformes: Mugilidae) from the Atlantic South Caribbean and South America, with integration of morphological, cytogenetic and molecular data. **Zootaxa**, v. 3918, n. 1, p. 1–38, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272179729_Taxonomic_review_of_the_species_of_Mugil_Teleostei_Perciformes_Mugilidae_from_the_Atlantic_South_Caribbean_and_South_America_with_integration_of_morphological_cytogenetic_and_molecular_data> Acesso em: 19 nov. 2022.

MONTEIRO, A., et al. *Hyporhamphus unifasciatus*. Dinâmica de populações e avaliação de estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste. In: LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; JÚNIOR, J. L. B. **DIMAR. Departamento de Pesca - Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, Brasil, v. 2, p. 151-169, 2004.

MOURA R. L; LINDEMAN K. C. A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*. **Zootaxa**, v. 1422, n. 1, p. 31–43, 2007. DOI: 10.11646/ZOOTAXA.1422.1.2. Disponível em: <<https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.1422.1.2>> Acesso: 19 nov. 2022.

OLIVEIRA J.F.; NOVAES J. L. C.; MORAES-SEGUNDO A. L. N.; PERETTI D. Caracterização da pesca e percepção de pescadores artesanais em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável no Nordeste brasileiro. **Natureza online**, v. 14, n.1, p. 048-054, 2016. eISSN 1806-7409.

Disponível em: <<http://www.naturezaonline.com.br/natureza/busca/resultado.asp>> Acesso em: 19 nov. 2022.

OLIVEIRA, T. & POLLOMOM, R. Hippocampus reidi. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2017. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10082A17025021.en.>> Acesso em: 07 out. 2022.

OSÓRIO, F. M.; GODINHO, W. O.; LOTUFO, T. M. C. Ictiofauna associada às raízes de mangue do estuário do Rio Pacoti – CE, Brasil). **Biota Neotropica**, São Paulo SP, v. 11, n. 1, 2011. DOI:10.1590/S167606032011000100038.

POTTER, I. C. et al. The Ways in Which Fish Use Estuaries: A Refinement and Expansion of the Guild Approach. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 2, p. 230–39, 2015. DOI: 10.1111/faf.12050. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12050>> Acesso em 19 nov. 2022.

QUEIROZ, J. D. G. R. et al. Life-history traits of *Chloroscombrus chrysurus* (Actinopterygii: Perciformes: Carangidae) in tropical waters of the Atlantic Ocean. **Acta Ichthyologica Et Piscatoria**, v. 48, n. 1, p. 1-8, 2018. DOI:10.3750/AIEP/02315.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>> Acesso em: 19 nov. 2022.

REIS-FILHO, J. A. et al. Variação espaço-temporal e efeito do ciclo lunar na ictiofauna estuarina: evidências para o estuário do Rio Joanes – Bahia. **Biotemas**, v. 23, n. 2, p. 111-122, 2010. ISSN 0103 – 1643, Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2010v23n2p111>> Acesso em: 19 nov. 2022.

REZNICK, D. N. et al. Life-History Evolution in guppies (*Poecilia reticulata*). 6. Differential mortality as a mechanism for natural selection. **Evolution**, v. 50, n. 4, p.1651-1660, 1996. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1996.tb03937.x. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1558-5646.1996.tb03937.x>> Acesso em: 19 nov. 2022.

ROCHA, C.; FAVARO, L. F.; SPACH H. L. Biologia reprodutiva de *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus) (Pisces, Osteichthyes, Tetraodontidae) da Gamboa do Baguaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 57-63, 2002. DOI: 10.1590/S0101-81752002000100003. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbzool/a/dMsBDNVMMMy4VFwWJ89CcNP/?lang=pt>> Acesso em: 26 nov. 2022.

SCHETTINI, C.; VALLE-LEVINSON, A.; TRUCCOLO, E. Circulation and transport in short, low-inflow estuaries under anthropogenic stresses. **Regional Studies in Marine Science**, v. 10, p. 52-64, 2017. DOI: 10.1016/j.rsma.2017.01.004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352485516301049>> Acesso em: 19 nov. 2022.

