



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

LUÍS HENRIQUE DE OLIVEIRA REIS SILVA

**VARIAÇÃO SAZONAL SOBRE A COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES NO
ESTUÁRIO DO RIO BACANGA, MARANHÃO, BRASIL.**

**SÃO LUÍS - MA
2025**

LUÍS HENRIQUE DE OLIVEIRA REIS SILVA

**VARIAÇÃO SAZONAL SOBRE A COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES NO
ESTUÁRIO DO RIO BACANGA, MARANHÃO, BRASIL.**

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

de Oliveira Reis Silva, Luís Henrique.

VARIAÇÃO SAZONAL SOBRE A COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES
NO ESTUÁRIO DO RIO BACANGA, MARANHÃO, BRASIL / Luís
Henrique de Oliveira Reis Silva. - 2025.

39 p.

Orientador(a): Paula Cilene Alves da Silveira.

Curso de Oceanografia, Universidade Federal do
Maranhão, Universidade Federal do Maranhão, 2025.

1. Berçario. 2. Sazonalidade. 3. Fatores Abióticos.
4. Engraulidae. 5. Degradação Ambiental. I. Alves da
Silveira, Paula Cilene. II. Título.

LUÍS HENRIQUE DE OLIVEIRA REIS SILVA

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

Paula Cilene Alves Da Silveira (Orientadora) - Titular
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Samara Aranha Eschrique - Titular
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Larissa Nascimento Barreto - Titular
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

James Werllen de Jesus Azevedo - Suplente
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

*À minha família e aos meus amigos,
pelo apoio e incentivo fundamentais,
e a mim mesmo, pela dedicação e
esforço para alcançar este objetivo.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente à minha mãe, Bianca, ao meu irmão, Felipe, e ao meu avô, José, por serem minha família, minha inspiração e por sempre me apoiarem em tudo o que faço, de perto. Aos meus familiares que estão longe, agradeço suas orações e incentivos, em especial meu pai, minha tia Glauce e minha avó Fátima. Obrigado de coração!

Aos meus amigos conquistados ao longo da graduação, agradeço pela amizade e pelo apoio incondicional: Manu, Dani, Raian, Pétala, Cadmo, Felipe, Henrique (Cronos), Gutemberg e DanDan. Amo todos vocês do fundo do meu coração. Minha jornada na UFMA não poderia ter sido, e ainda é, melhor ao lado de cada um de vocês. Nossa amizade é construída sobre conexão, honestidade, apoio e amor, e não tenho palavras suficientes para expressar minha gratidão.

Aos amigos de fora da UFMA, que também sempre me apoiaram: Lucas Inácio, Erick e Gabriel. Aos amigos do ensino médio, do grupo "Resistência", os mais antigos de todos! Espero levar todos vocês para sempre na minha vida.

Aos amigos estagiários do LIZIC: Manu, Rafa, Leandro, Ana Thanielly, Natan, Gabi, Wendew, Ingrid, Duana e Layla, nosso convívio diário e troca de experiências desde o começo até este momento foram fundamentais no desenvolvimento deste estudo. Agradeço também à Professora Paula, à Delzenira e à Elane pelos ensinamentos, auxílio, correções e críticas. Recebi e aprendi tudo o que pude com cada um de vocês.

Agradeço ainda aos recursos do Prof^o James e da rede PRODEMA pelas atividades em campo e pelo projeto conjunto com Elane, que foram essenciais para concluir a pesquisa deste estudo. Agradeço também à Universidade Federal do Maranhão e ao LIZIC pelas atividades laboratoriais, à Professora Paula por aceitar meu pedido de orientação e pelo suporte durante o processo técnico deste trabalho e à banca examinadora: Professores James, Samara e Larissa.

*“Não é a terra que é frágil. Nós é
que somos frágeis. A natureza
tem resistido a catástrofes muito
piores do que as que produzimos.
Nada do que fazemos destruirá a
natureza. Mas podemos
facilmente nos destruir.”*

James Lovelock

RESUMO

O estuário do rio Bacanga, localizado em São Luís, Maranhão desempenha um papel crucial como berçário para diversas espécies de peixes estuarinos e possui relevante valor socioeconômico para as comunidades que dependem dele. Contudo, enfrenta problemas de degradação ambiental devido aos impactos antrópicos e/ou naturais. Este estudo analisou a comunidade de larvas de peixes como indicadora da qualidade ambiental e dos impactos sobre a biodiversidade, considerando a sazonalidade e as influências dos parâmetros físicos e químicos da água. As amostragens foram realizadas em nove pontos de coleta ao decorrer do estuário, divididos em quatro campanhas correspondentes aos períodos sazonais: estiagem (setembro/2023); transição estiagem-chuvoso (dezembro/2023); chuvoso (junho/2024) e estiagem (setembro/2024). Para as coletas, utilizou-se uma rede de plâncton cônico-cilíndrica, equipada com fluxômetro, em arrastos horizontais de superfície, com duração de 5 minutos e dados físicos e químicos da água foram medidos *in situ* através de multiparâmetro. No total, foram coletadas 904 larvas de peixes, representadas por 13 espécies, 8 famílias e 7 ordens. A sazonalidade, a salinidade e o oxigênio dissolvido mostraram-se os parâmetros mais influentes nos valores de densidade de organismos, especialmente nos pontos intermediários do rio, com alta densidade nos períodos de estiagem/2023 e transição e baixa densidade nos períodos chuvoso e estiagem/2024. O táxon *Anchoa sp.* da família Engraulidae destacou-se como o mais abundante, dominando com 96% e 79% de Abundância Relativa (%) nos períodos de estiagem e transição, respectivamente. Pigmentos escurecidos nas larvas em algumas amostras, acúmulo de material orgânico sedimentado no rio e valores anormais de oxigênio dissolvido evidenciam a influência dos impactos nesta área de estudo. Esses dados mostram a importância do monitoramento contínuo desse ecossistema, aliado a estratégias sustentáveis, a fim de preservar a biodiversidade local e mitigar efeitos adversos.

Palavras-chave: berçário, sazonalidade, fatores abióticos, engraulidae, degradação ambiental.

ABSTRACT

The Bacanga River estuary, located in São Luís, Maranhão, plays a crucial role as a nursery for various species of estuarine fish and has significant socio-economic value for the communities that depend on it. However, it faces problems of environmental degradation due to anthropogenic and/or natural impacts. This study analyzed the community of fish larvae as an indicator of environmental quality and impacts on biodiversity, considering seasonality and the influences of the physical and chemical parameters of the water. Sampling was carried out at nine collection points along the estuary, divided into four campaigns corresponding to the seasonal periods: dry season (September/2023); dry-rainy transition (December/2023); rainy season (June/2024) and dry season (September/2024). A conical-cylindrical plankton net equipped with a flowmeter was used for the collections, in horizontal surface trawls lasting 5 minutes, and physical and chemical water data were measured in situ using a multiparameter. In total, 904 fish larvae were collected, representing 13 species, 8 families and 7 orders. Seasonality, salinity and dissolved oxygen proved to be the most influential parameters on the density values of organisms, especially in the middle reaches of the river, with high density in the dry/2023 and transition periods and low density in the rainy and dry/2024 periods. The taxon *Anchoa* sp. of the Engraulidae family stood out as the most abundant, dominating with 96% and 79% Relative Abundance (%) in the dry and transition periods, respectively. Dark pigments in the larvae in some samples, accumulation of sedimented organic material in the river and abnormal dissolved oxygen values show the influence of impacts in this study area. These data show the importance of continuous monitoring of this ecosystem, combined with sustainable strategies, in order to preserve local biodiversity and mitigate adverse effects.

Key-words: nursery, seasonality, abiotic factors, *Anchoa* sp., environmental degradation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga com destaque para os pontos de coleta.

Figura 2. Abundância Relativa (%) da comunidade de larvas de peixes do estuário do rio Bacanga nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023 (A); transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (B); chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (D).

Figura 3. Densidade da comunidade de larvas de peixes do estuário do rio Bacanga, nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023 (A); transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (B); chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (D).

Figura 4. Índices de diversidade específica (bits ind^{-1}) de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J), e riquezas de espécies de Margalef (DMg) nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023; transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023; chuvoso, junho/2024 e estiagem, setembro/2024.

Figura 5. Dendograma da análise de agrupamento (Cluster-Ward) das espécies nos nove pontos amostrais (P) dos períodos de estiagem, setembro/2023 (E), transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (T), chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (E2).

Figura 6. Análise de Correspondência Canônica dos quatro períodos amostrais: Estiagem/2023 (E); Transição estiagem-chuvoso (T); Chuvoso (C) e estiagem/2024 (E2). Ponto amostral= P; OD = oxigênio dissolvido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores absolutos, máximos, mínimos e médios dos parâmetros abióticos registrados durante os períodos de estiagem/2023 (setembro), transição/estiagem-chuvoso/2023 (dezembro), chuvoso/2024 (junho) e estiagem/2024 (setembro). Sal=salinidade; OD=oxigênio dissolvido; Máx=máximo; Mín=mínimo.

Tabela 2. Composição taxonômica das larvas de peixes do estuário do rio Bacanga, São Luís, Maranhão. Sigla E para período de estiagem, setembro/2023; T para período de transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023; C para período chuvoso, junho/2024 e E2 para período de estiagem, setembro/2024.

