



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

**LEANDRO MENDES LIMA**

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DO ICTIOPLÂNCTON  
SOB INFLUÊNCIA DO CICLO DE MARÉ NA ÁREA PORTUÁRIA DA ILHA DE  
SÃO LUÍS - MA**

**SÃO LUÍS - MA  
2025**

**LEANDRO MENDES LIMA**

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DO ICTIOPLÂNCTON  
SOB INFLUÊNCIA DO CICLO DE MARÉ NA ÁREA PORTUÁRIA DA ILHA DE  
SÃO LUÍS - MA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Oceanografia  
da Universidade Federal do Maranhão  
para obtenção do grau de bacharelado  
em Oceanografia.

Orientador: Paula Cilene Alves da  
Silveira

**SÃO LUÍS - MA  
2025**

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

Lima, Leandro Mendes.

AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DO  
ICTIOPLÂNCTON SOB INFLUÊNCIA DO CICLO DE MARÉ NA ÁREA  
PORTUÁRIA DA ILHA DE SÃO LUÍS - MA / Leandro Mendes Lima.  
- 2025.

45 p.

Orientador(a): Paula Cilene Alves da Silveira.  
Curso de Oceanografia, Universidade Federal do  
Maranhão, São Luís, 2025.

1. Ictioplâncton. 2. Estuário. 3. Maré. 4. Porto.  
I. Silveira, Paula Cilene Alves da. II. Título.

**AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-SAZONAL DO  
ICTIOPLÂNCTON SOB INFLUÊNCIA DO CICLO DE MARÉ NA ÁREA  
PORTUÁRIA DA ILHA DE SÃO LUÍS - MA**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Oceanografia da  
Universidade Federal do Maranhão para  
obtenção do grau de bacharelado em  
Oceanografia.

Aprovado em:     /     /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Paula Cilene Alves da Silveira  
(Orientadora)  
**Universidade Federal do Maranhão - UFMA**

---

Profa. Dra. Samara Aranha Eschrique (Titular)  
**Universidade Federal do Maranhão - UFMA**

---

Prof. Dr. James Werllen de Jesus Azevedo (Titular)  
**Universidade Federal do Maranhão - UFMA**

---

Profa. Dra. Katiene Régia Silva Sousa (Suplente)  
**Universidade Federal do Maranhão - UFMA**

*Dedico esse trabalho ao meu pai Afonso.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu velhinho Afonso por me apoiar durante toda a graduação, sempre acreditar em mim, me mostrar o caminho certo e ter me criado, junto com meu irmão Lucas, sozinho. Às mulheres que foram fundamentais na minha criação, minhas “quase mães” Dona Maria das Dores e Cláudia. Aos meus tios falecidos Radie e Januário, que permanecem no meu coração. Agradeço à minha finada mãe Lúcia por me abençoar de longe.

Aos amigos que ganhei na graduação, em especial à Duana e à Layla, pelos momentos de trabalho e constantes risadas pelos corredores e laboratórios. Obrigado à minha amiga fiel, Mayra, por me entender nas minhas piores fases e por me ouvir. Sou feliz por ser o teu Chris. Obrigado também ao Wendew por ouvir as piores falas e histórias e, mesmo assim, permanecer ao meu lado — um amigo que chegou nos últimos períodos e completou o trio perfeitamente.

Agradeço, em especial, à minha namorada Esterphane, que chegou na minha vida e é uma das minhas maiores conquistas na graduação. É a mulher que me faz, a cada dia, querer ser alguém na vida, que me motiva, me mostra a realidade e que a vida não é só acadêmica. Você me mostrou um amor genuíno por duas pessoas muito especiais: Angelo e Cecília. Obrigado por não me deixar desistir nunca. Muito obrigado por fazer parte da minha vida.

Aos amigos que conquistei durante o percurso no Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton (LIZIC). A Profa. Dra. Paula Cilene Alves da Silveira, por me ensinar tudo sobre o mundo do plâncton e por sempre apoiar minhas publicações. Agradeço também a Profa. Dra. Samara Aranha e ao Prof. Dr. James Werllen pelo feedback no desenvolvimento deste trabalho e ensinamentos repassados nas disciplinas ao decorrer do curso.

*“O mar ensina que não há calmaria eterna, mas também que toda tempestade passa.”*

**Fernando Pessoa**

## RESUMO

Ecossistemas estuarinos atuam como importantes berçários para o ictioplâncton, acolhendo espécies em estágios iniciais de desenvolvimento. Este estudo teve como objetivo avaliar a distribuição espaço-sazonal do ictioplâncton sob influência do ciclo de maré no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito dos Coqueiros, que pertencem ao Golfão Maranhense. As coletas foram realizadas através de arrastos com rede de plâncton com malha de 300 micrômetros, em quatro estações amostrais durante os períodos de estiagem e chuvoso, abrangendo a maré de enchente e vazante. Foram aplicadas análises de abundância relativa, frequência de ocorrência, densidade, índices ecológicos ( $H'$ ,  $J$ ,  $DMg$ ), análise de variância (ANOVA), análise de agrupamento e Análise de Correspondência Canônica (CCA). A *Sardinella brasiliensis* foi a espécie dominante (77,08%) e com maior densidade registrada durante o período chuvoso na maré de vazante. A CCA indicou por meio dos eixos que salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura e pH estruturam as assembleias larvais. Os resultados demonstram que a sazonalidade, aliada ao regime de maré, influencia a composição e distribuição do ictioplâncton, fornecendo subsídios ecológicos para estratégias de manejo e conservação estuarina.

Palavras-chave: larvas de peixe, composição, alumar, sazonalidade.

## ABSTRACT

Estuarine ecosystems act as important nurseries for ichthyoplankton, hosting species in their early stages of development. This study aimed to evaluate the spatial-seasonal distribution of ichthyoplankton under the influence of the tidal cycle in the Rio dos Cachorros estuary and Estreito dos Coqueiros, which belong to the Golfão Maranhense - MA. Samples were collected using a 300 micrometer mesh plankton net at four sampling stations during the dry and rainy seasons, covering both high and low tides. Analyses of relative abundance, frequency of occurrence, density, ecological indices ( $H'$ ,  $J$ ,  $Dmg$ ), analysis of variance (ANOVA), cluster analysis, and canonical correspondence analysis (CCA) were applied. *Sardinella brasiliensis* was the dominant species (77.08%) and had the highest density recorded during the rainy season at low tide. CCA indicated through the axes that salinity, dissolved oxygen, temperature, and pH structure the larval assemblages. The results demonstrate that seasonality, combined with the tidal regime, influences the composition and distribution of ichthyoplankton, providing ecological subsidies for estuarine management and conservation strategies.

Keywords: fish larvae, composition, alumar, seasonality.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral .....	11
2.2 Objetivos Específicos .....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	12
3.1 Ambiente estuarino .....	12
3.2 Influência do ciclo de maré na dispersão e retenção do ictioplâncton.....	12
3.3 Abundância do ictioplâncton no Estado do Maranhão .....	13
3.4 Variações de maré .....	13
4 REFERÊNCIAS .....	14
5 CAPÍTULO 1.....	16
6 ANEXO .....	44
6. 1 Normas da revista .....	44
6.2 Diretrizes para Autores.....	44

## **1 INTRODUÇÃO**

Os peixes são um dos recursos pesqueiros mais valiosos para a humanidade, destacando-se como uma das principais fontes de alimento para as populações que vivem nas áreas costeiras do Brasil. Assim, estudar os estágios iniciais do ciclo de vida dessas espécies fornece informações valiosas do recrutamento de novos indivíduos nas populações e sobre seu potencial para uma exploração sustentável (Beltran e Ríos, 2000; Zacardi et al., 2017). Essas informações permitem identificar as áreas de desova e seus padrões temporais, além de explicar os comportamentos migratórios nas populações de peixes (Ponte et al., 2016; Zacardi e Ponte, 2016; Ferreira et al., 2016).

Os estuários atuam como berçários para diversas espécies de peixes, fornecendo um habitat para fases específicas da vida, particularmente para espécies de importância socioeconômica (Vasconcelos et al., 2023). Vários peixes que vivem em ambientes estuarinos são residentes transitórios, utilizando esses ambientes somente durante estágios específicos da vida, como desova ou desenvolvimento juvenil (Whitfield, 2023).

Os estágios de desenvolvimento larval e adulto da mesma espécie de peixe apresentam demandas ecológicas variadas (Nakatani et al. 2001). Consequentemente, adquirir insights acerca da ecologia dessas larvas é importante para elucidar os mecanismos pertinentes à sobrevivência desses organismos, tornando esse conhecimento indispensável para a gestão dos recursos pesqueiros.

A composição e abundância de larvas atuam como indicadores da capacidade de dispersão e dos efeitos da degradação dos habitats e da qualidade da água sobre os estágios mais frágeis do ciclo de vida dos peixes, já que as larvas são mais sensíveis aos distúrbios ambientais (Schlosser, 1985).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar a distribuição espaço-sazonal do ictioplâncton sob influência do ciclo de maré no estuário do Rio dos Cachorros e do Estreito dos Coqueiros, visando fornecer subsídios ecológicos dos peixes que utilizam esse ambiente estuarino.

## **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar a abundância relativa, densidade e frequência de ocorrência do ictioplâncton no ciclo de maré enchente e vazante e no período sazonal e entre estações;
- Descrever a diversidade do ictioplâncton por meio dos índices ecológicos no ciclo de maré e no período sazonal;
- Averiguar a influência dos parâmetros ambientais (salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH) sobre a densidade do ictioplâncton no ciclo de maré e no período sazonal.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Ambiente estuarino**

O ecossistema estuarino é um ambiente de transição sujeito à intensa influência de forças físicas, como a entrada de água doce e as oscilações de maré (enchente e vazante), o que torna o estuário uma área com grande complexidade de processos hidrodinâmicos (Barletta - Bergan et al., 2002). Esses ambientes oferecem boas oportunidades de obter alimentação e abrigo de predadores naturais, o que aumenta as taxas de sobrevivência das larvas de peixes (Munro, 1990, Urho, 1999).

### **3.2 Influência do ciclo de maré na dispersão e retenção do ictioplâncton**

Há vários fatores que influenciam a reprodução bem sucedida dos peixes, incluindo a dispersão e retenção de larvas em ambientes ecologicamente favoráveis. No ambiente estuarino, esses fatores estão relacionados diretamente aos ciclos de maré que atingem a distribuição espacial, a composição e a abundância do ictioplâncton (Leite et al., 2006; Zacardi et al., 2017). Nesse contexto podemos citar o estuário Guajará-Mirim, no Pará, no qual Silva et al. (2017) identificou 1.242 larvas na maré vazante e 1.896 larvas na maré enchente, sendo classificadas em 7 ordens, 13 famílias e 21 espécies. Neste estudo a ordem Clupeiforme apresentou alta abundância em todos os ciclos de marés, mostrando assim a influência do ciclo de maré sobre o número de taxa.