SEMA. PMPC – Plano de Manejo do Parque Estadual do Cocó. Produto 22: Plano de Manejo Consolidado. Secretaria do Meio Ambiente. Fortaleza, Ceará, 2020.

SCHULTZ Y. D.; FAVARO L. F.; SPACH H. L. Aspectos reprodutivos de *Sphoeroides greeleyi* (Gilbert), Pisces, Osteichthyes, Tetraodontidae, da gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**, v. 19, n.1, p. 65-76, 2002. DOI: 10.1590/S0101-81752002000100004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbzool/a/xHxPngnchTjscjcP5fCGDWN/?lang=pt>> Acesso em: 26 nov. 2022.

SOSSOUKPE, E. et al. Diagnosis, growth and exploitation rate of the sapater (*Chloroscombrus chrysurus*, Linnaeus 1766) fishing by purse seine in the near shore waters of Benin. **International Journal of Advanced Fisheries and Aquatic Science**, v. 3, n. 1, p. 73-89, 2017. DOI:10.23953/CLOUD.IJAFAS.259.

DE SOUZA, F.; TOZZO, R. A. *Poecilia reticulata* Peters 1859 (Cyprinodontiformes, Poeciliidae) como possível bioindicador de ambientes degradados. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 162–175, 2013. DOI: 10.22292/mas.v3i2.164. Disponível em: <<https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/164>> Acesso em: 14 dez. 2022.

STARCK, W. A. II. The biology of the grey snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus), in the Florida Keys. p. 11-150, 1971. In: STARCK, W.A. II; SCHROEDER, R. E. Investigations on the gray snapper, *Lutjanus griseus*. Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences. Studies in Tropical Oceanography, **University of Miami Press**, Florida, n. 10.

SVENDSEN, M. B. S. et al. Are all bony fishes oxygen regulators? Evidence for oxygen regulation in a putative oxygen conformer, the swamp eel *Synbranchus marmoratus*. **Journal of Fish Biology**, v. 94, n. 1, p. 178-182, 2019. DOI: 10.1111/jfb.13861. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30421417/>> Acesso em: 19 nov. 2022.

TEIXEIRA, R. L. Abundance, reproductive period, and feeding habits of eleotrid fishes in estuarine habitats of north-east Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 45, n. 5, p. 749–761, 1994. DOI:10.1111/j.10958649.1994.tb00941.x. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.1994.tb00941.x>> Acesso em: 19 nov. 2022.

TEIXEIRA, S. F.; DUARTE, Y. F.; FERREIRA, B. P. Reproduction of the fish *Lutjanus analis* (mutton snapper; Perciformes: Lutjanidae) from Northeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, v. 58, n. 3, p. 791-800, 2010. ISSN-0034-7744.

TENCATT L. F. C.; SANTOS B. F.; BICHUETTE M. E. First report of armored catfishes Callichthyidae Bonaparte, 1838 (Siluriformes: Callichthyidae) in the subterranean domain of northern and northeastern Brazil. **Check List**, v. 13, n. 4, p. 297-303, 2017. DOI: 10.15560/13.4.297. Disponível em: <<https://checklist.pensoft.net/articles.php?id=20048>> Acesso em: 19 nov. 2022.

TODD, E. S. Positive Buoyancy and Air-Breathing: A New Piscine Gas Bladder Function. **Copeia**, v. 3, p. 461, 1973. DOI: 10.2307/1443110.

TORRES C. M. et al. Biologia reprodutiva de *Mugil curvidens* e *Mugil incilis* no litoral norte de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 68-73, 2008. ISSN: 1981-1160. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017261011>> Acesso em: 19 nov. 2022.

THOMPSON, R.; MUNRO, J.L. The biology, ecology and bionomics of Caribbean reef fishes: Lutjanidae (snappers). p. 94-109, 1983. In: MUNRO, J.L. Caribbean coral reef fishery resources. **ICLARM Studies and Reviews**, v. 7.

TOWNSEND, C. R., BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 3 ed. Editora Artimed, Porto Alegre. 576p, 2010.

