

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ÊNFASE EM BIOLOGIA
MARINHA E COSTEIRA

LAURA GUARAGNI AYALA

ESTRUTURA DO ICTIOPLÂNCTON NO ESTUÁRIO DO RIO TRAMANDAÍ E NA
ZONA DE SURFE, RIO GRANDE DO SUL

IMBÉ
2024

LAURA GUARAGNI AYALA

**ESTRUTURA DO ICTIOPLÂNCTON NO ESTUÁRIO DO RIO TRAMANDAÍ E NA
ZONA SURFE, RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão de curso submetido como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas do Departamento Interdisciplinar do Campus Litoral Norte da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Cabral da Silva

**IMBÉ
2024**

CIP - Catalogação na Publicação

Ayala, Laura Guaragni
Estrutura do ictioplâncton no estuário do rio
Tramandaí e na zona de surfe, Rio Grande do Sul /
Laura Guaragni Ayala. -- 2024.
44 f.
Orientadora: Elisabeth Cabral da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Biologia
Marinha e Costeira, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. ictioplâncton. 2. estuário do rio Tramandaí. 3.
zona de surfe. 4. variação espaço-temporal. 5. fatores
abióticos. I. da Silva, Elisabeth Cabral, orient. II.
Título.

LAURA GUARAGNI AYALA

**ESTRUTURA DO ICTIOPLÂNCTON NO ESTUÁRIO DO RIO TRAMANDAÍ E NA
ZONA DE SURFE, RIO GRANDE DO SUL**

Monografia submetida como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas do Departamento Interdisciplinar do
Campus Litoral norte da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Cabral da Silva

Aprovada em: 06 / 02 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^a. Dr^a. Elisabeth Cabral da Silva

Departamento Interdisciplinar - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr^a: Cláudia Akemi Pereira Namiki

Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo

Dr. Régis Vinícius Souza Santos

Departamento de Oceanografia e Pescas - Universidade dos Açores

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC-CNPq) e ao Programa de Iniciação Científica da UFRGS (BIC-UFRGS) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas;

À professora Elisabeth Cabral da Silva pelas aulas, ensinamentos e por aceitar ser minha orientadora, auxiliando desde as análises no laboratório até a escrita deste trabalho;

Ao professor Fábio Lameiro Rodrigues, coordenador do projeto Berimbau, por permitir que “aproveitássemos” as amostras de plâncton para triar o ictioplâncton;

A todos os técnicos e pescadores que tornaram possível a coleta das amostras e as saídas de campo;

À minha amiga e colega de laboratório Júlia por ajudar nas triagens e pela parceria nas saídas de campo;

À banca avaliadora Cláudia Akemi Pereira Namiki e Régis Vinícius Souza Santos por aceitarem avaliar este trabalho; ao Régis Santos, novamente, por auxiliar na revisão e na elaboração da análise multivariada para a versão final deste trabalho.

À minha família, especialmente minha mãe, pai e irmão pelo carinho e apoio em todas as etapas da minha vida;

Aos meus amigos Deise, Kaliana, Lucas, Nátali, Ricardo e Thiago pela companhia durante todo o curso de biologia e aos vários “rolês” tão divertidos;

Às minhas amigas que tenho desde o ensino fundamental Anna, Caroline, Joana e Tainá por proporcionarem tantos momentos especiais;

Aos professores do curso de Biologia Marinha do CECLIMAR/UFRGS na construção de conhecimento ao longo do curso;

A todos que de alguma forma estiveram presentes na minha vida.

RESUMO

O estuário do rio Tramandaí é considerado como uma área de berçário para vários organismos, incluindo a ictiofauna. A sobrevivência de ovos e larvas de peixes é essencial para o recrutamento das espécies, por isso, existe a necessidade de conhecer a comunidade ictioplanctônica desse estuário e os principais fatores que influenciam sua estrutura. Foram realizadas coletas mensais através de arrastos com rede de plâncton (300 µm) em três pontos no estuário do rio Tramandaí e dois pontos na zona de surfe em duas cidades do litoral norte do Rio Grande do Sul, no período de setembro de 2022 a agosto de 2023. As variáveis ambientais, salinidade, temperatura e pH foram aferidas *in situ* utilizando sonda multiparâmetro. Os resultados obtidos através da análise não paramétrica de Kruskal-Wallis mostraram que a densidade de ovos variou entre as estações e pontos de amostragem. Houve diferenças significativas na densidade de larvas entre os pontos, mas não entre as estações. No geral, tanto para as larvas quanto para os ovos, a primavera e o verão apresentaram as maiores densidades médias, sugerindo esse ser um período importante de reprodução. A maioria das larvas ocorreu no estuário, indicando sua relevância para o desenvolvimento dos estágios iniciais. No total, foram identificados 28 táxons, distribuídos em 13 famílias, 9 gêneros e 14 espécies. As famílias mais abundantes foram Gobiidae, Clupeidae e Atherinopsidae. O táxon com maior densidade média foi *Microgobius meeki* (167,10 larvas.100 m⁻³). A riqueza e diversidade dos táxons foram semelhantes ao longo do ano e das áreas. A análise de redundância baseada em distância (db-RDA) mostrou que as famílias Sciaenidae e Clupeidae se correlacionaram com a salinidade. Enquanto as famílias Gobiidae, Engraulidae e Syngnathidae apresentaram relação positiva com a temperatura e pH. Os resultados sugerem que o gradiente de salinidade e variações na temperatura influenciaram a variação espaço-temporal de ovos e larvas, porém, outros aspectos, como a hidrodinâmica do estuário, devem ser levados em conta em futuros estudos na região.

Palavras-chave: ictioplâncton; estuário do rio Tramandaí; zona de surfe; variação espaço-temporal; fatores abióticos.

ABSTRACT

The Tramandaí river estuary is considered a nursery area for several organisms, including ichthyofauna. The survival of fish eggs and larvae is essential for the recruitment of species, therefore, it's crucial to understand the ichthyoplankton community of this estuary and the main factors that drive its structure. Samplings were carried out monthly through plankton tows with a 300 µm net at three stations in the Tramandaí river estuary and two stations in the surf zone in two cities on the north coast of Rio Grande do Sul, from September 2022 to August 2023. The environmental variables salinity, temperature and pH were measured *in situ* using a multiparameter probe. The results, obtained through non-parametric Kruskal-Wallis analysis, showed that egg density varied between seasons and sampling points. There were significant differences in larval density between stations, but not between seasons. In general, for both larvae and eggs, spring and summer have the highest average densities, suggesting this is an important period of reproduction. The majority of larvae occurred in the estuary, indicating its relevance for the development of early life stages of fishes. In total, 28 taxa were identified, distributed in 13 families, 9 genera and 14 species. The most abundant families were Gobiidae, Clupeidae and Atherinopsidae. The taxon with the highest average density was *Microgobius meeki* (167.10 larvae.100 m⁻³). The richness and diversity of taxa were similar throughout the year and areas. The distance-based redundancy analysis (db-RDA) showed that the families Sciaenidae and Clupeidae correlated with salinity. While the families Gobiidae, Engraulidae and Syngnathidae showed a positive relationship with temperature and pH. The results suggest that the salinity gradient and temperature variations influenced the spatio-temporal distribution of eggs and larvae, however, other aspects, such as the estuary hydrodynamics, must be taken into account in future studies in the region.