Tabela 3. Resultado da análise de variância ANOVA.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 GERAL	14
2.2 ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
CAPÍTULO 1	16
1 INTRODUÇÃO	18
2 METODOLOGIA	19
2.1 Área de estudo	19
2.2 Coleta de dados	20
2.3 Análise de dados	21
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 Parâmetros físicos e químicos da água	22
3.2 Composição das larvas de peixes	24
3.3 Abundância relativa (AR %)	26
3.4 Densidade (larvas/100m ³)	27
3.5 Índices ecológicos (Diversidade, Equitabilidade e Riqueza)	29
3.6 Análise de agrupamento (Cluster - Método de Ward)	30
3.7 Análises estatísticas (CCA, ANOVA)	32
4 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	36
ANEXO	39

1 INTRODUÇÃO

O estuário é um ecossistema costeiro semifechado localizado na costa que possui ligação livre com o mar aberto (Pickard, 1968), onde a mistura destas águas, continentais e marinhas, criam um ambiente propício à sobrevivência e ao desenvolvimento de organismos jovens. O ambiente estuarino é rico em relação à abundância de seres vivos que o sustém, devido a diminuição de predadores, garantindo sobrevivência, e maior disponibilidade de alimento, assim, serve às espécies como importante área berçário (Mafalda Jr *et al.* 2004).

A diversidade biológica é de importância fundamental para o funcionamento do ecossistema e seus componentes. A competição entre indivíduos da mesma e diferentes espécies, as flutuações anuais na quantidade de adultos, a abundância sazonal de adultos e estratégias de reprodução são os fatores bióticos mais importante para as populações de peixes, os quais distribuem-se em locais onde possam garantir alimento (Soares *et al.* 2014). A salinidade é um dos parâmetros abióticos mais importantes para a vida das espécies, uma vez que, junto ao oxigênio dissolvido, suas flutuações alteram a dinâmica do ambiente e definem padrões de desova e desenvolvimento larval (Lima, 2022).

O estuário do rio Bacanga, localizado a oeste da Ilha de São Luís, é um estuário urbano de gradiente misto, o qual desempenha um papel importante na vida de seus habitantes que retiram do local alimento, por meio da pesca artesanal, além de contribuir com parte do abastecimento de água para a cidade. Infelizmente, o estuário hoje enfrenta problemas ambientais significativos, devido ao lançamento de esgotos sem tratamento no rio, causando a degradação da qualidade de seus habitats (UFMA/LABOHIDRO, 1998; Soares, 2014). Uma vez modificado, por sua vez, o ambiente afeta as interações biológicas, prejudicando a biodiversidade e a estabilidade ecológica da região.

Os organismos planctônicos são seres que vivem na coluna d'água e são deslocados passivamente pelas correntes marinhas, não possuindo a capacidade de locomoção ativa. Eles estão classificados em quatro categorias: fitoplâncton, virioplâncton, bacterioplâncton e zooplâncton (Calazans *et al.* 2011). A grande maioria dos animais tem ao menos uma fase de seu ciclo de vida na forma

planctônica. O ictioplâncton é a fase jovem de peixes teleósteos, composto por ovos e larvas e é a parte mais importante do zooplâncton, do ponto de vista econômico, pois está ligado ao juvenil dos peixes adultos (Nogueira-Junior & Costa, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar a variação sazonal sobre a composição e a diversidade das larvas de peixes no estuário do Rio Bacanga.

2.2 ESPECÍFICOS

- Determinar a composição taxonômica das larvas de peixes;
- Analisar a densidade e abundância relativa das larvas de peixes com a sazonalidade;
- Determinar parâmetros físicos e químicos da água: salinidade, pH, temperatura e oxigênio dissolvido (OD);
- Determinar índices ecológicos, riqueza, diversidade e equitabilidade para as larvas de peixes;
- Relacionar a distribuição e abundância das larvas de peixes com as variáveis ambientais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As mudanças nas condições físicas, químicas e biológicas, agravadas pelas atividades humanas, afetam diretamente a comunidade ictioplanctônica e a ictiofauna local. Esse impacto é especialmente notável na dinâmica das populações de peixes e na estrutura do ecossistema (Martins, 2008).

Estudos da distribuição e da abundância de ovos e larvas podem ser utilizados para a estimativa de biomassa das populações adultas, para monitorar flutuações sazonais na dinâmica de população e para avaliar os recursos pesqueiros e o potencial de renovação dos estoques (Cruz, 2016). As formas larvares apresentam características específicas, como padrões de pigmentação, número de miômeros que auxiliam na identificação e possuem similaridades

morfológicas com os adultos (Re, 1999).

A abundância de larvas de peixes pode ser utilizada como indicadores da qualidade do habitat e qualidade da água, do qual se entende os efeitos da degradação ambiental fortemente influenciada nos estágios mais vulneráveis do ciclo de vida das espécies (Teixeira, 2013).

CAPÍTULO 1

VARIAÇÃO SAZONAL SOBRE A COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES NO ESTUÁRIO DO RIO BACANGA, MARANHÃO, BRASIL.*

Luís Henrique De Oliveira Reis Silva¹; Paula Cilene Alves Da Silveira¹

¹Universidade Federal Do Maranhão

ABSTRACT

The Bacanga River estuary, located in São Luís, Maranhão, plays a crucial role as a nursery for various species of estuarine fish and has significant socio-economic value for the communities that depend on it. However, it faces problems of environmental degradation due to anthropogenic and/or natural impacts. This study analyzed the community of fish larvae as an indicator of environmental quality and impacts on biodiversity, considering seasonality and the influences of the physical and chemical parameters of the water. Sampling was carried out at nine collection points along the estuary, divided into four campaigns corresponding to the seasonal periods: dry season (September/2023); dry-rainy transition (December/2023); rainy season (June/2024) and dry season (September/2024). A conical-cylindrical plankton net equipped with a flowmeter was used for the collections, in horizontal surface trawls lasting 5 minutes, and physical and chemical water data were measured in situ using a multiparameter. In total, 904 fish larvae were collected, representing 13 species, 8 families and 7 orders. Seasonality, salinity and dissolved oxygen proved to be the most influential parameters on the density values of organisms, especially in the middle reaches of the river, with high density in the dry/2023 and transition periods and low density in the rainy and dry/2024 periods. The taxon *Anchoa* sp. of the Engraulidae family stood out as the most abundant, dominating with 96% and 79% Relative Abundance (%) in the dry and transition periods, respectively. Dark pigments in the larvae in some samples, accumulation of sedimented organic material in the river and abnormal dissolved oxygen values show the influence of impacts in this study area. These data show the importance of continuous monitoring of this ecosystem, combined with sustainable strategies, in order to preserve local biodiversity and mitigate adverse effects.

Key-words: nursery, seasonality, abiotic factors, *Anchoa* sp., environmental degradation.

RESUMO

O estuário do rio Bacanga, localizado em São Luís, Maranhão desempenha um papel crucial como berçário para diversas espécies de peixes estuarinos e possui relevante valor socioeconômico para as comunidades que dependem dele. Contudo, enfrenta problemas de degradação ambiental devido aos impactos antrópicos e/ou naturais. Este estudo analisou a comunidade de larvas de peixes como indicadora da qualidade ambiental e dos impactos sobre a biodiversidade, considerando a sazonalidade e as influências dos parâmetros físicos e químicos da água. As amostragens foram realizadas em nove pontos de coleta ao decorrer do estuário, divididos em quatro campanhas correspondentes aos períodos sazonais: estiagem (setembro/2023); transição estiagem-chuvoso (dezembro/2023); chuvoso (junho/2024) e estiagem (setembro/2024). Para as coletas, utilizou-se uma rede de plâncton cônico-cilíndrica, equipada com fluxômetro, em arrastos horizontais de

superfície, com duração de 5 minutos e dados físicos e químicos da água foram medidos *in situ* através de multiparâmetro. No total, foram coletadas 904 larvas de peixes, representadas por 13 espécies, 8 famílias e 7 ordens. A sazonalidade, a salinidade e o oxigênio dissolvido mostraram-se os parâmetros mais influentes nos valores de densidade de organismos, especialmente nos pontos intermediários do rio, com alta densidade nos períodos de estiagem/2023 e transição e baixa densidade nos períodos chuvoso e estiagem/2024. O táxon *Anchoa sp.* da família Engraulidae destacou-se como o mais abundante, dominando com 96% e 79% de Abundância Relativa (%) nos períodos de estiagem e transição, respectivamente. Pigmentos escurecidos nas larvas em algumas amostras, acúmulo de material orgânico sedimentado no rio e valores anormais de oxigênio dissolvido evidenciam a influência dos impactos nesta área de estudo. Esses dados mostram a importância do monitoramento contínuo desse ecossistema, aliado a estratégias sustentáveis, a fim de preservar a biodiversidade local e mitigar efeitos adversos.

Palavras-chave: berçário, sazonalidade, fatores abióticos, *Anchoa sp.*, degradação ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O estuário é um ecossistema costeiro semifechado localizado na costa que possui ligação livre com o mar aberto (Pickard, 1968), onde a mistura destas águas, continentais e marinhas, criam um ambiente propício à sobrevivência e ao desenvolvimento de organismos jovens. O ambiente estuarino é rico em relação à abundância de seres vivos que o sustém, devido a diminuição de predadores, garantindo sobrevivência, e maior disponibilidade de alimento, assim, serve às espécies como importante área berçário (Mafalda Jr *et al.* 2004).