### **3.3 Abundância do ictioplâncton no Estado do Maranhão**

Na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Maranhão, Silveira (2011) em seu estudo sobre a abundância e distribuição do ictioplâncton coletou 456 larvas de peixes. Nesse levantamento, foi identificado 23 famílias, sendo a Carangidae especialmente representativa na área analisada. Soares et al. (2014), em sua investigação da bacia do rio Bacanga, documentaram a presença de larvas e ovos de peixes durante todo o período de amostragem. Esses pesquisadores determinaram que as larvas de peixes dentro da área de estudo exibem uma distribuição espacial influenciada por fatores marinhos, com locais mais próximos à foz do rio servindo como ambientes utilizados para desova e desenvolvimento inicial.

### **3.4 Variações de maré**

A influência da maré na diversidade do ictioplâncton é um fator determinante para a dinâmica ecológica dos ecossistemas. As variações de maré afetam diretamente a distribuição, abundância e composição do ictioplâncton, promovendo a troca de nutrientes e a conectividade entre diferentes habitats, como estuários e zonas costeiras, demonstrando a importância do estuário no suporte aos estágios iniciais da vida dos peixes (Mocuba et al., 2023). Assim, compreender os efeitos das marés sobre o ictioplâncton é importante para a conservação da biodiversidade e para o manejo sustentável do ecossistema estuarino, uma vez que esses organismos participam diretamente da cadeia alimentar e na manutenção do equilíbrio ecológico.

O litoral maranhense apresenta uma das maiores amplitudes de maré do Brasil, alcançando até 7 metros. Esse fenômeno gera correntes de maré que podem atingir velocidades de até 7 nós, inundando diariamente uma extensa zona costeira dominada por manguezais (Femar, 2000). A penetração das águas ocorre principalmente por meio de diversos igarapés (Batista e Rêgo, 2001). Essa intensa dinâmica hidrológica influencia diretamente sobre a distribuição da fauna estuarina (Ferreira, 1988).

#### 4 REFERÊNCIAS

BATISTA, V. da S.; RÊGO, F. N. A influência da maré no sistema de amostragem de peixes no estuário do rio Tibiri, São Luís, estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 34, p. 131-136, 2001.

BARLETTA - BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Community structure and temporal variability of ichthyoplankton in North Brazilian mangrove creeks. **Journal of Fish Biology**, Estados Unidos, v. 61, p. 33-51, 2002.

BELTRÁN-LEÓN, B. S.; RÍOS, R. **Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano**. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA - Buenaventura, 727 p., 2000.

BONECKER, A. C. T.; CASTRO, M. S.; NAMIKI, C. A. P.; BONECKER, F. T.; BARROS, F. B. A. G. Larval fish composition of a tropical estuary in northern Brazil (2°18'-2°47'S/044°20'-044°25'W) during the dry season. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 3, p. 235-241, 2007.

FEMAR. **Catálogo das Estações Maregráficas do Brasil**, 2000.

FERREIRA, L. C.; PONTE, S. C. S.; SILVA, A. J. S.; ZACARDI, D. M. Distribuição de larvas de *Hypophthalmus* (Pimelodidae, Siluriformes) e sua relação com os fatores ambientais no Baixo Amazonas, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, n. 2, p. 86-106, 2016.

FERREIRA, H.O. Contribuição ao estudo das correntes de maré dos Estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, Ilha de São Luís, Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v.8, p. 45-60, 1988.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V.; FREITAS, C. E. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 557-562, 2006.

MOCUBA, J.; LEITÃO, F.; TEODÓSIO, M. A. The diversity of fish larvae in the Bons Sinais Estuary (Mozambique) and its role as a nursery to marine fish resources. **Diversity**, v. 15, n. 8, p. 883, 2023.

MUNRO, A. D. **General introduction**. In: MUNRO, A. D.; SCOTT, A. P.; LAM, T. J. (Eds.). **Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences**. Florida: Press, p. 1-11, 1990.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, p. 378, 2001.

NETO, P. A. do C. **Avaliação da composição do ictioplâncton sob influência de condições oceanográficas e de efluente doméstico na região costeira do Rio Vermelho, Salvador, Bahia, Brasil.** p. 13, 2018.

SCHLOSSER, I. J. "Flow regime, juvenile abundance and the assemblage structure of stream fishes". **Ecology**, v. 66, n. 5, p. 1484-1490, 1985.

SILVA, A. C. da; MANGAS, A. P.; SILVA, S. C.; JESUS MONTELO, D. de; PALHETA, G. D. A.; MELO, N. F. A. C. de. Variação do ictioplâncton em relação ao ciclo de maré e à distribuição espaço-sazonal no estuário Guajará-Mirim-Pará, Brasil. **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 17, n. 1, p. 47-57, 2017.

SILVEIRA, P. C. A. da. **Distribuição e abundância das larvas de peixes na Zona Econômica Exclusiva do Estado do Maranhão, Brasil.** In: NUNES, J. L. S.; PIORSKI, N. M. (Org.). **Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão.** São Luís (MA): Café e Lápis; Fapema, 2011.

SOARES, R. D. B.; CUTRIM, V. J.; SILVEIRA, P. C. A. da. Diversidade de Larvas de Peixes da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (Maranhão-Brasil). **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 8, n. 2, 2014.

URHO, L. Relationship between dispersal of larvae and nursery areas in the Baltic Sea. **ICES Journal of Marine Science**, v. 56, p. 114-121, 1999.

VASCONCELOS, R. P. et al. River-coast connectivity, estuarine nursery function and coastal fisheries. **Treatise on estuarine and coastal science**, v. 10, p. 81-107, 2011.

WHITFIELD, A. K. (2023). Life cycles and challenges for fish species that breed in South African estuaries. **Journal of Fish Biology**. <https://doi.org/10.1111/jfb.15618>

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S. Padrões de distribuição e ocorrência do ictioplâncton no médio rio Xingu, Bacia Amazônica, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 949-972, 2016.

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S.; FERREIRA, L. C.; LIMA, M. A. S.; CHAVES, C. S.; SILVA, A. J. S. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 12-20, 2017.

## 5 CAPÍTULO 1

### **Avaliação da Distribuição Espaço-Sazonal do Ictioplâncton Sob Influência do Ciclo de Maré na área Portuária da Ilha de São Luís – MA**

### **Evaluation of the Spatial-Seasonal Distribution of Ichthyoplankton Under the Influence of the Tidal Cycle in the Port Area of São Luís Island - MA**

### **Evaluación de la Distribución Espacial y Estacional del Ictioplancton Bajo la Influencia del Ciclo de Mareas en la Zona Portuaria de la Isla de São Luís - MA**

**Leandro Mendes Lima**

Graduando em Oceanografia  
Universidade Federal do Maranhão  
São Luís - Maranhão, Brasil  
leandromendes050@gmail.com

**Paula Cilene Alves da Silveira**

Doutora em Oceanografia  
Uni Bremen - Zentrum für Marine Tropenökologie  
São Luís - Maranhão, Brasil  
pca.silveira@ufma.br

#### **RESUMO**

Ecossistemas estuarinos atuam como importantes berçários para o icteoplâncton, acolhendo espécies em estágios iniciais de desenvolvimento. Este estudo teve como objetivo avaliar a distribuição espaço-sazonal do icteoplâncton sob influência do ciclo de maré no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito dos Coqueiros. As coletas foram realizadas em quatro estações amostrais durante os períodos de estiagem e chuvoso, abrangendo marés de enchente e vazante. Foram aplicadas análises de abundância relativa, frequência de ocorrência, densidade, índices ecológicos ( $H'$ ,  $J$ ,  $DMg$ ), análise de variância (ANOVA), análise de agrupamento e Análise de Correspondência Canônica (CCA). A *Sardinella brasiliensis* foi a espécie dominante (77,08%) e com maior densidade registrada durante o período chuvoso na maré de vazante. A CCA indicou por meio dos eixos que salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura e pH estruturam as assembleias larvais. Os resultados demonstram que a sazonalidade, aliada ao regime de maré, influencia a composição e distribuição do icteoplâncton, fornecendo subsídios ecológicos para estratégias de manejo e conservação estuarina.

**Palavras-chave:** larvas de peixe, composição, alumar, sazonalidade.

#### **ABSTRACT**

Estuarine ecosystems function as important nursery grounds for ichthyoplankton, harboring species in early developmental stages. This study aimed to evaluate the spatio-seasonal distribution of ichthyoplankton under the influence of the tidal cycle in the Rio dos Cachorros and Estreito dos Coqueiros estuary. Sampling was conducted at four sites during both dry and rainy seasons, encompassing flood and ebb tides. Analyses included relative abundance,

frequency of occurrence, density, ecological indices (H', J, DMg), analysis of variance (ANOVA), cluster analysis, and Canonical Correspondence Analysis (CCA). *Sardinella brasiliensis* was the dominant species (77.08%) and exhibited the highest density during the rainy season at ebb tide. CCA results indicated that salinity, dissolved oxygen, temperature, and pH are key factors structuring the larval assemblages. The findings demonstrate that seasonality, combined with the tidal regime, influences the composition and distribution of ichthyoplankton, providing ecological insights for estuarine management and conservation strategies.

**Keywords:** fish larvae, composition, alumar, seasonality.

## RESUMEN

Los ecosistemas estuarinos actúan como importantes criaderos de ictioplancton, albergando especies en estadios tempranos de desarrollo. El objetivo de este estudio fue evaluar la distribución estacional del ictioplancton bajo la influencia del ciclo mareal en los estuarios Rio dos Cachorros y Estreito dos Coqueiros. Se realizaron recolecciones en cuatro estaciones de muestreo durante las estaciones seca y lluviosa, cubriendo las mareas de crecida y refluo. Se aplicaron análisis de abundancia relativa, frecuencia de aparición, densidad, índices ecológicos (H', J, DMg), análisis de varianza (ANOVA), análisis de conglomerados y análisis canónico de correspondencias (ACC). *Sardinella brasiliensis* fue la especie dominante (77,08%) y tuvo la mayor densidad registrada durante la estación lluviosa en la marea menguante. El CCA indicó a través de los ejes que la salinidad, el oxígeno disuelto, la temperatura y el pH estructuran los ensamblajes larvarios. Los resultados muestran que la estacionalidad, combinada con el régimen de mareas, influye en la composición y distribución del ictioplancton, proporcionando subsidios ecológicos para la gestión estuarina y las estrategias de conservación.

