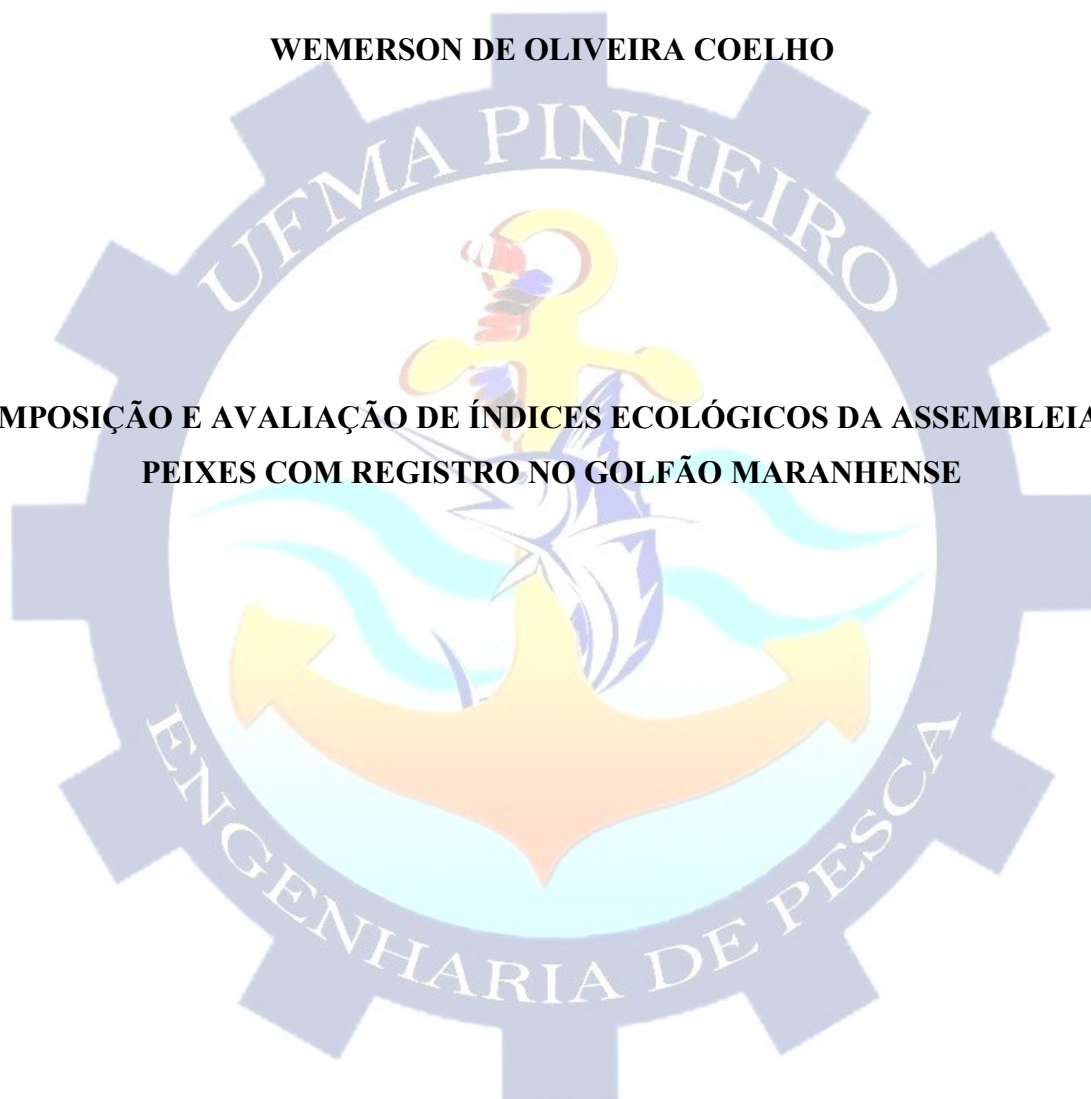


UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SOCIAIS E TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

WEMERSON DE OLIVEIRA COELHO

**COMPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ASSEMBLEIA DE
PEIXES COM REGISTRO NO GOLFÃO MARANHENSE**



Pinheiro- MA

2025

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

WEMERSON DE OLIVEIRA COELHO

**COMPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ASSEMBLEIA DE
PEIXES COM REGISTRO NO GOLFÃO MARANHENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de
Ciências Humanas, Naturais, Saúde e
Tecnologia da Universidade Federal do
Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel
em Engenharia de pesca.

Orientador: Prof. Dr. James Werllen De Jesus
Azevedo.

Pinheiro- MA

2025

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

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

Coelho, Wemerson de Oliveira.

Composição e avaliação de índices ecológico da
assembleia de peixes com registro no Golfão maranhense /
Wemerson de Oliveira Coelho. - 2025.

40 f.

Orientador(a): Prof. Dr. James Werllen de Jesus
Azevedo.

Curso de Engenharia da Pesca, Universidade Federal do
Maranhão, Pinheiro, 2025.

1. Baía de São José. 2. Baía de São Marcos. 3.
Diversidade de Peixes. 4. Manejo Sustentável. I. Azevedo,
Prof. Dr. James Werllen de Jesus. II. Título.

COMPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ASSEMBLEIA DE PEIXES COM REGISTRO NO GOLFÃO MARANHENSE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de pesca.

Aprovado em / /2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. James Werllen De Jesus Azevedo (Orientador)
Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal.
Universidade Federal Do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Marcelo Moraes Andrade
Doutor em Ecologia Aquática e Pesca
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof.^a Dra. Yllana Ferreira Marinho
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal do Maranhão

“Dedico este trabalho a Deus, pois sem Ele, minha jornada acadêmica teria sido como tentar navegar um oceano sem estrelas para guiar”.

“Todo piscicultor, para criar seu peixe, deve conhecer suas principais características e sua maneira de viver, o que permite compreender as principais relações do peixe com o meio em que se encontra.” (SOUZA; TEIXEIRA FILHO, 2007, p. 7).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelos desafios, pela proteção e por tudo ter dado certo.

Este trabalho não seria possível sem a contribuição de pessoas que me ajudaram em varios momentos durante a sua realização. Dessa forma, agradeço:

Ao Prof. Dr. James Werrlen por ter aceitado me orientar (com todo carisma), pela paciencia, pelos ensinamentos e por ter me ajudado muito, muito durante esses anos de trabalho. De coração... meu muito obrigado!

A todos os professores do Curso de Engenharia de pesca, pelos ensinamentos e incentivo durante o curso.

Aos meus pais, Rubenilde Rosa (Ruby) José Dos Santos Coelho (Rapaizinho) por serem peça-chave em minha vida. Obrigada pelos investimentos em minha formação, pela vibração de cada vitória, por me ajudarem a levantar em cada queda e, principalmente por cuidarem do João Pedro nos momentos em que estive ausente... Sem voces, nada seria.

Aos meus irmaos por estarem sempre comigo em todos os momentos, me ajudando e incentivando, vocês são refencias em minha vida.

A minha esposa e companheira Joselane Araújo (Zelane), por todo o incentivo e companheirismo nos momentos mais difíceis de nossas vidas, te amo.

Aos amores da minha vida, meus filhos João Pedro (Jhon Jhon), José Neto (Zézé) e meu caçula Noah , que hoje nada entenderão dessas palavras, mas no amanha perceberão que suas presenças sempre me incentivaram e me fortaleceram. Amo vocês!

Agradeço todo o cuidado da minha sogra Dona Fausta para com meus filhos, meu muito obrido.

Ao meu cunhado e irmão Josiel Araújo, por cuidar dos nossos negócios na minha ausencia, pela disponibilidade, pela ajuda e pelas palavras de incentivo.

Aos Meus amigos de republica, em especial Pedro Fernando, João Paulo e meu compade Wallisson Marcelo, foram momentos que jamais esqueceremos.

Ao meu Tio Janilson Coelho (Caçula),pela oportunidade dada a mim, e compartilhar seu

com seu conhecimento... pela ajuda e palavras de incentivo.

Agradeço também Ana Patricia, por todo o apoio no início de minha jornada academica, muito obrigado!

Por fim, agradeço minha turma 2017.2, vocês estão guardados em meu coração, valeu cada momento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. MUITO OBRIGADO!

RESUMO

O estudo realizado na Baía de São José (BSJ) e na Baía de São Marcos (BSM) teve como objetivo principal analisar as diferenças sazonais e espaciais nos índices ecológicos da ictiofauna local. A pesquisa utilizou dados secundários oriundo de pescarias com redes de tapagem para capturar dados sobre a abundância, e, com isso, calcular a diversidade de peixes. Os índices ecológicos, incluindo o Índice de Shannon, Simpson, Margalef e Equitabilidade de Pielou, foram analisados para cada período e baía. Os resultados revelaram que, na BSJ, o total de indivíduos foi maior durante a estiagem, enquanto a riqueza de espécies foi ligeiramente superior no período chuvoso. Os índices de diversidade, como Shannon e Simpson, demonstraram maior uniformidade na distribuição das espécies durante a estiagem. O Índice de Margalef destacou uma maior diversidade relativa na estiagem, com a Equitabilidade de Pielou também superior neste período. Na BSM, padrões semelhantes foram observados, com a estiagem apresentando uma leve tendência de aumento na abundância total de indivíduos e uma distribuição mais equitativa das espécies. Este estudo é fundamental para o entendimento das dinâmicas ecológicas locais e contribui para a formulação de estratégias de conservação e manejo sustentável dos recursos pesqueiros na região, destacando a importância de considerar as variações sazonais nos planejamentos ambientais e demonstrando a influência do rio Itapecuru na dinâmica da fauna de peixes que se distribuem na Baía de São José.