Keywords: ichthyoplankton; Tramandaí river estuary; surf zone; spatio-temporal variation; abiotic factors.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.2	COLETA E TRIAGEM DAS AMOSTRAS.....	14
3.3	ANÁLISE DE DADOS	16
4	RESULTADOS	17
4.1	CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	17
4.2	DENSIDADE DE OVOS E LARVAS DE PEIXE.....	20
4.3	DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS TÁXONS	23
4.4	TÁXONS RELEVANTES NA PESCA ARTESANAL DO ESTUÁRIO DO RIO TRAMANDAÍ E NA ZONA DE SURFE	25
4.5	INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO ICTIOPLÂNCTON	27
5	DISCUSSÃO	29
5.1	VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA DENSIDADE DO ICTIOPLÂNCTON ...	29
5.2	VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS TÁXONS	31
6	CONCLUSÃO.....	36
7	REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Estuários são mundialmente conhecidos como berçários e locais fundamentais para o desenvolvimento de muitos organismos aquáticos incluindo o ictioplâncton, que corresponde aos estágios iniciais do ciclo de vida dos peixes (ovos e larvas) (BERASATEGUI *et al.*, 2004; MAI *et al.*, 2018; WHITFIELD, 1998). Nestes ambientes, a salinidade e temperatura estão entre os principais fatores abióticos relacionados às variações espaço-temporais do ictioplâncton. O aumento na temperatura afeta a maturação e o período de reprodução, elevando a densidade de ovos e larvas, sendo comum a primavera e verão apresentarem maior abundância e diversidade (COSTA; MUELBERT, 2016; GODEFROID *et al.*, 1999; KUPARINEN *et al.*, 2011; MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003). Já a salinidade pode afetar a distribuição espacial. Diferentes assembleias podem ser formadas de acordo com a estrutura vertical e horizontal da salinidade ao longo de estuários. As espécies se distribuem de acordo com suas preferências por locais com baixas ou altas salinidades, refletindo sua origem marinha/estuarina (BARLETTA-BERGAN *et al.*, 2002; BERASATEGUI *et al.*, 2004). Além disso, mudanças nos gradientes de salinidade, causadas por eventos de seca, por exemplo, podem ter efeitos positivos na densidade de espécies marinhas, pois possibilitam a ocupação de áreas interiores de estuários (PRIMO *et al.*, 2011).

Nos estudos de Bruno e Muelbert (2009) e Costa e Muelbert (2016), durante a primavera, foram registradas alta pluviosidade e maior vazão na Laguna dos Patos, o que causou a diminuição da abundância de ovos e larvas em épocas de verão, pois houve o comprometimento do transporte do ictioplâncton para dentro do estuário. Dessa forma, variações interanuais do clima e na hidrodinâmica, podendo ter origem de fenômenos como El Niño, La Niña e até de ciclones, podem influenciar fortemente a distribuição espacial desses organismos (COSTA; MUELBERT, 2016; MARTIN *et al.*, 1992; RAMOS *et al.*, 2006). Ademais, a turbidez é outro fator que afeta a distribuição e a densidade, pois ela permite que larvas e juvenis se refugiem de maiores predadores (HARRIS; CYRUS, 1995).

A conectividade entre estuários e zonas marinhas adjacentes, como as zonas de surfe, permite que peixes migrem entre esses habitats e os utilizem de acordo com suas necessidades (SILVA-FALCÃO *et al.*, 2013; POTTER *et al.*, 2015). No Rio Grande do Sul, as zonas de surfe frequentemente apresentam acumulações da diatomácea *Asterionellopsis guyunusae* (Luddington), representando fonte importante de carbono no sistema praiial (MCLACHLAN; DEFEO, 2006;

RÖRIG; GARCIA, 2003). Alguns estudos exploram o uso das zonas de surfe, em relação às acumulações de algas e à topografia de fundo. Larvas de peixes em estágios mais avançados procuram ativamente por locais com acumulações, por causa da turbidez e disponibilidade de alimento, e com depressões na topografia, buscando refúgio, devido à baixa velocidade das correntes, resultando em um aumento na abundância e diversidade nesses locais (MCGREGOR *et al.*, 2021; WATT-PRINGLE; STRYDOM, 2003). Ademais, as larvas em pós-flexão, que apresentam maior mobilidade, podem utilizar a zona de surfe como área de espera para entrar no estuário, utilizando o transporte seletivo de fluxo de marés (*Selective Tidal Stream Transport*) ou durante eventos de transposição de ondas (*overwash*), em situações em que o estuário está fechado (AREVALO *et al.*, 2023; COWLEY *et al.*, 2001; STRYDOM; D'HOTMAN, 2005).

A velocidade, direção e prevalência de ventos *onshore* facilitam a entrada de larvas e juvenis em estuários com canais rasos e sob regimes de micromarés, enquanto ventos *offshore* podem dificultar o ingresso, como descrito num estudo na laguna Mar Chiquita, Argentina (BRUNO; ACHA, 2015). As lagunas costeiras do Rio Grande do Sul também apresentam regime de micromarés, por causa disso, os processos litorâneos nesses locais são definidos pelo padrão dos ventos e deriva litorânea (PERILLO, 1995). Na Laguna dos Patos, por exemplo, a circulação das águas é causada por ventos e precipitação que alteram a hidrodinâmica do estuário (COSTA; MUELBERT, 2016). Desse modo, o sistema de ventos influencia na distribuição do ictioplâncton ao longo das zonas costeiras e o transporta para dentro do estuário, através da criação de ondas e correntes em direção ao continente, afetando positivamente o processo de recrutamento de larvas e ovos (BRUNO; MUELBERT, 2009; BUSOLI; MUELBERT, 2003; COSTA; MUELBERT, 2016; MARTINS *et al.*, 2007). Além da migração impulsionada pelos ventos, larvas em pré-flexão podem ser dispersadas passivamente por marés de enchente e vazante, alcançando suas áreas de berçário (AREVALO *et al.*, 2023; BECKLEY, 1985; STRYDOM; WOOLDRIDGE, 2005).

Por último, ovos e larvas de determinadas espécies variam de acordo com a sazonalidade, podendo ser abundantes em diferentes períodos ou estando presentes durante o ano todo (COSTA; MUELBERT, 2016; GODEFROID *et al.*, 2001). Outros estudos trazem padrões similares entre si, com a presença de ovos e larvas em alta densidade e diversidade durante o verão e primavera, pois as temperaturas mais elevadas e disponibilidade de alimento favorecem a maturação dos peixes e o desenvolvimento do ictioplâncton (BUSOLI; MUELBERT, 1999; GODEFROID *et al.*, 1999; GODEFROID *et al.*, 2001; MUELBERT; WEISS, 1991).

Estudos sobre a distribuição espaço-temporal do ictioplâncton estuarino e costeiro e os fatores que a influenciam já foram realizados em algumas localidades do litoral sul do Rio Grande do Sul. Na praia do Cassino, Busoli e Muelbert (1999, 2003) revelaram que a distribuição da fauna, na zona de surfe nesta praia, está associada ao padrão de ventos e à deriva litorânea. Durante os meses quentes, algumas das espécies mais abundantes da região foram *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758) (peixe-espada), *Lycengraulis grossidens* (Spix & Agassiz 1829) (manjuba), *Brevoortia pectinata* (Jenyns 1842) (savelha), *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823) (corvina) e representantes da família Atherinopsidae (peixe-rei). Os ovos de *T. lepturus* e da família Sciaenidae (pescada) também ocorreram em grandes quantidades nesse período. Lima e Vieira (2009) trabalharam com juvenis, subadultos e adultos e mostraram que a praia do Cassino pode ser considerada um sistema estável, pois a composição da ictiofauna mudou pouco ao longo de 20 anos. Ademais, os autores sugeriram que a ictiofauna é estruturada, principalmente, por fatores abióticos, como temperatura e salinidade, relacionados a variação sazonal.

Na Laguna dos Patos também há um esforço considerável na pesquisa sobre o ictioplâncton (BRUNO; MUELBERT, 2009; COSTA; MUELBERT, 2016; MARTINS *et al.*, 2007; MUELBERT; WEISS, 1991). No estudo de Muelbert e Weiss (1991), a estrutura da comunidade da Laguna dos Patos é bastante semelhante à zona de surfe dos estudos de Busoli e Muelbert (1999, 2003), sendo que as espécies mais abundantes também foram *M. furnieri*, *B. pectinata* e *Lycengraulis* sp. Nesse trabalho, a diversidade e densidade estavam relacionadas positivamente com a temperatura. Já Costa e Muelbert (2016) investigaram dados de ictioplâncton entre os anos de 2000 e 2012 e evidenciaram o efeito que variações interanuais do clima tem sobre a distribuição e densidade de larvas e ovos de peixe.