**Palabras clave:** larvas de pez, composición, alumar, estacionalidad.

## 1 INTRODUÇÃO

A análise do ictioplâncton, especialmente das larvas, é uma ferramenta eficaz para monitorar a qualidade ambiental e os impactos da degradação dos ecossistemas aquáticos, pois as larvas de peixe são sensíveis a distúrbios ambientais (Schlosser, 1985). O ecossistema estuarino atua como berçário para o ictioplâncton, pois diversas espécies de peixe com importância socioeconômica usam esse ambiente como habitat para as fases específicas da vida e para desovar (Vasconcelos et al., 2023). Então, o estudo do ciclo de vida dessas espécies fornece dados importantes sobre o recrutamento de novos indivíduos nas populações (Zacardi et al., 2017).

A influência da maré na diversidade do ictioplâncton é um fator determinante para a dinâmica ecológica dos ecossistemas (Castro, 2011). As variações de maré afetam diretamente a distribuição, abundância e composição do ictioplâncton. Elas promovem também a troca de nutrientes e a conectividade entre diferentes habitats, como estuários e zonas costeiras. Esses

eventos demonstram a importância do estuário no suporte aos estágios iniciais da vida dos peixes (Mocuba et al., 2023). Assim, compreender os efeitos das marés sobre o icteoplâncton é interessante, pois auxilia na conservação da biodiversidade do ecossistema estuarino.

Embora o litoral maranhense possua uma das maiores amplitudes de maré (até 7m) do Brasil (González-Gorbeña; Rosman; Qassim, 2015), estudos acerca da influência dos ciclos de marés sobre o icteoplâncton nos ambientes estuarinos do Maranhão ainda representam uma lacuna expressiva no âmbito da pesquisa científica. Apesar da existência de estudos prévios relacionados ao zooplâncton e às assembleias de peixes na área (Bonecker, 2009; Sousa, 2014), observa-se uma carência notável de investigações direcionadas especificamente ao icteoplâncton, particularmente no que tange à sua distribuição e abundância em função dos ciclos de marés. Essa lacuna de conhecimento compromete uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas ecológicas locais, limitando, assim, a formulação de estratégias de conservação e manejo ambiental baseadas em evidências científicas.

A hidrodinâmica da baía maranhense de São Marcos, de acordo com Pereira et al. (2016), apresenta uma maré assimétrica, em que na média espacial, as correntes de maré vazante acabam sendo mais intensas do que as de enchente. Tal fato, dispersa passivamente as larvas de peixe por meio dos ciclos de marés de enchente e vazante nos quais as distribuem na área estuarina (Arevalo et al., 2023).

Os organismos planctônicos além de atuarem como indicadores hidrológicos podem responder a mudanças ambientais (Suthers e Rissik, 2009). Estudos indicam uma relação entre as fases larval e adulta de peixes, sugerindo que fatores oceanográficos, meteorológicos ou biológicos durante a fase planctônica podem influenciar significativamente a composição e abundância das populações adultas (Meekan; Milicich; Doherty, 1993; Robertson; Gaines; Kaufmann, 1999). Esses fatores indicam uma interação ecológica complexa que vai além da influência das marés (Monreal Gómez et al., 2013). Variáveis físicas, como temperatura e salinidade, regulam a abundância de ovos e larvas de peixe, podendo impactar o estoque reprodutivo ou a sobrevivência larval por meio de seus efeitos no crescimento e desenvolvimento (Sánchez Velasco et al., 2002).

Nesse contexto, torna-se necessário avaliar a distribuição espaço-sazonal do icteoplâncton sob influência do ciclo de maré no estuário do Rio dos Cachorros e do Estreito dos Coqueiros, visando fornecer subsídios ecológicos dos peixes que utilizam esse ambiente

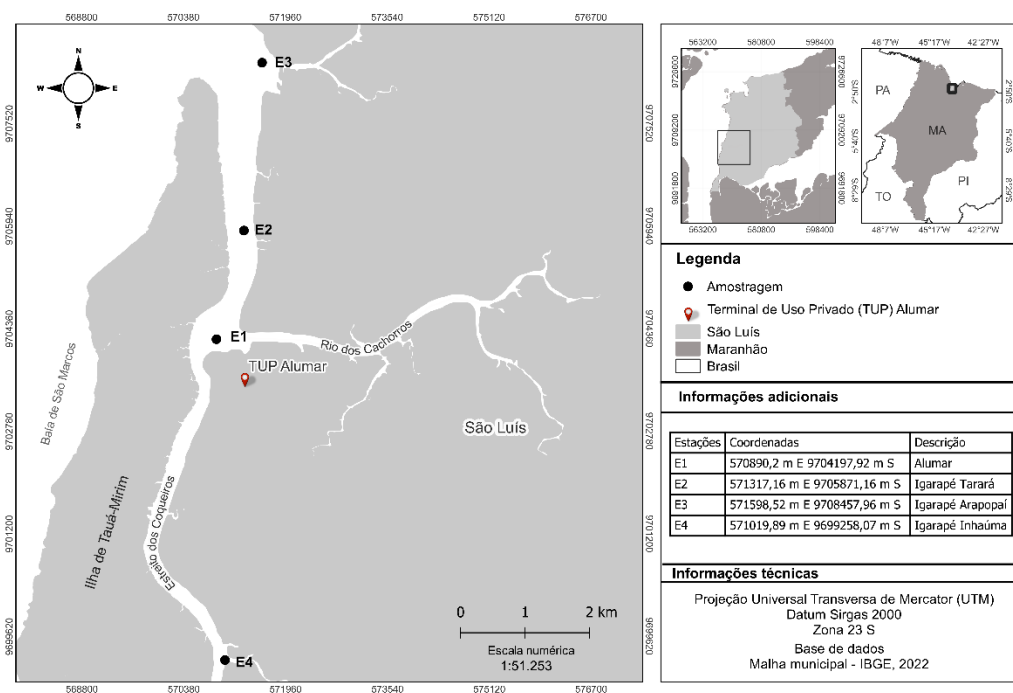
estuarino.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o sistema estuarino compreendido pelo Rio dos Cachorros e o Estreito de Coqueiro, situados entre as coordenadas: 2°38' 12" S , 44°23'35" W , 2°43'14" S e 44°17'50" W nas proximidades do Terminal de Uso Privado da Alumar (Figura 1). As quatro estações de coletas estão perto da foz do Rio dos Cachorros (E1), Igarapé Tarará (E2), Igarapé Arapopai (E3) e Igarapé Inhaúma (E4).

Figura 1. Mapa ilustrativo do local de coleta e suas respectivas estações de coleta no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros – Golfão Maranhense, Ilha do Maranhão, Brasil.



Fonte: Autores

Esse sistema estuarino é composto por águas provenientes da Baía de São Marcos que adentram o Estreito dos Coqueiros através de duas aberturas localizadas nas extremidades da Ilha de Tauá-Mirim. Além disso, a principal contribuição fluvial para esse sistema é proveniente do Rio dos Cachorros, cujo curso se estende por cerca de 7,5 km até sua confluência com o Estreito dos Coqueiros (Castro, 1986).

No estuário do Estreito dos Coqueiros, o sistema de marés apresenta amplitudes

variando entre 6 e 7 metros, com uma média de 6,59 metros, sendo registradas duas preamares e duas baixa-mares diariamente, com intervalos de aproximadamente 6 horas (Ferreira, 1988; Feitosa, 1989; Santos et al., 2004).

## 2.2 COLETA DOS DADOS

As amostras biológicas foram coletadas em setembro e dezembro de 2022, bem como em março e junho de 2023, correspondendo aos ciclos hidrológicos de enchente e vazante, em alinhamento com os períodos sazonais de chuva e estiagem. Além disso, as amostras foram adquiridas de quatro estações de coleta distribuídas na área de estudo.

As amostras foram obtidas da subsuperfície da coluna de água utilizando uma rede de plâncton cônico-cilíndrica com uma malha de 300  $\mu\text{m}$  e diâmetro de boca igual a 60 cm. Em uma embarcação, a rede foi posicionada contra a corrente para potencializar a captura de organismos, culminando em um total de 32 amostras. Depois de cada arrasto, as amostras foram preservadas em uma solução de 4% de formaldeído e posteriormente conservados em recipientes de polietileno, que foram rotulados e identificados com relação ao local e data da coleta.

Simultaneamente com a aquisição de amostras biológicas, variáveis ambientais, incluindo temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade, pH e oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ), foram medidas in situ na subsuperfície da coluna de água (0-1 m) utilizando uma sonda multiparâmetros marca Hanna HI 98494, previamente calibrada com solução padrão.

## 2.3 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

No Laboratório Integrado de Zooplâncton e Ictioplâncton (LIZIC), que faz parte do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão, foi realizada a triagem das amostras bióticas, em que larvas e ovos foram separados do material particulado em suspensão e organismos planctônicos em geral, utilizando pinças, placas de Petri e um microscópio. Após isso, as larvas foram quantificadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, empregando literatura especializada (Fahay, 1983; Moser, 1996; Nakatani et al., 2001; Richards, 2005; Leite et al., 2007; Oliveira et al., 2008).

A identificação larval foi baseada em uma série de atributos morfológicos, merísticos e

morfométricos. Entre as características empregadas nesse processo de identificação, os seguintes fatores foram considerados: a forma do corpo, a pigmentação corporal do organismo, a presença de estruturas ornamentais, a posição da abertura anal no corpo, a forma do trato digestivo, projeção da formação das nadadeiras e da bexiga natatória, número de raios, de espinhos, de miômeros e das nadadeiras.

## 2.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS

### 2.4.1 Abundância Relativa (%)

Para determinar espécies dominantes foi utilizada a abundância relativa (%), que foi executado de acordo com a fórmula a seguir:

$$Ar = \frac{(Na \times 100)}{NA} \quad (1)$$

onde:

Na = número total de ovos e larvas de peixe atribuídos a cada família ou espécie determinada a partir da amostra;

NA = quantidade total de ovos e larvas de peixe incluídos na amostra.

### 2.4.2 Frequência de Ocorrência (%)

A frequência de ocorrência (%) foi calculada para determinar o percentual de importância relativa das espécies na área de estudo para o período amostrado. Que foi realizado utilizando a fórmula:

$$Fo = \frac{(Ta \times 100)}{TA} \quad (2)$$

onde:

Ta = número de amostras nas quais houve a ocorrência do táxon;

TA = número total de amostras.

