



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA – DEOLI**  
**CURSO DE OCEANOGRAFIA**

**JAMILE GABRIELA ALMEIDA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DAS GUILDAS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA AO LONGO DE UM  
GRADIENTE ESTUARINO NO ESTREITO DOS COQUEIROS, AMAZÔNIA  
MARANHENSE, BRASIL**

**SÃO LUÍS – MA**

**2026**

**Jamile Gabriela Almeida Silva**

**CARACTERIZAÇÃO DAS GUILDAS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA AO LONGO DE UM  
GRADIENTE ESTUARINO NO ESTREITO DOS COQUEIROS, AMAZÔNIA  
MARANHENSE, BRASIL**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação de Oceanografia, da Universidade Federal do  
Maranhão, para obtenção do grau de bacharelado em  
Oceanografia.**

**Orientador:** Prof. Dr. James Werllen de Jesus Azevedo

**Coorientador:** Alef Fontinele Teixeira

**SÃO LUÍS – MA**

**2026**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Almeida Silva, Jamile Gabriela.

CARACTERIZAÇÃO DAS GUILDS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA AO LONGO  
DE UM GRADIENTE ESTUARINO NO ESTREITO DOS COQUEIROS,  
AMAZÔNIA MARANHENSE, BRASIL / Jamile Gabriela Almeida Silva. -  
2026.

47 f.

Coorientador(a) 1: Alef Fontinele Teixeira.

Orientador(a): James Werllen de Jesus Azevedo. Monografia  
(Graduação) - Curso de Oceanografia,  
Universidade Federal do Maranhão, Ufma, 2026.

1. Estuário Amazônico. 2. Guilda de Uso do Estuário.  
3. Guildas Tróficas. 4. Rede de Tapagem. 5. Amazônia  
Oriental. I. de Jesus Azevedo, James Werllen. II.  
Fontinele Teixeira, Alef. III. Título.

**CARACTERIZAÇÃO DAS GUILDAS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA AO LONGO DE UM GRADIENTE ESTUARINO NO ESTREITO DOS COQUEIROS, AMAZÔNIA MARANHENSE, BRASIL**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação de Oceanografia, da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de bacharelado em Oceanografia.**

**Aprovado em: 23/01/2026**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. James Werllen de Jesus Azevedo (orientador)

**Universidade Federal do Maranhão – UFMA**

---

Prof. Dr. Marcelo Henrique Lopes Silva (membro titular)

**Universidade Federal do Maranhão – UFMA**

---

Prof. Dr. José Ribamar de Sousa Torres Júnior (membro titular)

**Universidade Federal do Maranhão – UFMA**

Dedico este trabalho a todos que acreditam na ciência como instrumento de transformação. Aos meus professores, pela construção do conhecimento, e a todos que, direta ou indiretamente, estiveram comigo nessa caminhada. À minha família, que sustentou meus sonhos, e às forças que me ampararam. E à minha criança interior, que hoje não apenas sonha, mas realiza.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me fortaleceu e sustentou até aqui.

Agradeço ao meu irmão Juan, pelo seu apoio, por acreditar em mim, e sempre fazer o possível pra vida se tornar mais leve, divertida. Um dia eu quero ser grande, não em estatura, até porque não é mais possível, mas grande em amor, como você é.

Aos meus pais, Elisângela e Djalma, que nem sempre disseram em palavras, mas sempre mostraram em gestos, no cuidado diário e na luta silenciosa para que eu chegasse até aqui.

Aos meus apoios emocionais: Apolo, por ser um dos meus sonhos realizados; Gamora, Fadinha, Nala e, sobretudo, Simba, que até este momento está ao meu lado, me oferecendo conforto, companhia, e apoio nas noites em claro, sem sair de perto por nenhum segundo. A eles, que me faziam tirar a cabeça um pouco do TCC, para renovar as energias. À Zuri, por sua vida cheia de amor, um dia espero-lhe reencontrar.

A todos os professores do DEOLI, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. À minha banca, especialmente ao Dr. Torres, pelos ensinamentos em sala. Ao professor Marcelo, que, quando estava à procura de um norte, me estendeu a mão e me acolheu no LABIRPesq. Agradeço imensamente à equipe LABIRpesq, e aos colegas que ali conheci. Sobretudo, aos professores que ajudam sonhos a se tornarem realidade: Antonio Carlos, James Azevedo e Marcelo Silva.

Ao meu orientador, James Azevedo, por tantos ensinamentos, todo apoio, e por ter entrado nessa barca comigo, além, de me conduzir com maestria e gentileza a chegar nos resultados, até mesmo no dia 23 de dezembro, com natal batendo na porta. Grata! Ao Alef, por se propor a ser meu coorientador, sou grata ao seu carinho e apoio.

Aos meus amigos, Grazi, pela sua paciência e as boas conversas. A Pamela, pela sua fiel amizade, Gabriel por ser sempre uma boa companhia, Glover, por tamanhas risadas, obrigado por fazer todo o processo da graduação ser mais leve, divertido e cheias de risadas. Obrigada por serem abrigo!

A minha tia Gláucia, pelo seu apoio e por todo amor me dado, a tia Larissa, por todo carinho, por de alguma forma fazer eu acreditar mais em mim, ao meu tio Rubinho, que mesmo na sutileza das poucas palavras, transmite amor. Assim, como meus padrinhos: Edjane e Francianne. Aos meus tios, Sonson e Márcio por todo carinho.

A minha avó, Edeomar, por representar luta, e resiliência, por lembrar que a educação, é a herança mais valiosa que puderam me deixar.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura funcional da assembleia de peixes no Estreito dos Coqueiros, Maranhão, a partir da abordagem de guildas funcionais, guilda de uso do estuário e tróficas, avaliando variações espaciais ao longo do gradiente estuarino e diferenças sazonais associadas ao regime pluviométrico. As amostragens foram realizadas entre 2022 e 2023, em pontos distribuídos desde a porção mais interna até a área mais externa do estuário, contemplando os períodos chuvoso e de estiagem, utilizando a rede de tapagem como arte de pesca. As espécies registradas foram classificadas em guildas de uso do estuário e de modo de alimentação, e os dados analisados por meio de métricas de riqueza e abundância, além de análises multivariadas (NMDS, PERMANOVA e SIMPER). Foram registrados 47 táxons, com predomínio das guildas de migrantes marinhos e estuarinos, tanto em riqueza, quanto em abundância. As guildas tróficas mais representativas foram as zoobentívoras, piscívoras e piscívoras-zoobentívoras, indicando a importância dos recursos bentônicos e da matéria orgânica para a estrutura trófica do sistema. Observou-se, variação na distribuição e na abundância das guildas ao longo do gradiente estuarino, com maior representatividade de detritívoros e zoobentívoros em áreas de menor salinidade e maior ocorrência de piscívoros e migrantes marinhos nas áreas sob maior influência oceânica. Diferenças sazonais também foram registradas, especialmente em relação à abundância total e à ocorrência de táxons exclusivos entre os períodos chuvoso e de estiagem. Apesar da elevada similaridade funcional geral ao longo do estuário, as análises PERMANOVA indicaram que a variação depende do tipo de guilda considerada: as guildas de uso do estuário variaram significativamente entre locais e sazonalidades, enquanto as guildas tróficas foram estruturadas predominantemente por diferenças espaciais, com efeito temporal secundário e sem interação entre fatores. A análise SIMPER indicou que as distinções observadas estiveram associadas principalmente a variações na abundância relativa das guildas dominantes. Os resultados demonstram que a abordagem por guildas, associada ao uso da rede de tapagem, é adequada para interpretar a organização funcional da ictiofauna em estuários amazônicos orientais, sob influência de macromaré, contribuindo para o entendimento dos padrões espaciais e sazonais da comunidade de peixes e podendo fornecer subsídios para ações de manejo e conservação desses ambientes.

Palavras-chave: estuário amazônico; guilda de uso do estuário; guildas tróficas; rede de tapagem; Amazônia oriental

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the functional structure of the fish assemblage in the Estreito dos Coqueiros estuary, Maranhão, Brazil, using functional guilds, estuarine use guilds, and trophic guilds, in order to evaluate spatial variation along the estuarine gradient and seasonal differences associated with the regional rainfall regime. Sampling was conducted between 2022 and 2023 at sites distributed from the inner to the outer portions of the estuary, encompassing both rainy and dry seasons, using *tapagem* nets as the fishing gear. Recorded species were classified according to estuarine use and feeding mode, and data were analyzed using richness and abundance metrics, as well as multivariate analyses (NMDS, PERMANOVA, and SIMPER). A total of 47 taxa were recorded, with dominance of marine migrant and estuarine guilds in both richness and abundance. The most representative trophic guilds were zoobenthivores, piscivores, and piscivore–zoobenthivores, highlighting the importance of benthic resources and organic matter for the trophic structure of the system. Spatial variation in the distribution and abundance of guilds was observed along the estuarine gradient, with higher representation of detritivorous and zoobenthivorous guilds in areas of lower salinity and greater occurrence of piscivores and marine migrants in sectors under stronger oceanic influence. Seasonal differences were also recorded, particularly in total abundance and the occurrence of exclusive taxa between rainy and dry periods. Despite the overall high functional similarity along the estuary, PERMANOVA results indicated that variation depended on the type of guild considered: estuarine use guilds varied significantly among sampling sites and seasons, whereas trophic guilds were structured predominantly by spatial differences, with a secondary temporal effect and no significant interaction between factors. SIMPER analysis indicated that the observed differences were mainly associated with changes in the relative abundance of dominant guilds. These results demonstrate that the guild-based approach, combined with the use of *tapagem* nets, is effective for interpreting the functional organization of fish assemblages in macrotidal estuaries of the eastern Amazon, contributing to the understanding of spatial and seasonal patterns and providing support for management and conservation strategies in these environments.

Keywords: amazonian estuary; estuarine use guild; trophic guilds; tapagem net; eastern Amazon

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	9
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Geral.....	11
2.2 Específicos .....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
<b>3.1 Ecossistemas Estuarinos.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Estuários Amazônico Oriental.....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Guildas funcionais: ecológicas e tróficas .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Importância da caracterização de guildas para gestão pesqueira .....</b>	<b>17</b>
<b>1 CAPÍTULO.....</b>	<b>18</b>
2. INTRODUÇÃO .....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Área de Estudo.....	22
<b>3.2 Amostragem da Ictiofauna.....</b>	<b>23</b>
3.3 Análise de dados.....	24
4. RESULTADOS .....	25
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
6. CONCLUSÃO .....	38
<b>7. Considerações Finais.....</b>	<b>39</b>
8.REFERÊNCIAS .....	40
<b>Apêndice 1:.....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O estado do Maranhão possui a segunda maior zona costeira do Brasil (Silva Reis e Santos, 2020). Com ecossistemas estuarinos, se destacam pela manutenção da biodiversidade aquática e por serem refúgios naturais para reprodução, alimentação e crescimento de diversas espécies (Lizama *et al.* 2020).

Contudo, a expansão das atividades antrópicas tem alterado a dinâmica desses ambientes, gerando estresse recorrente em organismos como os peixes (Ribeiro *et al.* 2023). As associações de atividades humanas, como efluentes industriais e mineração, podem comprometer a qualidade da água e afetar diretamente a biota aquática (Gonçalves, 2024). Assim como a pesca e a operação portuária, tem gerado pressões significativas sobre esses ecossistemas, ameaçando sua integridade ecológica e comprometendo o equilíbrio trófico e funcional (Viana; Mourão *et al.*, 2014).

Nesse contexto, a organização das espécies em guildas tróficas e ecológicas constitui uma ferramenta eficaz para compreender a dinâmica das cadeias alimentares e a estrutura funcional das comunidades (Hoeinghaus *et al.*, 2008). O conceito de guildas tem evoluído de categorias qualitativas (Elliott *et al.*, 2007) para sistemas numéricos como o FEAS (Fish Estuary-Association Scoring), que quantifica o grau de associação estuarina das espécies (Harrison; Whitfield, 2021), permitindo distinguir entre peixes estuarino-dependentes e estuarino-oportunistas (Whitfield *et al.*, 2023).

Sabe-se que, a heterogeneidade ambiental e os gradientes estuarinos exercem forte influência sobre a estrutura das assembleias de peixes, com variações significativas na diversidade e composição das comunidades ao longo do gradiente estuarino (Lima *et al.*, 2022). Esses padrões espaciais são particularmente relevantes para entender a organização funcional em ambientes sujeitos a múltiplas pressões.

O Estreito dos Coqueiros, localizado no complexo estuarino da baía de São Marcos, representa a área do presente estudo. Esta região é composta por águas que penetram através de duas aberturas nas extremidades da Ilha de Tauá-Mirim, constituindo a principal via de contribuição fluvial para o sistema estuarino do Rio dos Cachorros (Castro, 1986). No entanto, este ambiente apresenta diversos impactos antrópicos, incluindo dragagem, descarte de efluentes industriais (Sousa *et al.*, 2011), urbanização desordenada e práticas de pesca predatória como tapagens e zangarias com redes de pequena malha, que contribuem para a redução de peixes jovens, sobrepesca e destruição de habitats.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a estrutura das guildas funcionais, tróficas e de uso estuarino, da comunidade de peixes no Estreito dos Coqueiros, visando compreender sua organização funcional e as implicações para a conservação e manejo dos recursos pesqueiros locais em uma área submetida a atividades antrópicas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar a composição e distribuição da ictiofauna do Estreito dos Coqueiros através do conceito e classificação em guildas funcionais, compreendendo guildas de uso estuarino e tróficas.

### 2.2 Específicos

- Classificar as espécies de peixes em guildas funcionais, com base na condição de uso do estuário e nas preferências alimentares.
- Analisar a variação espaço-temporal na composição e abundância das guildas funcionais (uso estuarino e tróficas) da ictiofauna do Estreito dos Coqueiros.
- Avaliar a influência da salinidade sobre as guildas de uso estuarino e trófico ao longo do Estreito dos Coqueiros.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Ecossistemas Estuarinos

Estuários são sistemas costeiros semiabertos onde a água doce fluvial mistura-se com a água do mar, formando gradientes físico-químicos e hidrodinâmicos que variam em escala espacial e temporal (Pritchard.,1967).