No estuário do rio Tramandaí, litoral norte do estado, ainda não há estudos sobre a ecologia do ictioplâncton. Entretanto, Vieira *et al.* (2019) examinaram dados de peixes juvenis nos anos de 1995 a 2016 no estuário do rio Tramandaí e zona costeira adjacente. Nos dois ambientes, entre os juvenis mais abundantes estavam as tainhas *Mugil liza* Valenciennes 1836 e *M. curema* Valenciennes 1836. Além disso, o estudo aponta que a assembleia de juvenis que habita o estuário é resiliente, pois não houve perdas perceptíveis na riqueza, composição de espécies e abundância total relativa durante os anos da pesquisa.

As lagunas Armazém e Tramandaí são consideradas como berçário de vários organismos e, por isso, são importantes no ciclo de vida da ictiofauna e de crustáceos (COTRIM; MIGUEL, 2007;

FISCHER *et al.*, 2011; VIEIRA *et al.*, 2019). As espécies que residem na região são exploradas pelos pescadores artesanais e fazem parte da renda dos mesmos (CENI *et al.*, 2023). Costa e Muelbert (2016) discutem sobre como dados de monitoramento de larvas e ovos podem auxiliar na conservação dos recursos pesqueiros, através da construção de modelos de distribuição espacial, os quais contribuirão para estabelecer ações de manejo, apontando áreas de desovas e espécies prioritárias. Portanto, há a necessidade de conhecer a ecologia da comunidade ictioplanctônica do estuário do rio Tramandaí e zona de surfe para garantir a sustentabilidade dos recursos pesqueiros na região.

Partindo da pergunta “Como é estruturada a assembleia ictioplanctônica em diferentes habitats costeiros associados ao estuário do rio Tramandaí e quais fatores abióticos a influenciam?”; este trabalho apresenta as seguintes hipóteses: (1) As densidades de ovos e de larvas são determinadas, principalmente, pela temperatura e salinidade; (2) Os fatores abióticos temperatura, salinidade e pH influenciam na estrutura da assembleia ictioplanctônica (3) A distribuição espacial dos diferentes estágios de desenvolvimento larval tem relação com o uso dos habitats estuarinos e marinhos de acordo com o ciclo de vida das espécies.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a composição e os fatores determinantes da variação espaço-temporal da assembleia ictioplanctônica no estuário do rio Tramandaí e na zona de surfe.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender como os diferentes estágios larvais dos táxons, com destaque daquelas de importância econômica, encontrados se distribuem espaço-temporalmente;
- Analisar a riqueza, equitabilidade, diversidade e abundância entre as estações do ano e entre pontos com gradiente salino;
- Avaliar a influência de fatores abióticos (temperatura, salinidade e pH) sobre a densidade e distribuição das famílias que mais contribuirão para a dissimilaridade entre as estações do ano.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estuário do rio Tramandaí pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí e está situado no litoral norte do Rio Grande do Sul. Ele é composto pelas lagoas Tramandaí, ao norte, e Armazém, ao sul, que são parcialmente separadas por um pontal arenoso. O estuário tem área de extensão de 18,8 km² e localiza-se entre as coordenadas 30°00'56" S e 29°55'49" S e 50°06'21" W e 50°11'20" W (TABAJARA; DILLENBURG, 1997). A profundidade máxima das lagoas Tramandaí e Armazém é de 1,4 m e 1 m, respectivamente, e o canal, que deságua no Oceano Atlântico, possui profundidade máxima de 5 m. Nas lagoas, os efeitos meteorológicos prevalecem sobre os astronômicos, com ventos predominantes de NE (TABAJARA; DILLENBURG, 1997), pois nessa região costeira, o regime é de micromarés (PERILLO, 1995). Por causa disso, a circulação da água e sedimentos no estuário depende da ação das ondas e correntes, originadas pelos ventos, vazões fluviais e marés de enchente (TABAJARA; DILLENBURG, 1997). O estuário do rio Tramandaí e seu canal atuam como escoadouros naturais de drenagem das lagoas costeiras e rios situados ao norte, como os rios Tramandaí, Maquiné, Três Forquilhas e Cardoso. Já a laguna Armazém está conectada com a lagoa das Custódias pelo rio Camarão. A água salina que adentra através do canal da laguna Tramandaí é diluída pela descarga de água doce vinda do rio Tramandaí e pelo rio Camarão (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1991).

A zona costeira adjacente do estuário do rio Tramandaí compreende as praias de Tramandaí e Imbé. Essas praias são dominadas pela ação de ondas de energia média a elevada, resultado de vários sistemas de ventos (JUNG; TOLDO JR., 2012). Na planície costeira do Rio Grande do Sul, os ventos que predominam têm direção de NE-SW, no verão e outono, e ventos de SW, no inverno (JUNG; TOLDO JR., 2012). A amplitude das marés astronômicas é considerada insignificante, por isso, a elevação do nível do mar está relacionada a agentes meteorológicos e são conhecidas como “marés de tempestade” ou “marés de vento” (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1992). Desse modo, em períodos de tempestade, grandes massas de água são deslocadas em direção ao continente, causando a entrada de água salgada no estuário. A vazão do estuário do rio Tramandaí é constante e impede o fechamento da desembocadura do estuário (TOMAZELLI; VILLWOCK, 1992). Portanto, essa conexão permanente entre o estuário do rio Tramandaí e zonas costeiras adjacentes

é de extrema importância para a conclusão do ciclo de vida da ictiofauna (FISCHER *et al.*, 2011; WHITFIELD, 1998).

3.2 COLETA E TRIAGEM DAS AMOSTRAS

Foram realizadas amostragens diurnas mensais durante 1 ano compreendendo os meses de setembro de 2022 a agosto 2023, em três pontos localizados no estuário do rio Tramandaí e dois pontos localizados nas zonas de surfe das praias de Tramandaí e Imbé (Tabela 1) (Figura 1). Em cada ponto foi realizada uma amostragem através de arrastos horizontais contracorrente com duração padronizada de 5 minutos utilizando rede de plâncton cônico-cilíndrica (malha de 300 μm e diâmetro de 50 cm) e com um fluxômetro acoplado na abertura da rede, para estimar o volume de água filtrado. Nos pontos 4 e 5 (Figura 1), na zona de surfe, a rede foi arrastada por um percurso a pé, paralelamente à costa, em uma profundidade de cerca de 1 metro, enquanto no estuário do rio Tramandaí, os arrastos foram feitos preferencialmente a partir de uma embarcação, também em profundidade de cerca de 1 metro. Imediatamente após os arrastos, as amostras foram acondicionadas em potes de plástico (volume de 500 ml) e fixadas em formaldeído diluído a 4% e tamponado com tetraborato de sódio. Os dados abióticos de temperatura, pH e salinidade foram obtidos antes das amostragens, com o uso de uma sonda multiparâmetro. Além disso, a direção do vento foi obtida com um anemômetro. Nos meses de inverno, a direção do vento variou bastante, por isso, foram obtidos dados de direção predominante do vento pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As amostragens foram previamente autorizadas pelo ICMBio (Autorização SISBio nº 81874-3) e fazem parte do projeto “Avaliação de impactos da pesca artesanal do camarão-rosa *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) com o petrecho berimbau, no Complexo Estuarino-Lagunar Tramandaí-Armazém (RS)” (Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N° 18/2021-Universal/Processo nº404010/2021-0).