Palavras-chave: Baía de São José; Baía de São Marcos; diversidade de peixes, manejo sustentável.

ABSTRACT

The study conducted in São José Bay (BSJ) and São Marcos Bay (BSM) primarily aimed to analyze the seasonal and spatial differences in the ecological indices of the local ichthyofauna. The research utilized secondary data from fisheries using weir nets to gather information on fish abundance and subsequently calculate diversity. Ecological indices, including Shannon, Simpson, Margalef, and Pielou's Evenness, were analyzed for each period and bay. The results revealed that, in BSJ, the total number of individuals was higher during the dry season, while species richness was slightly greater in the rainy season. Diversity indices, such as Shannon and Simpson, indicated greater uniformity in species distribution during the dry season. Margalef's Index highlighted a higher relative diversity in the dry season, with Pielou's Evenness also higher during this period. Similar patterns were observed in BSM, with the dry season showing a slight increase in total individual abundance and a more equitable species distribution. This study is essential for understanding local ecological dynamics and contributes to the formulation of conservation strategies and sustainable management of fishery resources in the region. It underscores the importance of considering seasonal variations in environmental planning and demonstrates the influence of the Itapecuru River on the fish fauna dynamics distributed in São José Bay.

Keywords: São José Bay; São Marcos Bay; fish diversity; sustainable management.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Área de Estudo	16
3.2 Coleta de dados	17
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	30
6. CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

COMPOSIÇÃO E AVALIAÇÃO DE ÍNDICES ECOLÓGICOS DA ASSEMBLEIA DE PEIXES COM REGISTRO NO GOLFÃO MARANHENSE

Wemerson de Oliveira Coelho

RESUMO

O estudo realizado na Baía de São José (BSJ) e na Baía de São Marcos (BSM) teve como objetivo principal analisar as diferenças sazonais e espaciais nos índices ecológicos da ictiofauna local. A pesquisa utilizou dados secundários oriundo de pescarias com redes de tapagem para capturar dados sobre a abundância, e, com isso, calcular a diversidade de peixes. Os índices ecológicos, incluindo o Índice de Shannon, Simpson, Margalef e Equitabilidade de Pielou, foram analisados para cada período e baía. Os resultados revelaram que, na BSJ, o total de indivíduos foi maior durante a estiagem, enquanto a riqueza de espécies foi ligeiramente superior no período chuvoso. Os índices de diversidade, como Shannon e Simpson, demonstraram maior uniformidade na distribuição das espécies durante a estiagem. O Índice de Margalef destacou uma maior diversidade relativa na estiagem, com a Equitabilidade de Pielou também superior neste período. Na BSM, padrões semelhantes foram observados, com a estiagem apresentando uma leve tendência de aumento na abundância total de indivíduos e uma distribuição mais equitativa das espécies. Este estudo é fundamental para o entendimento das dinâmicas ecológicas locais e contribui para a formulação de estratégias de conservação e manejo sustentável dos recursos pesqueiros na região, destacando a importância de considerar as variações sazonais nos planejamentos ambientais e demonstrando a influência do rio Itapecuru na dinâmica da fauna de peixes que se distribuem na Baía de São José.

Palavras-chave: Baía de São José; Baía de São Marcos; diversidade de peixes, manejo sustentável.

ABSTRACT

The study conducted in São José Bay (BSJ) and São Marcos Bay (BSM) primarily aimed to analyze the seasonal and spatial differences in the ecological indices of the local ichthyofauna. The research utilized secondary data from fisheries using weir nets to gather information on fish abundance and subsequently calculate diversity. Ecological indices, including Shannon, Simpson, Margalef, and Pielou's Evenness, were analyzed for each period and bay. The results revealed that, in BSJ, the total number of individuals was higher during the dry season, while species richness was slightly greater in the rainy season. Diversity indices, such as Shannon and Simpson, indicated greater uniformity in species distribution during the dry season. Margalef's Index highlighted a higher relative diversity in the dry season, with Pielou's Evenness also higher during this period. Similar patterns were observed in BSM, with the dry season showing a slight increase in total individual abundance and a more equitable species distribution. This study is essential for understanding local ecological dynamics and contributes to the formulation of conservation strategies and sustainable management of fishery resources in the region. It underscores the importance of considering seasonal variations in environmental planning and demonstrates the influence of the Itapecuru River on the fish fauna dynamics distributed in São José Bay.

Keywords: São José Bay; São Marcos Bay; fish diversity; sustainable management

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas dinâmicos que atuam como zonas de transição entre o ambiente terrestre e marinho, caracterizados por uma alta produtividade e diversidade biológica (Wolanski & Elliott, 2007; Elliott et al., 2007). A diversidade e a distribuição dos peixes nesses ecossistemas são influenciadas por uma combinação de fatores abióticos e bióticos, variando significativamente em diferentes escalas espaciais e temporais (Li et al., 2018; Castro et al., 2018). Nas Baías de São José/Arraial e São Marcos, que fazem parte do Golfão Maranhense, essas dinâmicas são particularmente relevantes devido à confluência de águas que formam habitats ricos e diversificados (Castro et al., 2018).

A Baía de São Marcos, influenciada pelos rios Mearim e Pindaré, possui as maiores marés da região, enquanto a Baía de São José/Arraial, com suas águas mais rasas, recebe descargas dos rios Itapecuru e Munim (Silva et al., 2018). Ambas as áreas enfrentam impactos de atividades pesqueiras intensas e intervenções antrópicas, como aquicultura e atividades portuárias, que afetam a qualidade da água e a biodiversidade (Sousa et al., 2016; Santos et al., 2019), além de deixarem os recursos pesqueiros suscetíveis à contaminação por metais pesados (Albuquerque et al., 2023; Santos et al., 2019).

O uso de índices ecológicos tradicionais, como Shannon, Simpson e Riqueza de Espécies, continua sendo uma abordagem eficaz para avaliar a saúde e estabilidade das comunidades aquáticas (Zhang et al., 2018; Kang et al., 2018). Esses índices oferecem uma visão abrangente da diversidade local, quantificando tanto o número de espécies quanto a distribuição equitativa dos indivíduos.

Deste modo, compreender as variações longitudinais na diversidade de peixes ao longo de gradientes ambientais é crucial, pois esses gradientes influenciam a composição das comunidades de peixes (Zbinden & Matthews, 2017; Villéger et al., 2013). Assim, entender a diversidade de peixes em sistemas estuarinos de um golfo amazônico é essencial para uma gestão sustentável dos recursos pesqueiros e conservação da biodiversidade. Pesquisas anteriores indicam que mudanças ambientais, sejam naturais ou antropogênicas, podem alterar significativamente a

composição e distribuição das assembleias de peixes (Blaber, 2013; Merigot et al., 2017). No estuário do rio Perizes, foram observadas alterações na composição de espécies em resposta à variação da salinidade e intensidade das chuvas, impactando atividades de desova e crescimento dos peixes (Azevedo et al., 2019).

Diante deste cenário, a questão norteadora que guia este estudo é: Como a composição e diversidade da ictiofauna variam entre as Baías de São José/Arraial e São Marcos, e quais são os impactos dos fatores sazonais e antrópicos nessa variação no Golfão Maranhense?

Portanto, o presente estudo visa comparar a composição e diversidade de peixes entre as duas baías, utilizando dados coletados no estuário do rio Perizes e em áreas próximas à região portuária do Itaqui e da Vale, para fornecer subsídios à gestão e conservação desses ecossistemas estuarinos pertencentes à costa amazônica.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar e comparar a composição e diversidade da assembleia de peixes provenientes da pesca de tapagem em duas baías com condições diferentes de interferência antrópica, baías de São José/Arraial e São Marcos, as quais compõem o Golfão Maranhense.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever a composição da ictiofauna presente nas duas baías.
- Calcular os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza para a ictiofauna distribuída na área de estudo.
- Avaliar a influência de fatores sazonais e/ou antrópicos na distribuição da fauna ictica entre as duas áreas de estudo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a região do Golfão Maranhense com áreas de pesca distribuídas tanto na proximidade da foz da baía de São Marcos (BSM), como na porção inferior do Golfão, ao longo do estuário do rio Perizes e Estreito dos Mosquitos, que fazem parte da baía de São José/Arraial (BSJ), enquadrando a região S/SW/SE da Ilha de São Luís, capital do estado do Maranhão (Figura 1).

A Baía de São Marcos (BSM) é uma ampla área estuarina do estado do Maranhão, localizada na região norte do Brasil entre as latitudes 2.1°S e 3.3°S e longitudes 44.04°W e 44.2°W. Essa baía tem orientação na direção NE-SW com comprimento da ordem de 130 km e trechos com mais de 20 km de largura. Junto com a baía de São José compõe a unidade geológica conhecida como região do Golfo Maranhense, que abrange estuários, estreitos, enseadas, pequenos rios e muitas ilhas. Além de grandes áreas de manguezais e marés (EL-ROBRINI, 2015).

A Baía de São José/Arraial (BSJ) está localizada a leste da ilha de São Luís- MA, em uma região de transição climática quente e úmido da região Amazônica e quente e seco do semiárido nordestino, entre as latitudes 2,2°S e 2,5°S e longitude 43,5W° e 44,0°W. Contêm área de 580 km², 63 km de extensão e largura máxima de 15 km. A BSJ recebe aporte hídrico dos rios Munim, Itapecuru e Tibiri, além disso, há a influência das marés semidiurnas, que variam de 6 a 8m na região (González-Gorbeña, 2015; MMA, 2006; NUGEO, 2016).