A estrutura geomorfológica e hidrológica dos estuários influencia diretamente a organização funcional dos peixes. Nesse contexto, compreender as relações entre estrutura do habitat, disponibilidade de recursos e mecanismos de partilha trófica é essencial para interpretar como as assembleias respondem aos gradientes ambientais característicos desses sistemas (Nanjo *et al.*, 2014).

De forma complementar, estudos apontam que variações na oferta de alimento e na hidrodinâmica influenciam a distribuição espacial das guildas tróficas, destacando o papel das interações ecológicas na estruturação das comunidades (Chen *et al.*, 2011; Syvaranta *et al.*, 2013; Abrantes *et al.*, 2014).

Na perspectiva da manutenção da biodiversidade, as regiões de estuários representam um dos mais importantes e produtivos ecossistemas marinhos, exercendo funções vitais na manutenção e sustentação da biota aquática e pelos diversos serviços ecossistêmicos fornecidos (Treichl, 2022).

Portanto, as regiões costeiras apresentam um grande valor socioeconômico e ambiental, fornecendo importantes serviços ecossistêmicos essenciais ao homem (Nascimento, 2022), promovendo um importante papel na ecologia marinha, e ao que tange a sustentabilidade ambiental e econômica dos recursos naturais (Taveira Pinto *et al.*, 2020; Nascimento, 2022).

#### 3.2 Estuários Amazônico Oriental

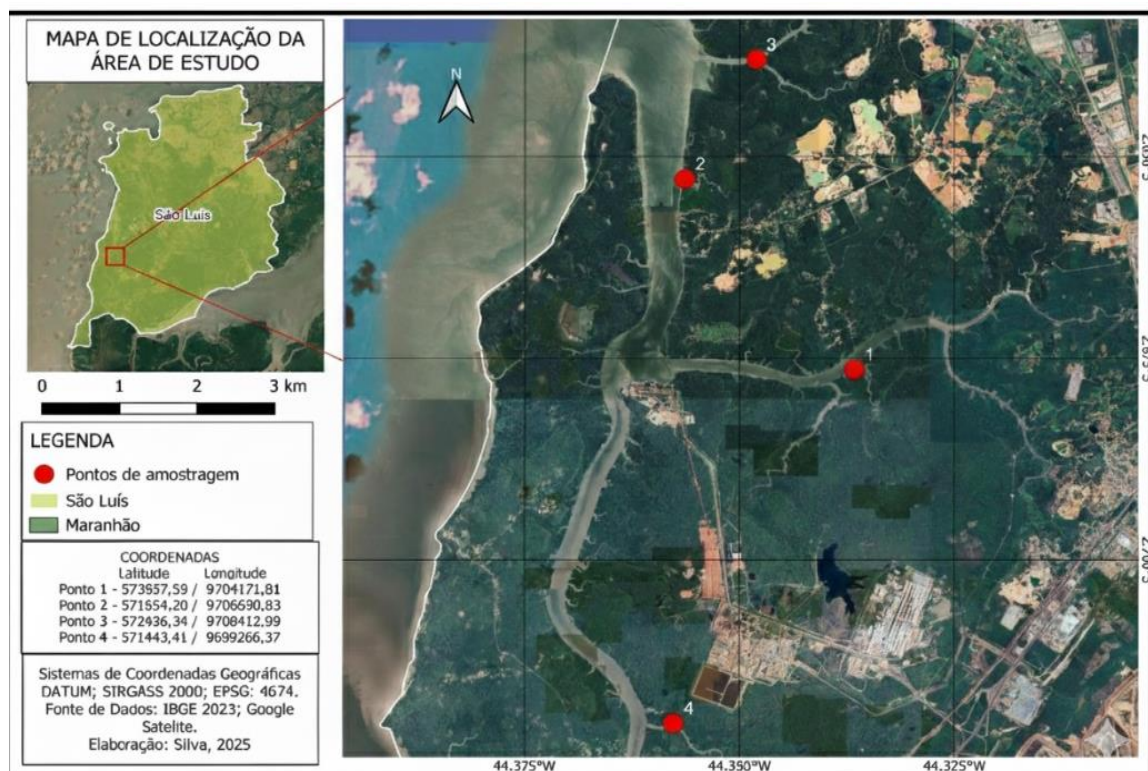
Os estuários da região amazônica oriental, particularmente no Golfão Maranhense, apresentam características oceanográficas e climáticas distintas. O regime de maré nesta região é classificado como macromarés semidiurnas, com amplitudes que variam entre 4,9 m e 7,2 m durante as marés de sizígia (DHN, 2014).

O clima é fortemente influenciado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que direciona a massa de ar equatorial marítima, resultando em dois períodos climáticos bem definidos: um período chuvoso e um período de estiagem. As médias pluviométricas variam entre 1600 e 2000 mm anuais, com temperatura média de 24°C (Cohen *et al.*, 1989).

A dinâmica de entrada e mistura de água nos estuários amazônicos orientais varia significativamente entre diferentes sistemas, dependendo de fatores como volume de água doce, amplitude de maré e configuração geomorfológica (McLusky; Elliott, 2004). Esta variabilidade cria um mosaico funcional que, associado à sazonalidade estuarina, promove complementaridade entre habitats e contribui para a continuidade dos processos ecossistêmicos (Blüthgen; Klein, 2010).

Dentro deste contexto regional, a área de estudo específica compreende o Estreito dos Coqueiros, localizado no complexo estuarino da Baía de São Marcos. Esta área recebe contribuições do Rio dos Cachorros, cuja bacia hidrográfica abrange 63,7 km<sup>2</sup> na porção sudoeste da Ilha do Maranhão, em zona rural do município de São Luís (Castro; Pereira, 2012; Santos, 2015). O curso principal deste rio deságua no Estreito dos Coqueiros, onde ocorre intensa penetração de águas marinhas da Baía de São Marcos, caracterizando um ambiente tipicamente estuarino.

Figura 1. Região do Estreito dos Coqueiros com destaque para os pontos de coleta da ictiofauna.



### 3.3 Fatores estruturais das guildas funcionais

A estruturação das guildas funcionais em ambientes estuarinos é influenciada por uma complexa interação entre fatores ambientais naturais e pressões antrópicas. Parâmetros físico-

químicos atuam como filtros ambientais, limitando a distribuição das espécies e moldando a organização das comunidades (Santana *et al.*, 2014).

Entre os fatores naturais, o gradiente de salinidade destaca-se como principal força estruturante, funcionando como filtro ambiental que seleciona organismos conforme sua tolerância fisiológica. Josefson (2016) demonstrou que a variação espacial da salinidade ao longo de estuários molda significativamente a composição de invertebrados bentônicos, evidenciando sua importância como determinante da estrutura comunitária. Além da salinidade, mudanças cíclicas em parâmetros como pH e turbidez, resultantes da mistura de águas fluviais e marinhas, também influenciam a organização das guildas (Day Jr. *et al.*, 2012).

Além das variações naturais, fatores antrópicos desempenham papel relevante na modificação da estrutura funcional das assembleias de peixes. Alterações hidrológicas e distúrbios derivados de atividades humanas podem modificar significativamente a composição e funcionamento das comunidades (Belarmino; Cabral; Garcia, 2024). Por exemplo, Duque *et al.* (2025) observaram que eventos consecutivos de dragagem promoveram mudanças nas assembleias de peixes, favorecendo espécies mais tolerantes a perturbações.

Na Baía de São Marcos, estudos têm identificado sinais claros de degradação ambiental associados ao complexo portuário e atividades industriais locais. Silva *et al.* (2018) registraram contaminação da água e sedimentos, incluindo bioacumulação de contaminantes em peixes, evidenciando a influência direta dessas pressões humanas na organização das assembleias estuarinas e, conseqüentemente, na estrutura das guildas funcionais.

A compreensão desses processos é fundamental para interpretar a organização das comunidades de peixes e a estruturação das guildas funcionais (Wakefield *et al.*, 2013). A interação entre fatores naturais (como gradientes de salinidade) e antrópicos (como dragagem e poluição) determina os padrões de distribuição espacial e a composição das guildas nos estuários amazônicos orientais.

### **3.4 Guildas funcionais: ecológicas e tróficas**

O conceito de guildas ecológicas, proposto por Root (1967), refere-se a grupos de espécies que exploram recursos ambientais similares. Dentre as diversas funções desempenhadas por organismos de uma mesma guilda, a função trófica destaca-se como uma das mais relevantes. Segundo Simberloff & Dayan (1991), uma guilda trófica é formada por espécies que compartilham os mesmos recursos alimentares.

Esta abordagem possibilita identificar padrões de uso de habitat, estratégias alimentares e mecanismos de partilha de recursos, contribuindo para a compreensão dos processos

ecológicos que estruturam os estuários (Mathieson *et al.*, 2000). Para o reconhecimento da organização e relações tróficas em uma comunidade é necessário identificar os itens alimentares consumidos pelas espécies e descrever a composição das guildas tróficas (Mazzoni *et al.*, 2010).

Estudos recentes mostram que a análise funcional e a caracterização de guildas permitem avaliar redundância funcional, sensibilidade ecológica e respostas das assembleias às pressões ambientais. Em estuários tropicais, a diversidade funcional é fortemente estruturada pela heterogeneidade de habitats (Maciel *et al.*, 2024), enquanto em regiões subárticas variações na entrada de água doce reduzem a diversidade funcional e elevam a vulnerabilidade das comunidades (Pauly *et al.*, 2024). Ao mesmo tempo, estudos comparativos demonstram que a redundância funcional nem sempre acompanha a riqueza de espécies, indicando fragilidade mesmo em sistemas ecologicamente diversos (Garcia *et al.*, 2017).

Os regimes de salinidade determinam quais espécies de peixes podem persistir nos estuários, pois os custos energéticos da osmorregulação variam amplamente entre os grupos funcionais (Elliott; Quintino, 2007). Maciel *et al.* (2024) observaram que a configuração espacial dos distintos micro-habitats (praias arenosas, bancos de lama, ervas marinhas, manguezais e vegetação ripária) explica diferenças significativas na ocupação do espaço funcional e na composição de guildas tróficas.

Em escalas maiores, a categorização funcional de peixes tem sido aplicada globalmente para avaliar padrões biogeográficos, redundância funcional e vulnerabilidade ecológica das assembleias (Thompson *et al.*, 2025), destacando o valor dessa ferramenta para estudos ecológicos e para o manejo de ambientes costeiros e estuarinos.

A classificação de peixes em guildas funcionais é frequentemente balizada no trabalho seminal de Elliott *et al.* (2007), que propõe sistemas padronizados para guildas de uso estuarino (Quadro 1) e guildas tróficas (Quadro 2), as quais foram utilizadas como referência para a análise da ictiofauna do Estreito dos Coqueiros - MA.

**Quadro 1**– Classificação das guildas de uso estuarino da ictiofauna sintetizado a partir de Elliott *et al.* (2007)

<b>Categoria</b>	<b>Sigla</b>	<b>Descrição/Definição</b>
Marinhos Ocasionais	MS	Espécies marinhas que desovam no mar e entram em estuários apenas em baixos números, ocorrendo principalmente nas regiões inferiores onde as salinidades são próximas a 35 PSU
Migrante Marinho	MM	Espécies marinhas que desovam no mar e frequentemente entram em estuários em grandes números, especialmente como juvenis
Estuarino	ES	Espécies que completam seu ciclo de vida no ambiente estuarino ou têm estágios larvais completados fora do estuário
Anádromos	AN	Espécies que crescem principalmente no mar e migram para rios para desovar
Semi-anádromos	SA	Espécies cuja migração reprodutiva do mar se estende apenas até o estuário superior, não entrando em água doce
Catádromos	CA	Espécies que passam toda sua vida trófica em água doce e migram para o mar para desovar
Semi-catdromos	SC	Espécies cuja migração reprodutiva se estende apenas até áreas estuarinas, não chegando ao ambiente marinho
Amphidromos	AM	Espécies que migram entre o mar e água doce, sendo que a migração em nenhuma direção está relacionada à reprodução
Dulcícolas migrantes	FM	Espécies de água doce encontradas regularmente e em números moderados em estuários
Dulcícolas ocasionais	FS	Espécies de água doce encontradas em baixos números em estuários, geralmente limitadas às regiões de baixa salinidade

**Quadro 2** – Classificação das guildas tróficas da ictiofauna, sintetizado a partir de Elliott *et al.* (2007).

<b>Categoria</b>	<b>Sigla</b>	<b>Descrição/Definição</b>
Zooplânctívoro	ZP	Alimentação predominantemente de zooplâncton (hidroides, crustáceos planctônicos, ovos/larvas de peixes)
Detritívoro	DV	Alimentação predominantemente de detritos e/ou microfítobentos
Herbívoro	HV	Pastejo predominantemente em material macroalgal e macrófito vivo ou fitoplâncton
Onívoro	OV	Alimentação predominantemente de algas filamentosas, macrófitas, perifiton, epifauna e infauna
Piscívoro	PV	Alimentação predominantemente de peixes, podendo incluir grandes invertebrados neotônicos
Zoobentívoro	ZB	Alimentação predominantemente de invertebrados associados ao substrato (hiperbentos, epifauna, infauna)
Oportunista	OP	Alimentação em uma gama tão diversa de alimentos que não pode ser facilmente atribuída a uma categoria especializada

### 3.5 Importância da caracterização de guildas para gestão pesqueira

A caracterização de guildas funcionais tem se mostrado uma ferramenta valiosa para a gestão pesqueira em ecossistemas estuarinos, permitindo uma abordagem que transcende a mera contagem de espécies para focar nas funções ecológicas desempenhadas pelas comunidades (Harrison e Whitfield, 2021).