A diversidade biológica é de importância fundamental para o funcionamento do ecossistema e seus componentes. A competição entre indivíduos da mesma e diferentes espécies, as flutuações anuais na quantidade de adultos, a abundância sazonal de adultos e estratégias de reprodução são os fatores bióticos mais importante para as populações de peixes, os quais distribuem-se em locais onde possam garantir alimento (Soares *et al.* 2014). A salinidade é um dos parâmetros abióticos mais importantes para a vida das espécies, uma vez que, junto ao oxigênio dissolvido, suas flutuações alteram a dinâmica do ambiente e definem padrões de desova e desenvolvimento larval (Lima, 2022).

O estuário do rio Bacanga, localizado a oeste da Ilha de São Luís, é um estuário urbano de gradiente misto, o qual desempenha um papel importante na vida de seus habitantes que retiram do local alimento, por meio da pesca artesanal, além de contribuir com parte do abastecimento de água para a cidade. Infelizmente, o estuário hoje enfrenta problemas ambientais significativos, devido ao lançamento de esgotos sem tratamento no rio, causando a degradação da qualidade de seus habitats (UFMA/LABOHIDRO, 1998; Soares, 2014). Uma vez modificado, por sua vez, o ambiente afeta as interações biológicas, prejudicando a biodiversidade e a estabilidade ecológica da região.

Os organismos planctônicos são seres que vivem na coluna d'água e são deslocados passivamente pelas correntes marinhas, não possuindo a capacidade de locomoção ativa. Eles estão classificados em quatro categorias: fitoplâncton, virioplâncton, bacterioplâncton e zooplâncton (Calazans *et al.* 2011). A grande maioria dos animais tem ao menos uma fase de seu ciclo de vida na forma planctônica. O ictioplâncton é a fase jovem de peixes teleósteos, composto por ovos

e larvas e é a parte mais importante do zooplâncton, do ponto de vista econômico, pois está ligado ao juvenil dos peixes adultos (Nogueira-Junior & Costa, 2019).

As mudanças nas condições físicas, químicas e biológicas, agravadas pelas atividades humanas, afetam diretamente a comunidade ictioplanctônica e a ictiofauna local. Esse impacto é especialmente notável na dinâmica das populações de peixes e na estrutura do ecossistema (Martins, 2008).

Estudos da distribuição e da abundância de ovos e larvas podem ser utilizados para a estimativa de biomassa das populações adultas, para monitorar flutuações sazonais na dinâmica de população e para avaliar os recursos pesqueiros e o potencial de renovação dos estoques. As formas larvares apresentam características específicas, como padrões de pigmentação, número de miômeros que auxiliam na identificação e possuem similaridades morfológicas com os adultos (Re, 1999).

A abundância de larvas de peixes pode ser utilizada como indicadores da qualidade do habitat e qualidade da água, do qual se entende os efeitos da degradação ambiental fortemente influenciada nos estágios mais vulneráveis do ciclo de vida das espécies (Teixeira, 2013).

O estudo proposto busca avaliar a composição e a estrutura ecológica das larvas de peixes no estuário do Rio Bacanga, correlacionando-as com parâmetros ambientais (salinidade, pH, temperatura e oxigênio dissolvido), além de analisar a sazonalidade em diferentes períodos (estiagem, transição estiagem-chuvoso e chuvoso).

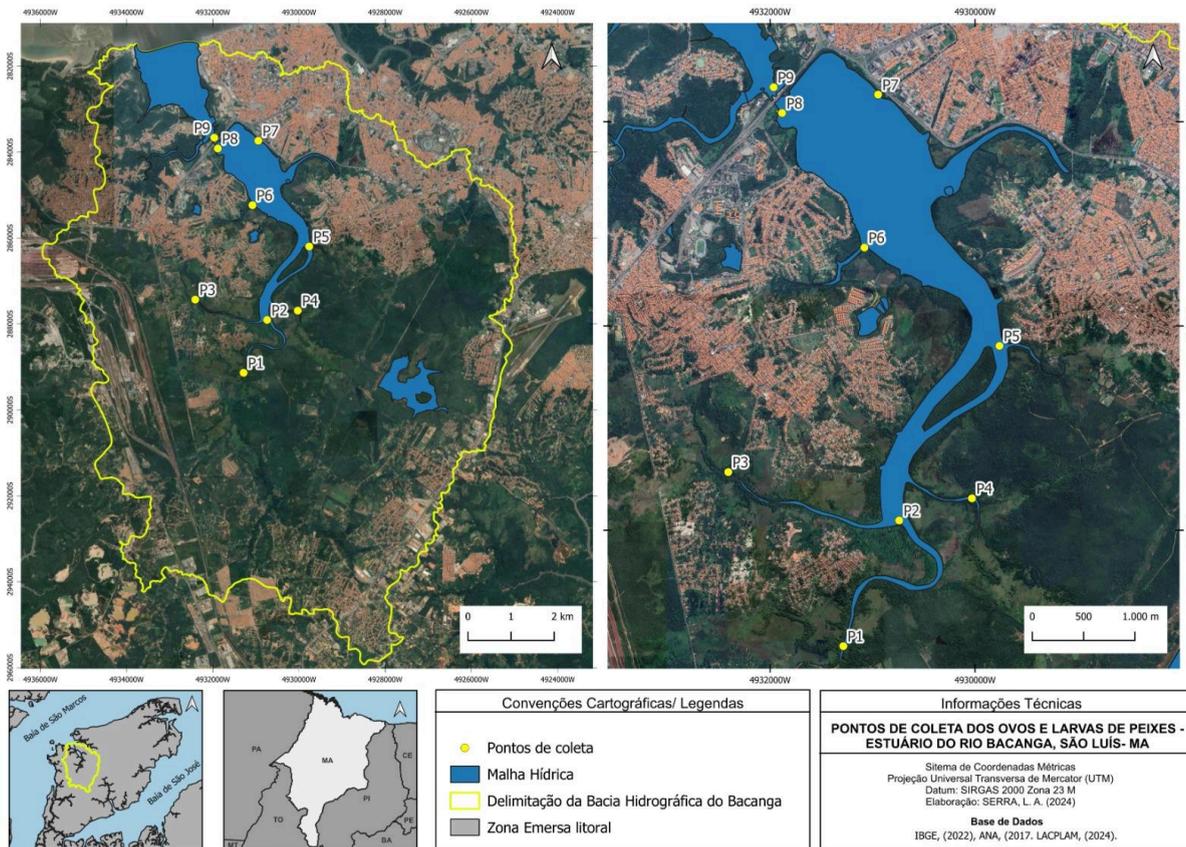
2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Ilha do Maranhão fica localizada nas coordenadas 02°24'09" – 02°46'13"S e 44°01'20" – 44°29'47"W e é confinada pelas Baías de São Marcos e São José e pelo Estreito dos Mosquitos e pelo Oceano Atlântico. A Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (Figura 1), com 11.030 hectares, está localizada dentro do Parque Estadual do Bacanga e ocupa 12,33% do território de São Luís (Figura 1). O rio Bacanga, com 22 km de extensão, deságua na Baía de São Marcos e possui

variações de maré de até 7 metros (Coelho e Damázio, 2006). No entanto, nos anos 1960 uma barragem foi construída no delta do rio Bacanga, alterando drasticamente sua hidrodinâmica (Pereira, 2018).

Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga com destaque para os pontos de coleta.



O clima é tropical úmido, com precipitação anual entre 2.200-2.500 mm e uma temperatura média superior a 27 ° C (IBGE, 2010). Há quatro estações definidas: uma estação chuvosa longa de janeiro a junho; uma estação seca de agosto a novembro; um mês de transição em julho (início da seca) e o período de transição em dezembro (início da estação chuvosa). As diferenças sazonais afetam a vegetação, os recursos hídricos, e as atividades humanas.

2.2 Coleta de dados

Foram realizadas coletas em quatro períodos: estiagem (setembro/2023), transição estiagem/chuva (dezembro/2023), chuva (junho/2024) e estiagem (setembro/2024), totalizando 36 amostras em 9 pontos do estuário do Rio Bacanga. Os primeiros pontos (P1 a P4) estão localizados a montante do rio e em seus

afluentes. Os pontos P5 e P6 são intermediários, enquanto P7, P8 e P9, localizam-se a jusante, próximos a desembocadura do rio e com maior influência marinha (Figura 1).

As larvas de peixes foram coletadas com uma rede de plâncton de malha de 300 µm acoplada com fluxômetro, em arrastos horizontais e superficiais de cinco minutos realizados durante o dia. Após as coletas, as amostras foram fixadas em formalina a 4% e armazenadas em frascos etiquetados. As coletas foram feitas em lancha, e dados abióticos (temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) foram medidos *in situ* com um multiparâmetro da marca HANNA (HI 98494).

2.3 Análise de dados

Após cada campanha, o material biológico foi processado no Laboratório Integrado de Zoo e Ictioplâncton (LIZIC). A triagem separou o ictioplâncton dos demais organismos, e as larvas de peixes foram identificadas ao menor nível taxonômico possível, seguindo as referências Fahay (1983); Olivar & Fortuño (1991); Moser (1996) e Richards (2005), utilizando um estereomicroscópio Zeiss. Em seguida, foram realizadas análises de densidade (larvas/100m³, I) e Abundância Relativa (AR %, II).

$$\frac{N}{100} m^3 = \frac{N}{V} * 100 \quad (I)$$

onde:

- N= n° total de larvas de peixes presente em amostra
- V= volume de água filtrada

$$AR = \frac{Na}{NA} * 100 \quad (II)$$

onde:

- AR = Abundância Relativa
- Na = Número espécie observada
- NA = Número total da amostra.