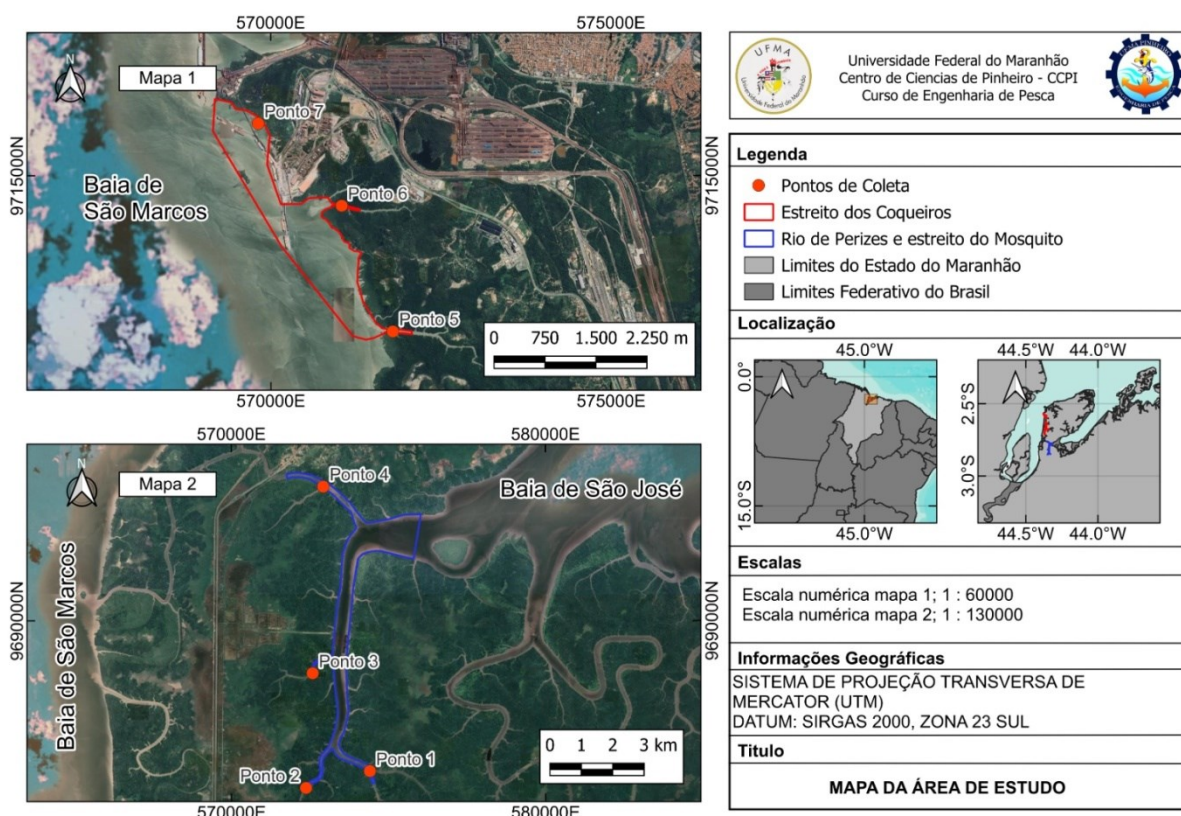


Figura 1. Região do Golfão Maranhense com destaque para os locais de amostragem envolvendo a Baía de São Marcos e Baía de São José/Arraial.

3.2 Coleta de dados

A base de dados utilizados na pesquisa são de origem secundária obtidos a partir de trabalhos de monitoramento ambiental coordenados pelo Laboratório de Hidrobiologia da UFMA (LABOHIDRO). Nestes projetos, o material biológico central da pesquisa foram oriundos das atividades de pesca de tapagem em diferentes trechos do Golfão Maranhense envolvendo a baía de São Marcos e São José/Arraial.

No estuário do rio Perizes e Estreito dos Mosquitos, que representa a baía de São José, as atividades de captura dos peixes desenvolveram-se bimestralmente, no período de novembro/2015 a julho/2018, ao longo de 4 pontos de coleta, sendo 3 no estuário do rio Perizes, que envolveram os igarapés Primavera, Toco Preto e Grauaçu e 1 no igarapé Estreito, localizado no Estreito dos Mosquitos.

Na baía de São Marcos, as amostragens ocorreram nos igarapés Itaquizinho, Buenos Aires e Irinema, durante os meses de outubro/2014, janeiro/2015, fevereiro/2015 agosto/2015, novembro/2015, março/2017, abril/2017 e julho/2020.

Cabe salientar que a base de dados representa uma fauna de peixes obtida 100% com auxílio de redes de tapagem com malhas variando de 20 a 30 mm entre nós opostos, com 40-50 metros de extensão (Figura 2). Essa arte de pesca é utilizada para fechar a boca dos igarapés tendo a característica de ser pouco seletiva capturando peixes de diversos tamanhos e diferentes espécies, sendo a principal apetrecho utilizada pelos pescadores da região.

As amostragens utilizando rede de tapagem ocorrerem durante a maré de quadratura, com um esforço de pesca padronizado em 6 horas para cada ponto de amostragem, correspondendo a todo o ciclo de maré vazante. Desta forma, a despesca ocorre na baixa-mar, sendo coletados tanto os peixes que ficaram emalhados na rede quanto os que se encontram nas poças dos igarapés.



Figura 2. Rede de tapagem instalada no igarapé Estreito – Estreito dos Mosquitos.

Embora a identificação taxonômica das espécies tenha sido realizada utilizando os trabalhos de Fischer (1978), Cervigon et al. (1992), Figueiredo et al. (1980, 2000) e Marceniuk (2005), buscou-se, durante a análise do banco de dados, efetuar possíveis atualizações taxonômicas através do acesso ao projeto Fishbase (Froese e Pauly, 2024).

3.3 Análise de dados

Foram calculados os índices de riqueza, diversidade de Shannon-Wiener (H'), diversidade de Simpson (λ), equitabilidade e Riqueza de Margalef por área (BSM e BSJ) e período (chuvoso e estiagem). A variação dos índices de diversidade foi avaliado utilizando a série de "números de diversidade" de Rényi, adotado por Tóthmérész (1995). Essa técnica consiste em estabelecer uma série de índices de diversidade que podem ser comparados para certificar que a ordem da diversidade é robusta. Com isso é definido uma família de índices de diversidade que dependem de um único parâmetro denominado " α " (Tóthmérész, 1995). Para obter o perfil de diversidade de Rényi utilizou-se a seguinte equação:

$$H_{\alpha} = (\ln(p_1^{\alpha} p_2^{\alpha} p_3^{\alpha} \dots p_s^{\alpha})) / (1 - \alpha), \text{ onde:}$$

- H_{α} é o valor do índice de diversidade para o parâmetro α ($\alpha \geq 0$, $\alpha \neq 1$)
- $p_1, p_2, p_3 \dots, p_s$ são proporções de indivíduos das espécies 1, 2, 3... S.

Para $\alpha = 0$ esta função dá o número total de espécies. Para $\alpha = 1$ (no limite) dá um índice proporcional ao índice de Shannon, enquanto $\alpha = 2$ dá um índice que se comporta como o índice de Simpson.

Destaca-se que conforme se aumenta o parâmetro α na série de Rényi, maior ênfase é dada às espécies dominantes. Com $\alpha = 0$, espécies com 1 indivíduo ou com 100 indivíduos possuem o mesmo peso, ou seja, excluindo-se qualquer uma das espécies acarreta no decréscimo de 1 unidade no valor do índice. Com $\alpha = 10$, espécies raras praticamente não influenciam no valor do índice. Sua exclusão não mudará muito o valor do índice (Melo, 2008).

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi utilizada como uma técnica multivariada para investigar as variáveis que contribuem para a diversidade de espécies de peixes nas baías de São José (BSJ) e São Marcos (BSM). Este método é amplamente empregado para reduzir a dimensionalidade dos dados ao mesmo tempo em que retém a maior parte da variabilidade original, permitindo uma interpretação mais clara das relações entre as variáveis (Valentin, 2012).

Para a execução da PCA, utilizou-se dados de abundância das espécies de peixes coletados em cada baía, considerando os períodos sazonais (chuvoso e estiagem).

Esses dados foram organizados em uma matriz, onde as linhas representavam as diferentes espécies e as colunas correspondiam às amostras de cada baía e período sazonal. As variáveis foram transformadas em Log (X+1) com intuito de normalizar os dados e com isso minimizar os efeitos dos valores extremos.

A PCA foi conduzida para identificar os componentes principais que explicam a maior parte da variância nos dados de abundância. Os autovalores associados a cada componente principal foram calculados, representando a quantidade de variação que cada componente explica.

Os scores dos componentes principais foram então calculados para cada amostra, permitindo a visualização e análise das diferenças nas composições das espécies entre as baías e os períodos sazonais. As cargas dos componentes principais foram usadas para identificar as espécies que mais contribuíram para cada componente, destacando aquelas que tiveram maior influência na diversidade observada. Com isso, os resultados da PCA foram interpretados para entender como as espécies se associam às baías e condições sazonais, oferecendo informações sobre as dinâmicas ecológicas e a estrutura da diversidade de peixes nas áreas estudadas.

Todas as análises foram executadas no software PAST versão 4.03 (HAMMER et al. 2003) ao nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

A análise das espécies de peixes amostradas nas Baías de São Marcos e São José revela que *Sciades herzbergii* (guribu) é a espécie mais abundante em ambas as baías, com 2.203 indivíduos na Baía de São José e 1.355 na Baía de São Marcos. Essa dominância pode ser atribuída à adaptabilidade desta espécie a diferentes condições ambientais e à metodologia de pesca de tapagem utilizada, que captura uma ampla gama de tamanhos e espécies.