Agarwa e Yadhav (2023) evidenciaram que a coexistência de múltiplas guildas alimentares em estuários reflete não apenas a disponibilidade de recursos, mas também a necessidade de uma abordagem de manejo que considere o equilíbrio entre funções ecológicas. Este enfoque funcional ganha destaque por permitir antecipar mudanças estruturais nas comunidades antes que ocorram perdas taxonômicas significativas, oferecendo um sistema de alerta precoce para a gestão pesqueira.

A heterogeneidade ambiental e os gradientes estuarinos, particularmente a salinidade, exercem forte influência sobre a estrutura das assembleias de peixes. Lima *et al.* (2022) observaram variações significativas na diversidade e composição das comunidades ao longo do gradiente estuarino em sistemas tropicais, destacando a importância de considerar esses padrões espaciais no planejamento de áreas de manejo pesqueiro.

A utilização de guildas funcionais permite identificar espécies-chave em cada guilda, monitorar a saúde funcional dos ecossistemas e estabelecer indicadores de sustentabilidade baseados em funções ecológicas (Laureto *et al.*, 2015). Esta abordagem é particularmente relevante em estuários como o Estreito dos Coqueiros, onde múltiplas pressões antrópicas exigem estratégias de manejo baseadas na resiliência funcional das comunidades.

Assim, a caracterização de guildas funcionais constitui uma abordagem atual e essencial para a gestão pesqueira, permitindo compreender estratégias adaptativas, prever respostas das comunidades a pressões ambientais e subsidiar ações de conservação baseadas na manutenção das funções ecossistêmicas em ambientes estuarinos.

## 1 CAPÍTULO

### CARACTERIZAÇÃO DAS GUILDAS FUNCIONAIS DA ICTIOFAUNA AO LONGO DE UM GRADIENTE ESTUARINO NO ESTREITO DOS COQUEIROS, AMAZÔNIA MARANHENSE, BRASIL

Jamile Gabriela Almeida Silva<sup>1</sup>, Alef Fontinele Teixeira<sup>2</sup>; James Werllen de Jesus Azevedo <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Coordenação do curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/UFMA

#### ABSTRACT

This study aimed to characterize the functional structure of the fish assemblage in the Estreito dos Coqueiros, Maranhão, using an ecological and trophic guilds approach, and to evaluate spatial variations along the estuarine gradient as well as seasonal differences associated with the regional rainfall regime. Sampling was conducted at sites distributed from the inner to the outer portion of the estuary during the rainy and dry seasons, using a *tapagem* net as the fishing gear. Recorded species were classified into estuarine-use and feeding guilds, and the data were analyzed using richness and abundance metrics, as well as multivariate analyses (NMDS, PERMANOVA, and SIMPER). A total of 47 taxa were recorded, with a predominance of marine migrants and estuarine resident guilds. Zoobenthivorous, piscivorous, and piscivorous–zoobenthivorous guilds were the most representative, indicating the importance of benthic resources and organic matter in sustaining trophic interactions within the system. Variations in guild distribution and abundance were observed along the estuarine gradient, with higher representation of detritivorous and zoobenthivorous guilds in areas of lower salinity, and piscivorous and marine migrant guilds in areas under greater oceanic influence. Seasonal differences were also observed, particularly in total abundance and in the occurrence of exclusive taxa between the rainy and dry periods. Despite these patterns, PERMANOVA did not indicate statistically significant differences in functional composition among sampling sites or seasons, suggesting high functional similarity of the assemblage along the estuary. SIMPER analysis indicated that the observed differences were mainly driven by variations in the relative abundance of dominant guilds. These results demonstrate that the guild-based approach, combined with the use of *tapagem* nets, is effective for interpreting the functional organization of fish assemblages in eastern Amazonian estuaries, contributing to the understanding of spatial and seasonal patterns and providing support for management and conservation strategies.

**Keywords:** estuarine ichthyofauna; ecological guilds; trophic guilds; estuarine gradient; *tapagem* net; eastern Amazon.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura funcional da assembleia de peixes no Estreito dos Coqueiros, Maranhão, a partir da abordagem de guildas ecológicas e tróficas, avaliando variações espaciais ao longo do gradiente estuarino e diferenças sazonais associadas ao regime pluviométrico. As amostragens foram realizadas em pontos distribuídos desde a porção mais interna até a área mais externa do estuário, contemplando os períodos chuvoso e de estiagem, utilizando a rede de tapagem como arte de pesca. As espécies registradas foram classificadas em guildas de uso do estuário e de modo de alimentação, e os dados analisados por meio de métricas de riqueza e abundância, além de análises multivariadas (NMDS, PERMANOVA e SIMPER). Foram registrados 47 táxons, com predomínio das guildas de migrantes marinhos e estuarinos. As guildas tróficas mais representativas foram as zoobentívoras, piscívoras e piscívoras-zoobentívoras, indicando a importância dos recursos bentônicos e da matéria orgânica para a estrutura trófica do sistema. Observou-se variação na distribuição e na abundância das guildas ao longo do gradiente estuarino, com maior representatividade de detritívoros e zoobentívoros em áreas de menor salinidade e de piscívoros e migrantes marinhos nas áreas sob maior influência oceânica. Diferenças sazonais também foram registradas, especialmente quanto à abundância total e à ocorrência de táxons exclusivos entre os períodos chuvoso e de estiagem. Apesar desses padrões, a PERMANOVA não indicou diferenças estatisticamente significativas na composição funcional entre os pontos e os períodos, sugerindo elevada similaridade funcional da assembleia ao longo do estuário. A análise de SIMPER indicou que as diferenças observadas estiveram associadas principalmente a variações na abundância relativa das guildas dominantes. Os resultados demonstram que a abordagem por guildas, associada ao uso da rede de tapagem, é adequada para interpretar a organização funcional da ictiofauna em estuários amazônicos orientais, contribuindo para o entendimento dos padrões espaciais e sazonais da comunidade de peixes e fornecendo subsídios para ações de manejo e conservação desses ambientes.

**Palavras-chave:** ictiofauna estuarina; guildas ecológicas; guildas tróficas; gradiente estuarino; rede de tapagem; Amazônia oriental

## 2. INTRODUÇÃO

O Litoral Amazônico brasileiro abriga a maior faixa contínua de manguezais do planeta, sustentando uma complexa rede hidrográfica composta por centenas de estuários, pela descarga de numerosos rios que transportam elevadas cargas de nutrientes e matéria orgânica, contribuindo para a alta biodiversidade, produtividade da zona costeira (Souza-Filho *et al.*, 2005; Nascimento *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2009).

Entre as feições que fazem parte do litoral amazônico, destaca-se o Golfão Maranhense, o qual apresenta águas tipicamente estuarinas, resultantes da mistura entre massas oceânicas e aporte fluvial, configurando um sistema altamente produtivo, influenciado pela intensa atividade biológica associada às florestas de mangue (Teixeira, 2009; Silva *et al.*, 2023).

Os ambientes costeiros, em especial os estuarinos, caracterizam-se por elevada diversidade biológica, alta produtividade primária e secundária e por sua relevância na provisão de serviços ecossistêmicos, como suporte à pesca, proteção costeira e ciclagem de nutrientes (Magalhães Filho *et al.*, 2022). No estado do Maranhão, a zona costeira apresenta marcante diversidade geoambiental, além de expressivo potencial pesqueiro, turístico e portuário, sustentando importantes atividades econômicas e sociais (Silva e Lima, 2013).

Entretanto, esses ambientes estão entre os mais vulneráveis à ação antrópica, sendo frequentemente submetidos a alterações decorrentes da urbanização, industrialização, exploração pesqueira e implantação de complexos portuários. Tais mudanças podem desencadear respostas biológicas diversas, manifestadas por estresse fisiológico, alterações metabólicas e modificações na composição e estrutura das comunidades aquáticas (Albinati *et al.*, 2007; Becker *et al.*, 2009; Reid *et al.*, 2008; Silva, 2016).

O Estreito dos Coqueiros, área de estudo deste trabalho, constitui um amplo canal natural que se conecta, ao norte, com a baía de São Marcos e, ao sul, com o estreito dos Mosquitos, além de sofrer influência das águas da baía de São José e receber contribuições do rio dos Cachorros (Castro, 1986; Porto, 2014). Esta região integra um mosaico de ecossistemas de elevada relevância ambiental e econômica, mas encontra-se sob intensa pressão antrópica devido à presença de um importante complexo portuário, formado pelos terminais do Itaqui, Vale e Alumar (Silva, 2018).

Embora as atividades portuárias desempenhem papel estratégico no desenvolvimento regional, elas são associadas a impactos ambientais significativos, decorrentes do lançamento de efluentes domésticos e industriais, do tráfego de embarcações e de obras de engenharia civil, fatores que contribuem para a degradação dos ecossistemas costeiros e estuarinos (Santos,

2016; Melo *et al.*, 2023). Neste cenário, torna-se fundamental a adoção de abordagens que permitam avaliar os efeitos dessas pressões sobre a estrutura e o funcionamento das comunidades aquáticas.

A compreensão da estrutura das guildas tróficas de peixes estuarinos constitui uma ferramenta eficaz para interpretar como as pressões antrópicas podem alterar o equilíbrio das teias alimentares em sistemas tropicais, uma vez que a partilha de recursos alimentares influencia diretamente o fluxo de energia e matéria nos ecossistemas (Hargreaves; Buckland; Sheaves, 2017). As guildas tróficas são definidas como grupos de espécies que exploram recursos alimentares semelhantes e/ou utilizam estratégias de forrageamento comparáveis, permitindo a análise funcional das comunidades biológicas (Bizzarro *et al.*, 2023).

Em sistemas estuarinos, fatores abióticos como a salinidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes desempenham papel central na determinação da presença e abundância de espécies. Entre eles, a salinidade constitui um dos principais gradientes ambientais que influenciam a composição e a estrutura funcional das assembleias de peixes, afetando a distribuição de grupos funcionais e guildas tróficas ao longo do estuário (Passos *et al.*, 2013). Dessa forma, a avaliação da ictiofauna como bioindicador ambiental deve considerar a variação desses fatores, pois eles modulam a disponibilidade de recursos e determinam padrões de uso alimentar e ocupação de habitat pelas espécies (Ferreira; Casatti, 2007; Castro *et al.*, 2010; Parizotti, 2015).

Apesar da reconhecida relevância ecológica e econômica do Estreito dos Coqueiros, há escassez de estudos que avaliem a estrutura das guildas tróficas, e de uso estuarino da comunidade de peixes nas áreas do litoral maranhense, especialmente considerando os efeitos das atividades humanas.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo investigar a composição e a organização funcional das guildas da ictiofauna do Estreito dos Coqueiros, buscando compreender suas interações no ecossistema e avaliar suas possíveis implicações para o manejo sustentável da pesca, a conservação da biodiversidade e a manutenção do equilíbrio ecológico local. Considerando a influência de pressões antrópicas, como sobrepesca e atividades portuárias, os resultados poderão subsidiar propostas de ordenamento pesqueiro e estratégias de gestão sustentável dos recursos naturais em estuários amazônicos maranhenses.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

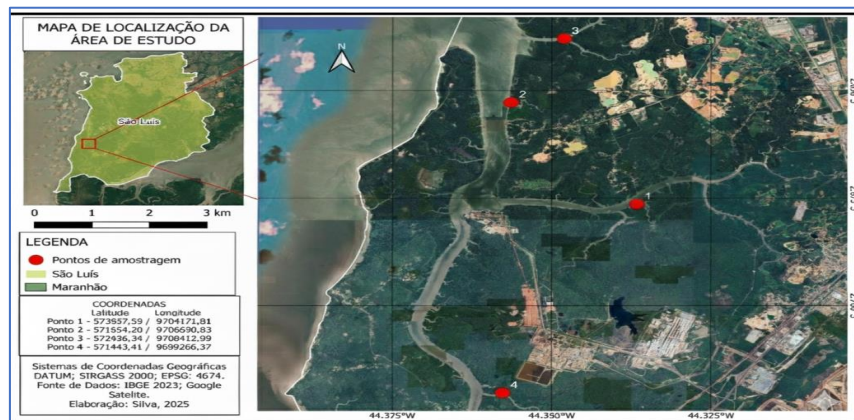
A área de estudo abrange o Estreito dos Coqueiros, com quatro pontos de amostragem distribuídos em diferentes ambientes da região, sendo três localizados nos igarapés Tarará, Arapopai e Inhaúma, e um no Rio dos Cachorros (Figura 1). O ponto P3 corresponde à porção mais externa do sistema, o P1 e o P2 situam-se em áreas intermediárias, e o P4 representa a porção mais interna do estreito. O P1 destaca-se por apresentar maior influência do Terminal da Alumar e do Rio dos Cachorros. A base de dados é composta por seis campanhas amostrais realizadas nos meses de fevereiro, julho, setembro e dezembro de 2022, e março e junho de 2023.

O estreito do Coqueiro é um canal natural que divide a ilha de Upaon-Açu (São Luís) da ilha de Tauá-Mirim, em relação à baía de São Marcos, na região central do Golfão Maranhense (Melo *et al.*, 2017).

O rio dos Cachorros é um curso d'água encontrado em São Luís do Maranhão, com 10,71 km de extensão. A sua bacia hidrográfica ocupa área de 63,7 km<sup>2</sup>, na região sudoeste da ilha de Upaon-Açu, na zona rural do município de São Luís (Araújo *et al.*, 2006). Localiza-se entre zonas rurais e a zona industrial (grande parte pertencente ao módulo da ALUMAR), é caracterizado como de extrema importância para as populações que vivem da pesca, assim como os outros riachos e igarapés e de nascentes espalhadas por toda área industrial e seu entorno rural (Carvalho, 2011).

Como também é uma área adjacente a pressões humanas. Segundo Ribeiro (2022) constatado que a bacia hidrográfica do rio dos Cachorros possui diversas frações sociais, sobretudo a urbana (uso residencial e serviços), a rural (comunidades e assentamentos) e a industrial.