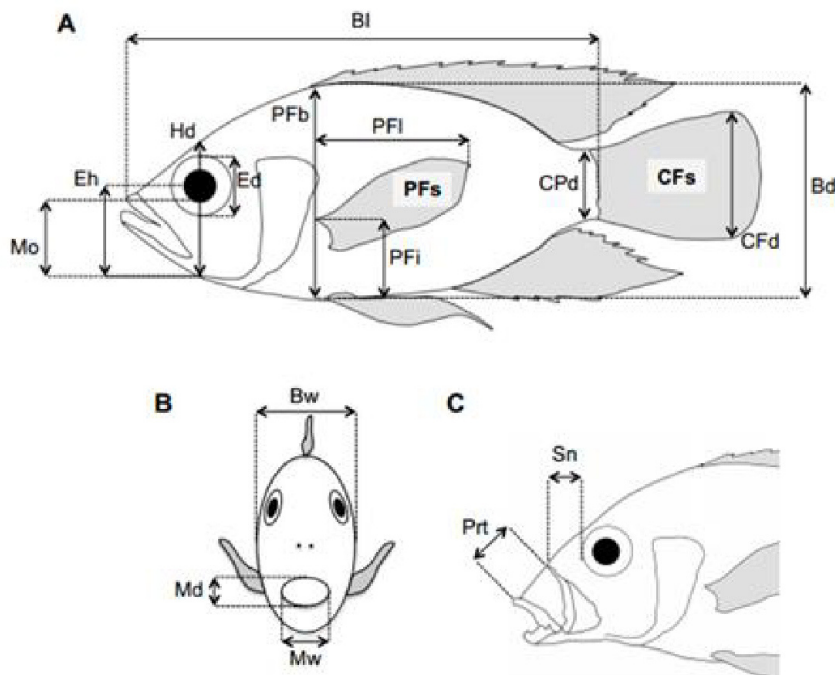
VASCONCELOS, R. P.; HENRIQUES, S.; FRANÇA, S. Global patterns and predictors of fish species richness in estuaries. **Journal of Animal Ecology**, v. 84, n. 5, p. 1331-134, 2015. DOI: 10.1111/1365-2656.12372. Disponível em: <<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2656.12372>> Acesso em: 19 nov. 2022.

VILLÉGER, S.; MIRANDA, J. R.; HERNÁNDEZ, D. F.; MOUILLOT, D. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. **Ecological Applications**, v. 20, n. 6, p. 1512–1522, 2010. DOI:10.1890/09-1310.1.

WHITFIELD, A. K. Why are there so few freshwater fish species in most estuaries? **Journal of Fish Biology**, África do Sul, v.86, n. 4, p. 1227-50, 2015. DOI: 10.1111/jfb.12641. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25739335/>> Acesso em: 19 nov. 2022.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: BORZACCHIELLO, J.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. (Org.) Ceará: um novo olhar geográfico. **Edições Demócrito Rocha**, Fortaleza, p. 169-188, 2007. ISBN 9788575293386.

APÊNDICE A – ATRIBUTOS FUNCIONAIS MEDIDOS A PARTIR DE FOTOGRAFIAS DOS PEIXES



(A): comprimento-padrão (BI), altura do corpo (Bd), altura mínima do pedúnculo caudal (CPd), altura da nadadeira caudal (CFd), área da nadadeira caudal (CFs), distância entre a inserção da nadadeira peitoral ao fundo do corpo (PFi), altura do corpo ao nível da inserção da nadadeira peitoral (PFb), comprimento da nadadeira peitoral (PFI), área da nadadeira peitoral (PFS), altura da cabeça ao longo do eixo vertical do olho (Hd), diâmetro do olho (Ed), distância entre o centro do olho ao fundo da cabeça (Eh), distância do topo da boca ao fundo da cabeça ao longo do eixo da altura da cabeça (Mo); e com paquímetro (B, C): largura do corpo (Bw), altura do corpo (Md), largura da boca (Mw), comprimento do focinho (Sn), comprimento da protrusão (Prt).

Fonte: retirada de Leitão et al. (2016).

Leitão, R. P. et al. Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. **Proceeding of the Royal Society**, 2016. B 283: 20160084.