A classificação de famílias ou espécies, foi conforme o estabelecido pela escala de

Neumann-Leitão (1994): > 70% muito frequentes; 70 - 40% frequentes; 40 - 10% incomuns; < 10% esporádicas.

#### 2.4.2 Densidade (org/100 m<sup>3</sup>)

A quantificação das larvas do táxon identificadas em cada ponto de amostragem foi transformada em densidade larval expressa por 100 m<sup>3</sup> e ovos por 100 m<sup>3</sup>. A estimativa do volume de água filtrada durante o arrasto foi calculada de acordo com a metodologia descrita por Omori e Ikeada (1984):

$$Vf = \pi \times r^2 \times d \quad (3)$$

onde:

Vf = volume de água filtrada (m<sup>3</sup>);

r = raio da boca da rede (m);

d = distância percorrida (m);

$\pi$  = constante Pi, aproximadamente igual a 3,14159.

Após isso a densidade foi verificada por meio da fórmula:

$$d = \left(\frac{N}{V}\right) \times 100 \quad (4)$$

onde:

d = densidade por 100 m<sup>3</sup>;

N = número de ovos e larvas coletadas;

V = volume de água filtrada (m<sup>3</sup>).

## 2.5 ÍNDICES ECOLÓGICOS

### 2.5.1 Diversidade de Shannon

O índice diversidade de Shannon-Wiener (1949), foi calculado para determinar a variação das espécies na comunidade ictioplanctônica conforme a fórmula:

$$H' = \frac{N \times \ln(N) - \sum [ni \times \ln(ni)]}{N} \quad (5)$$

onde:

N = Número total de indivíduos amostrados;

n = número de espécies amostradas;

ni = número de indivíduos da espécie i;

ln = logaritmo natural (base e).

### 2.5.2 Índice de Equitabilidade de Pielou

O índice de Equitabilidade de Pielou (1969) foi calculado para expressar a maneira pela qual o número de indivíduos está distribuído entre as diferentes espécies, isto é, indicar se há uniformidade na distribuição dos indivíduos dentre as espécies. Esse índice é calculado conforme a fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H' \max} \quad (6)$$

onde:

H' max = ln (n), com n representando o número de espécies na amostra;

H' = índice de Shannon-Weaver.

Os resultados da equitabilidade variam de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0 (zero) mais baixa será a equitabilidade. Acima de 0,5 é considerada significativa e equitativa, o que representa uma distribuição relativamente uniforme de todas as espécies na amostra ao se aproximar de 1 (um), mais bem distribuídos estarão seus espécimes dentro das espécies pertencentes à comunidade, indicando elevada equitabilidade.

### 2.5.3 Riqueza Específica de Margalef

O índice riqueza de Margalef (1958), foi calculado para verificar o número total de espécies (S) em uma unidade amostral através da seguinte fórmula:

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln N} \quad (7)$$

onde:

S = número total de famílias ou espécies presentes na amostra;

N = número total de indivíduos observados na amostra.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para examinar a presença de diferenças estatisticamente significativas na densidade de larvas e ovos, uma análise de variância bifatorial (Anova two way) foi empregada considerando a sazonalidade e ciclo de maré.

Para avaliar a similaridade, foi aplicada a análise de agrupamento (Cluster) entre os pontos amostrais e as espécies, agrupando-as em categorias. Isso possibilita a construção de dendrogramas para a classificação e ordenação das comunidades, com base em suas semelhanças. A fim de evidenciar os padrões de similaridade entre os pontos de coleta, foram utilizados os valores de densidade das larvas de peixe logaritmizados [ $\log(x+1)$ ]. O coeficiente de associação utilizado foi a distância de Bray-Curtis com método de ligação pela média.

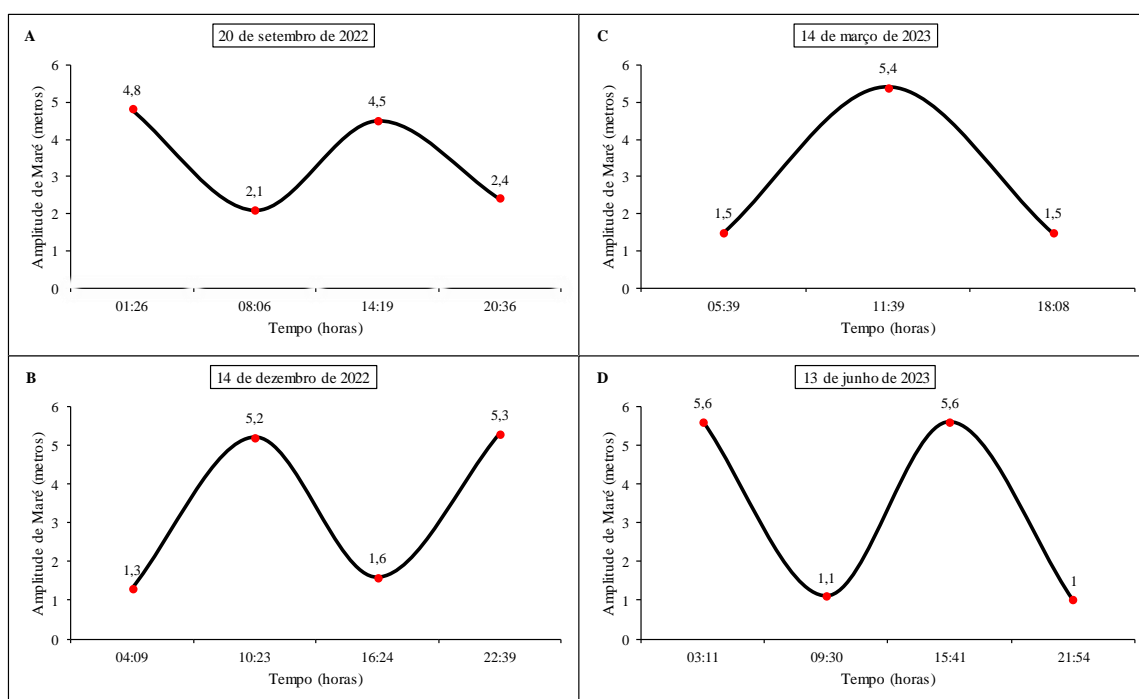
Para ordenar possíveis correlações entre a distribuição de ovos e larvas, os parâmetros ambientais e o período sazonal uma análise de correspondência canônica (CCA) foi conduzida. O Programa Computacional PAST 4.0.3 (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis) foi utilizado para executar as análises estatísticas (Hammer et al. 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 DADOS ABIÓTICOS

A variação da amplitude de maré (Figura 2) ao longo do período sazonal no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito dos Coqueiros que apresenta dados de quatro datas representativas, observa-se um regime predominantemente semidiurno, com duas preamares e duas baixa-mares por dia, e amplitudes mais acentuadas nos meses de dezembro de 2022 e junho de 2023.

Figura 2. Variação da amplitude de maré em diferentes períodos sazonais no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito dos Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil.



Fonte: Autores

A temperatura superficial da água (Tabela 1) apresentou uma pequena oscilação, no período de estiagem, com mínimo de 27,94°C e máximo de 29,48°C, com uma amplitude de 1,54°C. E no período chuvoso, a temperatura superficial da água apresentou mínima de 27,41°C e máxima de 29,88°C, com uma amplitude de 2,47°C. Embora junho seja o período chuvoso, foi o mês de maior temperatura na área de estudo, alcançando 29,88°C (estação 2), contrário ao resultado que Gomes (2017) observou no estuário do Arraial (MA) em que as maiores temperaturas superficiais das águas foram durante o período de estiagem, devido à menor

precipitação pluviométrica, conseqüentemente, uma maior evaporação, elevando a temperatura. No entanto, na área estudada neste trabalho, a temperatura foi maior no período chuvoso, mostrando comportamento oposto ao observado pela autora. Os elevados valores de temperatura observados no período chuvoso podem estar associados aos horário de realização das coletas, que corresponde ao período de maior incidência solar local, especialmente durante o mês de junho.

A salinidade (Tabela 1) nos meses de setembro e dezembro (estiagem) apresentou uma pequena variação com mínimo de  $19,89 \text{ g kg}^{-1}$  e máximo de  $27,88 \text{ g kg}^{-1}$ . Já nos meses de março e junho (chuvoso) variou de mínimo  $9,45 \text{ g kg}^{-1}$  e máximo de  $18,42 \text{ g kg}^{-1}$ . As medidas de salinidade variaram bastante entre os períodos de coletas, indicando que o estuário tem uma alta amplitude entre o período chuvoso e de estiagem. Corroborando com isso, no estuário Guajará-mirim (PA), Silva et al. (2016) encontraram uma considerável diminuição nos valores de salinidade nos meses do período chuvoso.

No período chuvoso a salinidade (Tabela 1) manteve características mesohalinas, apresentada pela maioria das águas estuarinas das regiões tropicais, tal parâmetro pode estar sendo influenciado pela pluviosidade e aporte fluvial, que gradativamente diluem as águas salinas dentro do sistema estuarino. Em março, estação chuvosa, há uma queda acentuada na salinidade em ambas as fases de marés quando comparado aos meses de coleta anteriores. Durante a enchente na estação 1 ( $10,33 \text{ g kg}^{-1}$ ) se obteve uma menor salinidade, sugerindo intenso aporte de água doce advinda da confluência próximo à estação. Semelhantemente, em junho, período chuvoso, na estação 4 ( $9,45 \text{ g kg}^{-1}$ ) durante a enchente, a salinidade alcança seu menor valor, revelando o efeito prolongado da descarga fluvial.

Os valores de pH (Tabela 1) se mostraram básicos em todas as estações de coleta e períodos sazonais, variando entre 7,95 e 8,27. Valores de pH básicos para ambientes estuarinos da costa nordeste também foram reportados por Eschrique e Marins (2006) e Marins et al. (2003), que encontraram valores de pH acima de 8,0 nas águas do estuário do Jaguaribe (CE); por Soares (2013), que apresentaram valores de pH variando entre 7,3 e 8,7 no estuário do Rio Bacanga (MA). A resolução CONAMA n° 357/2005 recomenda pH entre 6,5 e 9,0 para água salina, podendo haver uma mudança natural do pH de  $\pm 0,2$ , para água salobra. Sendo assim, os dados obtidos neste trabalho sobre o pH estão enquadrados nesta resolução.