**Figura 1.** Região do Estreito dos Coqueiros com destaque para os pontos de coleta da ictiofauna.



### 3.2 Amostragem da Ictiofauna

Para realização deste estudo, foram utilizadas informações bióticas e abióticas provenientes do banco de dados de monitoramento do Laboratório de Ictiologia e Recursos Pesqueiros (LABIRPesq). Para a obtenção das espécies, as coletas foram realizadas mediante autorização da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), conforme Autorização N° 2201200015.

Os representantes da ictiofauna que compõem a base de dados na presente pesquisa são oriundos 100 % da pesca de tapagem, com malhas de 20 a 30 mm entre nós opostos e 50 metros de extensão. As amostragens ocorreram durante a maré de quadratura, com um esforço de pesca padronizado em 6 horas para cada local, correspondendo a todo o ciclo de maré vazante. A despesca é sempre realizada na baixa-mar, sendo coletados tanto os peixes que ficam espalhados na rede, como aqueles que ficam presos nas poças dos igarapés.

Os petrechos de pesca utilizados para as pesquisas científicas no Maranhão normalmente utilizam redes do tipo tapagem, que embora possuam malha pequenas e armadas em pequenos canais não contemplando amostragens em diversos tipos de habitats do ambiente estuarino, além do uso de um tipo de equipamento seletivo para animais pequenos e juvenis BRITO (2014).

**Figura 2.** Rede de tapagem instalada no igarapé Estreito dos Coqueiros



**Fonte:** acervo Labirpesq

A partir do acesso à base de dados toda a classificação taxonômica existente foi revisada com intuito de detectar possíveis atualizações necessárias em relação ao nome científico das espécies. Para isso, foi utilizado o site do Fishbase (Froese e Pauly, 2024) e do Catalog of Fishes: <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.

### 3.3 Análise de dados

Com o intuito de corroborar a caracterização climática descrita por Cohen et al. (1989), foram consultados os dados pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes à estação automática de São Luís – MA, abrangendo os períodos amostrais realizados nos meses de fevereiro, julho, setembro e dezembro de 2022, e março e junho de 2023. Os dados foram obtidos diretamente no site oficial do INMET e posteriormente organizados e tabulados em planilhas eletrônicas no software Excel 2016, para fins de análise e interpretação.

A classificação por guilda de acordo com uso estuarino foi definida por base em Elliott *et al.* (2007). Consideraram-se cinco categorias: Marinho visitante ocasional (MS), Migrante marinho (MM); Estuarino (ES); Dulcícola ocasional (FS); Dulcícola migrante (FM). Para o modo de alimentação, as espécies foram agrupadas como: Herbívoro (HV); Onívoro (OV); Detritívoro (DV); Piscívoro (PV); Piscívoro/zoobentívoro (PV/ZB); Zoobentívoro (ZB) e Zooplantívoro (ZP). Esta classificação é baseada no tipo, frequência e período de uso do ambiente estuarino, e na abundância das espécies no estuário.

A definição das categorias tróficas foi realizada por meio de pesquisa em literatura regional especializada. Na ausência de dados suficientes sobre as preferências alimentares e o habitat, essas informações foram inferidas a partir do banco de dados do projeto FishBase (FROESE; PAULY, 2024). Caso não encontradas informações relevantes, a espécie foi desconsiderada na análise.

O Modelo de Escalonamento Multidimensional não Métrico (NMDS) foi realizado utilizando Python, com o objetivo de comparar as guildas em relação às variáveis temporais (sazonalidade) e espaciais. Todos os grupos definidos no NMDS foram posteriormente testados por meio de Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA two-way) com delineamento cruzado (ANDERSON, 2001).

Todo o processo para o desenvolvimento da técnica de ordenação e da aplicação da estatística foi realizada após a ação preliminar de transformação dos dados em LOG (X+1) e a aplicação da matriz de similaridade de Bray Curtis (VALENTIN, 2012). Após o ordenamento, a análise de percentual de similaridade (SIMPER) também foi computada a fim de identificar quais guildas contribuíram para a formação dos grupos (CLARKE, 1993).

As análises estatística de PERMANOVA e SIMPER foram executadas no PAST versão 4.03 (HAMMER *et al.*, 2003) ao nível de significância de 5%.

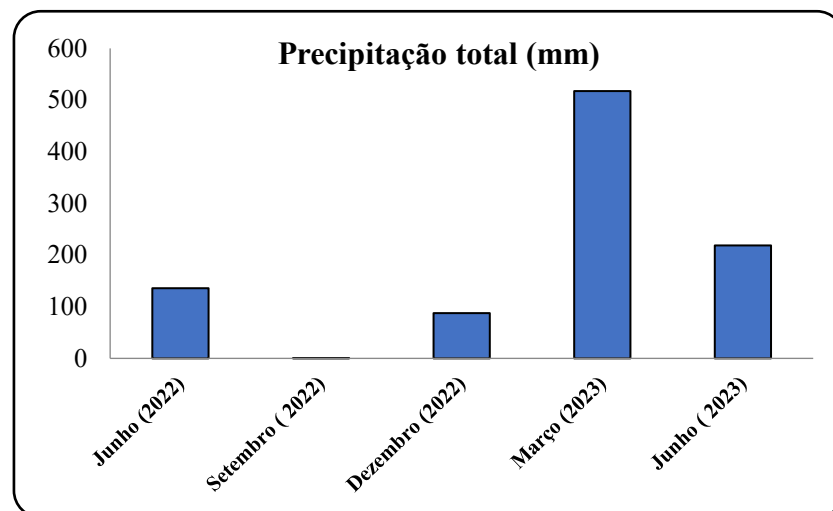
Para a determinação da salinidade foram utilizados os equipamentos: multiparâmetros HI 9828, refratômetro (em campo) e em laboratório HANNA multiparâmetros EDGEEC HI 763100. Para a conversão das unidades de salinidade de PSS para g Kg-1, é utilizado a equação abaixo:

$$SR \text{ (gkg}^{-1}\text{)} = 35,1650435 \times SP$$

#### 4. RESULTADOS

A análise desses registros confirmou a divisão sazonal típica da região, evidenciando meses com acentuado volume de precipitação denominado como período chuvoso, contrastando com meses de baixa pluviosidade na estiagem, alinhando-se ao padrão climático descrito na literatura para os estuários amazônicos orientais e confirmando o critério de agrupamento sazonal efetuado no presente estudo. (Figura 3)

**Figura 3** – Precipitação total registrada na estação meteorológica de São Luís (MA), no período de 2022 a 2023.



Fonte: Base de dados extraída do INMET

Em se tratando dados biológicos, destaca-se que a abundância amostral, apresentando um padrão consistente de dominância ao longo dos pontos amostrais, dos períodos sazonais. Desta forma, no conjunto total dos dados, poucas espécies concentraram a maior parte da abundância relativa, com destaque para *Sciades herzbergii* (Guribu), *Anableps anableps* (Tralhoto) e *Colomesus psittacus* (Baiacu-açu), cuja soma resultou em uma contribuição percentual de 55, 52%, enquanto as demais espécies contribuíram com menores percentuais 44, 48 % (**Apendice 1**).

A análise espacial evidenciou variações na magnitude da abundância entre os pontos, sem alteração substancial na composição das espécies dominantes. O ponto P3 apresentou a maior concentração de abundância, sendo fortemente dominado por *Sciades herzbergii* (Guribu), que representou mais da metade da abundância registrada neste ponto. Nos pontos P1 e P2, a abundância esteve distribuída principalmente entre *Sciades herzbergii* (Guribu) e *Anableps anableps* (Tralhoto), com participação secundária de *Colomesus psittacus* (Baiacu-açu) e *Cynoscion acoupa* (Pescada amarela). No ponto P4, observou-se um padrão distinto, caracterizado pela maior abundância relativa de *Colomesus psittacus* (Baiacu-açu) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Abundância relativa (%) das espécies dominantes nos diferentes pontos amostrais (P1–P4) do estuário do Estreito dos Coqueiros.

Nome científico	Nome popular	P1 (%)	P2 (%)	P3 (%)	P4 (%)
<i>Sciades herzbergii</i>	Guribu	9	36	57	11
<i>Anableps anableps</i>	Tralhoto	13	25	17	17
<i>Colomesus psittacus</i>	Baiacu-açu	11	< 1	2	40
<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada amarela	< 1	20	< 1	< 1

A análise temporal mostra maior abundância total de indivíduos no período chuvoso, com o registro de 4.206 exemplares, enquanto a estiagem, foram contabilizados 3.857 indivíduos. O período chuvoso apresentou distribuição mais homogênea da abundância, com maior participação de *Anableps anableps* e *Colomesus psittacus*, enquanto a estiagem evidenciou concentração mais acentuada de *Sciades herzbergii* (Tabela 2).

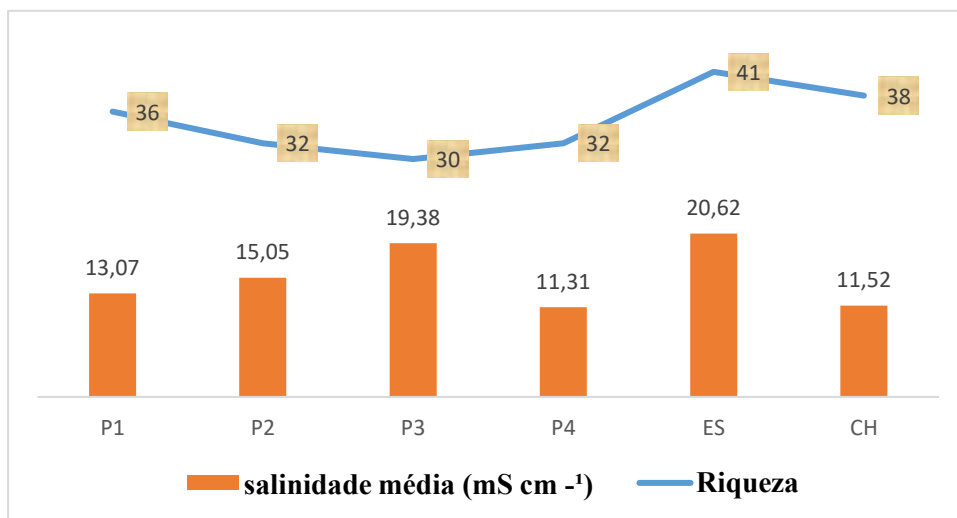
**Tabela 2** - Abundância relativa (%) das espécies dominantes nos períodos chuvoso e de estiagem nas amostras do estuário do Estreito dos Coqueiros.

Nome científico	Nome popular	CH (%)	ES (%)
<i>Sciades herzbergii</i>	Guribu	15	37
<i>Anableps anableps</i>	Tralhoto	24	6
<i>Colomesus psittacus</i>	Baiacu-açu	17	< 1
<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada amarela	9	< 1
<i>Mugil gaimardianus</i>	Tainha pitiva	< 1	9
<i>Mugil curema</i>	Tainha saíuba	< 1	8

Ao longo do período amostral, foram registrados 47 táxons de peixes no estuário do Estreito dos Coqueiros. A riqueza absoluta variou espacialmente entre os pontos amostrais, sendo maior em P1 (36 espécies), localizado na porção interna do estuário sob maior influência de água doce, seguido por P2 e P4 (32 espécies cada), e menor em P3 (30 espécies), mais próximo à baía e sob maior influência marinha.

Em termos sazonais, a estiagem apresentou maior riqueza total (41 espécies), em comparação ao período chuvoso (38 espécies), coincidindo com os valores médios de salinidade mais elevados neste período (Figura 4). Entretanto, o período chuvoso, destacou-se, pelo registro de 12 táxons exclusivos, não observados durante a estiagem entre esses, destacam-se o bodó (*Hypostomus plecostomus*), os Cabeçudo branco (*Stellifer stellifer*); Cabeçudo vermelho (*Stellifer rastrifer*), a Carapitanga (*Lutjanus jocu*) e a Moreia (*Gymnothorax funebris*).

**Figura 4** – Riqueza absoluta de espécies de peixes em função da salinidade média nos pontos amostrais (P1–P4) do estuário do Estreito dos Coqueiros, nos períodos de estiagem (ES) e chuvoso (CH).



Em relação aos grupos funcionais de uso estuarino, as espécies migrantes Marinhas apresentaram os maiores valores de riqueza em todos os pontos e períodos avaliados. Em contrapartida as espécies dulcícolas ocasionais apresentaram baixa representatividade. As espécies dulcícolas migrantes ocorreram de forma pontual, com registros restritos a poucos pontos e períodos. A abundância por grupo funcional refletiu esse padrão, com predomínio de migrantes marinhos e estuarinos, especialmente no P3 (área mais externa) durante a estiagem (Quadro 3).

Quanto aos grupos funcionais de modo de alimentação, os zoobentívoros predominaram tanto em termos de riqueza de espécies quanto de abundância em todos os pontos amostrais e períodos analisados. As categorias planctívoros/zoobentívoros e detritívoros/zoobentívoros, também apresentaram contribuição relevante para a estrutura da comunidade. Em contraste, onívoros apresentaram baixa ocorrência, com reduzida participação na riqueza e abundância total da ictiofauna.

**Quadro 3** - Descritores ecológicos da ictiofauna do estuário do Estreito dos Coqueiros, considerando a análise espacial (pontos amostrais P1–P4) e a análise temporal (períodos de estiagem – ES e chuvoso – CH). Para os valores de riqueza e abundância foram estabelecidos o menor e maior valor registrado em cada ponto e período sazonal por categoria de guilda funcional. A classificação por guilda de acordo com uso estuarino foi definida por base em Elliott *et al.* (2007). Consideraram-se cinco categorias: Marinho visitante ocasional (MS), Migrante marinho (MM); Estuarino (ES); Dulcícola ocasional (FS); Dulcícola migrante (FM). Para o modo de alimentação, as espécies foram agrupadas como: Herbívoro (HV); Onívoro (OV); Detritívoro (DV); Piscívoro (PV); Piscívoro/zoobentívoro (PV/ZB); Zoobentívoro (ZB) e Zooplactívoro (ZP).