As estações foram definidas como primavera (setembro, outubro, novembro), verão (dezembro, janeiro, fevereiro), outono (março, abril, maio) e inverno (junho, julho, agosto). Nos meses de dezembro e fevereiro, por problemas de logística, não foi possível entrar no estuário com o barco, não sendo realizadas amostragens nos pontos P1 e P2. Por causa disso, os pontos P1 e P2 possuem dados correspondentes apenas ao mês de janeiro.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta e respectivos pontos de referência.

Ponto	Coordenadas geográficas GMS	Ponto de referência
P1	29°59'22.1" S 50°10'39.2" O	Próximo à desembocadura do rio Camarão na laguna Armazém
P2	29°58'28.4" S 50°09'02.8" O	Perto do pontal arenoso que divide as lagoas Tramandaí e Armazém
P3	29°58'55.2" S 50°08'03.5" O	Canal do estuário, próximo à ponte Giuseppe Garibaldi (Tramandaí-Imbé)
P4	29°57'20.2" S 50°06'31.8" O	Em frente ao condomínio <i>Las Olas</i> (Imbé)
P5	30°00'36.2" S 50°07'56.1" O	Em frente ao monumento de Yemanjá (Tramandaí)

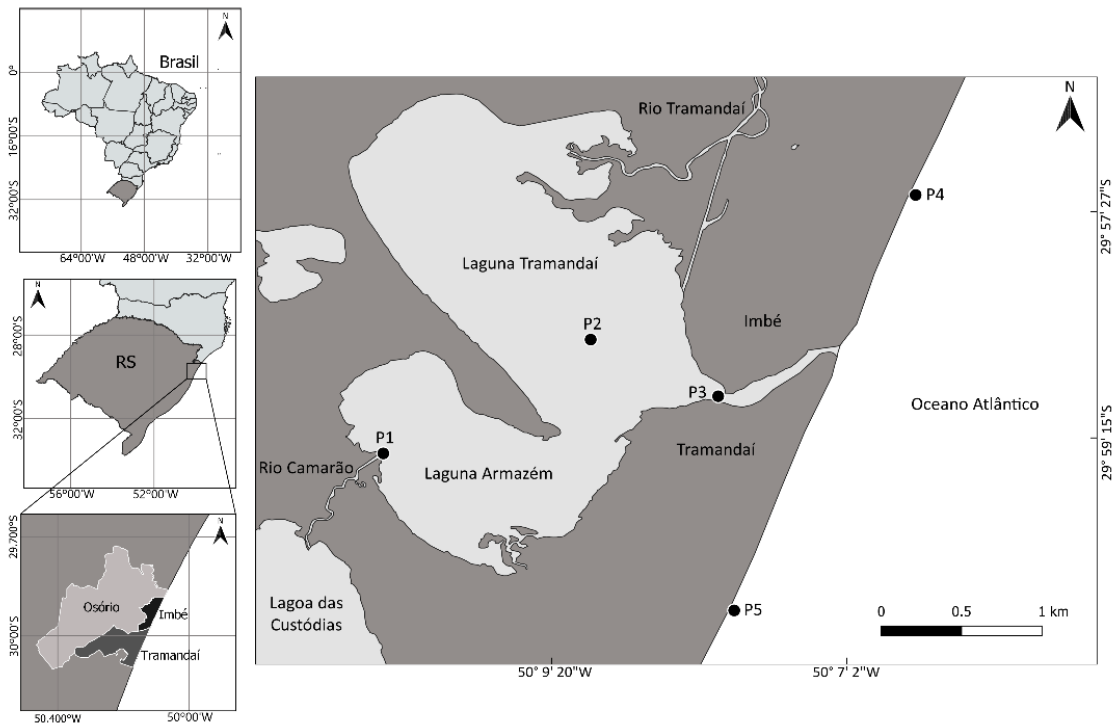


Figura 1. Localização da área de estudo, no estuário de Tramandaí, com a indicação dos pontos de coleta. Fonte: A autora (2023).

No laboratório, as amostras foram colocadas numa Placa de Bogorov e triadas com microscópio estereoscópico, sendo removidos todos os ovos e larvas de peixes encontrados.

Depois, os organismos restantes que não constituíam objeto desta pesquisa foram transferidos para recipientes menores (volume de 250 ml) e a solução com formol excedente foi descartada apropriadamente.

A terminologia deste trabalho segue a de Kendall Jr. e Matarese (1994), que define seis estágios iniciais da história de vida dos peixes baseado no desenvolvimento de caracteres morfológicos e comportamentais: ovos, larva vitelina, pré-flexão (PF), flexão (FL) e pós-flexão (PO) e larva em transformação (para juvenil). As larvas foram identificadas até o menor táxon possível com o auxílio de bibliografia especializada (RICHARDS, 2005; FAHAY, 2007; MOSER, 1984), artigos de espécies com descrição larval e bancos de dados, como *FishBase* (FROESE; PAULY, 2023).

Dados de comprimento padrão, estágio de desenvolvimento, contagem de miômeros e raios das nadadeiras e outras características também foram anotados para referência no refinamento taxonômico. Larvas vitelinas e ovos não foram classificados taxonomicamente, devido à dificuldade em identificar elementos que possibilitem a definição aos grupos que pertencem. Desse modo, eles foram denominados apenas como “Larvas vitelinas” e “Ovos”. Larvas danificadas foram analisadas e classificadas ao nível de ordem, família ou gênero, quando possível. Caso o contrário, foram definidas como “Larvas danificadas”.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Uma tabela geral foi elaborada com a quantidade total de larvas e ovos coletados em cada amostra e o volume de água filtrada em cada amostragem (expresso em m^{-3}). A partir da divisão entre o número de indivíduos e o volume filtrado, foi possível obter a densidade total de ovos, larvas e táxons para cada amostra sendo expressa em $org.100 m^{-3}$. Os dados obtidos nesta pesquisa foram previamente tratados e transformados ($\log(x+1)$) e conferidos quanto à sua normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett), sendo rejeitadas as premissas para realização de estatística paramétrica. Os parâmetros ambientais (temperatura, salinidade e pH) foram avaliados quanto à sua variação espaço-temporal entre os pontos de amostragens e as estações do ano e verificadas diferenças significativas entre esses fatores pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (nível de significância $p < 0,05$).

Os valores de densidade dos ovos e larvas logaritmizados ($\log(x+1)$) foram utilizados para comparação da densidade do ictioplâncton entre os pontos de amostragens e as estações do ano, sendo aplicado o teste de Kruskal-Wallis (nível de significância $p < 0,05$). Os táxons foram agrupados com informações de suas densidades médias, quantidade absoluta de indivíduos, guildas ecológicas, estágios de desenvolvimento e os pontos onde ocorreram. A partir da matriz da abundância dos táxons identificados, foram calculados os índices de riqueza de Margalef (S), diversidade de Shannon-Weaver (H') e equitabilidade de Pileou (J') entre os pontos de amostragem e as estações do ano, sendo testadas as diferenças significativas através do teste de Kruskal-Wallis (nível de significância $p < 0,05$). Ademais, foi calculada a abundância relativa dos táxons de importância econômica na região, com base na sua densidade por amostra, para avaliar a contribuição por estação do ano e por ponto de amostragem.