APÊNDICE B – LISTA DOS ATRIBUTOS FUNCIONAIS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DAS ESPÉCIES DE PEIXES DOS ESTUÁRIOS DO PRESENTE ESTUDO

Atributos funcionais quantitativos	Cálculo	Abreviação	Significado ecológico	Referência
------------------------------------	---------	------------	-----------------------	------------

Massa corpórea	$\ln(Massa+1)$	LogM	Metabolismo, resistência e capacidade de natação	Villéger et al., 2010
Comprimento da protrusão da boca	Pr/tSn	Prt	Método de alimentação	Adaptado de Leitão et al. (2016)
Área da cavidade oral	$Mw*Md/Bw*Bd$	Osf	Tamanho dos itens alimentares capturados	Adaptado de Karpouzi e Stergiou (2003)
Forma da cavidade oral	Md/Mw	Osh	Método de captura de alimento	Karpouzi e Stergiou (2003)
Posição da cavidade oral	Mo/Hd	Ops	Método de alimentação na coluna d'água	Adaptado de Sibbing & Nagelkerke (2001)
Tamanho do olho	Ed/Hd	Edst	Detecção de presas	Adaptado de Boyle e Horn (2006)
Posição do olho	EH/Hd	Eps	Posição vertical na coluna d'água	Gatz (1979)
Formato transversal do corpo	Bd/Bw	Bsh	Posição vertical na coluna d'água e hidrodinamismo	Sibbing e Nagelkerke (2001)
Área transversal do corpo	$\ln[(\pi/4*Bw*Bd)+1]/\ln(Massa+1)$	Bsf	Distribuição de massa ao longo do corpo para hidrodinamismo	Villéger et al., 2010
Posição da peitoral	PFi/PFb	PFps	Uso da peitoral para manobrabilidade	Dumay et al., (2004)
Aspecto da peitoral	PFi^2/PFs	FPar	Uso da peitoral para propulsão	Adaptado de Fulton et al., (2001)
Tração do pedúnculo caudal	CFd/CPd	Cpt	Eficiência de propulsão caudal através da redução de resistência	Webb (1984)
Aspecto da caudal	CFd^2/CFs	CFar	Uso da nadadeira caudal para propulsão e/ou direção	Webb (1984)
Relação das áreas das nadadeiras	$2*PFs/CFs$	Frt	Principal tipo de propulsão entre as nadadeiras caudal e peitoral	Villéger et al., 2010
Relação entre superfície das nadadeiras e o tamanho do corpo	$(2*PFs)+CF/s\pi 4 *Bw*Bd$	Fsf	Eficiência de aceleração e/ou manobrabilidade	Villéger et al., 2010
Dieta				
Detritívora		Detri	Espécies que se alimentam de detritos e/ou microfitobentos	
Planctívora		Plank	Espécies que se alimentam de fitoplâncton e/ou zooplâncton	
Herbívoras		Herb	Espécies que se alimentam de macroalgas/macrófitas	
Invertívora		Invert	Espécies que se alimentam principalmente de invertebrados bentônicos	

Macrocarnívora	Macro	Espécies que consomem principalmente peixes, mas podem preda invertebrados bentônicos
Onívora	Oniv	Espécies que consomem de plantas a plâncton e/ou invertebrados bentônicos
Posição na coluna d'água		
Bentônicas	Bent	Peixes que vivem mais associados ao substrato (ex: gobiídeos)
Nectobentônicas	NectBent	Peixes que utilizam a região pelágica e bentônica (ex: lutjanídeos)
Nectônicas	Nect	Peixes que vivem associados à região pelágica (ex: clupeídeos)
Atividade		
Móveis	MO	Peixes que se movimentam constantemente entre habitats (ex: mugilídeos)
Sedentárias	SE	Peixes menos ativos em movimentação (ex: batrachoidídeos)
Uso do estuário		
Marinha visitante	MS	Espécies que ocorrem em baixos números e esporadicamente nos estuários
Marinha migrante	MM	Espécies estuarino-oportunistas ou dependentes que usam o estuário para completar parte do ciclo de vida
Estuarina	ES	Espécies capazes de completar todo o ciclo de vida nos estuários, mas não necessariamente o fazem. Incluem as estuarinas migrantes e as residentes
Diádroma	DI	Espécies marinhas que necessitam de água doce para completar o ciclo de vida
Dulcícola	FW	Espécies de água doce
Adaptações para tolerar hipóxia		
Presença	Hipox 1	
Ausência	Hipox 0	

BOYLE, K. S. & HORN M. H. Comparison of feeding guild structure and ecomorphology of intertidal fish assemblages from central California and central Chile. **Marine Ecology Progress**, n. 319, p. 65-84, 2006.