Descritor ecológico	Análise Espacial				Análise Temporal	
	P1	P2	P3	P4	ES	CH
Salinidade média	13,07	15,05	19,38	11,31	20,62	11,52
Riqueza Absoluta	36	32	30	32	41	38
Abundância total	2432	1573	2887	1171	3857	4206
Riqueza por grupo funcional de uso estuarino						
MS	1-2	1-1	1-1	2-2	1-2	1-2
MM	16-18	14-15	11	12-14	11-18	11-16
ES	10-11	8-10	7-12	7-8	7-10	8-12
FM	0	0	0	0-1	0	0-1
FS	0-2	0-1	0-1	0-1	0-1	0-2
Abundância por grupo funcional de uso estuarino						
MS	11-30	11-13	6 -19	26-36	11-26	6-36
MM	584-934	451-488	368-404	262-355	262-584	355-934
ES	406-489	242-377	774-1315	192-292	192-1315	292-774
FM	0	0	0	0-2	0	0-2
FS	0-8	0-1	0-1	0-4	0-1	0-8
Riqueza por grupo funcional de modo alimentação						
DV	5-7	2-4	4-5	5-5	2-7	4-5
HV	4-4	3-3	4-3	2-3	3-4	2-4
OV	0-1	0-1	0-1	1-1	1-1	0-1
PV	3-3	1-3	3-3	1-3	1-3	1-3
PV/ZB	5-5	6-7	3-7	5-7	3-7	5-7
ZB	10-12	9-10	6-6	5-8	5-10	6-12
ZP	2-2	1-1	1-1	1-2	1-2	1-2
Abundância por grupo funcional de modo alimentação						
DV	228-444	80-110	17-74	218-278	17-228	74-444
HV	317-371	280-406	223-549	66-124	66-317	124-549
OV	0-14	0-10	0-25	1-2	1-25	0-2
PV	12-70	2-11	9-15	3-14	2-70	9-14
PV/ZB	151-189	206-236	88-90	51-129	51-206	90-236
ZB	196-416	104-106	460-1317	123-140	106-1317	104-460
ZP	11-11	9 -12	3-15	4 -19	3-11	11-19

A composição das guildas de uso do estuário (GE), variou de forma significativa tanto entre os locais de coleta (PERMANOVA two way, df - 3,16;  $F = 2,3782$ ;  $p = 0,0269$ ), quanto entre as sazonalidades (PERMANOVA two way, df - 1,16;  $F = 4,1942$ ;  $p = 0,0118$ ). A interação entre sazonalidade e locais não foi significativa (PERMANOVA two way, df - 3,16;  $F = 0,70165$ ;  $p = 0,6947$ ), indicando que o padrão espacial entre pontos se manteve consistente entre chuvoso e estiagem, sem evidência de que o contraste entre os locais mude substancialmente de uma estação para outra.

A diferenciação pelo SIMPER entre o período chuvoso e estiagem foi explicada principalmente por Migrantes Marinhas (MM) e Estuarinas (ES), que juntas responderam por 83,96% da dissimilaridade, com contribuições menores de Migrante Ocasionalis (MS) (11,07%) e residuais de Dulcículas ocasionais (FS) e Dulcículas migrantes (FM).

Em se tratando da tendência observada entre na estiagem, apresentou maiores valores médios de Migrantes Marinhas (13,5 vs 8,74) e as Estuarinas (15,2 vs 12,5), além de Migrante ocasionis (MS) ligeiramente maior (2,15 vs 1,78). Em contraste, Dulcículas ocasionais (FS) foi mais associado ao período chuvoso (0,524 vs 0,125) e Dulcículas migrantes (FM) teve contribuição muito pequena, ocorrendo apenas no chuvoso (0,0884 vs 0). Assim, embora em ambos os períodos haja o predomínio de MM e ES, a estiagem se destaca por um aumento relativo dessas duas categorias, que são as principais responsáveis pela separação sazonal observada (Tabela 3).

Quanto aos locais de coleta, a análise SIMPER mostrou que as dissimilaridades entre pontos foram sistematicamente dominadas por MM e ES (em geral somando ~80%), mas com mudanças importantes na ênfase de cada uma dependendo do par comparado. As diferenças mais evidentes envolveram principalmente P3 (ponto mais externo), sobretudo em P2 (intermediário)  $\times$  P3 (ponto mais externo) (dissimilaridade média = 26,94) e P3  $\times$  P4 (25,42), comparações nas quais ES foi o principal contribuinte (55,1% e 54,8%, respectivamente), refletindo valores médios mais elevados de ES em P3 (18,3) em relação a P2 (10,5) e P4 (porção mais interna) (10,9). Nas comparações envolvendo P4, a dissimilaridade foi puxada principalmente por MM, por exemplo, P1(intermediária)  $\times$  P4: 47,51%; P2  $\times$  P4: 43,88%), consistente com valores médios menores de MM em P4 (7,69) em comparação a P1 (13,5) e P2 (11,1). Em todas as comparações, Migrantes Ocasionalis (MS) e Dulcículas Ocasionalis (FS) atuaram como componentes secundários, enquanto dulcícolas migrantes (FM) apareceu apenas nas comparações envolvendo P4, com contribuição pequena, refletindo sua ocorrência restrita (Tabela 4).

**Tabela 3.** Resultados da análise SIMPER: dissimilaridade média e contribuição (%) das categorias ictiofaunísticas de uso do estuário considerando a comparação sazonal. Consideraram-se cinco categorias: Marinho visitante ocasional (MS), Migrante marinho (MM); Estuarino (ES); Dulcícola ocasional (FS); Dulcícola migrante (FM).

<b>Categoria (GE)</b>	<b>Av. dissim</b>	<b>Contrib. %</b>	<b>Cumulative %</b>	<b>Mean Chuvoso</b>	<b>Mean Estiagem</b>
MM	10,27	42,51	42,51	8,74	13,5
ES	10,01	41,45	83,96	12,5	15,2
MS	2,674	11,07	95,03	1,78	2,15
FS	1,036	4,291	99,32	0,524	0,125
FM	0,1637	0,6778	100	0,0884	0,00
<b>Dissimilaridade média geral (Chuvoso × Estiagem) = 24,15</b>					

**Tabela 4.** Resultados da análise SIMPER: dissimilaridade média e contribuição (%) das categorias ictiofaunísticas de uso do estuário nas comparações pareadas entre pontos. Consideraram-se cinco categorias: Marinho visitante ocasional (MS), Migrante marinho (MM); Estuarino (ES); Dulcícola ocasional (FS); Dulcícola migrante (FM).

<b>Comparação</b>	<b>Dissimilaridade média (Bray-Curtis)</b>	<b>ES (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>MS (%)</b>	<b>FS (%)</b>	<b>FM (%)</b>	<b>Principais contribuintes (ordem)</b>
P1 × P2	21,12	40,87	42,56	9,49	7,07	0,00	MM > ES > MS > FS
P1 × P3	22,82	39,37	42,13	12,5	6,02	0,00	MM > ES > MS > FS
P1 × P4	23,31	32,34	47,51	11,2	7,14	1,86	MM > ES > MS > FS > FM
P2 × P3	26,94	55,10	32,76	10,1	1,99	0,00	ES > MM > MS > FS
P2 × P4	22,41	36,48	43,88	11,8	5,60	2,25	MM > ES > MS > FS > FM
P3 × P4	25,42	54,80	25,73	13,2	4,45	1,81	ES > MM > MS > FS > FM

A composição das guildas tróficas (GT) variou de forma significativa entre os locais de coleta (PERMANOVA two way, df - 3,16; F = 3,5243; p < 0,000), enquanto a sazonalidade não apresentou evidência estatística robusta de diferenciação (PERMANOVA two way, df - 1,16; F = 2,1877; p = 0,065). Além disso, não houve indicação de que o padrão espacial se alterasse entre os períodos, uma vez que a interação entre sazonalidade e locais também não foi significativa (PERMANOVA two way, df - 3,16; F = 0,72142; p = 0,7593). Em conjunto, esses resultados indicam que a estrutura trófica foi predominantemente organizada por diferenças entre pontos, com variação temporal mais discreta e sem modulação do efeito espacial ao longo dos períodos.

A análise SIMPER reforçou que as diferenças mais evidentes ocorreram nas comparações envolvendo P3 (externa) e P4 (interna) (dissimilaridade média = 39,57) e também para P2 (concepla a porção intermediária do estuaria) × P3 (externa) (dissimilaridade média =

35,93) e P2 × P4 (dissimilaridade média = 34,04). Nessas comparações, a contribuição foi dominada por mudanças nas categorias Zoobentívoro (ZB), Herbívoro (HV) e Detritívoro (DV) (Tabela 5), com participação recorrente de Piscívoro/zoobentívoro PV/ZB como componente complementar, enquanto Pívoros (PV), Zooplactívoro (ZP) e Onívoro (OV) apresentaram contribuições secundárias. De modo geral, P3 (mais externo) se distinguiu principalmente por valores médios mais elevados de Zoobentívoro (ZB) responsável pela maior parcela da dissimilaridade em comparações como P2 (intermediária) × P3 (externa), ao passo que P4 (interno) se diferenciou sobretudo por redução de Herbívoro (HV) e, em alguns contrastes, por incremento relativo de Detritívoro (DV), como no caso das comparações envolvendo P4 em que HV figurou como principal contribuinte. Embora a comparação entre chuvoso e estiagem tenha indicado que ZB e HV (seguidas por DV e PV/ZB) foram as categorias que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os períodos, esse padrão foi interpretado como secundário frente ao contraste espacial, uma vez que a variação sazonal não foi estatisticamente suportada pelo teste global.

**Tabela 5.** Resultados da análise SIMPER: dissimilaridade média e contribuição (%) das guildas tróficas ictiofaunísticas nas comparações pareadas entre pontos. Considerando o modo de alimentação: Herbívoro (HV); Onívoro (OV); Detritívoro (DV); Piscívoro (PV); Piscívoro/zoobentívoro (PV/ZB); Zoobentívoro (ZB) e Zooplactívoro (ZP).

Comparação	Dissimilaridade média (Bray-Curtis)	DV (%)	ZB (%)	PV/ZB (%)	PV (%)	HV (%)	ZP (%)	OV (%)	Principais contribuintes (ordem)
P1 × P2	29,75	27,16	20,7	17,35	9,33	18,2	3,241	3,986	DV > ZB > HV > PV/ZB > PV > OV > ZP
P1 × P3	31,3	27,7	21,5	13,63	8,59	18,8	5,765	4,038	DV > ZB > HV > PV/ZB > PV > ZP > OV
P1 × P4	29,02	15,69	18,8	17,29	10	28,3	5,984	3,888	HV > ZB > PV/ZB > DV > PV > ZP > OV
P2 × P3	35,93	10,52	36,9	17,4	4,74	20,5	5,968	3,974	ZB > HV > PV/ZB > DV > ZP > PV > OV
P2 × P4	34,04	23,22	10,9	20,89	5,25	29,8	6,085	3,802	HV > DV > PV/ZB > ZB > ZP > PV > OV

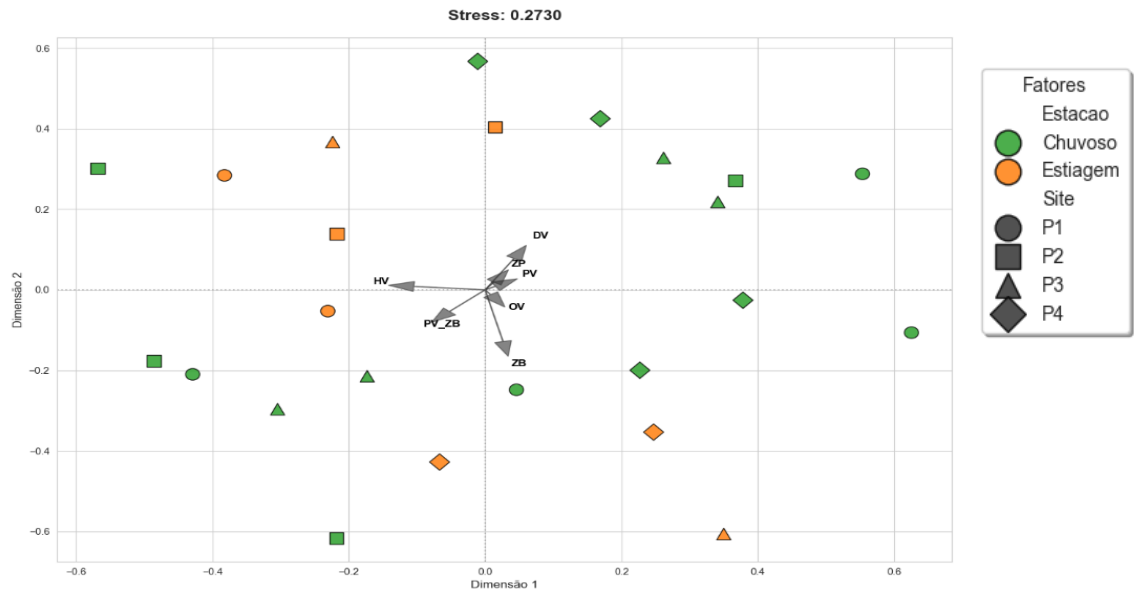
P3 × P4	39,57	19,97	32	10,23	4,44	24,1	5,81	3,461	ZB > HV > DV > PV/ZB > ZP > PV > OV
---------	-------	-------	----	-------	------	------	------	-------	--

A ordenação NMDS das guildas tróficas, (Figura 5) mostrou um padrão de estruturação predominantemente espacial, com sobreposição parcial entre amostras de chuvoso e estiagem ao longo do plano de ordenação. Visualmente, a distribuição das amostras sugere que as diferenças entre pontos se expressam principalmente ao longo de um gradiente associado às guildas Zoobentírovo (ZB), Herbírovo (HV) e Detritívoro (DV), com Piscívoro/ zoobentívoro (PV/Z) como componente adicional. Esse padrão é coerente com o resultado da análise SIMPER por locais, no qual as comparações mais contrastantes foram dominadas por ZB/HV/DV, e reforça que a variação sazonal, quando presente na ordenação, é menos evidente do que a variação entre locais de coleta.