A caracterização ecológica das larvas incluiu o cálculo dos índices de diversidade de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J) e riqueza específica de Margalef (DMg). Foi realizada uma análise de agrupamento (Cluster) dos dados de abundância absoluta das espécies logaritmizados ($\log x+1$) para os pontos amostrais dos quatro períodos sazonais, pelo método de Ward, a fim de assinalar a variabilidade dos grupos internos e obter divisões mais equilibradas de grupo. Também foram realizadas uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) para relacionar fatores abióticos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) com a abundância das larvas, e análise de variância ANOVA (One way) para observar se há diferença significativa entre os pontos amostrais e períodos sazonais. Todas as análises foram realizadas no software *PAST* versão 4.03 (Hammer et al. 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros físicos e químicos da água

De acordo com a Tabela 1, a medida que se avança da montante para jusante, a salinidade aumenta gradualmente em termos espaciais em todos os períodos sazonais. Esse gradiente é atribuído à proximidade de P9 ao oceano e à barragem do Bacanga, a partir dos quais recebe maior influência marinha, enquanto os pontos internos (P1 a P4) estão a montante do rio, apresentando valores mais baixos de salinidade. É possível observar uma alta variação de salinidade na região, apresentando tipos de água doce e salobra nos períodos de estiagem/2023 e chuvoso e salobra a salina no período de transição, de acordo os padrões definidos pela resolução CONAMA n.º 357/2005, onde água salobra é definida por valores de salinidade entre 0,5 a 30g/kg.

O pH apresentou valores médios de 8,19 na estiagem/2023, 7,96 na transição, 6,45 no chuvoso e 8,24 na estiagem/2024 (Tabela 1). A maior parte dos valores está enquadrado dentro das faixas recomendadas pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas salobras, que é de 6,5 a 8,5 para este parâmetro, havendo no entanto algumas exceções ligeiramente fora do padrão. Estas variações podem ter sido influenciadas por atividades antrópicas, tais como despejo de esgoto e desmatamento (Martinez *et al.* 2018).

A temperatura da água também apresentou pouca variação entre os períodos, com médias de 28,95°C na estiagem/2013, 28,82°C na transição, 29,59°C no chuvoso e 28,98°C na estiagem/2024 (Tabela 1). Devido ao efeito moderador das águas estuarinas e às condições climáticas locais, como alta radiação solar, a temperatura da água tem pouca oscilação.

O oxigênio dissolvido (OD) apresentou valores médios de 8,10mg/L na estiagem/2023, 5,84mg/L na transição, 1,71mg/L no chuvoso e 7,98mg/L na estiagem/2024 (Tabela 1). Durante todo período chuvoso e em alguns pontos durante a fase de estiagem/2023, transição e a estiagem/2024, os valores ficaram abaixo do padrão determinado pela Resolução CONAMA n.º357/2005 para águas salobras ($\geq 5,0\text{mg/L}^{-1}$), indicando possível poluição orgânica causada pelo despejo de esgoto e/ou maior aporte de descarga continental, especialmente em épocas de maior escoamento superficial, como evidenciado no mês de junho (Oliveira et al., 2020).

Tabela 1. Valores absolutos, máximos, mínimos e médios dos parâmetros abióticos registrados durante os períodos de estiagem/2023 (setembro), transição/estiagem-chuvoso/2023 (dezembro), chuvoso/2024 (junho) e estiagem/2024 (setembro). Sal=salinidade; OD=oxigênio dissolvido; Máx=máximo; Mín=mínimo.

Ponto	Estiagem/2023				Transição				Chuvoso				Estiagem/2024			
	Sal. (g/kg)	pH	T° C	OD (mg/L- ¹)	Sal. (g/k g-	pH	T° C	OD (mg /L- ¹)	Sal. (g/kg)	pH	T° C	OD (mg/ L- ¹)	Sal. (g/k g)	pH	T° C	OD (mg/L- ¹)
1	0,42	5,95	27,04	2,00	1,09	6,66	27,52	3,41	0,15	6,27	27,92	0,00	1,08	6,58	28,02	1,00
2	5,19	7,49	29,02	8,10	3,73	6,90	28,51	0,80	0,74	6,45	28,77	2,25	13,50	7,46	29,12	6,63
3	4,93	6,5	28,02	1,10	5,92	6,88	29,12	4,87	0,19	6,40	29,59	1,56	18,16	8,66	29,39	16,00
4	0,83	5,63	27,54	2,24	4,79	6,63	29,12	4,17	0,79	6,66	28,40	2,07	5,38	6,75	28,83	4,98
5	13,12	8,74	29,54	12,10	28,03	7,96	29,87	5,84	0,14	6,28	29,25	0,00	20,03	8,58	30,41	9,20
6	21,12	8,34	29,42	15,24	28,41	8,22	28,79	7,33	0,21	6,36	29,61	1,70	27,70	8,38	28,80	7,72

7	18,35	8,3 9	29, 01	13,10	34,4	8, 52	29, 23	10,9 8	0,37	6,8 8	30, 52	2,15	30,7 2	8,2 4	28, 98	10,14
8	21,65	8,1 9	28, 93	9,86	37,5 7	8, 18	28, 59	7,43	0,31	6,6 3	29, 91	1,71	29,0 3	8,3 1	28, 43	7,98
9	21,71	8,1 9	28, 95	6,62	39,1 6	8, 29	28, 82	7,98	10,5 3	7,3 0	31, 30	3,79	30,3 7	8,1 8	29, 70	9,51
Máx.	21,71	8,7 4	29, 54	15,24	39,1 6	8, 52	29, 87	10,9 8	10,5 3	7,3 0	31, 30	3,79	30,3 7	8,5 8	30, 41	16,00
Mín.	0,42	5,6 3	27, 04	1,10	1,09	6, 63	27, 52	0,80	0,14	6,2 7	27, 92	0,00	1,08	6,5 8	28, 02	1,00
Média	15,74	8,1 9	28, 95	8,10	28,0 3	7, 96	28, 82	5,84	0,31	6,4 5	29, 59	1,71	20,0 3	8,2 4	28, 98	7,98

3.2 Composição das larvas de peixes

Foram quantificadas um total de 904 larvas de peixes durante todos os períodos amostrais. Destas foram identificadas 7 ordens (Clupeiformes, Carangiformes, Cichliformes, Pleuronectiformes, Atheriniformes, Beloniformes e Elopiformes), 8 famílias (Engraulidae, Clupeidae, Carangidae, Cichlidae, Achiridae, Atherinopsidae, Hemiramphidae e Elopidae) e 13 espécies (*Anchoa* sp., *Anchoa hepsetus*, *Anchoa mitchelli*, *Cetengraulis edentulus*, *Engraulidae* sp., *Sardinella brasiliensis*, *Clupeidae* sp., *Oligoplites saurus*, *Oreochromis niloticus*, *Achirus lineatus*, *Atherinella brasiliensis*, *Hyporhamphus unifasciatus* e *Elops saurus*).

Tabela 2. Composição taxonômica das larvas de peixes do estuário do rio Bacanga, São Luís, Maranhão. Sigla E para período de estiagem, setembro/2023; T para período de transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023; C para período chuvoso, junho/2024 e E2 para período de estiagem, setembro/2024.

Táxons	E	T	C	E2	Total
CLUPEIFORMES					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> sp.	636	166	1	1	804
<i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus, 1758)	2				2
<i>Anchoa mitchelli</i> (Valenciennes, 1848)			1		1
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)				3	3
<i>Engraulidae</i> sp.				6	6
Clupeidae					
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner,	3			4	7

1879)					
<i>Clupeidae sp.</i>				1	1
CARANGIFORMES					
Carangidae					
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	15			1	16
CICHLIFORMES					
Cichlidae					
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus , 1758)	1	5	3	2	11
PLEURONECTIFORMES					
Achiridae					
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	1				1
ATHERINIFORMES					
Atherinopsidae					
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	6	37		7	50
BELONIFORMES					
Hemiramphidae					
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)		1			1
ELOPIFORMES					
Elopidae					
<i>Elops saurus</i> (Linnaeus, 1766)		1			1
Total de larvas	664	210	5	25	904
Total de espécies	7	5	3	8	13
Total de famílias	6	5	2	5	8
Total de ordens	5	5	2	4	7

Do total de 904 larvas, 816 são da família engraulidae, dos quais 804 são apenas do táxon *Anchoa sp.*, onde domina praticamente sozinho durante todo o estudo, especialmente nos períodos de estiagem 2023 e transição. Outras espécies que marcaram considerável presença: *Atherinella brasiliensis* com 50 indivíduos, *Oreochromis niloticus* com 11 e *Oligoplites saurus* com 16 indivíduos.