Os valores de OD (oxigênio dissolvido) (Tabela 1) sempre se mostraram constantes em

todas as estações de coleta e períodos sazonais, exceto durante a estiagem no mês de dezembro em que o OD variou entre 2,77 e 4,20 mg L<sup>-1</sup>. Segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005, o valor mínimo recomendado de OD para a preservação da vida aquática é de 5,0 mg L<sup>-1</sup>. Valores abaixo desse limite, como os registrados (2,77 a 4,20 mg L<sup>-1</sup>), indicam condições de estresse para muitos organismos aquáticos e podem comprometer a sobrevivência de espécies mais sensíveis.

O nível de oxigênio dissolvido em águas naturais de acordo com Eschrique (2011), é uma indicação direta de qualidade de água, uma vez que este gás é fundamental para a subsistência de peixes e outras vidas aquáticas heterotróficas, pois auxilia na decomposição natural da matéria orgânica. Estudos na região nordeste como o realizado por Martins et al. (2009) encontraram em águas de superfície no estuário do Rio Bacanga (MA), valores de OD que variaram de 1,41 a 5,27 mg L<sup>-1</sup>, os autores associaram os baixos valores ao consumo de oxigênio pelo processo de decomposição da matéria orgânica, oriunda de manguezais adjacentes, o que pode explicar as baixas concentrações de OD obtidas em dezembro na área deste estudo.

Tabela 1. Parâmetros físicos e químicos da água temperatura (T°C), salinidade (Sal. g kg<sup>-1</sup>), pH e oxigênio dissolvido (OD mg L<sup>-1</sup>) registrados nas quatro estações de coleta durante os períodos sazonais (setembro/dezembro de 2022 e março/junho de 2023), em condições de maré enchente (Ench) e vazante (Vaz) no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil.

Parâmetros físicos e químicos							
Período Sazonal	Maré	Estações	Horário	T (°C)	Sal. (g kg <sup>-1</sup> )	pH	OD (mg L <sup>-1</sup> )
setembro (estiagem)	Ench.	1	10:55	28,68	21,12	8,21	6,41
		2	10:40	28,54	21,86	8,27	6,68
		3	11:52	28,5	23,77	8,1	5,86
		4	11:16	28,92	19,89	7,95	6,79
	Vaz.	1	07:45	28,19	21,95	8,07	6,67
		2	07:35	28,16	22,3	8,16	5,97
		3	07:15	27,94	21,63	7,97	4,9
		4	08:10	28,36	19,94	7,96	5,76
dezembro (estiagem)	Ench.	1	09:04	28,69	25,02	7,99	4,2
		2	10:20	28,87	27,68	8,2	4,04
		3	10:10	28,68	27,88	7,87	4,19
		4	08:44	28,79	24,88	8,21	3,99
	Vaz.	1	14:30	29,32	25,9	7,93	3,4
		2	14:50	28,98	26,42	7,74	2,98
		3	15:07	28,91	27,03	7,69	2,87
		4	14:00	29,48	24,48	7,87	2,77
março (chuvoso)	Ench.	1	08:42	27,91	10,33	7,58	4,21
		2	08:22	27,41	14,17	7,61	5,83

		3	08:04	27,94	18,42	8,05	5,43
		4	09:08	28,19	13,25	7,81	4,02
		1	12:45	28,63	12,61	7,86	5,26
	Vaz.	2	13:01	28,61	13,12	7,54	5,83
		3	13:10	28,55	14,28	7,67	6,47
		4	12:25	28,71	12,31	7,87	4,9
		1	10:58	29,67	10,82	7,65	6,98
	Ench.	2	11:10	29,88	13,75	7,38	6,65
		3	11:21	29,25	15,39	7,73	7,01
		4	10:36	29,69	9,45	7,77	6,2
junho (chuvoso)		1	07:03	29,24	13,43	7,9	5,79
	Vaz.	2	07:17	29,09	14,47	7,59	5,98
		3	07:30	28,81	15,03	7,71	6,15
		4	06:44	29,14	10,44	7,79	5,67

Fonte: Autores

### 3.2 COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA

Foram obtidos nos meses de coleta (setembro/dezembro de 2022 e março/junho de 2023) um total de 272 ovos e 1.440 larvas, sendo 581 larvas na maré enchente e 859 na maré vazante. Diferente disso, no estuário paraense Guajará-mirim, Silva et al. (2016) coletaram a maior quantidade de larvas na maré enchente, indicando que o ciclo de maré pode interferir na distribuição das larvas no ambiente estuarino.

As larvas identificadas foram distribuídas em 6 ordens, 7 famílias e 14 espécies. Soares et al. (2014) ao realizarem estudo na bacia do Rio Bacanga registraram a ocorrência de 7 famílias e 9 espécies. Também na bacia hidrográfica do rio Bacanga, Silva, Azevedo e Silveira (2025) observaram a composição larval e identificaram 7 ordens, 8 famílias e 13 espécies de larvas de peixe. Em todos os estudos aqui citados a composição ictioplanctônica foi semelhante à encontrada na área do presente estudo. Em contrapartida, ao comparar o número total de larvas, percebe-se que o estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros apresentaram menor número total de larvas e/ou ovos quando comparado com os estudos de Soares et al. (2014) e Silva, Azevedo e Silveira (2025) na bacia hidrográfica do rio Bacanga.

Sousa, Castro e Silva (2014) verificaram que, no estuário do rio dos Cachorros e no Estreito dos Coqueiros, área coincidente com a do presente estudo, as operações de dragagem e a descarga de efluentes químicos provenientes do complexo industrial local vêm provocando uma sutil, porém contínua, queda na qualidade da água. Tal degradação reflete diretamente na

ictiofauna, reconhecida como indicador de condições ambientais. Corroborando com essa premissa, Cunningham et al. (2005) salientam que o ictioplâncton se comporta como bioindicador eficaz por apresentar elevada sensibilidade a variações físicas e químicas da água.

### 3.3 ABUNDÂNCIA RELATIVA (AR %), DENSIDADE (org./100 m<sup>3</sup>) E FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (Fo %)

No estuário estudado a espécie *Sardinella brasiliensis* foi dominante com 77,08% da abundância relativa total (Tabela 2), sendo mais prevalente no período chuvoso na maré vazante (47,22%). *Anchoviella lepidentostole* foi considerada pouco abundante com 14,59% da abundância relativa total, com predomínio durante o período chuvoso (14,17%) e maré enchente (7,29%). As demais táxons apresentaram abundância relativa inferior a 10% e foram classificadas como esporádicas.

Em estudo realizado no estuário do Rio Paciência, Maranhão, Pachêco et al. (2024) registraram a ocorrência de *S. brasiliensis* como a terceira espécie de maior abundância em ambos os períodos sazonais (chuvoso e estiagem), indicando que esse táxon consegue se adaptar bem às variações ambientais. Paiva e Motta (2000), estudaram os cardumes de *S. brasiliensis* em águas costeiras no Rio de Janeiro e verificaram picos de desovas que estão concentrados nos meses de outubro-março. Segundo Dias (1989), esta espécie apresenta uma estratégia de desova parcelada, onde cada fêmea libera vários ovócitos em uma única estação. Além disso, também apresenta um longo período de reprodução com sucessivas desovas ao longo do ano (Vazzoler e Rossi-Wongtschowski, 1976).

A *A. lepidentostole*, considerada pouco abundante neste estudo (14,59%), tem comportamento anádromo, no qual completa o seu ciclo de vida em águas marinhas, mas realiza sua reprodução em estuários (Riede, 2004). Pachêco et al. (2024) verificaram que, no estuário do rio Paciência (Maranhão), a espécie *A. lepidentostole* representou 42% da comunidade durante o período chuvoso e 89% na estação de estiagem. Esse padrão contrasta com os resultados do presente estudo, no qual o referido táxon alcançou sua maior abundância no período chuvoso, correspondendo a 14,17% do total amostrado.

A abundância relativa dos ovos foi maior no período chuvoso com 72,06% sem grande variação de uma maré para a outra, com abundância de 37,87% e 34,19%, respectivamente a

vazante e enchente. Já na estiagem a abundância relativa total foi de 27,95%, sendo encontrado a maior abundância na maré vazante (19,49%). Em ambos os períodos sazonais a abundância de ovos foi levemente maior na vazante, esse padrão pode estar relacionado à retenção de ovos em habitats favoráveis durante a maré baixa, o que pode aumentar as taxas de sobrevivência (Peebles, 2002).

A espécie de maior densidade (Tabela 2) foi *S. brasiliensis*, com densidade superior durante o período chuvoso (78,81 org./100 m<sup>3</sup> na enchente e 139,20 org./100 m<sup>3</sup> na vazante), isso confirma seu padrão reprodutivo sazonal, sincronizado com o aumento da produtividade no período chuvoso, e também a sua preferência pela maré de vazante, possivelmente devido à maior retenção larval em regiões costeiras. No período de estiagem, sua densidade caiu drasticamente (2,25–6,96 org./100 m<sup>3</sup>).

A *A. lepidentostole* apresenta maior densidade no período chuvoso, mas ao observar a maré os valores de densidade foram muito próximos, sendo 21,49 org./100 m<sup>3</sup> na enchente e 20,27 org./100 m<sup>3</sup> na vazante. Outra espécie de maior densidade no período chuvoso foi *Achirus lineatus* com 6,76 org./100 m<sup>3</sup> e 2,66 org./100 m<sup>3</sup>, respectivamente a maré enchente e vazante. As demais espécies obtiveram baixa densidade conforme a tabela. A densidade das larvas foi evidenciada de forma que o período sazonal se destacou, revelando o período chuvoso como favorável para as maiores densidades. Outros estudos em áreas portuárias (Costa, 2013; Dourdado e Castro, 2009) também registraram baixa densidade de larvas de peixe no período de estiagem e altas densidade no período chuvoso. De acordo com Tyler et al. (2021), isso indica que o período chuvoso detém as melhores condições de habitat para a sobrevivência das larvas.

A presença de ovos também segue o padrão de maior densidade durante o período chuvoso, especialmente na maré de vazante (21,08 ind./m<sup>3</sup>), sugerindo que este período é crítico para os eventos de desova na região estudada.