Posteriormente, foi aplicada uma análise multivariada SIMPER (similaridade de percentagens), baseado na matriz de distância de Bray-Curtis, usando-se as densidades das famílias por amostra para observar os táxons que mais contribuíram para a dissimilaridade entre os pontos de amostragem e estações do ano. Em seguida, as famílias que juntas acumularam até 95% de contribuição foram utilizadas em uma análise de redundância baseada em distância (db-RDA). As densidades foram logaritmizadas ($\log(x+1)$) e os fatores ambientais foram padronizados pela média. Na db-RDA, foram avaliados os possíveis efeitos das variáveis temperatura, salinidade e pH sobre a densidade e distribuição das famílias considerando as estações do ano. As análises e gráficos foram produzidos nos programas estatísticos PAST (*Paleontological Statistics*) versão 2.17 (freeware), software R e STATISTICA 14.0 com licença provida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

4 RESULTADOS

4.1 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Ao longo do estudo, a temperatura média foi de 20,90 °C com desvio padrão (\pm) de 3,90 °C, e os valores máximo e mínimo registrados foram de 28,01 °C, em março no ponto 1 e de 14,55 °C, em julho no ponto 4, respectivamente. O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, apontou que esse fator variou significativamente entre as estações ($H = 40,83$; $p = 0,0001$), sendo que as maiores

médias foram no verão (Tabela 2 e Figura 2). Em relação à salinidade, a média foi de $17,29 \pm 12,70$, com valor máximo de 35,43, em novembro no ponto 4, e o mínimo de 0,73 em agosto no ponto 1. Para este parâmetro, o teste indicou que houve variação entre os pontos de amostragem ($H = 34,19$; $p = 0,0001$), com o ponto 5 apresentando as maiores médias. A média do pH foi $7,96 \pm 0,35$, o máximo obtido foi 8,7, em janeiro no ponto 1, e o mínimo, 7,04, em agosto no ponto 4. Este parâmetro não variou significativamente entre os pontos ($H = 9,23$; $p = 0,0555$) nem entre as estações ($H = 8,10$; $p = 0,439$). Por último, o vento predominante apresentou direção nordeste em todas as estações do ano (Tabela 2). Nos meses de julho e agosto, a direção do vento variou mais que em outros meses, tendo direções de Oeste, Sudoeste e Leste.

Tabela 2. Variação sazonal dos parâmetros ambientais observados (médias de salinidade, temperatura da água e pH) nos diferentes pontos de coleta no estuário do rio Tramandaí e na zona de surfe.

Estação	Ponto	Salinidade	T (°C)	pH	Vento predominante
Primavera	1	4,82	21,22	7,58	NE
	2	6,06	20,76	7,81	NE
	3	8,98	20,69	7,70	NE
	4	31,28	20,36	8,04	NE
	5	33,09	20,1	8,11	NE
Verão	1*	7,94	27,13	8,70	SE
	2*	9,47	27,67	8,60	SE
	3	7,14	25,42	8,05	NE
	4	31,7	24,04	8,12	NE
	5	32,57	23,51	8,09	NE
Outono	1	11,19	24,8	8,14	NE
	2	11,10	23,33	8,26	NE
	3	4,28	23,94	7,59	NE

	4	28,97	22,88	8,06	NE
	5	32,89	23,6	8,13	NE
<hr/>					
	1	6,01	16,44	8,00	NE**
	2	6,03	16,65	7,98	NE**
Inverno	3	13,43	15,51	7,83	NE**
	4	11,84	14,81	7,41	NE**
	5	30,2	16,18	8,14	NE**

*Valores absolutos correspondendo apenas ao mês de janeiro.

**Dados obtidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

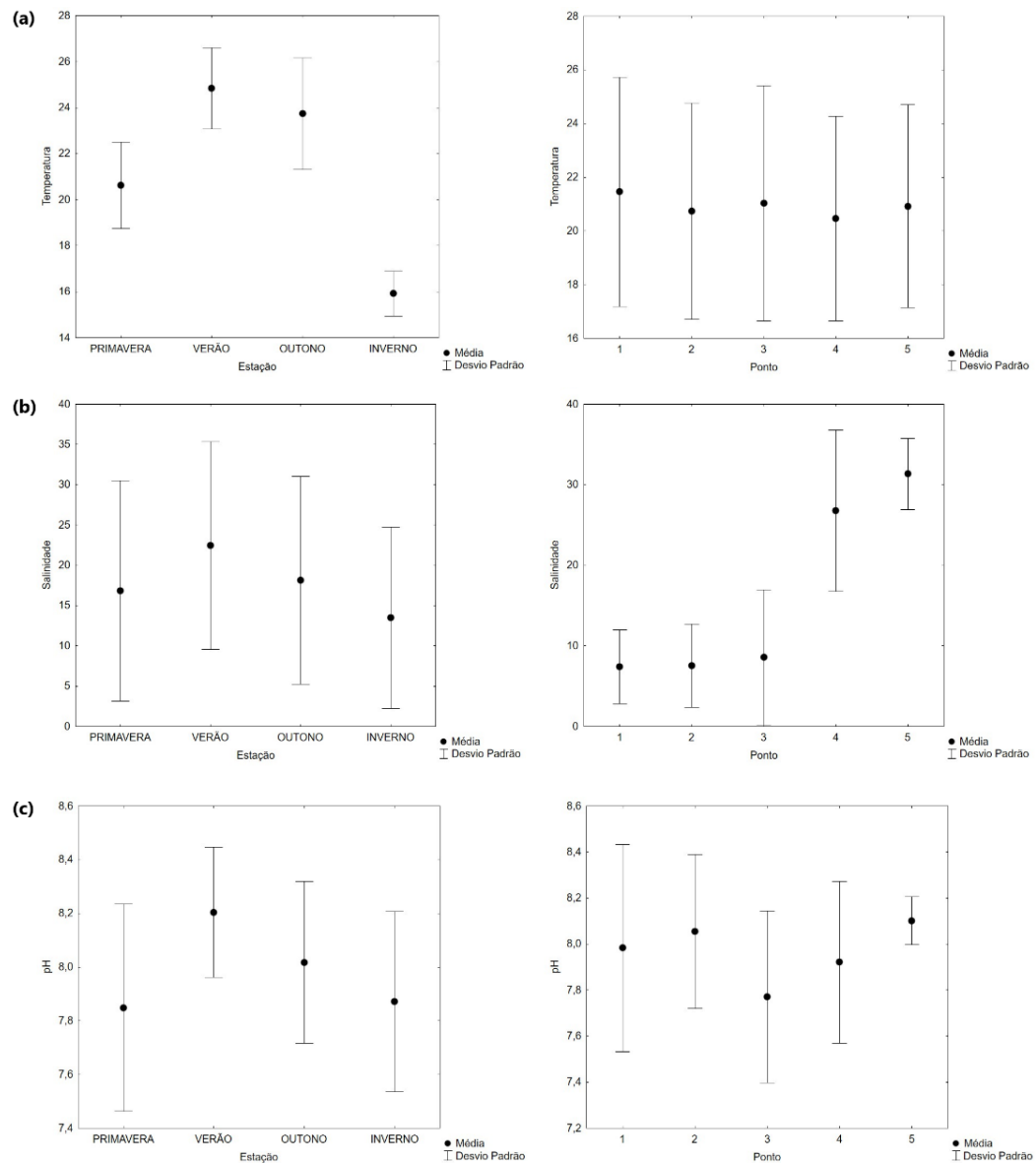


Figura 2. Médias e desvio padrão dos parâmetros ambientais por estação e por ponto de coleta: (a) temperatura; (b) salinidade e (c) pH.

4.2 DENSIDADE DE OVOS E LARVAS DE PEIXE

No total, foram coletadas 1.032 larvas (817 larvas PF, F e PO e 215 larvas vitelinas/não identificadas) e 8.807 ovos de peixes. Ao longo do ano, a densidade média de larvas foi de 117,62 larvas.100 m⁻³ ±240,91. A densidade máxima de larvas (1.340,1 larvas.100 m⁻³) foi registrada no ponto 3 em novembro, e a mínima (2,9 larvas.100 m⁻³) no ponto 2 em setembro. Não foram

coletadas larvas de peixes em alguns meses nas estações de outono e inverno nos pontos 1, 2, 4 e 5. Entre as estações, a primavera apresentou maior densidade média ($196,87 \text{ larvas} \cdot 100 \text{ m}^{-3} \pm 396,36$) e o outono a menor ($67,83 \text{ larvas} \cdot 100 \text{ m}^{-3} \pm 121,12$) (Figura 3). No ponto 3 ocorreram as maiores densidades médias ao longo do ano (tabela 3). A partir do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, a abundância de larvas apresentou diferenças significativas entre os pontos amostrados, sendo mais elevada no ponto 3 ($H= 13,58$; $p = 0,0088$), mas não entre as estações do ano ($H= 4,38$; $p = 0,2236$).