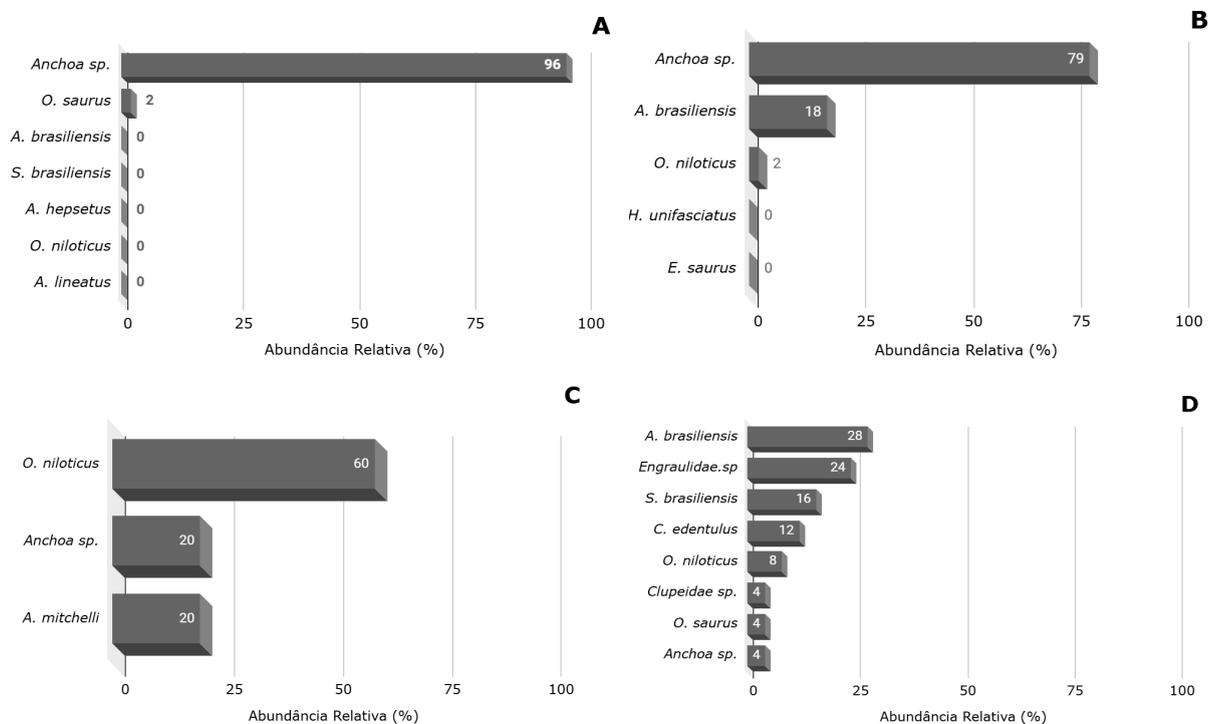
Esses dados são similares aos obtidos por Santana (2013), Soares (2014) e Pachêco (2024) que destacam a grande abundância de engraulídeos do gênero *Anchoa* na praia de Jaguaribe (PE) e nos rios Bacanga e Paciência (MA), nos levando a inferir o domínio destes organismos no ambiente estuarino. Os referidos

autores também registraram a presença de outras famílias presentes aqui neste estudo como: Atherinopsidae, Clupeidae e Carangidae. A família Engraulidae é constantemente presente e dominante em ecossistemas marinhos e estuarinos da região norte, nordeste e sudeste do Brasil (Castro, 2001; Castro *et al.* 2005; Silveira, 2011; Mota *et al.* 2014; Zacardi *et al.* 2016), devido à semelhança dos ecossistemas de águas costeiras (Nelson, 2006) (Tabela 2).

3.3 Abundância relativa (AR %)

Durante as quatro campanhas sazonais, a maior abundância de larvas foi registrada na estiagem de 2023, com *Anchoa sp.* dominando com 96% de AR. No período de transição estiagem-chuvoso, mais uma vez, a espécie dominou com 79% de AR. O período chuvoso teve *Oreochromis niloticus* liderando com 60% de AR. Na estiagem de 2024 foi registrado a maior diversidade e equilíbrio de espécies, com um total de 8, sendo *Atherinella brasiliensis* a mais abundante, com 28 % AR (Figura 2).

Figura 2. Abundância Relativa (%) da comunidade de larvas de peixes do estuário do rio Bacanga nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023 (A); transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (B); chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (D).



Anchoa sp. dominou nos períodos de estiagem e transição estiagem-chuvoso, indicando adaptabilidade ao ambiente, especialmente nos

pontos a jusante do estuário do rio Bacanga. A identificação taxonômica desse táxon foi restringida pelo estágio pré-flexão das larvas de difícil compreensão e falta de referências adequadas. A família Engraulidae foi a mais representativa do estudo, contribuindo com a maior parte da abundância total de larvas capturadas, com 90% de participação no total. Soares *et al.* (2014) também encontrou considerável presença de *Anchoa sp.* nas áreas próximas à foz do rio Bacanga. A grande abundância desta família em estuários brasileiros é explicada devido ao fato de formarem cardumes (Castro, 2001; Barletta *et al.* 2003) e por possuírem vida planctônica mais longa (Weiss, 1981), sendo de extrema importância comercial regional e formando a base da produção pesqueira mundial (FAO, 1995; Sousa, 2002).

Atherinella brasiliensis (Peixe-rei) foi a segunda espécie mais abundante do estudo, com 17.6% em dezembro, crescendo para 28% em setembro de 2024. *Oreochromis niloticus* (Tilápia-do-Nilo) também se destacou, mostrando frequência em todos os períodos, porém em baixas concentrações. O Peixe-rei pode ser encontrado em águas salobras estuarinas do Brasil e tem importância comercial significativa, servindo como fonte de renda e alimento (Pessanha & Araújo, 2001). Já a Tilápia-do-Nilo é uma espécie invasora introduzida, nativa da água doce e é menos tolerante ao sal (Kamal & Mair 2005).

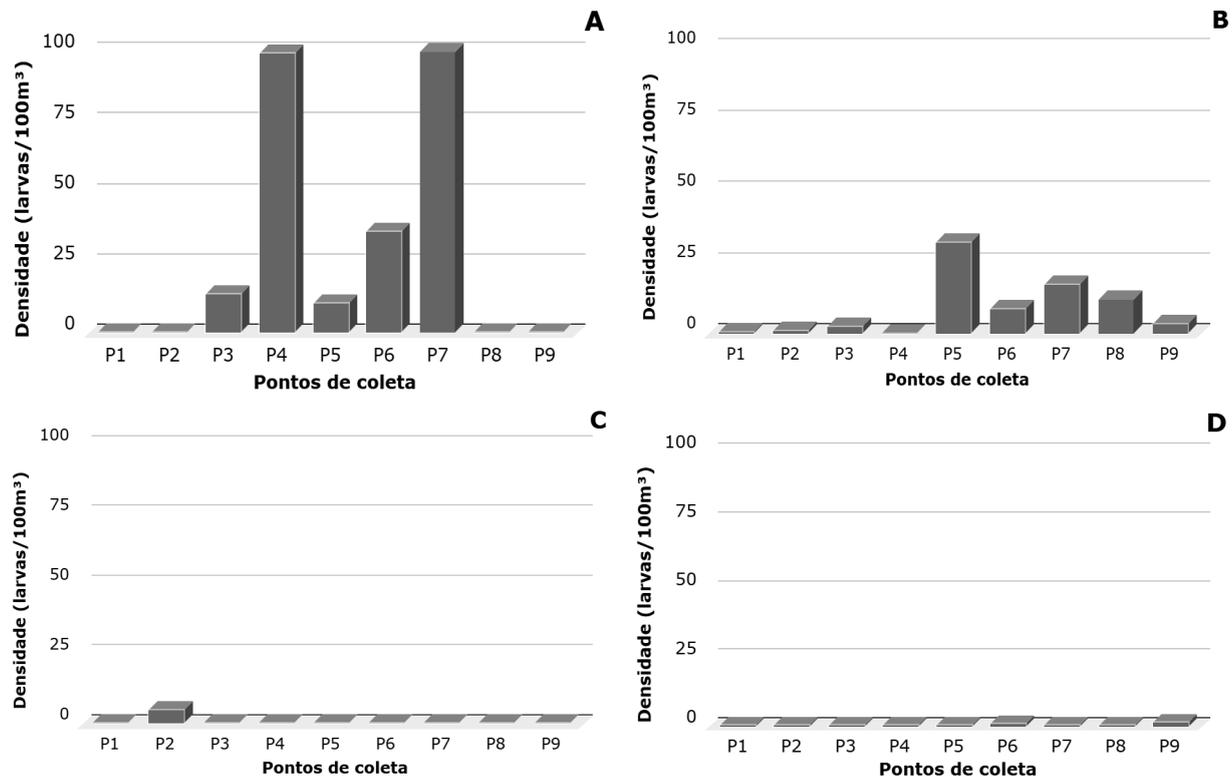
Algumas amostras deste estudo vieram com organismos tingidos com coloração escura, pigmento semelhante ao carvão, uma provável consequência da lixiviação das áreas em volta. Durante as atividades em campo, foi constatada algumas áreas de queimada na região. Tudo isso indica resultados das consequências dos impactos gerados pela ação humana na bacia hidrográfica do rio Bacanga.

3.4 Densidade (larvas/100m³)

Durante a estiagem/2023, a densidade variou de 0 a 99,81 larvas/100m³. Os maiores valores foram observados em P7, com 99,81 larvas/100m³, seguidos de P4 e P6 com 99,41 e 35,84 larvas/100m³, respectivamente. Os pontos P2, P8 e P9 não apresentaram densidade de larvas. O início do período de transição foi marcado por valores que variaram de 0 para P4 e 31,85 larvas/100m³ para P5. No período chuvoso, observou-se uma queda na densidade, variando de 0 (P1, P4, P5, P6, P7 e

P9) a 4,89 (P2), sendo o período com a menor concentração de larvas encontradas. Na estiagem/2024, os valores se mantiveram baixos especificamente entre 0,11 (P2) e 0,86 larvas/100m³ (P8) (Figura 3).