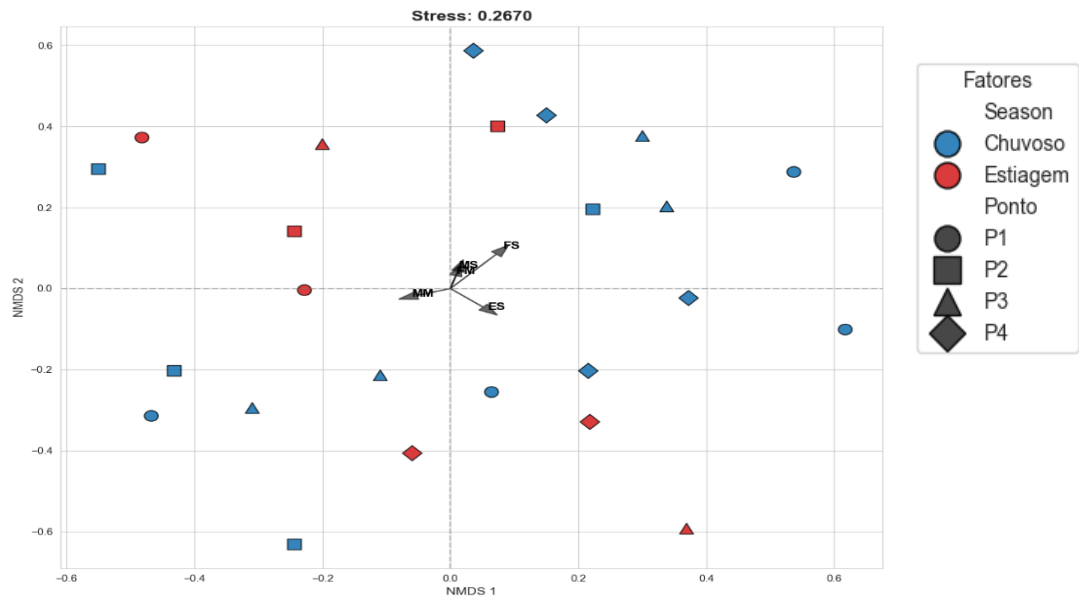
Para as guildas de uso do estuário (GE), o NMDS também evidenciou um arranjo em que há estruturação por locais e um deslocamento sazonal perceptível no espaço de ordenação (Figura 6). As setas indicam que o gradiente principal está associado sobretudo a Migrante Marinho (MM) e Estuarino (ES), com participação secundária de Migrantes ocasionais (MS) e Ducícolas ocasionais (FS). Essa configuração visual está em concordância com o SIMPER sazonal, que também apontou MM e ES como principais responsáveis pela dissimilaridade entre períodos, e com o SIMPER por locais, que mostrou que as diferenças entre pontos são majoritariamente explicadas por mudanças na contribuição relativa de Migrante marinha (MM) e Estuarino (ES), com Migrante ocasionais (MS)/ Ducículas ocasionais (FS) e Ducículas migrantes (FM), quando presente, atuando de forma complementar.

Os pontos representam as amostras e os vetores indicam a contribuição relativa das guildas tróficas para a estrutura da comunidade.

**Figura 5.** Ordenação NMDS baseada na composição das guildas tróficas ictiofaunísticas em função da sazonalidade e dos pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4), no Estreito dos Coqueiros. Os pontos representam as amostras e os vetores indicam a contribuição relativa das guildas tróficas para a estrutura da comunidade representam as amostras e os vetores indicam a contribuição relativa das guildas tróficas para a estrutura da comunidade.



**Figura 6.** Ordenação NMDS baseado na composição das guildas ictiofaunísticas de uso estuarino em função da sazonalidade e dos pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4), no Estreito dos Coqueiros.



## 5. DISCUSSÃO

No estuário estudado, foram registradas 47 espécies, valor superior ao observado em áreas adjacentes à ilha de São Luís, como em Carvalho (2024), que registrou 43 espécies, e Castro *et al.* (2010), com 44 espécies. Essa variação pode estar associada a diferenças no esforço amostral e nas abordagens metodológicas empregadas, como o número de campanhas, a abrangência espacial. Em contrapartida, Silva Júnior *et al.* (2013) registraram 55 táxons no estuário do rio Paciência, evidenciando que fatores espaciais e metodológicos exercem influência direta sobre os valores de riqueza observados.

Em comparação com estuários costeiros do Nordeste brasileiro, estudados por Brito (2014), observa-se, semelhança na composição da ictiofauna, especialmente nas famílias dominantes. Assim como Brito relatou maior representatividade de Ariidae e Sciaenidae, como no presente estudo, registrou predominância de *Sciades herzbergii* (Ariidae) e *Cynoscion acoupa* (Sciaenidae). Esses padrões indicam que, apesar de variações locais, a estrutura familiar da assembleia de peixes em estuários tropicais do Nordeste, podem apresentar semelhanças nas dominâncias da ictiofauna.

Além da riqueza, a estrutura da assembleia pode ser compreendida, por padrões de dominância, com destaque para *Sciades herzbergii*, espécie estuarina de elevada plasticidade ecológica. Sua predominância reflete a capacidade de ocupar ambientes marinhos, salobros e dulcícolas, associada ao sucesso adaptativo frente às variações físico-químicas típicas dos estuários, especialmente nos processos de osmorregulação (Al-Husaini *et al.*, 2021; McCormick, 2013). Apesar de sua ampla distribuição, o bagre-guribu, apresentou menor abundância no ponto mais interno do estuário (P4), setor também registrado como o de menor em abundância total, além da menor salinidade média, pode representar condições menos favoráveis à permanência do táxon.

Nesse sentido, Elliott *et al.* (2007) destacam que ambientes estuarinos com maior integridade ecológica, tendem a apresentar maior diversidade, equilíbrio entre as guildas tróficas, refletindo relações predador-presa mais estáveis e menor influência de impactos antrópicos. Assim, a menor abundância entre os pontos e da espécie *Sciades herzbergii*, pode indicar alterações antrópicas e naturais, interferindo na organização da comunidade.

Durante o período de estiagem, a ictiofauna do Estreito dos Coqueiros apresentou menor abundância e menor número de táxons exclusivos, refletindo a redução da conectividade entre habitats e a limitação de recursos alimentares. Esse padrão está de acordo com o observado por Ludovice (2020) em sistemas aquáticos do Nordeste brasileiro, nos quais a escassez hídrica no

período seco restringe a disponibilidade de alimento e reduz a complexidade das interações tróficas.

No período chuvoso, a maior conectividade hidrológica, associada ao aumento da descarga fluvial e da entrada de matéria orgânica, favorece a expansão de nichos ecológicos e a entrada temporária de táxons exclusivos. Segundo Luduvic, as redes tróficas tornam-se, mais amplas e complexas durante a estação chuvosa, padrão que, se reflete no maior número de táxons exclusivos e nas variações de abundância entre as guildas funcionais, reforçando a importância da sazonalidade pluviométrica na organização da ictiofauna estuarina no estudo.

Além da sazonalidade, a salinidade exerce papel central na estruturação das comunidades de peixes estuarinos, promovendo a substituição progressiva de espécies dulcícolas por táxons mais tolerantes às variações salinas ao longo do gradiente estuarino (Remane, 1934; Ramos, 2012; Vendel, 2022). Esse processo tende a resultar em maior diversidade nas zonas de transição entre os ambientes dulcícola e marinho (Whitfield *et al.*, 2012). Esse padrão foi evidenciado pela maior riqueza de migrantes marinhos nos setores mais salinos, enquanto as guildas dulcícolas ocasionais e migrantes, concentraram-se nos pontos menos salinos, corroborando resultados obtidos em outros estuários tropicais, como no delta do rio Atrato, no Caribe colombiano (Sandoval & Erós, 2024), e em estuários do Nordeste brasileiro (Barletta *et al.*, 2005).

A similaridade estrutural observada na organização da ictiofauna ao longo do estuário pode ser atribuída, ainda, a fatores abióticos característicos do litoral norte do Brasil, como a intensa hidrodinâmica associada à extensa plataforma continental (Stride, 1992; Silva *et al.*, 2007), a presença de macromarés (Aller & Aller, 1986; Ramos & Castro, 2004), a elevada descarga fluvial do rio Amazonas (Fernandes, 2003; Silva *et al.*, 2009), a elevada turbidez (Pessanha *et al.*, 2000) e as variações de salinidade (Rivera *et al.*, 2011). Esses fatores contribuem para a manutenção de uma estrutura funcional relativamente estável, mesmo diante das variações espaciais e sazonais observadas.

A partir da análise SIMPER, que evidenciou diferenças entre os períodos de estiagem e chuvoso, nas guildas de uso estuarino, os resultados obtidos estão em concordância, com o descrito por Lourenço (2023), para estuários da costa semiárida do Ceará. O autor aponta que a intensificação da intrusão marinha durante a estiagem favorece espécies com maior afinidade marinha, especialmente os migrantes marinhos, o que se reflete nos valores médios mais elevados de MM e ES, observados nesse período. Em contraste, o período chuvoso, associado ao maior aporte de água doce, favorece guildas com menor afinidade marinha, compatível com a associação de FS e FM a esse período.

A análise SIMPER indicou que a dissimilaridade entre os pontos de coleta foi explicada principalmente por poucas categorias dominantes, com MM e ES concentrando a maior parte da contribuição para a variação entre as áreas, evidenciando uma distribuição funcional assimétrica das guildas (Yuan *et al.*, 2024). O ponto P4, localizado na porção mais interna do estuário, apresentou menores valores de MM, compatíveis com a menor influência marinha em ambientes mais confinados (Elliott & McLusky, 2002; Barletta *et al.*, 2005).

Em contraste, o ponto P3, situado na porção mais externa, mostrou maior representatividade de MM, refletindo a maior influência oceânica. O ponto P2, em posição intermediária, apresentou maior contribuição de ES, sugerindo condições mais favoráveis ao uso estuarino. Embora também seja um ponto interno e próximo ao rio dos Cachorros, o P1 apresentou predominância relativa de MM e ausência de dominância de ES, configurando um padrão funcional distinto, possivelmente relacionado à influência conjunta do aporte fluvial e das atividades portuárias sobre a dinâmica hidrodinâmica local.

A salinidade, associada a fatores como temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, hidrodinâmica e descarga fluvial, explica variações na estrutura funcional das assembleias de peixes em estuários, mesmo em séries temporais longas, reforçando a maior importância do gradiente espacial em relação ao temporal (Belarmino *et al.*, 2024). Nesse contexto, a análise SIMPER aplicada às espécies classificadas segundo o uso alimentar indicou que as maiores dissimilaridades ocorreram nas comparações entre P3 × P4 (externo vs. interno), P2 × P3 (intermediário vs. externo) e P2 × P4 (intermediário vs. interno), refletindo a organização da assembleia ao longo do eixo marinho–estuarino. Nessas comparações, a dissimilaridade foi explicada predominantemente por variações nas categorias ZB, HV e DV, com contribuição complementar de PV/ZB, enquanto PV, ZP e OV exerceram papel secundário.

A predominância da guilda zoobentívora indica que os recursos bentônicos constituem uma base energética fundamental para a assembleia de peixes, mediando interações predador–presa e contribuindo para a transferência de energia entre os compartimentos bentônico e pelágico do estuário. Esse padrão sugere que processos associados à dinâmica do sedimento e à produtividade bentônica exercem forte influência sobre a estrutura funcional da comunidade, especialmente em setores mais confinados do sistema, em concordância com o observado por Rosa e Lima (2021).

Nesse contexto, a química da água, além das variáveis físico-químicas do sedimento são reconhecidas como fatores determinantes na estrutura e diversidade das comunidades de peixes em ecossistemas aquáticos, uma vez que influenciam diretamente a disponibilidade de habitat, a retenção e bioacumulação de contaminantes e, conseqüentemente, a saúde e a abundância das

espécies (Munyai *et al.*, 2024). Dessa forma, estudos voltados à qualidade dos sedimentos, tornam-se fundamentais para a compreensão dos padrões ecológicos das assembleias de peixes, contribuindo para interpretações mais integradas sobre a dinâmica ambiental e os efeitos de pressões naturais e antrópicas nos sistemas aquáticos.

Silva Júnior (2012), sobre a ecologia da ictiofauna no estuário do rio Paciência no Maranhão, aplicou abordagens multivariadas para investigar a estrutura das comunidades de peixes em diferentes setores do estuário. Em particular, a ordenação dos dados permitiu identificar padrões espaciais de composição, apresentando uma organização espacial bem definida, marcada pela contribuição desigual de poucas espécies dominantes, interpretou essas diferenças como resultado de gradientes ambientais, especialmente fatores físico-químicos da água (salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido) e a disponibilidade de habitats, que funcionam como filtros ecológicos moldando a distribuição das espécies ao longo do estuário.

Com sobreposição parcial entre os períodos chuvoso e de estiagem, sendo a diferenciação entre os pontos controlada principalmente pelas guildas ZB, HV, DV e PV/ZB, atuando como componente funcional intermediário. Esse comportamento é compatível com o observado por Mourão *et al.* (2014) no Estuário Amazônico, onde a variação espacial entre os setores do estuário foi mais expressiva do que a variação sazonal, sendo as guildas zoobentívoras e detritívoras particularmente sensíveis aos gradientes ambientais relacionados à salinidade, ao aporte de matéria orgânica e à disponibilidade de presas bentônicas. Segundo os autores, essas guildas respondem diretamente às condições do substrato e da hidrodinâmica local, funcionando como importantes indicadores da heterogeneidade ambiental estuarina.