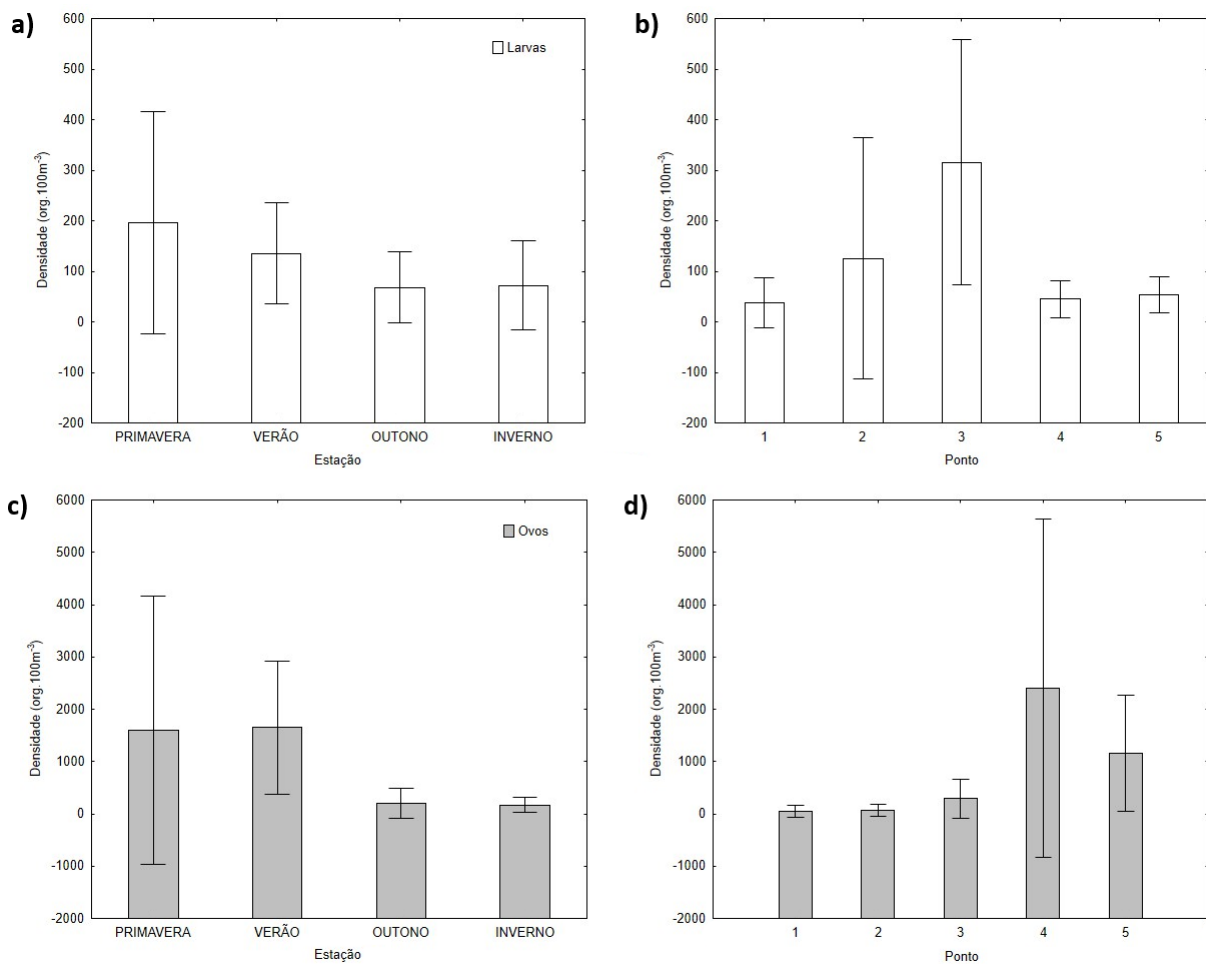


Figura 3. Densidades médias de larvas ($\text{org. } 100 \text{ m}^{-3}$) por estação do ano (a) e pontos de coleta (b); densidades médias de ovos por estação do ano (c) e nos diferentes pontos de coleta (d) com desvio padrão.

Tabela 3. Densidades médias de larvas (org. 100 m⁻³) nos diferentes pontos de coleta no estuário do rio Tramandaí e na zona de surfe.

Estação/Ponto	1	2	3	4	5
Primavera	102,55	319,65	455,55	33,22	73,37
Verão	11,04*	102,13*	319,57	81,98	58,40
Outono	16,29	26,21	210,24	43,74	28,82
Inverno	1,85	5,99	278,17	19,66	52,06

*Valores absolutos correspondendo apenas ao mês de janeiro.

Neste estudo, a densidade média de ovos foi 861,28 ovos.100 m⁻³ ± 2.610,18, com densidade máxima de 17.748,52 ovos.100 m⁻³ (novembro, ponto 4) e a densidade mínima de 2,89 ovos.100 m⁻³ (outubro, ponto 2). Não foram coletados ovos em alguns meses da primavera, outono e inverno, nos pontos 1, 2, 3 e 4. O verão apresentou a maior densidade média entre as estações (1.648,80 ovos.100 m⁻³ ± 1.888,28) e o inverno, a menor densidade (171,46 ovos.100 m⁻³ ± 265,42) (Figura 3). O teste de Kruskal-Wallis apontou diferenças significativas da densidade de ovos entre os diferentes pontos (H= 22,10; p = 0,0002) do estuário do rio Tramandaí e zona de surfe e entre as estações do ano (H = 12,09; p = 0,0071), as amostras dos pontos 4 e 5 (praia) nos meses de primavera e verão foram aquelas com maior densidade de ovos (Tabela 4).

Tabela 4. Densidade média de ovos nos (org. 100 m⁻³) nos diferentes pontos de coleta no estuário do rio Tramandaí e na zona de surfe.

Estação/Ponto	1	2	3	4	5
Primavera	11,52	147,42	41,80	5985,65	1768,61
Verão	515,53*	127,67*	735,64	2834,67	2260,89
Outono	5,43	4,54	8,55	662,86	252,34

Inverno	0	0	123,07	123,07	367,10
----------------	---	---	--------	--------	--------

*Valores absolutos correspondendo apenas ao mês de janeiro.

4.3 DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS TÁXONS

Dentre as 1.032 larvas, foi possível identificar 818 em 28 diferentes táxons, distribuídos em 13 famílias, 9 gêneros e 14 espécies (Tabela 5). Os táxons foram classificados em guildas ecológicas de acordo com Elliot *et al.* (2007) e baseados nos trabalhos de Sivasundar *et al.* (2001), Elliot *et al.* (2007), Fortes *et al.* (2014) e Mai e Possamai (2022). Foram colocadas as densidades médias anuais de larvas identificadas em nível de espécie, gênero e até em nível de família (ex. Clupeidae).

Tabela 5. Informações sobre a densidade média (org.100 m⁻³) com desvio padrão (\pm), quantidade absoluta de indivíduos, guilda, estágios de desenvolvimento e os pontos onde os diferentes táxons do ictioplâncton ocorreram no estuário do rio Tramandaí e na zona de surfe.