Na Baía de São José, onde as amostragens foram realizadas em áreas mais conservadas, encontrou-se uma diversidade mais elevada com a presença de 52 espécies. Além de *S. herzbergii*, outras espécies se destacam em abundância, como

Bagre bagre (bandeirado) com 1150 indivíduos, *Macrodon ancylodon* (pescada-gó) com 1087, *Stellifer rastrifer* (cabeçudo branco) com 1061 e *Cathorops spixii* (uriacica vermelho) com 895 indivíduos. A maior diversidade e abundância podem ser indicativas de um ecossistema mais equilibrado e menos impactado por atividades antrópicas intensas.

Por outro lado, a Baía de São Marcos apresentou 43 espécies, com amostragens realizadas em áreas próximas a atividades portuárias, o que pode influenciar a composição e abundância das espécies. Além do guribu, espécies como *Mugil gaimardianus* (tainha pitua) com 291 indivíduos e *Cynoscion acoupa* (pescada amarela) com 177 indivíduos são particularmente abundantes. As condições ambientais alteradas e a proximidade com atividades humanas podem estar refletidas na menor diversidade observada.

Apesar das duas baías serem geograficamente próximas e compartilharem características ambientais, a diferença na conservação dos habitats e a proximidade de atividades portuárias na Baía de São Marcos parecem influenciar a composição das comunidades de peixes. Espécies como *Strongylura marina* (peixe agulha) e *Pellona castelnaeana* (sardinha do reino) foram encontradas exclusivamente na Baía de São José, enquanto *Centropomus parallelus* (camurim branco), embora também registradas na Baía de São José, mostraram uma maior presença na Baía de São Marcos. *Gimnothorax funebris* e *Selene setapinnis* foram exclusivas para Baía de São Marcos, porém o registro pontual e abundância extremamente baixa não permitiu inferir sobre preferências de área pelas espécies.

Com isso, acrescenta-se que as espécies *Strongylura marina* (peixe agulha), *Pellona castelnaeana* (sardinha do reino) *Megalops atlanticus* (pirapema) *Hypanus guttatus* (raia bicuda) *Gymnura micrura* (raia baté) *Oreochromis niloticus* (tilápia) *Nebris micros* (amor sem olho) *Stellifer naso* (cabeçudo preto) *Epinephelus itajara* (mero) *Aspistor quadriscutis* (cangatã) *Aspredo aspredo* (rebeca) *Aspredinichthys tibicen* (viola) *Hypostomus plecostomus* (bodó) *Sphoeroides testudineus* (baiacu pininga) foram exclusivas da Baía de São José (Quadro 1). Dentro dessa lista merece destaque duas espécies caracterizadas como dulcícolas que são *O. niloticus* e *H. plecostomus*. Esses táxons foram exclusivos da Baía de São José.

Quadro 1. Lista de espécies da ictiofauna e abundância de cada exemplar considerando cada Baía separadamente, Baía de São Marcos (BSM) e Baía de São José (BSJ).

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	N BSJ	N BSM
Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gimnothorax funebris</i>	moreia	0	4
Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	pacamão	15	11
Beloniformes	Belonidae	<i>Strongylura marina</i>	peixe agulha	1	0
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Lile piquitinga</i>	sardinha pititinga	7	1
		<i>Sardinella brasiliensis</i>	sardinha papel	41	2
	Engraulidae	<i>Cetengraulis edentulus</i>	sardinha verdadeira	60	5
		<i>Pterengraulis atherinoides</i>	sardinha de gato	57	22
	Pristigasteridae	<i>Pellona castelnaeana</i>	sardinha do reino	4	0
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Anableps anableps</i>	tralhoto	114	136
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i>	urubarana	3	3
	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	pirapema	35	0
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	tainha sajuba	331	284
		<i>Mugil gaimardianus</i>	tainha pitua	74	291
		<i>Mugil incilis</i>	tainha urixoca	8	13
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Hypanus guttatus</i>	raia bicuda	1	0
	Gymnuridae	<i>Gymnura micrura</i>	raia baté	4	0
Carangiformes	Carangidae	<i>Caranx latus</i>	xaréu	2	6
		<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	palombeta	0	1
		<i>Oligoplites palometa</i>	tibiro	82	13
		<i>Selene setapinnis</i>	peixe galo	0	1
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i>	camurim branco	16	34
		<i>Centropomus undecimalis</i>	camurim preto	9	29
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	tilápia	9	0
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	paru	29	10
	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i>	peixe prata	8	2
	Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i>	peixe pedra	540	81
	Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i>	crauaçu	48	1

ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	N BSJ	N BSM
	Polynemidae	<i>Polydactylus virginicus</i>	barbudo	10	1
	Sciaenidae	<i>Bairdiella ronchus</i>	cororoca	451	6
		<i>Cynoscion acoupa</i>	pescada amarela	238	177
		<i>Cynoscion leiarchus</i>	pescada branca	24	25
		<i>Cynoscion microlepidotus</i>	corvina	31	18
		<i>Macrodon ancylodon</i>	pescada gó	1087	6
		<i>Menticirrhus americanus</i>	boca de rato	45	2
		<i>Micropogonias furnieri</i>	cururuca	9	11
		<i>Nebris microps</i>	amor sem olho	48	0
		<i>Stellifer naso</i>	cabeçudo preto	172	4
		<i>Stellifer rastrifer</i>	cabeçudo branco	1061	8
	Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>	mero	1	0
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	guaravira	7	11
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	solha	166	12
	Symphurinae	<i>Symphurus plagusia</i>	linguado	8	3
Siluriformes	Ariidae	<i>Aspistor quadriscutis</i>	cangatã	449	0
		<i>Amphiarius rugispinis</i>	jurupiranga	576	13
		<i>Bagre bagre</i>	bandeirado	1150	7
		<i>Cathorops spixii</i>	uriacica vermelho	895	4
		<i>Cathorops agassizii</i>	uriacica branco	251	15
		<i>Sciades herzbergii</i>	guribu	2203	1355
		<i>Sciades proops</i>	uritinga	389	34
	Aspredinidae	<i>Aspredo aspredo</i>	rebeca	3	0
		<i>Aspredinichthys tibicen</i>	viola	20	0
	Auchenipteridae	<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	papista	22	8
	Loricariidae	<i>Hypostomus plecostomus</i>	bodó	4	0
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Colomesus psittacus</i>	baiacú	315	245
		<i>Sphoeroides testudineus</i>	baiacu pininga	9	0

As análises dos índices ecológicos permitiram evidenciar que a Baía de São José apresenta uma maior riqueza de espécies, com 52 espécies registradas, em comparação com 42 na Baía de São Marcos. Este resultado pode ser atribuído às condições ambientais mais conservadas na Baía de São José, que está ligada ao rio Itapecuru, proporcionando um ambiente mais estável e favorável para uma maior diversidade biológica.

O número total de indivíduos também é significativamente maior na Baía de São José, com 11.142 indivíduos, enquanto a Baía de São Marcos contabilizou-se 2.915. Este padrão pode refletir diferenças nas práticas de manejo ambiental e no impacto das atividades humanas, dado que a Baía de São Marcos está mais próxima de áreas portuárias.

Com relação aos índices de diversidade, a Baía de São José apresentou um Índice de Shannon de 2,82, indicando uma diversidade relativamente alta, com uma distribuição mais equitativa das espécies em comparação à Baía de São Marcos, que teve um índice de 2,06. Isso sugere que a Baía de São José possui uma comunidade de peixes mais diversificada e equilibrada, possivelmente devido às condições ambientais mais estáveis e à menor influência de atividades antrópicas.

O Índice de Simpson na Baía de São José foi de 0,91, o que indica uma baixa dominância de espécies, ou seja, as espécies estão mais uniformemente distribuídas. Em contraste, a Baía de São Marcos apresentou um Índice de Simpson de 0.75 (Tabela 1), sugerindo uma maior dominância de algumas espécies, o que pode ser resultado de pressões ambientais ou impactos humanos, como a proximidade de atividades portuárias que podem favorecer algumas espécies sobre outras.

O Índice de Margalef, que ajusta a riqueza de espécies pelo número total de indivíduos, foi superior na Baía de São José (5.47), destacando a diversidade relativa quando se considera o tamanho da amostra. Por fim, a Equitabilidade de Pielou, que avalia a uniformidade na distribuição das espécies, foi maior na Baía de São José (0.71), indicando uma distribuição mais uniforme das espécies em comparação com a Baía de São Marcos (0.55).

Tabela 1. Índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade considerando a ictiofauna amostrada nas Baías de São Marcos (BSM) e Baía de São José (BSJ).

ÍNDICE	BSJ	BSM
Riqueza de Espécies	52	42
Número Total de Indivíduos	11142	2915
Índice de Shannon (nats/ind)	2,82	2,06
Índice de Simpson	0,91	0,75
Índice de Margalef	5,47	5,14
Equitabilidade de Pielou	0,71	0,55

A análise sazonal dos índices ecológicos para a Baía de São Marcos (BSM) revelou diferenças entre os períodos de estiagem e chuvoso. Durante a estiagem, o total de indivíduos registrado foi ligeiramente maior (1480 ± 123.33) em comparação ao período chuvoso (1443 ± 118.59). Isso sugere que a abundância total de organismos não muda drasticamente entre os períodos, mas há uma leve tendência de aumento na estiagem. No entanto, a riqueza foi superior no período chuvoso, com 38 ± 4.47 espécies, comparado a 32 ± 2.59 durante a estiagem. Este aumento na diversidade durante o chuvoso pode estar relacionado às condições ambientais mais favoráveis, típicas desse período, que permitem um nicho maior de espécies devido às novas condições dos habitats.

Quando observamos os índices de diversidade, o Índice de Shannon foi maior durante a estiagem (2.12 ± 0.14), indicando uma distribuição mais equitativa das espécies. Em contraste, durante o período chuvoso, o Índice de Shannon foi menor (1.83 ± 0.31), sugerindo uma menor uniformidade na distribuição das espécies. O Índice de Simpson também foi maior na estiagem (0.82 ± 0.04) do que no chuvoso (0.64 ± 0.11), reforçando a ideia de que, na estiagem, a comunidade de espécies é menos dominada por poucas espécies predominantes.