No presente estudo, a ordenação NMDS das guildas de uso estuarino indicou uma estruturação predominantemente espacial, com deslocamento sazonal perceptível, mas secundário em relação às diferenças entre os pontos. As guildas marinhas migrantes (MM) e estuarinas (ES) foram as principais responsáveis pela dissimilaridade, enquanto MS, FS e FM atuaram como componentes complementares. Esse padrão é consistente com o descrito por Silva Júnior (2012) no estuário do rio Paciência (MA), por Lourenço (2016) em estuários negativos do Nordeste e por Mourão *et al.* (2014) no Estuário Amazônico, os quais também observaram que a organização das assembleias é controlada principalmente por gradientes espaciais associados à influência marinha, com a sazonalidade exercendo papel modulador secundário.

## 6. CONCLUSÃO

Esta pesquisa avaliou a organização funcional da ictiofauna do Estreito dos Coqueiros entre 2022 e 2023, utilizando a abordagem de guildas ecológicas e análises estatísticas multivariadas para investigar padrões espaciais e sazonais.

Os resultados demonstraram, que o gradiente espacial ao longo do eixo marinho e estuarino, foi o principal fator estruturante da assembleia, com diferenças consistentes entre os setores externo, intermediário e interno, refletidas na distribuição e abundância das guildas funcionais. Embora a sazonalidade pluviométrica tenha influenciado a abundância e a ocorrência de táxons exclusivos, seus efeitos foram secundários em relação às variações espaciais, indicando relativa estabilidade funcional anual.

As guildas marinhas migrantes e estuarinas foram as principais responsáveis pela dissimilaridade entre os pontos, enquanto as demais atuaram como componentes complementares. A organização trófica da assembleia, é fortemente sustentada pelos recursos bentônicos, evidenciada pela predominância de guildas zoobentívoras, indicando que o sedimento constitui a principal base energética do sistema.

De forma integrada, os resultados evidenciam que a abordagem funcional é eficaz para compreender a dinâmica ecológica do estuário amazônico, sob influência de macromaré e podendo fornecer subsídios relevantes para o manejo e conservação do Estreito dos Coqueiros, diante de pressões naturais e antrópicas.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ictiofauna do Estreito dos Coqueiros foi estruturada pelo gradiente marinho e estuarino, com distribuição diferenciada das guildas funcionais entre os setores, influenciada também pela seletividade da pesca de tapagem, especialmente por redes de emalhe

As análises estatísticas multivariadas corroboraram esse padrão ao indicarem dissimilaridades significativas entre pontos localizados em diferentes trechos do estuário, as quais foram explicadas principalmente pelas guildas funcionais dominantes, com contribuição complementar das demais categorias. Esses resultados reforçam a robustez dos padrões observados e a adequação dos testes empregados para detectar variações espaciais e sazonais na estrutura funcional da assembleia.

Embora diferenças associadas aos períodos chuvoso e de estiagem tenham sido registradas, seus efeitos mostraram-se menos expressivos quando comparados aos contrastes espaciais, sugerindo relativa estabilidade funcional ao longo do ciclo anual. Tal estabilidade ocorre, entretanto, em um contexto de intensificação das pressões antrópicas no entorno do estuário, incluindo atividades portuárias, ocupação costeira e influência fluvial, que podem alterar as condições ambientais e a dinâmica da ictiofauna.

Além disso, a integração entre abordagens funcionais e análises estatísticas multivariadas, mostrou-se eficaz para revelar padrões ecológicos relevantes em sistemas estuarinos complexos. Apesar da abrangência espacial e temporal amostrada, os resultados refletem as condições observadas no período analisado, indicando a importância de estudos contínuos para a avaliação de possíveis mudanças de longo prazo.

De forma integrada, os resultados demonstram que a abordagem baseada em guildas funcionais constitui uma ferramenta robusta para a compreensão da estrutura da ictiofauna em estuários amazônicos orientais sob influência de macromaré. Além de ampliar o conhecimento ecológico sobre o Estreito dos Coqueiros, os achados fornecem subsídios relevantes para ações de manejo e conservação, contribuindo para a gestão sustentável desse sistema estuarino.

## 8.REFERÊNCIAS

- Abrantes, K. G., Barnett, A., Bouillon, S., 2014. Metodologia baseada em isótopos estáveis 38 como uma ferramenta para identificar padrões na estrutura da rede alimentar nos estuários do leste da África. **Funct. Ecol.** 28, 270–282.
- AGARWAL, Ashish; YADHAV, Sunil. Estrutura e composição funcional de grupos de peixes no estuário do rio Matla, Sundarbans indiano. **Ecosystemas Aquáticos e Fronteiras Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 16-20, 2023.
- AL-HUSAINI, M. et al. Age, growth, and reproductive parameters of four species of sea catfish (Siluriformes: Ariidae) from Kuwaiti waters. **Regional Studies in Marine Science**, v. 46, p. 101885, jul. 2021.
- ALLER, R. C.; ALLER, J. Y. **General characteristics of the Amazon shelf benthic fauna.** *Continental Shelf Research*, v. 6, p. 721–747, 1986.
- ANDERSON, M. J. **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** *Austral Ecology*, v. 26, n. 1, p. 32–46, 2001.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. **The role of salinity in structuring fish assemblages in a tropical estuary.** *Journal of Fish Biology*, v. 66, n. 1, p. 45–72, 2005.
- BECKER, A. G.; GARCIA, L. de O.; KOCHHANN, D.; GONÇALVES, J. F.; LORO, V. L.; BALDISSEROTTO, B. Dissolved oxygen and ammonia levels in water that affect plasma ionic content and gallbladder bile in silver catfish. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.6, p.1768-1773, set, 2009.
- BELARMINO, E.; CABRAL, H.; GARCIA, A. M. Long-term trends in the functional structure of estuarine fish assemblages in a subtropical estuary and its relationships with local environmental variability, man-made changes, and climatic drivers. *Marine Environmental Research*, v. 201, 106698, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106698>
- BLÜTHGEN, N.; KLEIN, A.-M. Functional complementarity and specialisation: The role of biodiversity in plant–pollinator interactions. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, n. 4, p. 282–291, jun. 2010.
- BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Tábuas das marés: costa do Brasil e alguns portos estrangeiros.** Rio de Janeiro: DHN, 2014. Brasil:: Uma análise das unidades de conservação marinhas. **Journal of Integrated Coastal**

BRITO, Pâmella Silva de et al. **ESTRUTURA DE COMUNIDADE DOS PEIXES ASSOCIADOS A PRADOS DE FANERÓGAMAS MARINHAS DA ILHA DO MARANHÃO**. 2014.

CARVALHO, Athina da Silva et al. **Avaliação da ictiofauna na região portuária de São Luís caracterização ecológica, pesqueira e contaminação por microplásticos**. 2024.

CASTRO, A. C. L. *Hidrologia e dinâmica ambiental da Baía de São Marcos*. São Luís: EDUFMA, 1986.

CASTRO, A. C. L.; et al. **Estrutura trófica de comunidades de peixes estuarinos**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 22, n. 3, p. 310–322, 2010.

Chen, G., Wu, Z., Gu, B., Liu, D., Li, X., Wang, Y., 2011. Isotopic niche overlap of two 40 planktivorous fish in southern China. *Limnology* 12, 151–155. <https://doi.org/10.1007/s10201-010-0332-2>

CLARKE, K. R. **Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure**. *Australian Journal of Ecology*, v. 18, p. 117–143, 1993.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: PRIMER-E, 1994.

COHEN, J.C.P.; SILVA DIAS, M. A.F; NOBRE, C. A. Aspecto climatológico das linhas de instabilidade na Amazônia. *Climanalise, Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. São José dos Campos, São Paulo, Brasil, INPE/ CPTEC, v. 4, n. 12, p.34-40, Dez. 1989.

DAY JR, John W. et al. (Ed.). **Estuarine ecology**. John Wiley & Sons, 2012.

DO NASCIMENTO, Regina Célia Macêdo et al. Derramamento de óleo na zona costeira do Brasil:: Uma análise das unidades de conservação marinhas. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 2022.

DO NASCIMENTO, Regina Célia Macêdo et al. Derramamento de óleo na zona costeira do São Luís como indicador de qualidade ambiental na área de influência da indústria ALUMAR, Ilha Luís. – MA. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, São Luís, v. 24, n. 2, p. 1–8, 2011.

DUQUE, G.; GAMBOA-GARÍA, D. E.; MOLINA, A.; COGUA, P. *Effects of consecutive dredging on the fish community of a tropical estuary*. **Continental Shelf Research**, v. 286, p. 105402, 2025. DOI: 10.1016/j.csr.2025.105402.

Elliott, M., & Quintino, V. (2007). **The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in estuarine ecosystems.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 75, 1–11.

Elliott, M., Whitfield, A. K., Potter, I. C., et al. (2007). **The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: A global review.** *Fish and Fisheries*, 8(3), 241–268.

ELLIOTT, M.; *et al.* **The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages.** *Fish and Fisheries*, v. 8, n. 3, p. 241–268, 2007.

ELLIOTT, M.; QUINTINO, V. **The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in estuarine ecosystems.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 75, p. 1–11, 2007.

Fernandes, EBM. 2003. Os Manguezais da Costa Norte Brasileira. Fundação Rio Bacanga, p.142.

FERNANDES, M. E. B. *Manguezais do Brasil*. São Luís: EDUFMA, 2003.

FROESE, R.; PAULY, D. *FishBase*. World Wide Web electronic publication, 2024. Disponível em: <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>.

GARCIA, A. M.; *et al.* **Functional redundancy in estuarine fish assemblages.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 568, p. 203–214, 2017.

GONÇALVES, Raul Moreira. **Índices ambientais para elementos potencialmente tóxicos em sedimentos do rio Gualaxo do Norte.** 2024.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST: Paleontological statistics software package.** *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 1–9, 2001.

Hargreaves D, Buckland A, Sheaves M (2017) Conceito de guilda trófica: fatores que afetam a consistência dentro da guilda para peixes estuarinos tropicais. *Mar Ecol Prog Ser* 564:175-186 <https://doi.org/10.3354/meps11955>

HARRISON, T. D.; WHITFIELD, A. K. **A global assessment of fish estuary associations: A numerical approach to assessing estuary-associated fish functional guilds.** *Fish and Fisheries*, v. 22, n. 5, p. 874–898, 2021.

HOEINGHAUS, D. J.; *et al.* **Trophic structure of fish assemblages.** *Ecology*, v. 89, p. 334–346, 2008.

INMET. *Dados climatológicos de São Luís (2022–2023)*. Instituto Nacional de Meteorologia.

JOSEFSON, Alf B. Species sorting of benthic invertebrates in a salinity gradient—importance of dispersal limitation. **PLoS One**, v. 11, n. 12, p. e0168908, 2016.

Lauff (Ed.) American Association for the Advancement of Science, no 83, Washington D. C.  
LAURETO, L. M. O., CIANCIARUSO, M. V., SAMIA, D. S. M. Functional diversity: an overview of its history and applicability. *Natureza & Conservação*, v. 13, n. 2, p. 112-116, 2015.

LIMA, D. P.; *et al.* **Environmental heterogeneity and estuarine gradients shaping fish assemblages.** *Hydrobiologia*, v. 849, p. 123–137, 2022.

LIZAMA, M. de los, A. P; CAGNE, G. dos S.; ZAVASKI, F. **Análise Histórica sobre a Hematologia em Peixes no Brasil: Estudo Quali/Quantitativo.** DOI:10.18677/ENCIBIO\_2020D20. Centro Científico Conhecer. v.17 n.34; p. 258. Jandaia-  
GO, 2020.pdf.

LOURÊNÇO, L. S. **Estrutura funcional da ictiofauna em estuários do Nordeste brasileiro.** *Iheringia, Série Zoologia*, v. 106, p. e2016004, 2016.

LOURENÇO, Ronaldo César Gurgel. **Ictiofauna de estuários da região semiárida do Brasil: inventário de espécies, aspectos funcionais e influência de evento climático.** 2023.

LUDUVICE, Jefferson Saulo da Vitória. **Influência da floresta ripária e do regime de chuvas na estrutura trófica de peixes em um riacho de mata Atlântica no Nordeste do Brasil.** 2020.

MACIEL, Emanuelle Bezerra; JOVEM-AZEVÊDO, Daniele; SILVA LIMA, Caroline Stefani da; PESSANHA, André Luiz Machado. *Multiple habitats drive the functional diversity of fish assemblages in a tropical estuary.* **Marine Environmental Research**, v. 195, p. 106379, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106379>.

MAGALHÃES FILHO, L.; *et al.* **Ecosystem services values and changes across the Atlantic coastal zone.** *Marine Policy*, v. 145, p. 105265, 2022.

Magalhaes Filho, Luiz; Roebeling, Peter; Villasante, Sebastián; Bastos, Maria Isabel. 2022: Ecosystem services values and changes across the Atlantic coastal zone: Considerations and implications. *Marine Policy*, 145, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105265>.

MATHIESON, A. C. *et al.* **Fish assemblages of European tidal marshes: a comparison based on species families and functional guilds.** **Marine Ecology Progress Series**, v. 204, p. 225–242, 2000.

MAZZONI, R.; *et al.* **Feeding ecology and trophic structure of fish communities.** *Neotropical Ichthyology*, v. 8, n. 3, p. 561–574, 2010.

McARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. **Fitting multivariate models to community data.** *Ecology*, v. 82, p. 290–297, 2001.

Mccormick, S. D., Farrel, A. P., Brauner, C. 2013. *J. Fish Physiology: Euryhaline Fishes*. 1 a Ed. Waltham, Academic Press.

**MCLUSKY, D. S.; ELLIOTT, M.** *The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management*. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004.

MELO ALBUQUERQUE, Keila Fernanda et al. Assessment of water quality and concentration of heavy metals in fishes in the estuary of the Perizes River, Gulf of Maranhão, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 186, p. 114420, 2023.

MELO, M. T.; CASTRO, A. C. L.; CARVALHO, J. R.; SANTOS, N. B. **Caracterização ambiental do Golfão Maranhense.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 4, p. 1234–1248, 2017.