A análise da frequência de ocorrência (Fo%) (Tabela 2) dos táxons de ictioplâncton revelou padrões distintos de distribuição entre os regimes de maré e os períodos sazonais. As espécies *Coryphopterus personatus*, *Caranx crysos*, *Lycengraulis grossidens* e *Cetengraulis edentulus* ocorreram apenas em uma das marés, com 25% de frequência de ocorrência, sugerindo presença rara e possível dependência de pulsos específicos de entrada ou saída do estuário, e a *Anchovia clupeioides* ocorreu apenas no período de estiagem com 25% na enchente

e 50% na vazante. Por outro lado, *A. lepidentostole* e *A. lineatus* apresentaram 100% de frequência de ocorrência no período chuvoso em ambas as marés, sendo enquadradas como dominantes. *A. S. brasiliensis* destacou-se por apresentar 100% de ocorrência em ambos os regimes de maré e período sazonal, indicando elevada tolerância a variações hidrodinâmicas e ampla capacidade de ocupação do estuário.

A frequência de ocorrência de ovos de peixe foi 100%, independentemente da maré ou sazonalidade, isso reforça a importância do estuário como área reprodutiva e de desova para diversas espécies, atuando como berçário essencial para a ictiofauna. Esse padrão também corrobora a ocorrência contínua de eventos reprodutivos ao longo do ano, ainda que com variações na composição e frequência dos táxons.

Tabela 2. Valores de densidade (org/100 m<sup>3</sup>), abundância relativa (%) e frequência de ocorrência (%) dos Táxons e ovos registrados em diferentes períodos sazonais (estiagem de 2022 e chuvoso 2023) e tipos de maré (enchente e vazante) no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil.

<b>Táxons/Ovos</b>	<b>Período Sazonal</b>	<b>Maré</b>	<b>Densidade (org./100 m<sup>3</sup>)</b>	<b>Abundância Relativa (%)</b>	<b>Frequência de Ocorrência (%)</b>
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	Chuvoso	Enchente	78,81	26,74	100
		Vazante	139,20	47,22	100
	Estiagem	Enchente	2,25	0,76	100
		Vazante	6,96	2,36	100
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	Chuvoso	Enchente	21,49	7,29	100
		Vazante	20,27	6,88	100
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	1,23	0,42	50
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	Chuvoso	Enchente	6,76	2,29	100
		Vazante	2,66	0,90	100
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,20	0,07	25
<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	Chuvoso	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	2,46	0,83	25
		Vazante	2,46	0,84	50
<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepède, 1801)	Chuvoso	Enchente	1,23	0,42	50
		Vazante	1,02	0,35	25
	Estiagem	Enchente	1,23	0,42	50
		Vazante	0,41	0,14	25
<i>Eucinostomus gula</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Chuvoso	Enchente	0,20	0,07	25
		Vazante	0,00	0,00	0

	Estiagem	Enchente	0,20	0,07	25
		Vazante	0,00	0,00	0
<i>Coryphopterus personatus</i> (Jordan & Thompson, 1905)	Chuvoso	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,41	0,14	25
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Chuvoso	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,20	0,07	25
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	Chuvoso	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,20	0,07	25
<i>Cynoscion regalis</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Chuvoso	Enchente	1,23	0,42	50
		Vazante	0,20	0,07	25
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Chuvoso	Enchente	1,43	0,49	50
		Vazante	0,41	0,14	25
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	Chuvoso	Enchente	0,61	0,21	25
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
<i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède, 1802)	Chuvoso	Enchente	0,82	0,28	25
		Vazante	0,00	0,00	0
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	Chuvoso	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,20	0,07	25
	Estiagem	Enchente	0,00	0,00	0
		Vazante	0,00	0,00	0
Ovos	Chuvoso	Enchente	19,04	34,19	100
		Vazante	21,08	37,87	100
	Estiagem	Enchente	4,71	8,46	100
		Vazante	10,85	19,49	100

Fonte: Autores

### 3.4 ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Os resultados indicam que nenhum dos fatores testados apresentou significância estatística ao nível de 5% ( $p < 0,05$ ). A sazonalidade não apresentou significância ( $F = 3,026$ ;  $p = 0,08706$ ). Já os efeitos isolados da maré ( $F = 0,1655$ ;  $p = 0,6856$ ) e da interação entre maré e sazonalidade ( $F = 0,07272$ ;  $p = 0,7883$ ) foram claramente não significativos, indicando uma baixa contribuição desses fatores na explicação da variância observada.

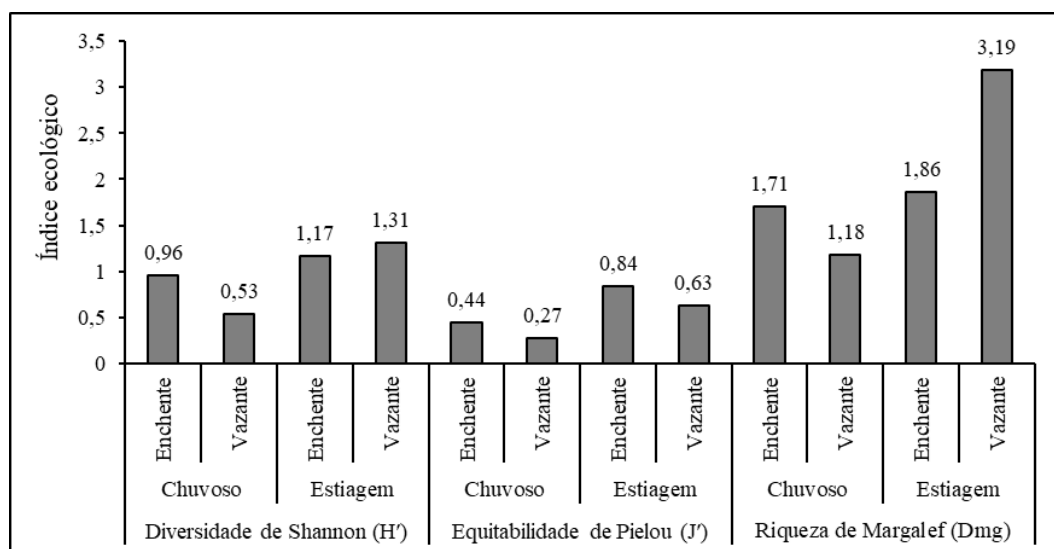
### 3.5 ÍNDICES ECOLÓGICOS

Observa-se que, durante o período chuvoso, os valores de diversidade ( $H'$ ) e equitabilidade ( $J'$ ) (Figura 3) foram mais baixos, especialmente na maré vazante, com índices de 0,53 e 0,27, respectivamente. Esse resultado sugere uma menor complexidade e uniformidade na distribuição das espécies neste período, possivelmente em razão das condições ambientais mais instáveis, como as variações de salinidade. Em contrapartida, no período de estiagem, os índices ecológicos apresentaram valores mais elevados, com destaque para a riqueza de Margalef ( $D_{mg}$ ) na maré vazante, que alcançou o valor de 3,19, indicando um ambiente mais favorável à presença e coexistência de múltiplas espécies.

A equitabilidade também foi maior na estiagem, atingindo 0,84 na maré de enchente, o que aponta para uma distribuição mais uniforme dos indivíduos entre as espécies. A equitabilidade alcança seu valor máximo (1) quando todos os táxons nas amostras são igualmente abundantes, o que representa um padrão de distribuição uniforme. Quando esse valor decresce em direção a zero existe um ou mais táxon dominante o que indica uma baixa equitabilidade (Karydis e Tsirtsis, 1996).

Os dados demonstram que a sazonalidade e o regime de maré influenciam diretamente na estrutura da comunidade, sendo a estiagem, sobretudo durante a maré vazante, a condição mais propícia à elevada diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies.

Figura 3. Variação dos Índices de diversidade específica de Shannon ( $H'$ ), equitabilidade de Pielou ( $J$ ), e riquezas de Margalef ( $D_{mg}$ ) em função da sazonalidade (estiagem de 2022 e chuvoso 2023) e do regime de maré (enchente e vazante) e no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil.

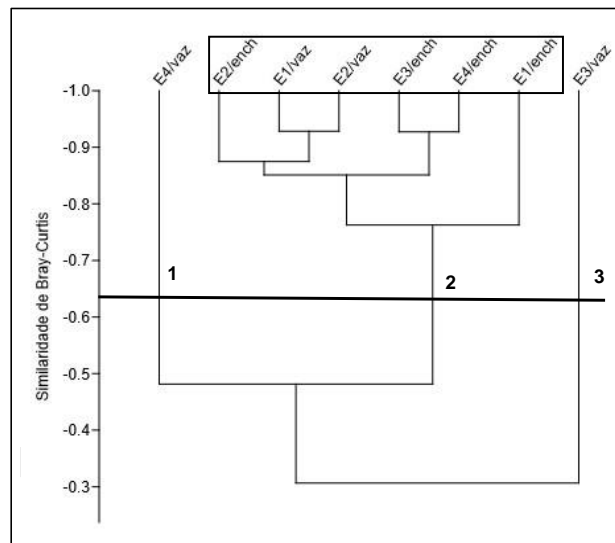


Fonte: Autores

### 3.6 ANÁLISE DE SIMILARIDADE

No dendrograma (Figura 4), que agrupa as estações de coleta por maré, observa-se que as estações associadas à maré de enchente e vazante (E1/ench, E2/ench, E3/ench, E4/ench, E1/vaz, E2/vaz) tendem a se agrupar em um único clado (2) com similaridade relativamente alta e densidades moderadas, refletindo uma concentração de larvas e ovos durante a maré enchente e vazante constante nessas estações. Por outro lado, as estações associadas à maré vazante (E3/vaz e E4/vaz) não formaram um agrupamento, com destaque para E4/vaz, que é a estação com alta densidade e o E3/vaz que também não formou grupo, pois tem o mais baixo valor de densidade.

Figura 4. Dendrograma das estações de coleta agrupadas por maré com base na similaridade de Bray-Curtis no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil. Na estiagem de 2022 e chuvoso 2023.



Fonte: Autores

### 3.7 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA

Na análise de correspondência canônica (CCA) (Figura 5), observa-se que o eixo 1 que explica 73,74% dos dados está fortemente associado aos vetores de salinidade e OD. Enquanto o eixo 2 que explica 24,74% apresenta associação com vetores de temperatura e do pH, revelando a existência de gradientes ambientais relevantes para a organização espaço-temporal das assembleias larvais.

Pode-se observar que no quadrante superior esquerdo (Figura 5) concentram-se os vetores das variáveis ambientais salinidade, pH, e os táxons *A. clupeioides* (Aclu), *C. acoupa* (Caco), *A. lineatus* (Alin) e outros. A presença desses vetores neste quadrante indica que essas espécies estão associadas a ambientes mais salinos e básicos, com influência marinha acentuada. Segundo Berasategui et al. (2004) as espécies se distribuem no estuário de acordo com suas preferências de salinidade, refletindo sua origem marinha/estuarina. A forte correlação positiva dos táxons com o pH sugere que essas áreas também apresentam características levemente alcalinas, típicas de águas estuarinas sob influência da maré enchente, corroborando com o grupo enchente que é evidenciado no diagrama no mesmo quadrante.