Figura 3. Densidade da comunidade de larvas de peixes do estuário do rio Bacanga, nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023 (A); transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (B); chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (D).



Os meses de setembro/2023 e dezembro se destacaram pela significância da densidade nos pontos intermediários e externos do estuário do rio Bacanga, isto é, em P5, P6 e P7, uma vez que a água apresentou equilíbrio dos parâmetros abióticos que favorecem a distribuição e desenvolvimento das espécies, em especial fatores como salinidade e temperatura (De Oliveira *et al.* 2006). Por outro lado, os pontos onde não há ou existe baixa densidade de organismos durante todo o estudo (P1, P2, P9) estão correlacionados com níveis extremos de salinidade e oxigênio dissolvido, o que pode ter sido um fator estressante para a comunidade larval, de acordo com De Castro *et al.* (1996).

Observa-se um gradiente decrescente na densidade das larvas do período de estiagem/2023 até o chuvoso, causado pelo regime de chuvas e consequente aumento do aporte de água continental, com um aumento pouco significativo na estiagem/2024. Durante as coletas do período chuvoso, observou-se um acúmulo

de material orgânico sedimentado. Esse acúmulo, possivelmente resultante do despejo de esgoto e/ou do aporte de matéria orgânica alóctone, contribui para a redução dos níveis de oxigênio dissolvido e da salinidade na água. A decomposição microbiana desse material consome grandes quantidades de oxigênio, além de que, a presença de matéria orgânica, associada ao aporte de água doce e de nutrientes advindos das chuvas, resulta na redução da salinidade (Junior e Cruz, 2012; Bastos, 2002).

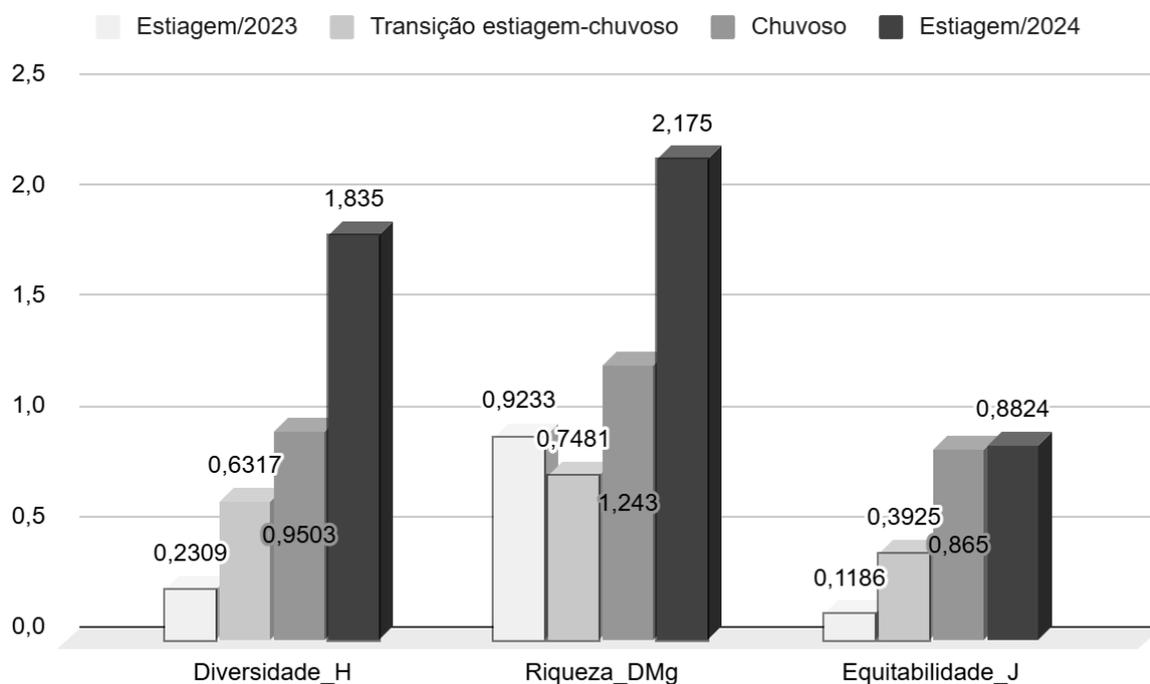
Há uma diferença notável de densidade entre estiagem/2023 e estiagem/2024, ambos representados pelo mês de setembro. A redução do OD na estiagem/2024 sugere possíveis impactos da poluição por esgoto doméstico (Santos, 2014), especialmente devido à proximidade de áreas residenciais ao redor da bacia hidrográfica do rio Bacanga, evidenciando a degradação ambiental da região. Isso mostra que os impactos naturais e humanos estão mais presentes e influentes sobre a comunidade larval no estuário do rio Bacanga.

3.5 Índices ecológicos (Diversidade, Equitabilidade e Riqueza)

No período de estiagem/2023, devido à dominância de *Anchoa sp.* com 96% de AR, os índices apresentaram baixos valores: diversidade apresentou 0,2309 bits ind⁻¹, riqueza com 0,9233 e equitabilidade foi de 0,1186. Na transição estiagem-chuvoso foi registrada diversidade de 0,6317 bits ind⁻¹, riqueza de 0,7481 e equitabilidade de 0,3925. Para o período chuvoso, a diversidade foi de 0,9503 bits ind⁻¹, riqueza de 1,243 e equitabilidade de 0,865. Já no período de estiagem/2024, com maior equilíbrio entre as espécies, foi registrado os maiores valores dos índices, com diversidade 1,835 bits ind⁻¹, riqueza de 2,175 e equitabilidade de 0,882 (Figura 4).

Os padrões dos índices ecológicos revelaram oscilações ao longo dos diferentes períodos sazonais no estuário do rio Bacanga. Esses dados se assemelham com os encontrados por Soares *et al* (2014), que também não registraram um padrão definido para a diversidade de larvas na bacia hidrográfica do rio Bacanga entre abril de 2012 a fevereiro de 2013. A ausência de um padrão claro associa-se à influência dos efeitos antrópicos, que afetam a dinâmica ecológica do estuário, tornando o índice de diversidade essencial para compreender as variações estruturais em ecossistema sujeitos a essas pressões (Martins, 2008).

Figura 4. Índices de diversidade específica (bits ind⁻¹) de Shannon (H'), equitabilidade de Pielou (J), e riquezas de espécies de Margalef (DMg) nos períodos e meses de estiagem, setembro/2023; transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023; chuvoso, junho/2024 e estiagem, setembro/2024.

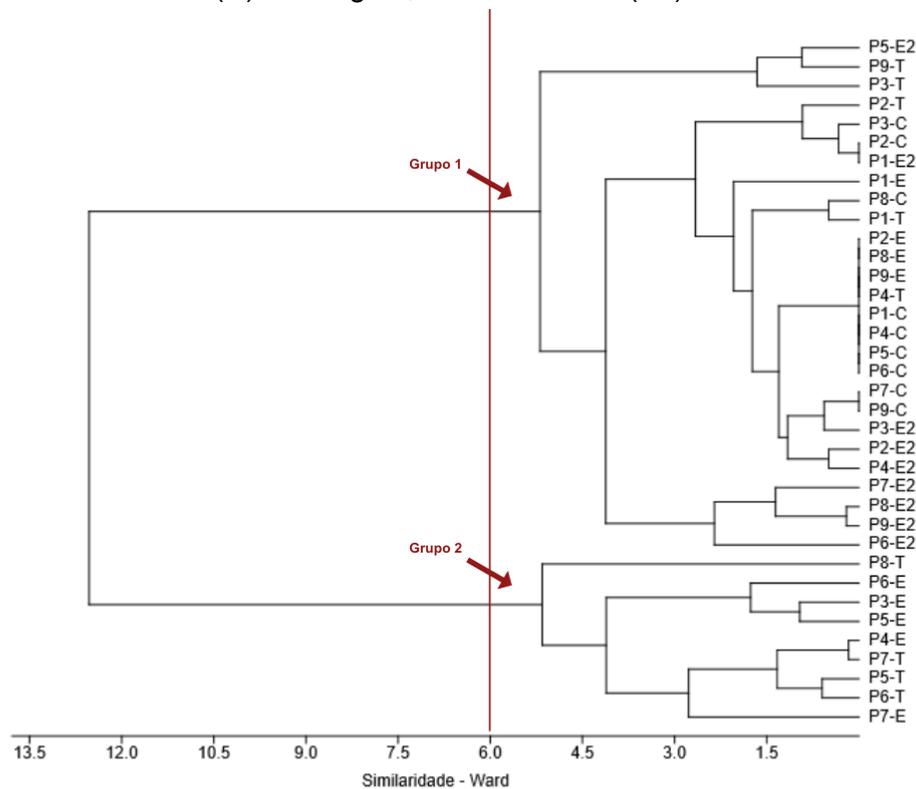


3.6 Análise de agrupamento (Cluster - Método de Ward)

Como o estudo não apresentou alta abundância e diversidade de larvas consistentes nos quatro períodos, a análise de agrupamento Cluster pelo método de Ward foi utilizada para minimizar a variabilidade interna e gerar agrupamentos mais homogêneos e equilibrados. O dendograma da análise mostrou dois principais grupos entre os grupos amostrais, com um coeficiente de correlação de 0,9044 e linha de corte em 6,0. Os grupos formados foram: Grupo 1: P5-E2, P9-T, P3-T, P2-T, P3-C, P2-C, P1-E2, P1-E, P8-C, P1-T, P2-E, P8-E, P9-E, P4-T, P1-C, P4-C, P5-C, P6-C, P7-C, P9-C, P3-E2, P2-E2 e P4-E2, P7-E2, P8-E2, P9-E2 e P6-E2 e Grupo 2: P8-T, P6-E, P3-E, P5-E, P4-E, P7-T, P5-T, P6-T e P7-E (Figura 5).