O Índice de Margalef foi maior durante o chuvoso (5.09 ± 0.73) do que na estiagem (4.25 ± 0.32). Este resultado destaca que, mesmo com um número total de indivíduos semelhante, o período chuvoso tem uma diversidade relativa maior.

Finalmente, a Equitabilidade de Pielou foi superior na estiagem (0.61 ± 0.02), indicando que, embora haja mais espécies no chuvoso, a distribuição entre elas é mais uniforme durante a estiagem (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação sazonal dos Índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade considerando a ictiofauna registrada na Baía de São Marcos (BSM).

ÍNDICE	ESTIAGEM VALOR ABSOLUTO	ESTIAGEM (média± desvio)	CHUVOSO VALOR ABSOLUTO	CHUVOSO (média± desvio)
Total de Indivíduos	1480	$370 \pm 123,33$	1443	$360,75 \pm 118,59$
Riqueza de Espécies	32	$18,25 \pm 2,59$	38	$19,00 \pm 4,47$
Índice de Shannon	2,12	$1,80 \pm 0,14$	1,83	$1,62 \pm 0,31$
Índice de Simpson	0,82	$0,73 \pm 0,04$	0,64	$0,64 \pm 0,11$
Índice de Margalef	4,25	$2,93 \pm 0,32$	5,09	$3,08 \pm 0,73$
Equitabilidade de Pielou	0,61	$0,62 \pm 0,02$	0,5	$0,56 \pm 0,12$

A análise sazonal dos índices ecológicos para a Baía de São José (BSJ) também revelou diferenças entre os períodos de estiagem e chuvoso. Durante a estiagem, o total de indivíduos registrado foi maior (5849) do que no período chuvoso (5225), com uma média de $731,12 \pm 187,71$ indivíduos durante a estiagem e $580,56 \pm 167,79$ no chuvoso. Isso sugere que a abundância total de organismos é mais elevada na estiagem, possivelmente devido a condições ambientais de maior salinidade que favorecem a sobrevivência e reprodução de um maior número de organismos marinhos/estuarinos.

Em relação à riqueza de espécies, a estiagem apresentou um valor absoluto ligeiramente superior (40 espécies) em comparação ao período chuvoso (39 espécies), com médias de $25,25 \pm 4,15$ e $20,44 \pm 4,79$, respectivamente. Essa observação pode indicar que, apesar das condições chuvosas potencialmente favorecerem o aparecimento de novas espécies, a estiagem mantém uma diversidade estável.

O Índice de Shannon foi maior na estiagem ($2,22 \pm 0,41$), sugerindo uma distribuição mais equitativa das espécies durante esse período. Em contraste, o período chuvoso

apresentou um Índice de Shannon menor ($1,96 \pm 0,55$), indicando uma menor uniformidade na distribuição das espécies. O Índice de Simpson seguiu essa tendência, sendo maior na estiagem ($0,83 \pm 0,08$) em comparação ao chuvoso ($0,75 \pm 0,19$), reforçando a ideia de que a estiagem é menos dominada por algumas espécies predominantes, o que reflete influência no rio Itapecuru através do aporte de água doce na área amostrada

Quanto ao Índice de Margalef, este foi superior na estiagem ($3,69 \pm 0,56$) em relação ao chuvoso ($3,05 \pm 0,66$), destacando que mesmo com uma abundância total maior durante a estiagem, a diversidade relativa também é mais alta. Finalmente, a Equitabilidade de Pielou foi ligeiramente superior na estiagem ($0,69 \pm 0,10$) em relação ao chuvoso ($0,65 \pm 0,15$), indicando que a distribuição de abundância entre as espécies é mais uniforme durante a estiagem (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação sazonal dos índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitabilidade considerando a ictiofauna registrada na Baía de São José (BSJ).

ÍNDICE	ESTIAGEM VALOR ABSOLUTO	ESTIAGEM (média± desvio)	CHUVOSO VALOR ABSOLUTO	CHUVOSO (média± desvio)
Total de Indivíduos	5849	731,12±187,71	5225	580,56±167,79
Riqueza de Espécies	40	25,25±4,15	39	20,44±4,79
Índice de Shannon	2,22	2,22±0,41	1,96	1,96±0,55
Índice de Simpson	0,83	0,83±0,08	0,75	0,75±0,19
Índice de Margalef	3,69	3,69±0,56	3,05	3,05±0,66
Equitabilidade de Pielou	0,68	0,69±0,10	0,64	0,65±0,15

O Índice de Diversidade de Rényi revelou diferenças significativas na diversidade de peixes entre as áreas estudadas, BSJ e BSM. Os resultados indicam que a diversidade é consistentemente maior na BSJ em comparação com a BSM, independentemente do período sazonal (Figura 2). Isso sugere que a composição de espécies na BSJ é mais rica e diversa.

A análise também destacou a influência das chuvas nas amostragens de ambos os locais. Durante os períodos chuvosos (C), há um aumento na presença de espécies raras, o que é refletido nas curvas de diversidade. Quando o valor de α é baixo ($\alpha < 1$), a diversidade aparente é maior nos períodos chuvosos, indicando uma maior presença de espécies raras. Isso ocorre porque valores de α baixos dão mais peso às espécies raras.

À medida que o valor de α aumenta ($\alpha > 1$), o impacto das espécies raras diminui, e a diversidade nos períodos de estiagem (E) torna-se mais pronunciada. Neste cenário, as espécies dominantes têm maior influência no cálculo da diversidade, resultando em curvas de diversidade mais elevadas para os períodos de estiagem em comparação aos períodos chuvosos.

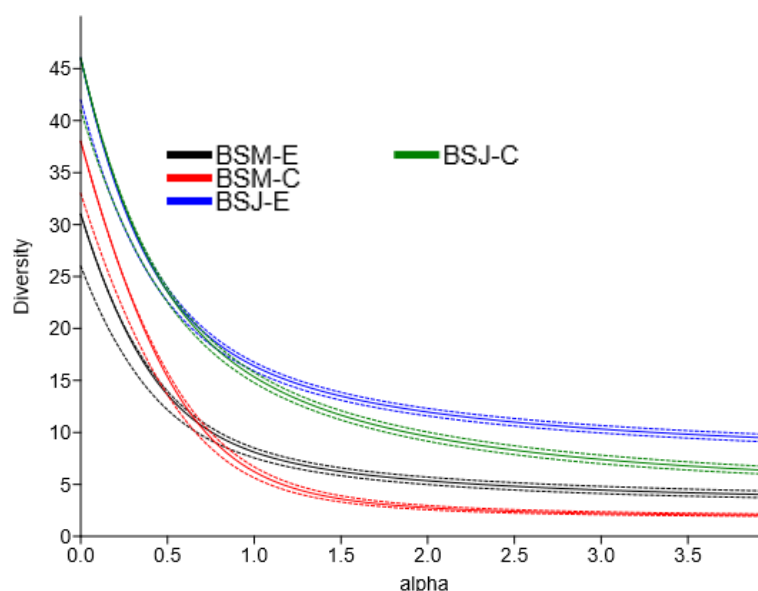


Figura 2. Índice de Renyi destacando a variação espacial e sazonal para a diversidade de peixes na área de estudo. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança ao nível de 5% de significância.

A Análise de Componentes Principais (PCA) evidenciou para o primeiro componente principal (PC1), um autovalor de 86.4463, o qual explicou 78.46% da variância total dos dados. Espécies como *M. ancylodon*, *A. quadriscutis*, e *B. bagre* apresentaram altas cargas positivas neste componente, indicando sua predominância e influência na composição da comunidade. Essas espécies estão mais associadas à BSJ,

especialmente durante o período de estiagem (BSJ-E), como evidenciado pelos escores positivos de BSJ-E no PC1. Isso sugere que essas espécies são mais influentes na diversidade observada durante esta época.

O segundo componente principal (PC2) explicou 13.07% da variância, com um autovalor de 14.3999. Espécies como *A. rugispinis* e *C. agassizii* têm cargas significativas neste componente. A BSJ-C, posicionada positivamente em ambos os eixos, reflete uma alta diversidade associada a essas espécies durante o período chuvoso. Isso indica que as condições chuvosas favorecem a presença e a diversidade de espécies que são influentes no PC2 (Figura 3).

Em contraste, a BSM-C, com um score negativo no PC1 e positivo no PC2, sugere uma menor diversidade geral, com as condições chuvosas influenciando a presença de espécies que são menos representadas no PC1, mas ainda se destacam no PC2. A BSM-E, localizada no quadrante negativo de ambos os eixos, indica uma menor diversidade, com condições de estiagem impondo restrições ambientais que afetam a composição da comunidade.

Cabe destacar que o terceiro componente principal (PC3) teve um autovalor de 9.33302 e explica 8.47% da variação total. Embora seu impacto seja menor, ele ainda fornece insights valiosos sobre variações específicas na comunidade, especialmente em relação às espécies como *C. latus* e *T. lepturus*, que foram mais influentes neste componente com maior associação à BSM.