Táxon	Densidade média	Quantidade absoluta	Guilda	Estágios de desenvolvimento	Pontos de ocorrência
Clupeidae	60,09 \pm 105,98	187		PF, FL	1, 2, 3, 4, 5
<i>Harengula clupeola</i>	29,88 \pm 33,19	39	MS	PF, FL, PO	3, 4, 5
<i>Sardinella</i> sp.	5,83	1	MS	PO	5
Engraulidae	12,27 \pm 17,37	9		PF	1, 2, 3, 5
<i>Anchoa</i> sp.	10,74 \pm 6,46	4	AM/MM	FL, PO	1, 2, 5
Prochilodontidae					
<i>Prochilodus</i> sp.	10,25	1	FS	FL	3
Atherinopsidae					
<i>Atherinella brasiliensis</i>	4,80 \pm 1,56	4	ES	PF	1, 3
<i>Odontesthes</i> sp.	22,34 \pm 27,64	48	MM / MS	PF, PO	1, 2, 3, 4, 5
Syngnathidae					
<i>Bryx dunckeri</i>	8,04 \pm 7,22	3	ES	PO	1, 2

<i>Syngnathus folletti</i>	1,58	1	MM / ES	PO	1
<i>Syngnathus pelagicus</i>	9,41 ±4,30	7	ES	PO	1, 2, 4
<i>Syngnathus</i> sp.	16,29	1	MM / ES	PO	1
Centropomidae					
<i>Centropomus parallelus</i>	8,29 ±3,47	3	AM	PF, PO	4, 5
Gerreidae					
<i>Diapterus rhombeus</i>	7,63 ±2,55	2	MS	PO	4, 5
<i>Eucinostomos</i> sp.	8,40	2	MM	PO	4
Sciaenidae					
	10,18 ±2,15	3		PF, PO	5
<i>Micropogonias furnieri</i>	14,70 ±14,10	10	MM	FL, PO	4, 5
<i>Menticirrhus</i> sp.	9,20 ±4,70	2	MM	PO	4
<i>Stellifer rastrifer</i>	4,59	1	MS	PO	4
Blenniidae					
	10,05 ±7,48	3		PF	1, 3, 4
<i>Scartella</i> cf. <i>crystata</i>	30,79 ±42,18	22	ND	PF, FL	1, 2, 3, 4
Gobiidae					
<i>Bathygobius soporator</i>	10,40 ±4,15	6	ES	PO	4, 5
<i>Ctenogobius</i> sp.	49,39 ±40,13	27	ES/FS	PF, PO	3, 4, 5
<i>Gobionellus oceanicus</i>	28,42 ±26,25	13	ES	PO	4, 5
<i>Microgobius meeki</i>	167,10 ±331,41	416	ES	PF, FL	2, 3, 4, 5
Eleotridae					
<i>Dormitator maculatus</i>	6,46	1	AM	PO	3
Microdesmidae					
<i>Microdesmus</i> sp.	5,77	1	ND	PF	4
Trichiuridae					
	12,27	1	ND	LV	5

Guildas Ecológicas: AM: Anfídromo (*amphidromous*); ES: Espécie estuarina (*estuarine species*); FS: Dulcícola Visitante Ocasional (*Freshwater stragglers*); MM: Migrantes Marinhas (*marine migrants*); MS: Marinho Visitante Ocasional (*Marine stragglers*); ND: Não Determinada. Estágios de desenvolvimento: LV: larva vitelina; PF: pré-flexão; FL: flexão e PO: pós-flexão.

Dentre os 28 táxons, pode-se considerar abundantes os táxons *Microgobius meeki* Evermann & Marsh 1899, Clupeidae e *Ctenogobius* sp. (Tabela 5). *Microgobius meeki* ocorreu em pontos de salinidade mais alta (pontos 4 e 5) e também em locais dentro do estuário, com baixas salinidades (pontos 2 e 3) assim como *Ctenogobius* sp. que foi coletado nos pontos 4 e 5 e no ponto 3. Em relação a Clupeidae, o grupo esteve presente em todos os pontos amostrados. Certos táxons ocorreram apenas nas áreas costeiras adjacentes (pontos 4 e 5) como as famílias Microdesmidae e Trichiuridae, *Bathygobius soporator* (Valenciennes 1837), *Gobionellus oceanicus* (Pallas 1770), Sciaenidae e seus representantes, *Diapterus rhombeus* (Cuvier 1829), *Eucinostomos* sp., *Centropomus parallelus* Poey 1860 e *Sardinella* sp. As espécies *Dormitator maculatus* (Bloch 1792) e *Prochilodus* sp. tiveram um registro na área central do estuário. Já no ponto 1 (zona interior do estuário), *Syngnathus folletti* Herald 1942 e *Syngnathus* sp. foram registradas apenas neste local. *Bryx dunckeri* (Metzelaar 1919) ocorreu nos pontos 1 e 2 e *S. pelagicus* Linnaeus 1758 esteve presentes nos mesmos pontos, mas, ocasionalmente também no ponto 4. Não havia táxons exclusivos no ponto 2.

Devido à impossibilidade de classificação em níveis inferiores de indivíduos de alguns táxons neste trabalho, foram colocadas todas as guildas possíveis para cada táxon, de acordo com a literatura encontrada. As guildas predominantes foram marinhas: MM (7) e MS (5). Estas foram registradas nos pontos da zona de surfe e também no estuário. Outra guilda notória foi ES (9), sendo que 5 táxons classificados nessa guilda foram encontrados em pontos do estuário e nas praias, e 4 apenas no estuário. Táxons na categoria AM (3) estavam distribuídos em todos os pontos de amostragem. Dois táxons foram considerados como FS, tendo sido coletados na parte central do estuário (ponto 3).

Testes de Kruskal-Wallis indicaram que a diversidade de Shannon-Wiener (H') foi similar entre os pontos amostrados ($H= 3,96$; $p = 0,4103$) e estações do ano ($H = 3,38$; $p = 0,3359$). Em relação ao índice de riqueza de Margalef, também não foram observadas diferenças significativas entre os pontos ($H= 4,04$; $p = 0,3993$) e ao longo das diferentes estações ($H = 3,63$; $p = 0,3032$). Por último, o índice de equitabilidade de Pielou (J') indicou uma distribuição homogênea das espécies nos pontos de coleta ($H= 4,21$; $p = 0,3773$) e entre as estações ($H = 5,85$; $p = 0,1190$).

4.4 TÁXONS RELEVANTES NA PESCA ARTESANAL DO ESTUÁRIO DO RIO TRAMANDAÍ E NA ZONA DE SURFE

O Monitoramento Pesqueiro do Estuário do Rio Tramandaí (CENI *et al.* 2023) aponta que os pescadores da região costumam capturar e comercializar peixes, *in natura* ou em filé, conhecidos popularmente como Anchova (Engraulidae), Corvina (*M. furnieri*), Papa-Terra (*Menticirrhus* sp.), Peixe-rei (*Odontesthes* sp. e *A. brasiliensis*), Sardinha (Clupeidae) e Robalo (*C. parallelus*). Os táxons *A. brasiliensis* e *C. parallelus* foram capturados neste estudo, entretanto não foram analisados devido à sua baixa densidade.

Entre os táxons, Clupeidae foi o mais abundante, com mais de 50% de presença em cada estação do ano (Figura 4). Além dela, Engraulidae também esteve presente em todas as estações, embora em menor número (menos de 30% em cada estação). A espécie *M. furnieri* ocorreu na primavera (1,28%), verão (11,74%) e inverno (12,59%) em baixas porcentagens. As larvas de *Odontesthes* sp. ocorreram na primavera (19,88%), surgindo novamente no verão (10,88%). O táxon *Menticirrhus* sp. foi capturado apenas no verão (6,12%).