No quadrante inferior esquerdo (Figura 5) encontram-se os vetores oxigênio dissolvido (OD) e temperatura (T°C), além do táxon *A. lepidentostole* (Alep). Esse táxon se encontra fortemente associado a temperaturas elevadas, o que é confirmado com os resultados obtidos

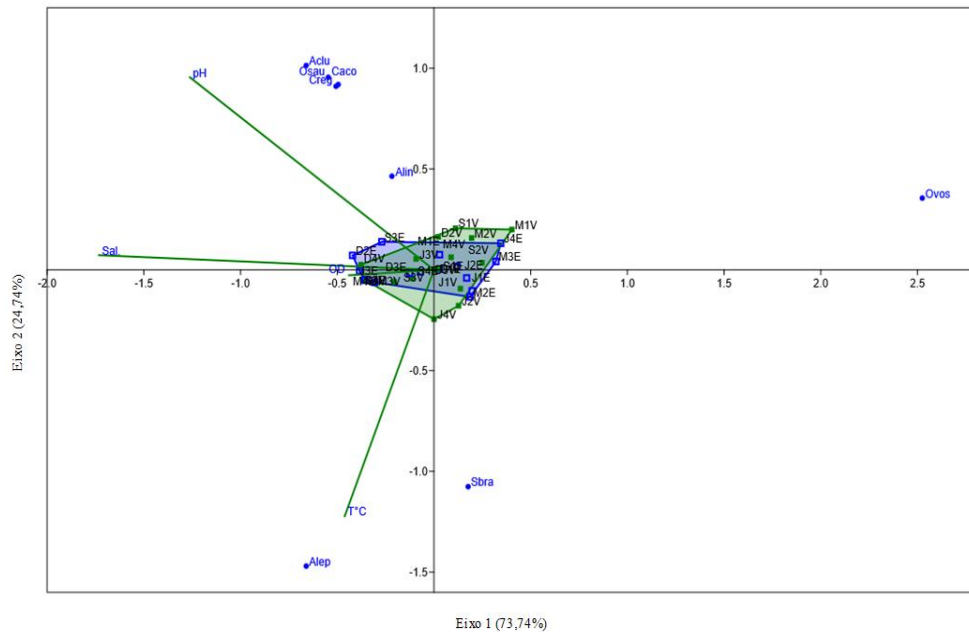
neste trabalho tendo a sua maior abundância na maré vazante e no período chuvoso no qual foi registrado os maiores valores de temperatura no mês de junho. O OD apesar de estar nesse quadrante, o vetor não influencia diretamente no táxon (Alep), se associando com o grupo pertencente à maré enchente.

Em relação ao quadrante superior direito (Figura 5) do diagrama, observa-se a variável ovos em posição bastante isolada e distante dos vetores ambientais. Essa disposição espacial indica que a ocorrência de ovos não apresenta forte correlação com os gradientes ambientais medidos, como pH, OD, salinidade ou temperatura. Assim como, está desvinculada das principais espécies larvais, indicando que os eventos de desova ocorrem sob condições ambientais distintas daquelas em que predominam as larvas, possivelmente em micro-habitats específicos ou durante janelas ecológicas restritas. A presença dos ovos neste quadrante sugere uma ampla distribuição, o que corrobora com a ocorrência de ovos de peixe nos diferentes períodos sazonais e relaciona-se mais a processos físicos (dispersão, hidrodinâmica) do que a condições ambientais específicas conforme diagrama.

O quadrante inferior direito (Figura 5) é ocupado apenas pelo táxon *S. brasiliensis* (Sbra). Essa posição indica que a *S. brasiliensis* não apresenta uma correlação significativa com os parâmetros ambientais avaliados, podendo refletir uma tolerância ampla às variações físico e químicas ou uma ampla ocorrência. Esse resultado é visto ao avaliar os grupos direcionados ao quadrante inferior direito que tem na maré vazante a maior abundância.

As variáveis ambientais exercem influência direta e indireta sobre as assembleias de peixe. Indiretamente, modulam respostas fisiológicas e comportamentais dos organismos; diretamente, condicionam padrões de distribuição e de abundância das espécies (Reynalte-Tataje et al., 2007). Com isso, quando se analisa o arranjo multivariado das amostras, observa-se que a maior parte delas se aglomera próxima ao centro do espaço de ordenação, indicando relativa homogeneidade entre os pontos amostrados sob a influência da maré.

Figura 5. Análise de correspondência canônica (CCA) entre os táxons ictioplanctônicos (*Anchovia clupeioides* - Aclu, *Cynoscion acoupa* - Caco, *Sardinella brasiliensis* - Sbra, *Anchoviella lepidentostole* - Alep, *Achirus lineatus* - Alin, *Cynoscion regalis* - Creg, *Oligoplites saurus* - Osau e ovos de peixes - Ovos) e as variáveis abióticas (salinidade - Sal., pH, temperatura - T°C e oxigênio dissolvido - OD) no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiros, Ilha do Maranhão, Brasil. Na estiagem de 2022 e chuvoso 2023.



Fonte: Autores

#### 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o estuário do Rio dos Cachorros e o Estreitos do Coqueiros funcionam como áreas de elevada importância para o desenvolvimento inicial de espécies ictioplanctônicas, especialmente *S. brasiliensis*, que apresentou alta dominância (77,08%) e maior densidade no período chuvoso durante a maré de vazante. A densidade de ovos e larvas foi significativamente mais elevada nesse período, sugerindo um padrão reprodutivo sazonal fortemente influenciado pela dinâmica hidrológica. A análise de agrupamento revelou estruturas bem definidas entre os períodos sazonais e regimes de maré, evidenciando padrões distintos de distribuição e composição das assembleias.

A análise de correspondência canônica indicou que a variação espaço-temporal das assembleias larvais está associada a gradientes ambientais, com o eixo 1 (73,74%) correlacionado a salinidade e oxigênio dissolvido, e o eixo 2 (24,74%) a temperatura e pH.

Dessa forma, a combinação entre a sazonalidade chuvosa e a maré vazante parece criar condições favoráveis ao aumento da densidade de ovos e larvas. Esses achados são relevantes

para a compreensão dos processos ecológicos que regulam o recrutamento e contribuem para a definição de medidas eficazes de conservação e manejo sustentável no ambiente estuarino.

Este estudo evidenciou a relevância do estuário do Rio dos Cachorros e do Estreito dos Coqueiros como áreas-chave para a manutenção da biodiversidade aquática. Ao destacar esses ambientes como berçários naturais e fontes de sustento para diversas espécies, a pesquisa reforça o compromisso com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14 – Vida na Água. Dessa forma, contribui para a formulação de estratégias eficazes de conservação, assegurando o equilíbrio ecológico e a continuidade dos serviços ecossistêmicos essenciais à população local.

Por fim, os dados gerados por este trabalho representam uma iniciativa no estudo do ictioplâncton no estuário do rio dos Cachorros e no Estreito dos Coqueiros. Essas informações podem subsidiar análises posteriores e comparativas sobre a distribuição e a abundância de espécies com relevância comercial. Conseqüentemente, a investigação contínua dos principais fatores que moldam a estrutura ictioplanctônica neste estuário é pertinente. Essa investigação deve abranger tanto as variáveis abióticas quanto os aspectos hidrodinâmicos estuarinos, pois a sobrevivência do ictioplâncton impacta diretamente a formação dos futuros estoques pesqueiros.

## REFERÊNCIAS

- AREVALO, E. C.; CABRAL, H. N.; VILLENEUVE, B.; POSSÉMÉ, C.; LEPAGE, M. Fish larvae dynamics in temperate estuaries: A review on processes, patterns and factors that determine recruitment. **Fish and Fisheries**, v. 24, n. 3, p. 466-487, 2023.
- BONECKER, Sérgio Luiz Costa; DIAS, C. O. Zooplankton composition in an estuarine area of the state of Maranhão, northeastern Brazil. **Animal Biol J**, v. 1, p. 69-79, 2009.
- CASTRO, A. C. L. de. Aspectos bio-ecológicos do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no estuário do Rio dos Cachorros e Estreito do Coqueiro, São Luís - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 7, p. 7-26, 1986.
- CASTRO, L. R.; CÁCERES, M. A.; LANDAETA, M. F. Short-term variations in mesozooplankton, ichthyoplankton, and nutrients associated with semi-diurnal tides in a Patagonian Gulf. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [S.l.], v. 407, p. 12-21, 2011.
- COSTA M. D. P.; MUELBERT, J. H. Long-term assessment of temporal variability in spatial patterns of early life stages of fishes to facilitate estuarine conservation. **Marine Biology Research**, v. 13, n. 1, p. 74-87, 2016.
- COLLINS, M.; AN, S. I.; CAI, W.; GANACHAUD, A.; GUILYARDI, E.; JIN, F. F.; ...; WITTENBERG, A. The impact of global warming on the tropical Pacific Ocean and El Niño. **Nature Geoscience**, v. 3, n. 6, p. 391-397, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ngeo868>. Acesso em: 22 jun. 2025.
- CUNNINGHAM, M. E.; MARKLE, D. F.; WATRAL, V. G.; KENT, M. L.; CURTIS, L. R. Patterns of fish deformities and their association with trematode cysts in the Willamette River, Oregon. **Environmental Biology of Fishes**, v. 73, n. 2, p. 109–119, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10641-004-3153-5>.
- DIAS, J. F. F. *Biologia reprodutiva de peixes marinhos*. São Paulo: **Editora**, 1989.
- DOURADO, E. S.; CASTRO, A. C. L. Diversidade da assembleia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA - Brasil). **Atlântica**, Rio Grande, n. 23, p. 39-46, 2009.
- ESCHRIQUE, S.A. & MARINS, R.V. Hidrogeoquímica do fósforo no estuário do Jaguaribe - CE/Brasil. In: **III Simpósio Brasileiro de Oceanografia**, São Paulo - SP. 2006.
- ESCHRIQUE, S. A. **Estudo do balanço biogeoquímico dos nutrientes dissolvidos principais como indicador da influência antrópica em sistemas estuarinos do nordeste e sudeste do Brasil**. 2011. 254f. Tese (Doutorado em Ciências – Oceanografia Química e Geológica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- FAHAY, M. P. Guide to the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Capes Hatteras to the Southern Scotian Shelf. **J. Northw. Atl. Fish Sci.**, v. 4, p. 419, 1983.
- FEITOSA, A. C. **Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão. Dissertação** (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, p. 210, 1989.