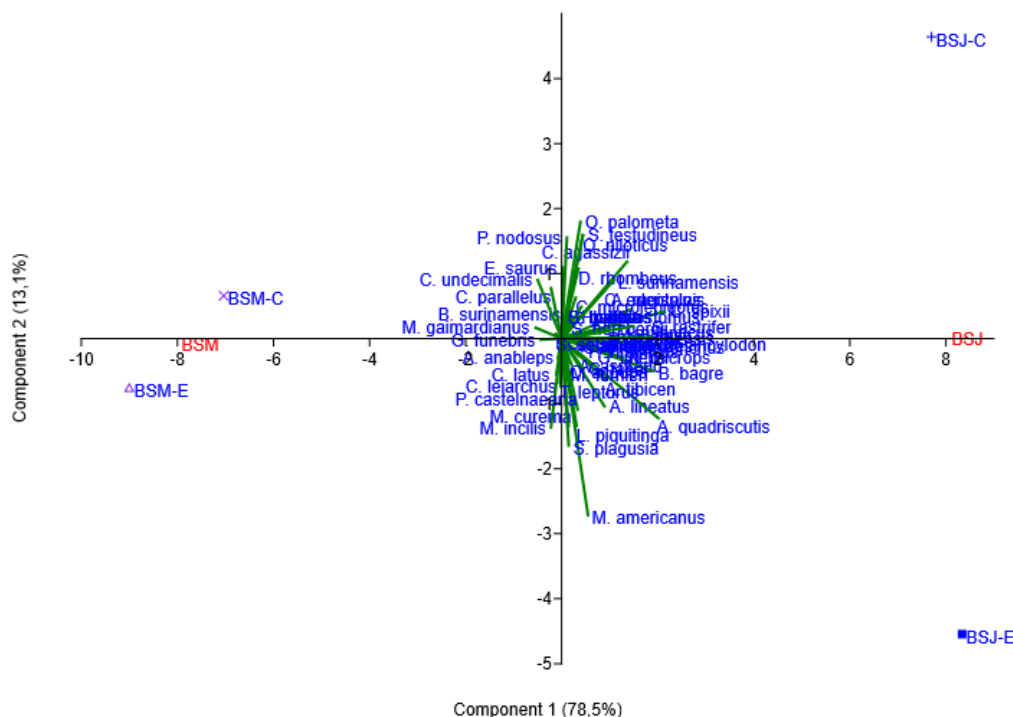


Figura 3. Análise de Componentes Principais indicando a associação das espécies ictiofaunísticas com os locais de amostragem, bem como às condições sazonais.

5. DISCUSSÃO

O estudo revelou diferenças significativas na diversidade de peixes entre as Baías de São José e São Marcos. A Baía de São José apresentou uma maior diversidade de espécies, o que pode ser atribuído às suas condições ambientais menos impactadas e à maior conectividade com o rio Itapecuru. Em contraste, a Baía de São Marcos, apesar de ser uma área estuarina rica, enfrenta desafios devido à proximidade com atividades portuárias, o que pode influenciar negativamente sua biodiversidade.

Entre as espécies dominantes, *S. herzenbergii*, que pertence à família Ariidae, destacou-se como a mais abundante em ambas as baías, refletindo sua adaptabilidade a diferentes condições estuarinas. Além disso, a família Sciaenidae, conhecida por sua tolerância a variações de salinidade, foi predominantemente

encontrada, corroborando com os achados de outros estudos na região norte do Brasil (Almeida et al., 2008, Carvalho-Neta e Castro, 2008; Blaber, 2013)

Conforme discutido por Silva et al. (2018), a estrutura da assembleia de peixes na Baía de São Marcos é significativamente influenciada pelas atividades portuárias, que afetam a diversidade ictiofaunística. A dominância de espécies como *G. luteus* e *S. proops* na Baía de São Marcos pode ser associada à sua capacidade de adaptação às condições ambientais alteradas, um padrão também observado por Azevedo et al. (2008). Ainda nesta perspectiva, Nelson et al., 2016 destaca a predominância de Perciformes e Siluriformes ao longo da costa norte do Brasil dada sua tolerância a variações nas condições ambientais incluindo ambientes degradados. Esse padrão está bem alinhado com os resultados obtidos no presente estudo, que evidenciam como essas espécies conseguem prosperar em ambientes impactados.

No caso da BSJ, merecem destaque as espécies dulcícolas *Oreochromis niloticus* e *Hypostomus plecostomus* (Fortes et al., 2014; Mourão et.al., 2014) exclusivas dessa área. Isso sublinha o papel do rio Itapecuru na manutenção de espécies de água doce, refletindo as condições ambientais únicas que favorecem ao incremento da diversidade ictiofaunística.

A pesquisa de Mourão et al. (2015) sobre a variação sazonal da ictiofauna em estuários amazônicos destaca a importância de considerar a variabilidade ambiental e os ciclos de vida das espécies ao analisar a dinâmica temporal em ambientes estuarinos. Essa perspectiva é essencial para compreender as flutuações observadas na Baía de São Marcos, onde a diversidade pode estar sendo impactada pela proximidade com áreas portuárias e a consequente contaminação ambiental, conforme apontado por Castro et al. (2018).

Hassan et al. (2023) estudando a diversidade de peixes no Mar Árabe destacou que a poluição da água do mar é agora um problema crescente em todo o mundo afetando negativamente a biodiversidade, e, com isso, reforçou a importância de estratégias de conservação em múltiplas escalas para mitigar os impactos das atividades antropogênicas, como a poluição por microplásticos e práticas de pesca

insustentáveis, algo bem aplicado no contexto das Baías de São José e São Marcos, capaz de promover a proteção dos ecossistemas aquáticos locais.

Os resultados obtidos a partir do Índice de Diversidade de Rényi indicaram que a diversidade é consistentemente maior na BSJ, independentemente do período sazonal, demonstrando, também, maior riqueza no período chuvoso devido à presença de espécies raras. Isso sugere que as condições ambientais menos impactadas e a conectividade com o rio Itapecuru suportam uma comunidade de peixes mais diversificada e equitativamente distribuída.

Segundo Barros et al. (2019), estuários que apresentam maior estabilidade hídrica e salinidades elevadas tendem a ser mais propícios à exploração por um maior número de espécies de peixes. Esses autores observaram que a Baía de Guajará, no Pará, caracterizada por elevada hidrodinâmica e baixa salinidade (< 1), apresentou menor riqueza de espécies em comparação com outros estuários amazônicos. No presente estudo, os resultados diferem parcialmente dessa observação. As amostragens realizadas na Baía de São José (BSJ) revelaram uma maior diversidade de espécies, mesmo apresentando salinidade menor, com amplitude de 6,5 - 35,7 g/kg e média de $23,07 \pm 9,2$ g/kg (Melo et al., 2017), em comparação à Baía de São Marcos (BSM), cuja salinidade variou de 17,5 – 36,6 g/kg, com média de $29,56 \pm 4,5$ g/kg (Monã, 2019). Esses dados sugerem que, além das influências antrópicas, pode existir um limiar de salinidade que atua como fator limitante na diversidade, indicando que a salinidade não é o único determinante da diversidade de peixes, mas que outros fatores ambientais e ecológicos também desempenham um papel crucial.

Uma análise integrada dos resultados sugerem que as condições ambientais e sazonais desempenham papéis cruciais na estrutura da comunidade de peixes nas duas baías, afetando a presença e a contribuição de espécies raras e dominantes na diversidade total. Neste caso enfatiza-se o fluxo de vazão do rio Itapecuru que facilita a entrada de novas espécies na Baía de São José, em função da diminuição da salinidade, enriquecendo a composição faunística local. Essa dinâmica fluvial

possibilita uma maior diversidade de nichos e recursos, suportando uma comunidade de peixes mais diversa.

No caso da Baía de São Marco pode-se sugerir certa influência do Rio Mearim, mas, ao mesmo tempo as chuvas podem inundar áreas marginais, proporcionando novos habitats para as espécies, entrada de nutrientes e consequente aumento da produtividade primária, melhorando a disponibilidade de alimentos para os peixes. Isso pode favorecer tanto as espécies residentes quanto as migratórias em busca de recursos. Durante a estação chuvosa, espécies que desovam em águas menos salinas podem mover-se para a baía, aumentando a diversidade.

De forma geral, a PCA revelou como as espécies se associam diferentemente com as baías e as condições sazonais. A análise destaca que a BSJ, particularmente durante a estiagem, é mais diversa e influenciada por espécies que carregam cargas positivas no PC1. Por outro lado, a BSM, especialmente durante o período de estiagem, mostra uma diversidade mais restrita, refletindo a influência das condições ambientais mais severas.

As condições para a diversidade de peixes encontradas sobretudo para a BSM torna imperativo a necessidade de monitoramento da qualidade da água e do sedimento, bem como a utilização de bioindicadores capazes de prever a relação entre a integridade do habitat e as espécies de peixes

Sendo assim, os registros indicam que a conservação e a complexidade dos habitats desempenha um papel crucial na manutenção da biodiversidade e que as atividades antrópicas podem impactar a composição ictiofaunística.

6. CONCLUSÃO

O estudo das Baías de São José e São Marcos revelou diferenças significativas na diversidade de peixes, destacando a influência de fatores ambientais e antrópicos nas comunidades ictiofaunísticas locais. A maior diversidade observada na BSJ pode ser atribuída à conectividade com o rio Itapecuru, que fornece um ambiente estável e favorável, permitindo a entrada de espécies de água doce e maior

diversidade de nichos ecológicos. Em contrapartida, a BSM, localizada próxima a atividades portuárias, enfrenta desafios que resultam em menor diversidade e uma maior dominância de espécies adaptadas a condições alteradas.

As análises sazonais indicaram que as condições climáticas também desempenham um papel crucial na estrutura das comunidades de peixes, com a BSJ mantendo uma diversidade mais rica durante a estiagem e a BSM mostrando variações devido à influência das chuvas. Esses achados reforçam a necessidade de estratégias de conservação que considerem tanto os fatores naturais quanto os impactos antrópicos, promovendo práticas de manejo sustentável.