Considera-se “E” para pontos do período de estiagem/2023; “T” para transição, “C” para chuvoso e “E2” para estiagem/2024 (Figura 5). Considerando a localização no rio, os pontos 1 a 4 são mais internos, 5 e 6 são intermediários e 7, 8 e 9 estão ao lado da barragem e da desembocadura, recebendo maior influência marinha.

Figura 5. Dendograma da análise de agrupamento (Cluster-Ward) dos valores de abundância das espécies nos nove pontos amostrais (P) nos períodos de estiagem, setembro/2023 (E), transição estiagem-chuvoso, dezembro/2023 (T), chuvoso, junho/2024 (C) e estiagem, setembro/2024 (E2).



O grupo 1 é composto inteiramente por pontos dos períodos C e E2, que apresentaram menores valores de abundância de espécies, com ausência registrada em alguns pontos. Além disso, o grupo inclui alguns pontos dos períodos E e T, embora menos frequentes mas que também não se destacaram nos dados de abundância. O grupo 2 apresenta o padrão oposto, agrupando exclusivamente pontos dos períodos E e T, que se destacaram como os mais numerosos. Este grupo evidencia pontos como P4-E, P6-E, P7-E e P5-T, que registraram os maiores valores de abundância do estudo (Figura 5).

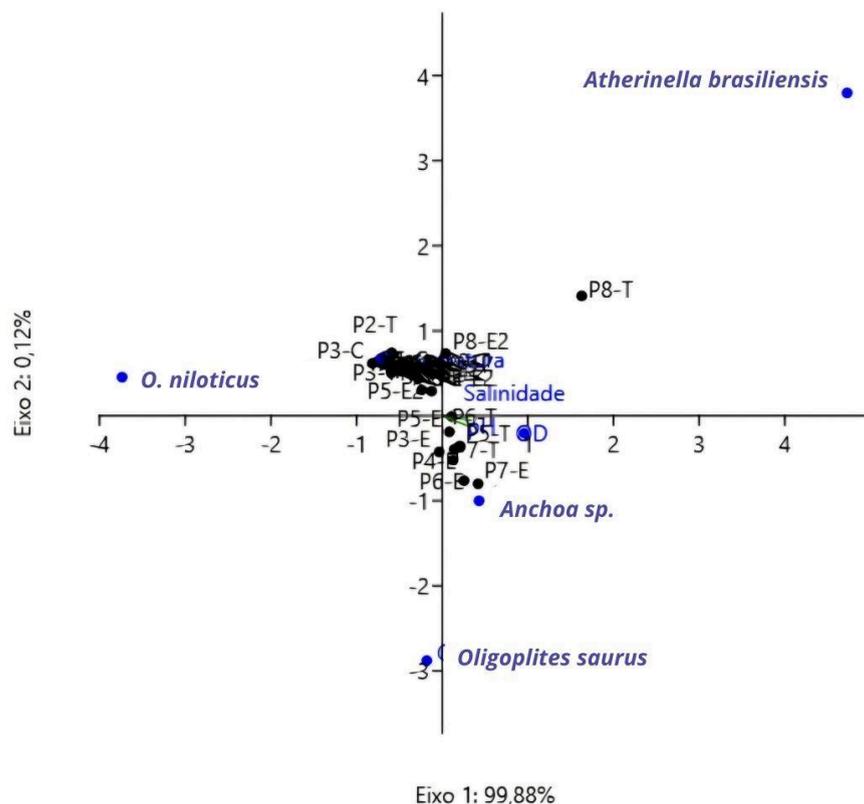
Essa análise permitiu identificar semelhanças e diferenças entre os grupos, evidenciando um padrão na relação entre os valores de abundância e a sazonalidade na região. Observou-se a formação de dois grupos: um de alta abundância (Grupo 2) e outro de baixa abundância (Grupo 1), influenciados por fatores abióticos, especialmente a salinidade (Palheta, 2005).

3.7 Análises estatísticas (CCA, ANOVA)

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Figura 6) apontou as variáveis ambientais que influenciam as quatro espécies mais representativas e frequentes do presente estudo (*Anchoa sp.*, *Atherinella brasiliensis*, *Oreochromis niloticus* e *Oligoplites saurus*) nos nove pontos amostrais dos quatro períodos sazonais.

As condições do ambiente influenciam a comunidade de peixes ao influenciar sobre suas respostas fisiológicas e comportamentais, além de modificar diretamente os padrões de abundância e distribuição das espécies (Reynalte-Tataje *et al.*, 2007), com destaque para os parâmetros físicos e químicos da água.

Figura 6. Análise de Correspondência Canônica dos quatro períodos amostrais: estiagem/2023 (E); transição estiagem-chuvoso (T); chuvoso (C) e estiagem/2024 (E2). Ponto amostral=P; OD=oxigênio dissolvido; Temp.=temperatura.



A salinidade, centralizada no centro do gráfico, é a variável ambiental mais relevante (Figura 6). *Anchoa sp.*, o táxon mais abundante do estudo, demonstrou ser influenciada pelos fatores ambientais, mas com alta adaptabilidade. Sua posição central no gráfico comprova sua ampla distribuição, refletindo sua associação com

salinidade moderada a alta, pelo pH alcalino e pelo oxigênio dissolvido (OD), preferindo ambientes com alta oxigenação. *Atherinella brasiliensis* está isolada e associada a valores mais altos no Eixo 1, sugerindo que essa espécie pode estar mais presente em áreas com maior salinidade. *Oreochromis niloticus* está em oposição à salinidade, o que condiz com sua natureza, preferindo ambientes com características de água doce. *Oligoplites saurus* está isolado no quadrante inferior esquerdo, preferindo águas menos salinas e tolera baixa oxigenação, possivelmente devido a descargas continentais. Muitas variáveis estão posicionadas próximas ao centro, sugerindo uma tendência geral do ecossistema, outras, como P8-T, bem distante, indicando características específicas distintas da maioria.

A análise de variância ANOVA (One-Way) (Tabela 3) mostrou que a abundância de *Anchoa sp.* varia significativamente entre os grupos estudados, as variáveis ambientais. O valor de $P = 0,0092$ ($P < 0,050$) indica que fatores ambientais realmente influenciam a distribuição dessa espécie. O valor de $F = 3,989$ ($F > 1$) sugere que a variação entre os grupos é maior do que a variação dentro de cada grupo. Essa variação pode estar ligada a fatores como salinidade, temperatura e disponibilidade de alimento, que afetam a ecologia da espécie. Em resumo, a ANOVA reforça que a presença de *Anchoa sp.* no estuário torna-a um bom indicador das mudanças sazonais e das características do ecossistema.

Tabela 3. Resultado da análise de variância ANOVA.

ANOVA		
Abundância	F	Pr(>F)
<i>Anchoa sp.</i>	3,989	0,0092

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, foi possível identificar variações nos fatores abióticos e na composição das larvas de peixes no estuário do rio Bacanga ao longo dos períodos sazonais. A salinidade foi mais elevada nas áreas próximas à costa oceânica, enquanto o pH e a temperatura mantiveram-se adequados às normas, com exceções. O oxigênio dissolvido (OD) registrou níveis abaixo dos recomendados no período chuvoso e estiagem 2024, evidenciando tanto fatores antrópicos quanto naturais. O estuário do bacanga é diretamente influenciado pela

ação humana, uma vez que sua barragem controla o fluxo de água, comprometendo a dinâmica do ambiente.

A sazonalidade, aliada à influência antrópica da barragem, demonstrou um papel determinante na estruturação da comunidade de larvas, impactando diretamente os padrões de densidade e abundância. Os períodos de estiagem/2023 e transição estiagem-chuvoso apresentaram os maiores valores de densidade. Em contrapartida, os períodos chuvoso e estiagem/2024 registraram valores extremamente baixos. A localização geográfica dos pontos de coleta revelou a relação entre a variação espacial, os parâmetros abióticos e os valores de densidade, indicando locais de reprodução, desova e desenvolvimento das espécies.

A salinidade, junto ao oxigênio dissolvido, desempenhou um papel crucial na distribuição das larvas, influenciando diretamente sua abundância e diversidade. Durante os períodos de maior salinidade e OD, observou-se um aumento na densidade desses organismos, principalmente em pontos intermediários e próximos à zona marinha e à barragem. Em contrapartida, a redução desses fatores impactou negativamente espécies estuarinas, dificultando sua sobrevivência e dispersão.

O táxon *Anchoa sp.* foi o mais relevante do estudo, com predominância nos períodos de estiagem/2023 e transição, refletindo sua adaptabilidade no estuário do rio Bacanga. As larvas em pré-flexão desse táxon revelam a importância desse ambiente como berçário, fornecendo condições essenciais para o desenvolvimento inicial das espécies. Além disso, a alteração na coloração de algumas amostras sugere que determinadas espécies são particularmente sensíveis, o que pode indicar a degradação ambiental em áreas ao redor da bacia hidrográfica.