FERREIRA, H.O. Contribuição ao estudo das correntes de maré dos Estreitos dos Coqueiros e Mosquitos, Ilha de São Luís, Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, São Luís, v.8, p. 45-60, 1988.

GOMES, C. K. S. **Estudos dos nutrientes dissolvidos no complexo estuarino do Arraial Maranhão**. 2017. 38f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanografia) Universidade Federal do Maranhão, São Luís-MA, 2017.

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

ISBELL, F.; CRAVEN, D.; CONNOLLY, J.; LOREAU, M.; SCHMID, B.; BEIERKUHNLIN, C.; ...; EISENHAEUER, N. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. **Nature**, v. 526, p. 574–577, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature15374>. Acesso em: 22 jun. 2025.

KARYDIS, M.; TSIRTSIS, G. Ecological indices: a biometric approach for assessing eutrophication levels in the marine environment. **The Science of the Total Environment**, v. 186, p. 209-219, fev. 1996.

LEITE, R. G.; CANÃS, C.; FORSBERG, B.; BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Larvas dos grandes bagres migradores**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica, p. 127, 2007.

MARGALEF, R. Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. **Perspectives in Marine biology/University of California Press**, 1958.

MARINS, R. V.; LACERDA, L. D.; ABREU, I. M.; DIAS, F. J. S. Efeitos da açudagem no rio Jaguaribe. **Ciência Hoje**, v. 33, n. 197, p. 66-70, 2003.

MARTINS, A. G. L. D. A.; LIMA, A. S.; OLIVEIRA, D. A. S.; NASCIMENTO, D. S.; SILVA, A. Q.; FERREIRA, L. F. Quantificação e identificação de *Aeromonas* spp. em águas de superfícies do estuário do rio Bacanga em São Luís/MA (Brasil). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos – B.CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 1, p. 107–118, jan./jun. 2009.

MEEKAN, M. G.; MILICICH, M. J.; DOHERTY, P. J. Larval production drives temporal patterns of larval supply and recruitment of a coral reef fish. **Marine Ecology Progress Series**, v. 93, p. 217-225, 1993

MOCUBA, J.; LEITÃO, F.; TEODÓSIO, M. A. The diversity of fish larvae in the Bons Sinais Estuary (Mozambique) and its role as a nursery to marine fish resources. **Diversity**, v. 15, n. 8, p. 883, 2023.

MONREAL GÓMEZ, M. A.; SALAS DE LEÓN, D. A.; FLORES COTO, C.; FLORES HERNÁNDEZ, F.; SALAS MONREAL, D.; RIVERÓN ENZÁSTIGA, M. L. Tidal effects on ichthyoplankton aggregation and dispersion in the Southern Gulf of Mexico. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 61, n. 4, p. 231–241, 2013.

MOSER, H. G. (Editor). The early stages of fishes in the California current region. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations, Atlas No. 33, **National Marine Fisheries Service**, California, p. 1517, 1996.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD, version 5.0, **Multivariate analysis of ecological data**. Glaneden Beach: MJM Software Design, p. 40, 2006.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Maringá: EDUEM, p. 378, 2001.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos antrópicos na comunidade zooplancônica estuarina: Porto de Suape-PE-Brasil**. 1994. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1994.

OLIVEIRA, E. C.; FERREIRA, E. J. G. Spawning areas, dispersion and microhabitats of fish larvae in the Anavilhanas Ecological Station, rio Negro, Amazonas State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n. 4, p. 559-566, 2008.

OMORI, M.; IKEDA, T. Methods in marine zooplankton ecology. Wiley-Interscience Publication. New York. 331p. Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 30, n. 2, p.119-131,1984.

PACHÊCO, D. H. F.; SILVEIRA, P. C. A. da; ESCHRIQUE, S. A.; AZEVEDO, J. W. de J.; BRAGA, E. de S.; SILVA, R. P. da; LIMAS, L. M.; SODRÉ, E. S. Caracterização da comunidade de larvas de peixes sob a influência da sazonalidade do sistema estuarino do Rio Paciência - Maranhão, Brasil. **REVISTA DELOS**, v. 17, n. 59, p. e2000, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n59-037> . Acesso em: 17 jun. 2025.

PAIVA , M. P.; MOTTA, P. C. S. Cardumes da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), em águas costeiras do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 2, p. 339-346, 2000.

PEEBLES, E. B. Temporal resolution of biological and physical influences on bay anchovy *Anchoa mitchilli* egg abundance near a river-plume frontal zone. **Marine Ecology Progress Series**, v. 237, p. 257–269, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.3354/MEPS237257>. Acesso em: 01 jun. 2025.

PEREIRA, L. C. C.; TRINDADE, W. N.; DA SILVA, I. R.; VILA-CONCEJO, A.; SHORT, A. D. Maranhão beach systems, including the human impact on São Luís Beaches. In: **Brazilian Beach Systems Springer**; 2016.p. 125–152.

PIELOU, E.E. **An introduction to mathematical ecology**. New York, 1969.

REYNALTE-TATAJE, D. A. **Influência inter e intra anual de variáveis ambientais sobre a estrutura da comunidade ictioplancônica em duas bacias hidrográficas brasileiras**. 2007. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

RICHARDS, W. J. **Early stages of Atlantic fishes: An Identification Guide for the Western Central North Atlantic**. Vol. I and II, 1824 p., 2005.

ROBERTSON, D. R.; GAINES, S. D.; KAUFMANN, K. Settlement vs. environmental dynamics in a pelagic larval fish population. **Marine Ecology Progress Series**, v. 176, p. 195-206, 1999.

SÁNCHEZ-VELASCO, L.; VALDEZ-HOLGUÍN, J. E.; SHIRASAGO, B.; CISNEROS-MATA, M. A.; ZÁRATE, A. Changes in the spawning environment of *Sardinops caeruleus* in the Gulf of California during El Niño 1997–1998. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p. 207-217, 2002.

SANTOS, J. H. S. DOS.; TAROUÇO, J. E. F.; SOUZA, B. DE B. Q.; MOCHEL, F. R. Características geológicas e geomorfológicas da baía de São Marcos, Golfão Maranhense-MA. **IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, São Luís. Anais eletrônicos**, v. 1, p. 152-162, 2004.

SILVA, A. C. da; MANGAS, A. P.; PALHETA, G. D. A.; SANTOS, P. R. B.; HAMOY, I. G.; MELO, N. F. A. C. de. Variação nictemeral da comunidade ictioplânctônica em um estuário tropical durante um ciclo hidrológico. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR / Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 16, n. 1, p. 41–51, 2016. DOI: <https://doi.org/10.32519/tjfas.v16i1.2135>.

SILVA, E. P. DA; AZEVEDO, J. W. J.; DA SILVEIRA, P. C. A. Seasonal and spatial patterns of ictioplankton in the Bacanga River estuary, Brazil: environmental controls and conservation challenges. **ARACÊ**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 29852–29878, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.56238/arev7n6-047>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SILVEIRA, P. C. A. da; COSTA, D. S. do N. da; ESCHRIQUE, S. A.; LIMA, L. M.; SODRÉ, E. S. Dredging in the Itaqui Port area, Maranhão - Brasil: effects on the composition and abundance of ichthyoplankton. **Revista Contemporânea**, [S.l.], v. 4, n. 7, p. e5082, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV4N7-112>.

SUTHERS, I. M.; RISSIK, D. **Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality**. Collingwood, VIC: CSIRO Publishing, 2009.

SOARES, R. D. B.; CUTRIM, M. V. J.; DA SILVEIRA, P. C. A. **Comunidade ictioplânctônica da bacia hidrográfica do rio Bacanga na cidade de São Luís, Brasil**. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 8, n. 1, p. 37–48, 2014.

SOUSA, M. R. J.; CASTRO, A. C. L. de; SILVA, M. H. L. Comunidade de peixes como indicador de qualidade ambiental na área de influência da indústria Alumina, Ilha de São Luís - MA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 24, n. 2, 10 jan. 2014. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/blabohidro/article/view/1866>. Acesso em: 21 jun. 2025.

SCHLOSSER, I. J. “Flow regime, juvenile abundance and the assemblage structure of stream fishes”. **Ecology**, v. 66, n. 5, p. 1484-1490, 1985.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. **Urbana: University of Illinois Press**, p. 117, 1949.

TYLER, K. J.; WEDD, D.; CROOK, D. A.; KENNARD, M. J.; KING, A. J. Hydrology drives variation in spawning phenologies and diversity of larval assemblages of Australian wet–dry tropical fish. **Freshwater Biology**, v. 66, n. 10, p. 1949–1967, 2021

VASCONCELOS, R. P. et al. River-coast connectivity, estuarine nursery function and coastal fisheries. **Treatise on estuarine and coastal science**, v. 10, p. 81-107, 2011.

VAZZOLER, A. E. A. M.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Sardinella brasiliensis: tipo de desova, fecundidade e potencial reprodutivo relativo. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 1-20, 1976.

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S.; FERREIRA, L. C.; LIMA, M. A. S.; CHAVES, C. S.; SILVA, A. J. S. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 12-20, 2017.

## 6 ANEXO

### 6.1 Normas da revista

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Avaliação da Distribuição Espaço-Sazonal do Ictioplâncton Sob Influência do Ciclo de Maré na área Portuária da Ilha de São Luís - Ma**” será submetido à Revista **DELOS: Desarrollo Local Sostenible** (Qualis CAPES 2017-2020: B1) em formato de artigo, sua formatação está correspondente às normas da revista.

### 6.2 Diretrizes para Autores

A Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible aceita apenas artigos originais, não publicados em outros periódicos. Aceitamos artigos apresentados em eventos, desde que essas informações sejam disponibilizadas pelos autores.

As normas para formatação e preparação de originais são:

- Máximo de 25 páginas;
- Idiomas permitidos: Português, Inglês ou Espanhol;
- Autoria: máximo de 8 autores por artigo;
- Fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento entre linhas 1,5;
- As Figuras e Tabelas devem vir correspondentes do texto, editáveis, em fonte 10, tanto para o conteúdo quanto para o título (que deve vir logo acima dos elementos gráficos) e fonte (que deve vir logo abaixo do elemento gráfico).
- Título em português, inglês e espanhol, no início do arquivo, com fonte 14;
- Resumo e palavras-chave, com espaçamento simples, logo abaixo do título;
- As referências devem seguir as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- O arquivo submetido não deve conter a identificação dos autores.