Portanto, enfatiza-se a importância das atividades de monitoramento ambiental e da implementação de políticas de conservação eficazes para preservar a biodiversidade nas baías estudadas. A proteção dos ecossistemas aquáticos locais é essencial não apenas para a manutenção das espécies atuais, mas também para garantir a resiliência desses habitats frente às crescentes pressões ambientais.

REFERÊNCIAS

AGAWIN, N.S.R.; DUARTE, C.M.; AGUSTI, S. Nutrient and temperature control of the picoplankton to phytoplankton biomass and production. **Limnology and Oceanography**, v. 45, n. 3, p. 591-600, 2000. <https://doi.org/10.4319/lo.2000.45.3.0591>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Rede Nacional para monitorar a qualidade das águas. Brasília: ANA, 2018.** Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

Albuquerque, K. F. de M., Silva, M. H. L., Azevedo, J. W. de J., Soares, L. S., Bandeira, A. M., Soares, L. A., & Castro, A. C. L. de. (2023). 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**, 186, 114420. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114420>.

AZEVEDO, A. C. G., FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, **Brasil. Acta Botanica Brasilica**, 22(3), 870-877. 2008.

Centro de Ciências, Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia – CCHNST
Estrada de Pacas, KM 10, Bairro Enseada - Pinheiro - MA - CEP: 65200-000
Fones: (98) 3272-9743
E-mail: eng.pesca@ufma.br

- AZEVEDO, J. W. J.; CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; FERREIRA, H. R.; MAGALHÃES, L.A. Comprimento médio de primeira maturação para a tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (PERCIFORMES: CICHLIDAE) capturado na bacia do Bacanga, São Luís, MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, 25(1): 49-54. 2012
- BARLETTA, M.; AMARAL, C. S.; CORREA, M. F. M.; GUEBERT, F.; DANTAS, D. V.; LORENZI, L.; SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. **Journal of Fish Biology** 73:1314-1336. 2008.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series** 256:217-228. 2003.
- BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M. Comparision of fish assemblage and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. **Bull. Mar. Sci.**, 80, 647–680. 2007.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M. & SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté river estuary in north Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 54:193-206. 2002.
- BARROS, D. DE F., TORRES, M. F., FRÉDOU, F. L. Ictiofauna do estuário de São Caetano de Odivelas e Vigia (Pará, Estuário Amazônico). **Biota Neotropica**, 11(2), 367–373. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000200035>
- BLABER, S. J. M. 'Fish in hot water': the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. **Journal of Fish Biology**, 61, (Supplement A), p. 1–20. 2002.
- BLABER, S. J. M. Fish and fisheries of tropical estuaries. Chapman & Hall, **Fish and Fisheries Series**, 22 London. 388 p. 1997. (ISBN 978-0-412-78500-9).
- BLABER, S. J. M. **Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation** Blackwell Science Ltd, 2000. <https://doi.org/10.1002/9780470694985.fmatter>
- BORJA, Á.; DAUER, D. M.; ELLIOTT, M.; SIMENSTAD, C.A. Medium-and long-term recovery of estuarine and coastal ecosystems: patterns, rates and restoration effectiveness **Estuaries Coasts**, 33, pp. 1249-1260. 2010. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12237-010-9347-5>
- BUNN, S. E.,; ARTHINGTON, A. H. (2002). Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management**, 30(4), 492–507.
- CARVALHO-NETA, R. N. F.; TORRES JR, A. R. & ABREU-SILVA, A. L. Biomarkers in Catfish *Sciades herzbergii* (Teleostei: Ariidae) from Polluted and Non-polluted Areas (São Marcos' Bay, Northeastern Brazil). **Applied Biochemistry and Biotechnology** 166(5):1314-1327. 2012.

- CASTRO, A. L. C; ESCHRIQUE, S. A; SILVEIRA, P. C. A; AZEVEDO, J. W. J; FERREIRA, H. R. S; SOARES, L. S; MONTELES, J. S; ARAÚJO, M. C; NUNES, J. L; SILVA, M. H. L. Physicochemical properties and distribution of nutrients on the inner continental shelf adjacent to the Gulf of Maranhão (Brazil) in the Equatorial Atlantic. **Applied ecology and environmental research** 16(4): 4829-4847. 2018. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1604_48294847
- CASTRO, J. S.; FRANÇA, C. L.; FERNANDES, J. F. F.; SILVA J. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; TEIXEIRA, E. G. Biomarcadores histológicos em brânquias de *Sciades herzbergii* (Siluriformes, Ariidae) capturados no Complexo Estuarino de São Marcos, Maranhão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 70(2):410-418. 2018.
- CERVIGÓN, F., CIPRIANI, R., FISCHER, W., GARIBALDI, L., HENDRICKX, M., LEMUS, A.J., MÁRQUEZ, R., POUTIERS, J.M., ROBAINA, G.; RODRIGUEZ, B. **Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca: guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América**. FAO, Rome, p. 1-513. 1992.
- CHAO, A. Estimating the population size for capture - recapture data with unequal catchability. **Biometrics** 43, 783 - 791. 1987.
- CHAO, N. L.; LUCENA FRÉDOU, F.; HAIMOVICI, M.; PERES, M. B.; POLIDORO, B.; RASEIRA, M.; SUBIRÁ, R.; CARPENTER, K. A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure-extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). **Global Ecology and Conservation** 4:117-126. 2015.
- CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Software PRIMERv6: User Manual/Tutorial**. Plymouth. 91 p. 2001.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation**. United Kingdom: Natural Environment
- COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology** 85:2717-2727. 2004.
- DANTAS, N. C. F. M.; SILVA JÚNIOR, C. A. B.; FEITOSA, C. V.; CARNEIRO, P. B. M. Seasonal influence of drifting seaweeds on the structure of fish assemblages on the eastern equatorial Brazilian coast. **Brazilian Journal of Oceanography** 64(4):365-374. 2016.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo**. 41. 2017. DOI: 10.4000/echogeo.15017
- ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K.; POTTER, I. C.; BLABER, S. J. M.; CYRUS, D. P.; NORDLIE, F. G.; HARRISON, T. D. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish Fish.**, 8, pp. 241-268. 2007. DOI: 10.1111/j.1467-2679.2007.00253.x

EL-ROBRINI, M., MARQUES J., V., ALVES, M., HELENA S. EL-ROBRINI, M., FEITOSA, A., EDGAR FREITAS TAROUÇO, J., ROSA VIANA, J. (2015). **EROSÃO E PROGRADAÇÃO DO LITORAL BRASILEIRO. MARANHÃO** DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1916.8723>

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES N. A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2)**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1980.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5)**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

FISCHER, W. **FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31)**. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 7 volumes não paginados. 1978.

FROESE, R. and D. PAULY. Editors. 2024. FishBase. **World Wide Web electronic publication**. www.fishbase.org, version (10/2024).

GLASER, M.; DIELE, K. Asymmetric outcomes: assessing the biological, economic and social sustainability of a mangrove crab fishery, *Ucides cordatus* (Ocypodidae), in North Brazil. **Ecol. Econ.**, 49, pp. 361-373. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.01.017>

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. El Niño and La Niña Years and Intensities. Based on Oceanic Niño Index (ONI) (2017). Updated August, 2019. Available in: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>. Access in: September 24-2019.

GONZÁLEZ-GORBEÑA, E.; ROSMAN, P. C. C.; QASSIM, R. Y. Assessment of the tidal current energy resource in São Marcos Bay, Brazil. **Journal of Ocean Engineering and Marine Energy**, v. 1, n. 4, p. 421–433, 2015.

Grossman, G. D., Dowd, J. F., & Crawford, M. (1990). Assemblage stability in stream fish: A review. *Environmental Management*, 14, 661–671.

GURDEK, R.; ACUÑA-PLAVAN, A. Temporal dynamics of a fish community in the lower portion of a tidal creek, Pando sub-estuarine system, Uruguay. **Iheringia, Série Zoologia** 107:e2017003. 2017.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Palaeontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaentologia Electronica** 4(1): 9p. 2003.

HOSSAIN, M. S.; GOPAL, N; SARKER, S.; RAHAMAN, M. Z. Fish diversity and habitat relationship with environmental variables at Meghna river estuary, Bangladesh. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**. Volume 38, Issue 3, 2012, Pages 213-226. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2012.12.006>

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – plataforma BDMEP**. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep. Acesso em ago/2019.

ISAAC, V. J.; SANTO, R. V. E.; BENTES, B.; FRÉDOU, F. L.; MOURÃO, K. R. M.; FRÉDOU, T. An interdisciplinary evaluation of fishery production systems off the

state of Pará in North Brazil. **J. Appl. Ichthyology**, 25, pp. 244-255, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01274.x>

Jackson, D. A., Peres-Neto, P. R., & Olden, J. D. (2001). What controls who is where in freshwater fish communities the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 157–170.

Kang, B., Huang, X. X., Yan, Y. Z., Yan, Y. R., & Lin, H. D. (2018). Continental-scale analysis of taxonomic and functional fish diversity in the Yangtze river. *Global Ecology and Conservation*, 15, e00442.

LE BAIL, P. Y.; KEITH, P. & PLANQUETTE, P. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane: Tome 2, fascicules 1 & 2**. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle. 307p. 2000.

LI, X.; JONGE, V.N. Estuaries and coastal areas in times of intense change. **Ocean Coast. Manag.**, 108, pp. 1-2, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.12.002>

Li, Y. R., Tao, J., Chu, L., & Yan, Y. Z. (2018). Effects of anthropogenic disturbances on α and β diversity of fish assemblages and their longitudinal patterns in subtropical streams, China. *Ecology of Freshwater Fish*, 27, 433–441.

Li, Y. R., Tao, J., Chu, L., & Yan, Y. Z. (2018). Effects of anthropogenic disturbances on α and β diversity of fish assemblages and their longitudinal patterns in subtropical streams, China. *Ecology of Freshwater Fish*, 27, 433–441.