DUMAY, O. et al. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. **Journal of Fish Biology**, v.64, p. 970-983, 2004.

FULTON, C. J., D. R.; BELLWOOD; WAINWRIGHT, P. C. The relationship between swimming ability and habitat use in wrasses (Labridae). **Marine Biology**, v. 139, p. 25-33, 2001.

GATZ, A. J. Community organization in fishes as indicated by morphological features. **Ecology**, v. 60, p. 711-718, 1979.

KARPOUZI, V. S.; STERGIU, K. I. The relationships between mouth size and shape and body length for 18 species of marine fishes and their trophic implications. **Journal of Fish Biology**, v. 62, p. 1353-1365, 2003.

LEITÃO, R. P. J. et al. Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. **Proceeding of the Royal Society**, 2016. B 283: 20160084.

SIBBING, F. A.; NAGELKERKE, L. A. J. Resource partitioning by Lake Tana barbs predicted from fish morphometrics and prey characteristics. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 10, p. 393-437, 2001.

VILLÉGER, S., J. R.; MIRANDA, D. F.; HERNANDEZ; MOILLOT, D. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. **Ecological Application**, v. 20, p. 1512-1522, 2010.

WEBB, P. W. Form and function in fish swimming. **Scientific American**, v. 251, p. 72-82, 1984.

APÊNDICE C – ATRIBUTOS QUALITATIVOS

Valores dos atributos funcionais qualitativos para as espécies de peixe dos estuários: Nect: nectônica; NectBent: nectobentônica; Bent: bentônica; Detri: detritívora; Herb: herbívora; Plank: planctívora; Invert: invertívora; Macro: macrocarnívora; Oniv: onívora; MO: móvel; SE: sedentária. MS: marinhas visitantes; MM: marinhas migrantes; ES: estuarinas; DI: diádromas; FW: dulcícolas. Abreviações dos nomes das espécies: APÊNDICE E.

Espécie	Posição na água	Dieta	Mobilidade	Uso estuário
Abah	NectBent	Herb	MO	MS
Abim	Nect	Oniv	MO	FW
Abra	Nect	Oniv	MO	ES
Bsop	Bent	Invert	SE	ES
Cbol	Bent	Invert	SE	MM
Clat	Nect	Macro	MO	MM
Cpar	Nect	Macro	MO	DI
Cspi	Bent	Invert	SE	MM
Daur	NectBent	Invert	MO	MM
Earg	NectBent	Oniv	MO	MM
Elyr	Bent	Oniv	SE	ES
Emel	NectBent	Oniv	MO	MM
Esau	NectBent	Macro	MO	DI
Hpar	NectBent	Invert	MO	MM
Hrei	Bent	Invert	SE	ES
Huni	Nect	Oniv	MO	MM
Lale	NectBent	Invert	MO	MM
Lana	NectBent	Macro	MO	MM
Lapo	NectBent	Macro	MO	MM
Lgri	NectBent	Macro	MO	MM
Lgro	Nect	Macro	MO	MM
Lpiq	Nect	Plank	MO	ES
M_sp	Nect	Detri	MO	MM
Mcos	Nect	Oniv	MO	FW
Mcur	Nect	Detri	MO	MM
Mcuv	Nect	Detri	MO	MM
Mliz	Nect	Detri	MO	MM
Onil	NectBent	Oniv	MO	FW
Oogl	Nect	Plank	MO	MM
Pret	Nect	Oniv	MO	FW
Sbar	Nect	Macro	MO	MM
Sgre	NectBent	Invert	MO	ES