MIGLIORINI, Gustavo Henrique; BARBOLA, I. F.; BRESCOVIT, Antonio Domingos. Composição e diversidade de aranhas (Arachnida: Araneae) de solo do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **CARPANEZZI, OTB & CAMPOS, JB orgs.**

Mourão, K.R.M., Ferreira, V., Lucena-Frédou, F., 2014. Composition of functional ecological guilds of the fish fauna of the internal sector of the amazon estuary, Pará, Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 86, 1783–1800. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420130503>

MUNYAI, L. F. et al. **Water and Sediment Chemistry as Drivers of Macroinvertebrates and Fish Assemblages in Littoral Zones of Subtropical Reservoirs.** *Water* 2024, 16, 42 [em linha]. 2023.

Munyai, L. F., Liphadzi, T., Mutshekwa, T., Mutoti, M. I., Mofu, L., & Murungweni, F. M. (2024). Water and Sediment Chemistry as Drivers of Macroinvertebrates and Fish Assemblages in Littoral Zones of Subtropical Reservoirs. **Water**, 16(1), 42.

Nanjo, K., Kohno, H., Nakamura, Y., Horinouchi, M., Sano, M., 2014. Effects of mangrove structure on fish distribution patterns and predation risks. *J. Exp. Mar. Bio. Ecol.* 461, 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.08.014>

NASCIMENTO, M. S.; ARAÚJO, M. E.; TEIXEIRA, S. F. **Estrutura da comunidade de peixes em estuários tropicais do Nordeste brasileiro.** *Iheringia, Série Zoologia*, v. 103, n. 2, p. 145–156, 2013.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; *et al.* **Vegan: Community Ecology Package.** R package, 2013.

JEFESON, A. B. *Species sorting of benthic invertebrates in a salinity gradient: Importance of dispersal limitation.* PLoS ONE, v. 11, n. 12: e0168908, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0168908.

PARIZOTTI, TUAN Duarte. Utilização da ictiofauna como ferramenta para avaliar impacto causado por dragagem no complexo estuarino de Paranaguá, Paraná, BR. 2014. 87 Dissertação (mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) - Universidade Federal do Paraná 2014.

PASSOS, A. C.; CONTENTE, R. F.; ABBATEPAULO, F. V.; SPACH, H. L.; VILAR, C. C.; JOYEUX, J. C.; CARTAGENA. B. F. C.; FÁVARO, L. F. Analysis of fish assemblages in sectors along a salinity gradient based on species, families and functional groups. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 61, n. 4, p. 251-264, 2013.

PEREIRA, L. C. C.; MONTEIRO, M. C.; GUIMARÃES, D. O.; *et al.* **Hydrodynamics and sedimentary processes in the São Marcos Bay (Maranhão, Brazil).** *Journal of Coastal Research*, v. 25, n. 5, p. 1080–1090, 2009.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G.; AZEVEDO, M. C. C.; GOMES, I. D. **Variação espacial e temporal na composição e estrutura da comunidade de peixes em um estuário do Sudeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Biologia*, v. 60, n. 3, p. 489–502, 2000.

Pessanha, ALM, FG Araújo, MCC Azevedo & ID Gomes. 2000. Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, I. 17 (1): 251 – 261.

PORTO, H. L. R. **Estudo da diversidade e biomassa de pós-larvas e juvenis de camarão do gênero *Penaeus* no Estreito dos Coqueiros.** *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 5, n. 1, p. 47–70, 2014.

PRITCHARD, D. W. (1967). What is an Estuary: Physical ...Viewpoint. In: *Estuaries*. G. H.

RAMOS, A. C.; CASTRO, A. C. L. **Dinâmica ambiental do litoral maranhense.** *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 37, p. 23–34, 2004.

Ramos, RS & ACL Castro. 2004. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua-Alcântara/MA, Brasil. *Boletim do laboratório de hidrobiologia*. v. 17, p. 29- 42.

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., . . . Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity [Review]. *Biological Reviews*, 94(3), 849-873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>

Remane, A. (1934). *Die Brackwasserfauna*. Zoologische Jahrbücher Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere.

Revista de Geomorfologia. Doi 10.48025/INSSN2675-6900 v5, n3.2024.650  
Grupos funcionais de peixes dos oceanos Atlântico Norte e Ártico. *Earth System Science Data*, v. 17, p. 2447–2472, 2025. <https://doi.org/10.5194/essd-17-2447-2025>

Ribeiro. Distribuição da assembleia de peixes na área de influência de uma indústria de  
Root, R.B., 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. *Ecol. Monogr.* 37: 317-350.

ROSA, R. LIMA, F. Os Peixes Brasileiros Ameaçados de Extinção. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. SÃO PAULO, 2021. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindm  
kaj/https://biodiversitas.org.br/wpcontent/uploads/2021/06/Livro-Vermelho-Brasil-Peixes.pdf>. Acesso em :22 de setembro de 2021

SANDOVAL, L.; ERÓS, T. **Environmental gradients shaping estuarine fish guilds.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 295, p. 108597, 2024.

SANTANA, A.O., TEJERINA-GARRO, F.L., CARVALHO, R.A. Variação da diversidade  $\alpha$  e  $\beta$  das assembleias de peixes num gradiente montante-jusante em um rio tropical, Brasil Central. *Front. Soc. Tecnol. e Meio Ambiente*. 3, 106–118. 2014. DOI: 10.21664/2238-8869.2014v3i1.p106-118.

SANTOS, Indira de Avila. Aspectos E Impactos Ambientais Da Atividade Portuária Estudo De Caso no porto do Rio Grande. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 2016-11, 2016.

SILVA JÚNIOR, Milton G. et al. **Caracterização da ictiofauna em três canais de maré do estuário do Rio Paciência, Ilha de São Luís**, Estado do Maranhão. 2013.

SILVA, J. F.; LIMA, C. S. **Expansão urbana na zona costeira de São Luís-MA.** In: *Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Salvador, 2013.

SILVA, M. H. L.; et al. **Environmental degradation in São Marcos Bay.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 131, p. 558–566, 2018.

SIMBERLOFF, D.; DAYAN, T. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology and Systematic*, v. 22, p. 115-143, 1991

SOUSA, M. R. de J.; CASTRO, A. C. L. de; SILVA, M. H. L. Comunidade de peixes estuários do sul-sudeste brasileiro. 2022.

Souza Filho, P. W. M. e. Costa de Manguezais de Macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.

Stride, RK. 1992. Diagnóstico da pesca artesanal marinha do Estado do Maranhão. CORSUP/EDUFMA, São Luís, p. 205.

**Syvaranta, J., Harrod, C., Kubicek, L., Cappanera, V., & Houghton, J. (2011/12/13). Stable isotopes challenge perception of ocean sunfish (*Mola mola*) as obligate jellyfish predators. *Journal of Fish Biology*.**

Syvaranta, J., Lensu, A., Marjomaki, T. J., Oksanen, S., Jones, R.I., 2013. An Empirical Evaluation of the Utility of Convex Hull and Standard Ellipse Areas for Assessing Population Niche Widths from Stable Isotope Data. *PLoS One* 8, 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056094>

Taveira-Pinto, F.; Rosa-Santos, P.; Fazeres-Ferradosa, T. (2020) - Gestão e planeamento integrado das zonas costeiras da CPLP – Parte 1. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, 20(2):85-87. DOI:10.5894/rgci-n390

THOMPSON, S. A.; PRECIADO, I.; MAIOLI, F.; BARTOLINO, V.; BELGRANO, A.; CASINI, M.; CRESSON, P.; ERIKSEN, E.; HERNANDEZ-MILIAN, G.; JÓNDSÓTTIR, I. G.; NEUENFELDT, S.; PINNEGAR, J. K.; RAGNARSSON, S.; SCHÜCKEL, S.; SCHÜCKEL, U.; SMITH, B. E.; TORRES, M. Á.; WEBB, T. J.; LYNAM, C. P.

TREICHL, Nicolas Gaberz de Almeida. Revisão sistemática de contaminação por metais nos estuários do sul-sudeste brasileiro. 2022.

VALENTIN, J. L. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

Vendel, A.L, Macedo, AKS, Silva, JRP, Santos, JA, Alves, VEN, Rosa, RS. 2022. Fish species of the Paraíba river estuary, Northeastern Brazil. *Biota Neotrop* 22 (3):e2021293. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1293>

VIANA, AP; LUCENA FRÉDOU, F. Ictiofauna como bioindicador de qualidade ambiental em um distrito industrial no estuário amazônico, Brasil. **Brazilian Journal of Biology** , v. 74, n. 2, p. 315-324, 2014.

WAKEFIELD, C. B.; *et al.* **Habitat selection and estuarine fish communities.** *Journal of Fish Biology*, v. 82, p. 1160–1179, 2013.

WHITFIELD, A. K.; *et al.* **Fish assemblages in estuarine ecosystems: a global perspective.** *Fish and Fisheries*, v. 13, p. 1–35, 2012.

WHITFIELD, A. K.; *et al.* **Life-history guilds of fishes associated with estuaries: opportunism versus dependency.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 292, p. 108456, 2023.

YUAN, H. et al. Structure and interannual variation of fish communities in Wailingding marine ranching area in spring. *Frontiers in Marine Science*, v. 11, 2024. DOI: 10.3389/fmars.2024.1434633. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2024.1434633/full>

**Apêndice 1:** Composição da ictiofauna registrada no Estreito dos Coqueiros, Ilha do Maranhão, com indicação das guildas funcionais de uso do estuário e dos grupos tróficos. As espécies foram classificadas segundo o grupo funcional de uso do estuário (G.E.), sendo: marinha ocasional (MS), marinha migrante (MM), estuarina (ES), dulcícola ocasional (FS) e dulcícola migrante (FM); e segundo o grupo funcional do modo de alimentação (G.T.), compreendendo: detritívoro (DV), herbívoro (HV), onívoro (OV), piscívoro (PV), zoobentívoro (ZB) e zooplanctívoro (ZP).

NOME CIENTÍFICO	ESPÉCIES	GUILDA ECOLÓGICA	GUILDA TRÓFICA	ABUNDÂNCIA TOTAL	REFERÊNCIA G.E	REFERÊNCIA G.T
<i>Achirus lineatus</i>	solha	ES	DV	42	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Amphiarus rugispinis</i>	jurupiranga	ES	ZB	22	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Anableps anableps</i>	tralhoto	ES	HV	1254	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Bagre bagre</i>	bandeirado	MM	PV/ZB	51	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Bairdiella ronchus</i>	cororoca	MM	DV	82	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Batrachoides surinamensis</i>	pacamão	ES	ZB	71	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Caranx latus</i>	xaréu	MM	DV	32	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Cathorops agassizii</i>	uriacica branco	ES	ZB	134	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Cathorops spixii</i>	uriacica vermelho	ES	ZB	31	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Centropomus undecimalis</i>	camurim preto	MM	ZB	110	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Cetengraulis edentulus</i>	sardinha verdadeira	MM	HV	14	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Chaetodipterus faber</i>	paru	MM	DV	20	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	favinha	MM	ZP	1	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Colomesus psittacus</i>	baiacú	ES	DV	1166	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Cynoscion acoupa</i>	pescada amarela	MM	PV/ZB	679	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada branca	MM	PV/ZB	10	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Diapterus rhombeus</i>	peixe prata	MM	DV	77	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Hypanus guttatus</i>	raia bicuda	MM	DV	103	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Elops saurus</i>	urubarana	MM	ZB	17	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Genyatremus luteus</i>	peixe pedra	MM	ZB	340	Mourão et al., 2014	Mourão et.al 2014
<i>Gobioides broussonnetii</i>	peixe dragão	ES	DV	2	Cervigon 1994	Barthem, 1996

NOME CIENTÍFICO	ESPÉCIES	GUILDA ECOLÓGICA	GUILDA TRÓFICA	ABUNDÂNCIA TOTAL	REFERÊNCIA G.E	REFERÊNCIA G.T
<i>Gymnothorax funebris</i>	moréia	MM	PV	4	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Hypostomus plecostomus</i>	bodó	FS	ZB	1	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Lobotes surinamensis</i>	crauçú	MM	ZB	2	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Lutjanus jocu</i>	carapitanga	MM	PV/ZB	1	DUARTE; 1999a;	Doncel; Páramo, 2010
<i>Macrodon ancylodon</i>	pescadinha gó	MM	PV/ZB	13	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Micropogonias furnieri</i>	cururuca	MM	ZB	168	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Mugil curema</i>	tainha sajuba	MM	HV	8	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Mugil gaimardianus</i>	tainha pitua	MM	HV	463	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Oligoplites palometa</i>	timbiro	MM	PV/ZB	605	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Oreochromis niloticus</i>	tilápia	FM	OV	74	Fortes et al 2014	Marengoni, 2006
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	corvina	FM	PV	2	CASATTI, 2003	CASATTI, 2003
<i>Polydactylus virginicus</i>	barbudo	MM	OV	50	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	papista	FS	ZB	12	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Pterengraulis atherinoides</i>	sardinha de gato	ES	PV/ZB	143	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Sardinella janeiro</i>	sardinha papel	MS	ZP	81	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Sciades couma</i>	catingueiro	ES	PV/ZB	1	ELLIOT 2007	ELLIOT, 2007
<i>Sciades herzbergii</i>	Bagre guribu	ES	ZB	2059	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Sciades proops</i>	bagre uritinga	MM	PV	9	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	serra	MS	PV/ZB	1	ELLIOT, 2007	ELLIOT, 2007
<i>Selene setapinnis</i>	peixe galo	MM	ZP	1	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Stellifer naso</i>	cabeçudo preto	ES	ZB	26	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Stellifer rastrifer</i>	cabeçudo vermelho	ES	ZB	1	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Stellifer stellifer</i>	cabeçudo branco	ES	ZB	37	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014
<i>Strongylura timucu</i>	peixe agulha	MM	PV/ZB	1	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Symphurus plagusia</i>	linguado	MM	DV	1	Silva Junior et al., 2017	Silva Junior et al., 2017
<i>Trichiurus lepturus</i>	guaravira	MS	PV	46	Mourão et.al 2014	Mourão et.al 2014