MAES, J.; STEVENS, M.; OLLEVIER, F. The composition and community structure of the ichthyofauna of the upper Scheldt estuary: synthesis of a 10-year data collection (1991-2001) **J. Appl. Ichtyol**, 21, pp. 86-93. 2005. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2004.00628.x

MAES, J.; VAN DAMME, S.; MEIRE, P.; OLLEVIER, F. Statistical modeling of seasonal and environmental influences on the population dynamics of an estuarine fish community. **Marine Biology**, 145, p. 1033-1042. 2014.

MARTINS JURAS, I. A. G. M. **Ictiofauna estuarina da Ilha do Maranhão (MA – Brasil)**. 184 f. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

MATOS, I. P.; LUCENA, F. Descrição da pesca da pescada-amarela, *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. **Arqui. Ciên. Mar**, 39, 66-73. 2006.

MELO, Odilon T. de; CASTRO, Antonio Carlos L. de; CARVALHO, Fernando Ferreira; SANTOS, Rozalia Suellen M. **Parâmetros físico-químicos e nutrientes inorgânicos dissolvidos no Rio Perizes/Baía de São José de Ribamar, Ilha de São Luís – MA**. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 22., 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. p. 1-6.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV Teleostei (3)**. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 96p. 1980.

- MERIGOT, B.; LUCENA FRÉDOU, F.; PONTES VIANA, A.; PADOVANI FERREIRA, B.; COSTA JUNIOR, E. DO N; SILVA JÚNIOR, C. A. B.; FRÉDOU, T. Fish assemblages in tropical estuaries of northeast Brazil: A multi-component diversity approach. **Ocean & Coastal Management**. Volume 143, 1 July, Pages 175-183. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.08.004>
- MMA. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental. [s.l: s.n.]. v. 1
- MONÃ CONSULTORIA AMBIENTAL. **Programa de Monitoramento Ambiental Permanente do Porto de Itaqui**: relatório 6ª campanha. São Luís, 2019.
- MORAIS, J. O. Processos de sedimentação na Baía de São Marcos, Estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar** 17(2):153-164. 1977.
- MOURÃO, K. R. M.; FERREIRA, V.; LUCENA-FRÉDOU, F. Composition of functional ecological guilds of the fish fauna of the internal sector of the Amazon Estuary, Pará, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 86(4): 1783-1800. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201420130503>.
- MOURÃO, K. R. M.; FRÉDOU, T.; FRÉDOU, F. L. Spatial and seasonal variation of the ichthyofauna and habitat use in the inner portion of the Brazilian Amazon Estuary. **Boletim do Instituto de Pesca** 41(3):529-545. 2015.
- NUGEO, N. G. Bacias Hidrográficas e Climatologia no Maranhão Bacias Hidrográficas e Climatologia no Maranhão. São Luís: [s.n.].
- Oberdorff, T., Guilbert, E., & Lucchetta, J. C. (1993). Patterns of fish species richness in the Seine River Basin, France. *Hydrobiologia*, 259, 157–167.
- ORIBHABOR, A. E.; OGBEIBU, B. J. he Ecological Impact of Anthropogenic Activities on the Predatory Fish Assemblage of a Tidal Creek in the Niger Delta, Nigeria. **Res. J. Environ. Sci.**, 4, pp. 271 – 279. 2010. DOI: 10.3923/rjes.2010.271.279
- Poff, N. L., & Allan, J. D. (1995). Functional organization of stream fish assemblages in relation to hydrological variability. *Ecology*, 76, 606–627.
- POSSAMAI, B.; VIEIRA, J. P.; GRIMM, A. M.; GARCIA, A. M. Temporal variability (1997-2015) of trophic fish guilds and its relationships with El Niño events in a subtropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. vol. 202 (5). pages 145-154. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.12.019>
- POTTER, I. C.; TWEEDLEY, J. R.; ELLIOTT, M.; WHITFIELD, A. K. The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. **Fish Fish.**, 16, pp. 230-239. 2015. <https://doi.org/10.1111/faf.12050>.
- SANTOS, D. C. C., AZEVEDO, J. W. J., FERREIRA, H. R. S., FRANÇA, V. L., SOARES, L. S., PINHEIRO, J. R. JR., REBÊLO, J. M. M., SILVA, M. H. L., & CASTRO, A. C. L. (2019). Metal levels in water and the muscle tissue of fishes in the Cachorros River, São Luís Island, State of Maranhão, Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, 17(4), 8037-8047. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1704_80378047.

SANTOS, D. C. C.; AZEVEDO, J. W. J.; FERREIRA, H. R. S.; FRANÇA, V. L.; SOARES, L. S.; PINHEIRO, J. R. JR; REBÊLO, J. M. M.; SILVA, M. H. L.; CASTRO, A. C. L. Metal levels in water and the muscle tissue of fishes in the Cachorros river, São Luís island, state of Maranhão, Brazil. **Applied ecology and environmental research** 17(4):8037-8047. 2019.

SCHLOSSER, I. J. (1982). Fish community structure and function along two habitat gradients in a headwater stream. *Ecological Monographs*, 52, 395–414.

SILVA, M. H. L.; TORRES JÚNIOR, A. R.; CASTRO, A. C. L.; AZEVEDO, J. W. J.; FERREIRA, C. F. C.; CARDOSO, R. L.; NUNES, J. L. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F. Fish assemblage structure in a port region of the Amazonic coast. **Iheringia. Série Zoologia**, 108, e2018018. Epub June 11, 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4766e2018018>

SOUSA, E. R.; CASTRO, A. C. L. C.; AZEVEDO, J. W. J.; ARAUJO, G. M. C. Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra em áreas propostas para a implantação de unidades de conservação no município de Bacabeira-MA. **Espacios**. Vol. 37 (Nº 12). 2016. <https://www.revistaespacios.com/a16v37n12/16371227.html>

SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, 23(4), 427-435. 2005. <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2005000400006>

STEICHEN, J. L.; QUIGG, A. Fish species as indicators of freshwater inflow within a subtropical estuary in the Gulf of Mexico. **Ecological Indicators** Volume 85, Pages 180-189. 2018.

TER BRAAK, C.J.F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** 67(5):1167-1179. 1986.

TORGERSEN, C. E., BAXTER, C. V., LI, H. W., & MCINTOSH, B. A. (2006). Landscape influences on longitudinal patterns of river fishes: spatially continuous analysis of fish-habitat relationships. *American Fisheries Society Symposium*.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução a climatologia**. Ed. Geographica, 234p. 2008.

TROCA, D. F. A.; VIEIRA, J. P. Potencial invasor dos peixes não nativos cultivados na região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, 38(2): 109 – 120. 2012.

UL-HASSAN, H., MAHBOOB, S., MASOOD, Z., RIAZ, M. N., RIZWAN, S., AL-MISNED, F., ABDEL-AZIZ, M. F. A., AL-GHANIM, K. A., GABOL, K., CHATTA, A. M., KHAN, N. A., SAEED, ., & WAQAR, M. Biodiversity of commercially important finfish species caught by mid-water and bottom trawls from two different coasts of Arabian Sea: Threats and conservation strategies. **Brazilian Journal of Biology**, 83, e249211. 2023. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.249211>

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. **Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos**.

Cátedra Unesco da Universidade de Brasília/Sociedade Brasileira de Bioética. Brasília. 12p. 2005.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 168p.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 168p.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMINS, K. W., SEDELL, J. R., & CUSHING, C. E. (1980). The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130–137.

VEIGA, P.; VIEIRA, L.; BEXIGA, C.; SÁ, R. & ERZINI, K. Structure and temporal variations of fish assemblages of the Castro Marim salt marsh, southern Portugal. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 70:27-38. 2006.

VIANA, A. P.; LUCENA FRÉDOU, F.; FRÉDOU, T.; TORRES, M. F.; BORDALO, O. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanised region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology**, vol. 76, no. 3, p. 467-486. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02487.x>.

VIANA, A. P.; FRÉDOU, F. L.; FRÉDOU, T. Measuring the ecological integrity of an industrial district in the Amazon estuary, Brazil. **Mar. Pollut. Bull.** 64, pp. 489 - 499, 2012. 10.1016 / j.marpolbul.2012.01.006

VILAR, C. C.; SPACH, H. L.; JOYEUX, J. C. Spatial and temporal changes in the fish assemblage of a subtropical estuary in Brazil: environmental effects. **Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom** 91(3):635-648. 2011.

VILLÉGER, S., GRENOUILLET, G., & BROSSE, S. (2013). Decomposing functional β -diversity reveals that low functional β -diversity is driven by low functional turnover in European fish assemblages. *Global Ecology and Biogeography*, 22(6), 671–681.

WHITTAKER, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21, 213–251.

WILLEMS, T.; DE BACKER, A.; MOL, J. H.; VINCX, M.; HOSTENS, K. Distribution patterns of the demersal fish fauna on the inner continental shelf of Suriname. **Regional Studies in Marine Science**. Vol. 2, Pages 177-188. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2015.10.008>

WOLANSKI, E.; ELLIOT, M.; **Estuarine Ecohydrology**. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands 2007. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Estuarine%20Ecohydrology&publication_year=2007&author=E.%20Wolanski

ZBINDEN, Z. D., & MATTHEWS, W. J. (2017). Beta diversity of stream fish assemblages: Partitioning variation between spatial and environmental factors. *Freshwater Biology*, 62(8), 1460–1471.

ZHANG, D., WAN, F., CHU, L., & YAN, Y. Z. (2018). Longitudinal patterns in α and β diversity of the taxonomic and functional organizations of stream fish assemblages in the Qingyi River. *Biodiversity Science*, 26(1), 1–13.