Sgua	Nect	Macro	MO	MM
Smar	Nect	Macro	MO	MM
Spel	NectBent	Invert	MO	MM
Spro	NectBent	Invert	MO	ES
Srho	Nect	Macro	MO	FW
Stes	NectBent	Invert	MO	ES
Stim	Nect	Macro	MO	MM
Tpau	Bent	Invert	SE	MM
Bspl	NekBent	Oni	MO	FW
Dmac	NekBent	Oni	SE	ES
Mtho	NekBent	Oni	MO	FW
Cchr	Nect	Oniv	MO	MS
Epis	Bent	Invert	SE	ES
Matl	Nect	Macro	MO	DI
Pviv	Nect	Oniv	MO	FW
Dsp	NectBent	Invert	MO	MM
Lsp	NectBent	Macro	MO	MM
Psp	Nect	Oniv	MO	FW

APÊNDICE D – ATRIBUTOS QUANTITATIVOS

Valores médios dos atributos morfofuncionais para cada espécie de peixes dos estuários. LogM: Massa corpórea; Prt: Comprimento da protrusão da boca; Osf: Área da cavidade oral; Osh: Forma da cavidade oral; Ops: Posição da cavidade oral; Edst: Tamanho do olho; Eps: Posição do olho; Bsh: Formato transversal do corpo; Bsf: Área transversal do corpo; PFps: Posição da peitoral; FPar: Aspecto da peitoral; Cpt: Tração do pedúnculo caudal; CFar: Aspecto da caudal; Frt: Relação das áreas das nadadeiras; Fsf: Relação entre superfície das nadadeiras e o tamanho do corpo. Abreviações dos nomes das espécies: APÊNDICE E.

Sigla	LogM	Prt	Osf	Osh	Ops	Edst	Eps	Bsh	Bsf	PFps	FPar	Cpt	CFar	Frt	Fsf
Abah	3.64	0	0.039	0.528	0.298	0.236	0.727	2.727	1.793	0.406	1.726	2.276	1.402	1.135	1.376
Abim	1.445	0	0.172	1.22	0.633	0.398	0.599	2.942	3.268	0.138	2.98	2.854	2.932	0.597	1.673
Abra	2.437	0.473	0.164	0.996	0.571	0.579	0.584	1.621	2.136	0.72	3.085	2.534	2.172	1.064	2.785
Bsop	2.437	0.567	0.386	0.943	0.482	0.293	0.783	1.023	2.274	0.647	2.052	1.499	0.966	1.599	2.47
Cbol	0.565	0.08	0.57	0.829	0.333	0.242	0.796	1.813	5.158	0.584	2.588	2.114	0.982	1.014	7.757
Clat	2.773	0.43	0.244	1.925	0.417	0.383	0.628	3.142	2.109	0.378	5.422	7.182	3.207	1.019	1.757
Cpar	3.255	0.154	0.73	2.01	0.444	0.545	0.677	2.099	1.729	0.346	3.154	3.601	2.889	0.45	3.739
Cspi	2.812	0	0.225	4.64	0.424	0.878	0.868	0.122	1.892	1	3.882	1.485	1.114	0.341	2.258
Daur	2.964	1.298	0.074	1.123	0.273	0.454	0.5	3.59	2.021	0.325	5.138	3.377	3.299	0.767	1.895
Earg	1.96	1.217	0.1	1.214	0.399	0.51	0.605	2.464	2.634	0.331	6.389	2.761	2.57	0.786	1.678
Elyr	0.92	0.161	0.334	0.861	0.339	0.267	0.736	1.512	4.337	0.59	3.098	1.413	0.871	1.199	2.966
Emel	2.652	1.134	0.107	1.101	0.451	0.572	0.586	2.833	2.105	0.35	3.873	3.432	3.374	0.775	1.913
Esau	2.933	0	0.848	2.215	0.454	0.516	0.68	1.96	1.824	0.15	4.022	3.526	3.106	0.413	3.189
Hpar	2.568	0.615	0.257	1.67	0.209	0.454	0.643	2.35	2.289	0.398	3.399	2.637	1.979	0.915	1.649
Hrei	1.964	0	0.006	1.366	0.366	0.39	0.627	13.95 5	3.356	0.953	1.096	0	0	0	0.046