Os resultados deste estudo são fundamentais para a sustentabilidade da biodiversidade aquática, pois fornecem informações cruciais sobre a influência de fatores ambientais e antrópicos na estruturação da comunidade de larvas. A conservação dos ecossistemas estuarinos, especialmente aqueles impactados por barragens como a do Bacanga, é essencial para a manutenção dos estoques pesqueiros e a segurança alimentar das populações que dependem desses recursos. A identificação de períodos e áreas críticas para a reprodução e o

desenvolvimento larval pode subsidiar ações de manejo sustentável, evitando a sobre-exploração

Este estudo colabora com o ODS 14 - Vida debaixo d'água (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da Organização das Nações Unidas (ONU), que visa à conservação e o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos. A pesquisa auxilia diretamente para o entendimento dos impactos ambientais nos estuários e para formulação de políticas públicas voltadas à preservação da biodiversidade marinha. Além disso, reforça a necessidade de mitigar os efeitos da ação humana, como a construção de barragens e o despejo de efluentes, que comprometem a resiliência dos ecossistemas aquáticos.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, R. B. **Variação espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos no estuário do rio Una (Pernambuco-Brasil)**. Recife: UFPE, 2002.
- BARLETTA, Mário et al. 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**, v. 256, p. 217-228, 2003.
- CALAZANS, Danilo; MUELBERT, José H.; MUXAGATA, Erik. **Organismos Planctônicos. Estudos Oceanográficos: Do Instrumental ao Prático**. Pelotas, RS: Textos, p. 163-232, 2011.
- CASTRO, ACL de. Diversidade da assembléia de peixes em igarapés do estuário do Rio Paciência (MA-Brasil). **Atlântica**, v. 23, p. 61-72, 2001.
- CASTRO, Marcia S. de; BONECKER, Ana Cristina Teixeira; VALENTIN, Jean L. Seasonal variation in fish larvae at the entrance of Guanabara Bay, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, p. 121-128, 2005.
- COELHO, C. J. C.; DAMÁZIO, E. **Aspectos da Disponibilidade e dos Usos da Água na bacia do Bacanga/Ilha do Maranhão (Ilha de São Luís) – MA**. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 19:73-84, 2006.
- DE CASTRO, Marcia S.; BONECKER, Ana CT. Ocorrência de Larvas de Peixe no Sistema Estuarino do Rio Mucuri. **Arq. Biol. Tecnol**, v. 39, n. 1, p. 171-185, 1996.
- DE OLIVEIRA MAFALDA JR, P.; SINQUE, C; MUELBERT, J. H. Associações de larvas de peixes na costa norte da Bahia. **Atlântica** (Rio Grande), v. 28, n. 1, p. 05-12, 2006.
- FAO. 1995. **Fisheries statistics: catches and landing**. Rome: FAO, 713p.
- IBGE. **Dados Censitários do Município de São Luís**. 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br.
- JUNIOR, Antonio Bomfim da Silva RAMOS; CRUZ, Manoel Jerônimo Moreira. Variabilidade espaço-temporal de parâmetros físico-químicos e metais pesados no rio São Paulo, município de Candeias, Bahia. **Geosciences= Geociências**, v. 31, n. 4, p. 622-637, 2012.
- KAMAL, Abu Hena Md Mostofa; MAIR, Graham C. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. **Aquaculture**, v. 247, n. 1-4, p. 189-201, 2005.
- LIMA, Lidiane Gomes de. **Padrões de distribuição de assembleias ictioplanctônicas em dois estuários tropicais do semiárido**. 2022. 126 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.
- MAFALDA JÚNIOR, Paulo de Oliveira et al. **Distribuição e abundância do ictioplâncton na costa norte da Bahia, Brasil**. 2004.

MARTINEZ, C. R., Oliveira, A. B., & Silva, D. M. **Impact of deforestation and sewage discharge on river water quality.** Journal of Environmental Management, 217, 856-863, 2018.

MARTINS, Ana Luiza Privado. **Avaliação da qualidade ambiental da bacia do Bacanga (São Luís - MA) com base nos principais aspectos físicos e químicos, biológicos e populacionais: subsídios para uma gestão sustentável,** 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

MOTA, Érika Maria Targino et al. **Distribuição e abundância do ictioplâncton na região do Porto do Pecém, Estado do Ceará.** 2014.

NELSON, J. S. 2006. **Fishes of the world.** 4. ed. New Jersey: John Willey e B. Sons, 610p.

NOGUEIRA JÚNIOR, M.; COSTA, M. D. P. Zooplâncton da Baía da Babitonga e plataforma continental adjacente: diagnóstico e revisão bibliográfica. **Revista CEPsul-Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 8, 2019.

OLIVEIRA, A. B., Silva, D. M., & Martinez, C. R. Urban sewage and its effects on water ecosystems: A review. **Environmental Pollution**, 263, 114365, 2020.

PALHETA, G. D. A. 2005. **Composição e distribuição espaço-temporal de ovos e larvas de peixe nos estuários dos rios Curuçá e Muriá (CURUÇÁ-PARÁ).** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Pará, 88p.

PEREIRA, Sirlane Viegas et al. Análise espacial das formas de ocupação da bacia hidrográfica do rio Bacanga. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 31, n. 1, p. 173-182, 2018.

PEREIRA, Xenna Santos. **A influência da estrutura oceanográfica na dispersão do ictioplâncton na Baía de Todos os Santos, Bahia.** 2018.

PESSANHA, André Luiz Machado; ARAÚJO, Francisco Gerson. Recrutamento do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae), na margem continental da baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 1265-1274, 2001.

RÉ, P. M. A. B. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica: guia de identificação dos ovos e estados larvares planctônicos.** Cascais: Câmara Municipal de Cascais, 1999.

REYNALTE-TATAJE, D. A. **Influência das variáveis ambientais na distribuição espaço temporal do ictioplâncton em duas bacias hidrográficas brasileiras.** 2007. 119 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

SANTANA, Fábio Magno da Silva et al. **A influência da sazonalidade nas etapas de vida dos peixes e residência em zonas de surfe: um caso de estudo em uma região tropical.** 2013.

SANTOS, Tâmara Tatiana Souza. **Dinâmica do oxigênio dissolvido no estuário do rio do Sal/Sergipe.** 2014

SILVEIRA, P. C. A. Distribuição e abundância das larvas de peixes na Zona Econômica Exclusiva do estado do Maranhão, Brasil. **Peixes Marinhos e Estuarinos do Maranhão. São Luis: Café & Lápis, Fapema**, p. 17-36, 2011.

SOARES, Rafael Diego Barbosa. DIVERSIDADE DE LARVAS DE PEIXES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA (MARANHÃO–BRAZIL). **Revista de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 2, p. 05-19, 2014.

SOARES, R. D. B.; CUTRIM, M. V. J.; SILVEIRA, P. C. A. Comunidade Ictioplânctônica da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga (Maranhão–Brasil). **Revista de Ciências Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 05-19, 2014.

SOUSA, S. S. P.; BITTENCOURT, S. C. S.; FORO, R. A.; FERREIRA, S. G. C.; BELÚCIO, L. F. (2002), **Ictioplâncton da ZEE Norte do Brasil, ao largo da costa do Amapá (OP. Norte II, REVIZEE – SCORE NO)**. Resumo apresentado para o XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia. Itajaí, Santa Catarina. p. 625.

TEIXEIRA, G. E. **Variação espacial e temporal na abundância e composição do ictioplâncton em seção transversal do trecho inferior do rio Paraíba do Sul**. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

UFMA/LABOHIDRO. Universidade Federal do Maranhão. **Diagnóstico ambiental do Estuário do Rio Bacanga, Ilha de São Luís-MA**: características químicas e biológicas, 116 p. 1998.

Weiss, G. **Ictioplâncton del estuário de Lagoa dos Patos, Brasil**. Tese de Doutorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, 164 p., Buenos Aires, 1981.

ZACARDI, Diego Maia; DA SILVA BITTENCOURT, Suzana Carla; NAKAYAMA, Luiza. O ictioplâncton e sua relação com a variação diária e os ciclos de marés no estuário amazônico. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 2, p. 32-40, 2016.

ANEXO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “FATORES AMBIENTAIS E A COMUNIDADE DE LARVAS DE PEIXES NO ESTUÁRIO DO RIO BACANGA: UMA ANÁLISE SAZONAL. MARANHÃO, BRASIL” será submetido à *Revista Contemporânea* (Qualis CAPES 2017-2020: B1) em formato de artigo, sua formatação está correspondente às normas da revista.



Sobre a Revista

A **Revista Contemporânea** (e-ISSN 2447-0961 / ISSN 2764-7757) tem como missão publicar e divulgar pesquisas que tragam reflexões que apresentem contribuições originais, de natureza teórica ou empírica, difundindo o conhecimento em diversas áreas. É aberta a diferentes abordagens teóricas e metodológicas e recebe contribuições de autores dos diversos níveis acadêmicos. A revista é **multidisciplinar**.

Podem ser autores: docentes, profissionais, estudantes e pesquisadores de qualquer nível de formação, sendo o principal critério para fins de publicação a qualidade do texto. Publica artigos, traduções e ensaios inéditos produzidos por pesquisadores nacionais ou estrangeiros. Os textos submetidos podem ser escritos em português, inglês ou espanhol.

Qualis CAPES 2017-2020: B1

Fonte: ojs.revistacontemporanea.com