Huni	2.511	0	0.311	1.148	0.683	0.653	0.596	1.653	1.942	0.76	2.986	3.593	2.169	0.9	3.748
Lale	2.725	0.266	0.262	1.533	0.381	0.421	0.751	2.52	2.269	0.33	3.194	1.925	1.502	1.144	1.874
Lana	2.881	0.313	0.323	1.634	0.309	0.393	0.735	2.592	2.032	0.314	3.44	2.317	1.782	0.939	2.079
Lapo	2.849	0.302	0.275	1.614	0.279	0.418	0.71	2.424	2.048	0.311	3.534	2.032	1.509	1.059	1.895
Lgri	3.286	0.326	0.251	1.659	0.287	0.381	0.744	2.307	1.887	0.344	4.028	2.072	1.689	0.973	1.698
Lgro	2.722	0	0.445	3.263	0.45	0.515	0.657	2.698	1.961	0.181	4.018	2.454	2.672	0.469	2.61
Lpiq	2.458	0	0.107	1.949	0.771	0.567	0.645	2.378	2.201	0.114	3.433	2.692	2.933	0.526	1.686
M_sp	0.706	0.853	0.158	0.803	0.639	0.504	0.604	1.875	5.611	0.704	3.638	2.945	1.841	0.43	2.256
Mcos	1.55	0	0.097	1.67	0.708	0.422	0.554	3.102	3.093	0.128	3.995	2.509	2.572	0.637	1.376
Mcur	3.557	0.874	0.202	1.164	0.466	0.502	0.578	1.716	1.756	0.711	3.047	3.278	2.956	0.591	2.348
Mcuv	3.226	0.954	0.151	1.178	0.414	0.533	0.603	1.563	1.852	0.749	3.304	2.495	2.122	0.697	1.607
Mliz	3.963	0.622	0.151	0.978	0.455	0.48	0.622	1.369	1.617	0.713	3.508	2.299	1.817	0.538	1.812
Onil	3.929	0.526	0.15	1.197	0.62	0.419	0.719	2.299	1.677	0.293	4.688	1.339	1.027	1.795	1.571
Oogl	2.207	0	0.119	2.538	0.757	0.455	0.709	2.656	2.369	0.187	5.469	2.649	2.454	0.496	1.351
Pret	0.543	0.1	0.795	0.658	0.159	0.858	0.63	1.519	7.484	0.514	3.455	1.524	1.053	0.404	1.638
Sbar	2.979	0	0.617	2.578	0.61	0.491	0.686	1.674	1.805	0.416	3.261	2.65	2.047	0.466	2.493
Sgre	2.475	0	0.103	0.85	0.449	0.216	0.773	0.915	2.215	0.417	1.506	2.437	1.067	0.832	1.411
Sgua	2.919	0	0.555	2.482	0.476	0.536	0.607	1.872	1.771	0.379	3.801	3.008	2.509	0.474	2.401
Smar	3.861	0	1.12	3.558	0.618	0.626	0.632	1.003	1.4	0.715	3.837	4.174	1.792	1.151	3.855
Spel	0.247	0	0.098	1.5	0.637	0.265	0.429	1.296	7.802	0	0	1.964	0.859	0	1.501
Spro	3.295	0	0.334	0.72	0.288	0.39	0.708	0.884	1.892	0.114	4.111	3.786	2.312	0.632	1.414
Srho	4.709	0	0.19	1.175	0.615	0.35	0.721	3.479	1.52	0.177	4.541	5.933	4.618	0.394	1.198
Stes	3.795	0	0.094	0.845	0.419	0.229	0.81	0.869	1.678	0.437	2.139	2.689	1.149	0.581	1.64
Stim	3.83	0	1.115	3.549	0.627	0.635	0.622	1.011	1.406	0.724	3.847	4.163	1.789	1.163	3.843
Tpau	3.704	0	0.116	1.149	0.458	0.53	0.855	0.132	1.665	1	4.431	1.478	1.252	0.012	1.603
Bspl	0.314	0.638	0.152	1.219	0.752	0.484	0.6	2.158	11.05 2	0.385	3.046	1.106	0.893	0.593	1.988
Dmac	1.408	0.475	0.158	0.885	0.368	0.466	0.632	1.666	3.681	0.488	3.3	1.421	1.018	1.025	2.147
Mtho	3.807	0	0.108	0.781	0.406	0.246	0.651	1.12	1.728	0.155	2.681	2.302	1.76	0.474	2.102
Cchr	1.486	0.656	0.217	2.126	0.703	0.367	0.678	5.069	3.245	0.51	6.044	6.112	3.362	1.197	1.972
Epis	2.356	0.381	0.275	1.047	0.63	0.299	0.81	1.227	2.288	0.613	2.836	1.748	1.14	0.721	1.567
Matl	3.974	0	0.389	2.304	0.82	0.471	0.702	3.181	1.613	0.144	3.342	2.469	1.965	0.842	3.179
Pviv	1.257	0.689	0.091	0.467	0.674	0.59	0.632	1.596	3.765	0.482	4.092	1.004	0.902	0.539	1.337
Dsp	2.981	1.289	0.077 5	1.264	0.31	0.471	0.527 5	3.62	2.016	0.327 5	5.021	3.417	33.17 5	0.776	18.60 5
Lsp	26.13 6	0.329 2	0.270 2	16.90 4	0.317 2	0.419 4	0.725 2	24.54 6	23.68 8	0.326 2	34.33 4	19.94 4	1.543	10.84 2	18.02 4
Psp	1.235	0.741	0.094	0.724	0.711	0.622	0.55	1.671	3.852	0.41	2.823	1.086	1.082	0.888	1.414

APÊNDICE E – ESPÉCIES E OS NOMES USADOS COMO ABREVIACÕES NOS APÊNDICES

Espécie	Abreviação
<i>Acanthurus bahianus</i>	Abah
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Abim
<i>Atherinella brasiliensis</i>	Abra
<i>Bathygobius soporator</i>	Bsop
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	Cbol
<i>Caranx latus</i>	Clat
<i>Centropomus parallelus</i>	Cpar
<i>Citharichthys spilopterus</i>	Cspi
<i>Diapterus auratus</i>	Daur
<i>Eucinostomus argenteus</i>	Earg
<i>Evorthodus lyricus</i>	Elyr
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Emel
<i>Elops saurus</i>	Esau
<i>Haemulon parra</i>	Hpar
<i>Hippocampus reidi</i>	Hrei
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Huni
<i>Lutjanus alexandrei</i>	Lale
<i>Lutjanus analis</i>	Lana
<i>Lutjanus apodus</i>	Lapo
<i>Lutjanus griseus</i>	Lgri
<i>Lycengraulis grossidens</i>	Lgro
<i>Lile piquitinga</i>	Lpiq
<i>Mugil sp.</i>	M sp
<i>Moenkhausia costae</i>	Mcos
<i>Mugil curema</i>	Mcur
<i>Mugil curvidens</i>	Mcuv
<i>Mugil liza</i>	Mliz
<i>Oreochromis niloticus</i>	Onil
<i>Opisthonema oglinum</i>	Oogl
<i>Poecilia reticulata</i>	Pret
<i>Sphyraena barracuda</i>	Sbar
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	Sgre
<i>Sphyraena guachancho</i>	Sgua
<i>Synbranchus marmoratus</i>	Smar
<i>Syngnathus pelagicus</i>	Spel
<i>Sciades proops</i>	Spro
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Srho
<i>Sphoeroides testudineus</i>	Stes
<i>Strongylura timucu</i>	Stim
<i>Trinectes paulistanus</i>	Tpau
<i>Betta splendens</i>	Bspl
<i>Dormitator maculatus</i>	Dmac
<i>Megalechis thoracata</i>	Mtho

<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Cchr
<i>Eleotris pisonis</i>	Epis
<i>Megalops atlanticus</i>	Matl
<i>Poecilia vivipara</i>	Pviv
<i>Diapterus</i> sp.	Dsp
<i>Lutjanus</i> sp.	Lsp
<i>Poecilia</i> sp.	Psp