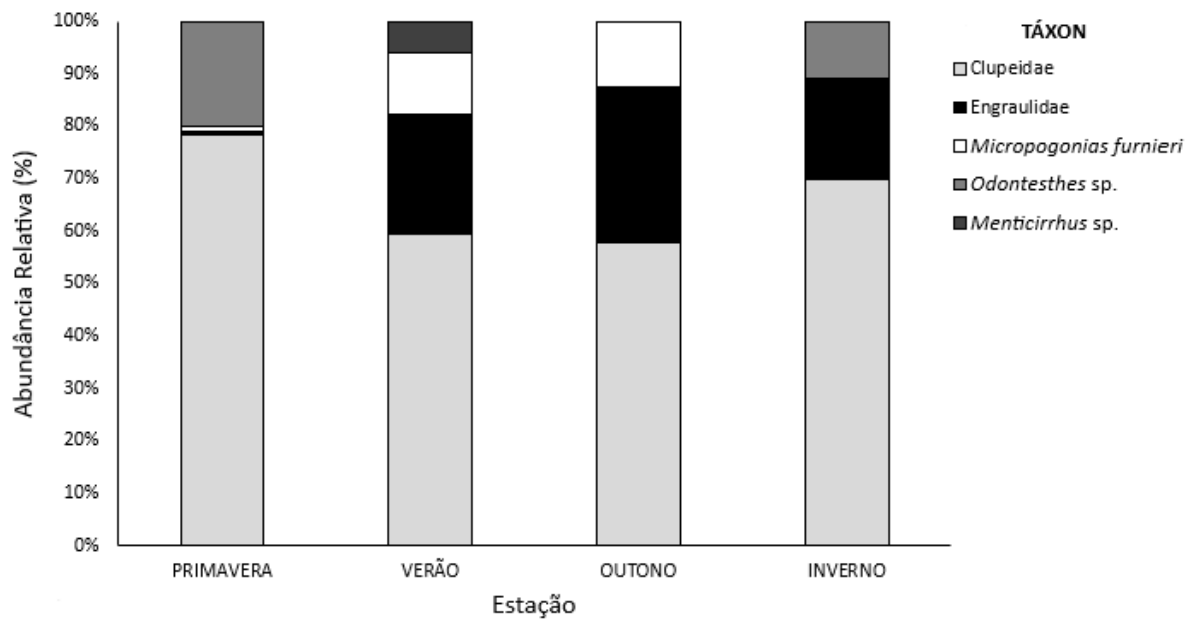


Figura 4. Abundância relativa baseada na densidade total dos táxons relevantes, por estação do ano.

Ao longo do gradiente salino, Clupeidae esteve presente em todos os pontos de amostragem, sendo que no ponto 1 sua abundância relativa foi aproximadamente 85% (Figura 5).

A família Engraulidae teve maior porcentagem no ponto 3 (17,33%). Outro táxon que também ocorreu em todos os pontos foi *Odontesthes* sp., em porcentagens menores que 15%. Os táxons *M. furnieri* e *Menticirrhus* sp. ocorreram concomitantemente nos pontos 4 e 5, entretanto *M. furnieri* foi mais abundante no ponto 4 (30,07%) enquanto *Menticirrhus* sp. teve maior porcentagem no ponto 5 (5,16%).

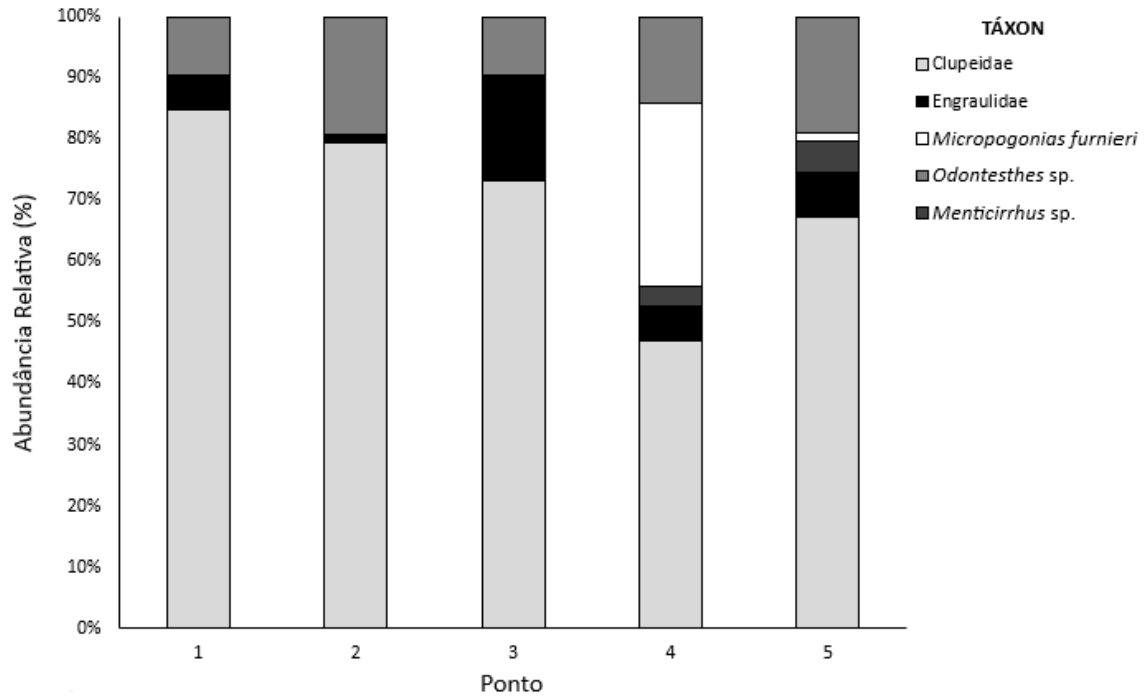


Figura 5. Abundância relativa baseada na densidade total dos táxons relevantes, por ponto de amostragem.

4.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS NO ICTIOPLÂNCTON

A análise multivariada SIMPER, demonstrou que as famílias que mais contribuíram para a dissimilaridade entre as estações foram Gobiidae (33,16%) e Clupeidae (24,61%), sendo que a abundância de ambos foi maior na primavera. A análise SIMPER entre os pontos de amostragem também mostrou que Gobiidae e Clupeidae foram famílias importantes para diferenciação com contribuições de 33,25% e 24,22%, respectivamente (Tabela 7). Gobiidae teve maior média no ponto 3 e Clupeidae, no ponto 2. O restante das famílias contribuiu pouco para as diferenças entre

as estações do ano e pontos de amostragem, com contribuição para a dissimilaridade igual ou menor que 10%.

Tabela 6. Análise SIMPER baseada na densidade total das famílias entre as estações do ano.

Táxon	Dissimilaridade média	Contribuição (%)	Acumulativo (%)	Média Primavera	Média Verão	Média Outono	Média Inverno
Gobiidae	30,16	33,76	33,76	101	57,7	20,1	5,42
Clupeidae	21,99	24,61	58,37	57,2	16,2	3,1	2,47
Blenniidae	8,791	9,839	68,21	2,93	10,2	0	8,04
Atherinopsidae	8,566	9,587	77,79	14,9	0,286	0,358	0,385
Sciaenidae	6,692	7,49	85,28	0,938	8,27	1,74	0,532
Syngnathidae	4,626	5,177	90,46	1,94	0,677	2,68	0,37
Engraulidae	3,579	4,005	94,46	0,338	6,21	1,58	0,683
Gerreidae	2,399	2,685	97,15	0	0,764	1,09	0
Centropomidae	0,829	0,9278	98,08	0	2,26	0	0
Prochilodontidae	0,8136	0,9106	98,99	0	0	0	0,683
Microdesmidae	0,3191	0,3571	99,34	0	0	0	0,385
Eleotridae	0,2944	0,3295	99,67	0	0	0,461	0
Trichiuridae	0,2909	0,3255	100	0	1,11	0	0

Tabela 7. Análise SIMPER baseada na densidade total das famílias entre os pontos de amostragem.

Táxon	Dissimilaridade média	Contribuição (%)	Acumulativo (%)	Média ponto 1	Média ponto 2	Média ponto 3	Média ponto 4	Média ponto 5
Gobiidae	29	33,25	33,25	0	43,9	140	20,9	16,2
Clupeidae	21,13	24,22	57,47	25,7	43,2	17,7	5,79	15,7
Blenniidae	9,284	10,64	68,11	0,485	2,86	18,9	1,55	0
Atherinopsidae	8,07	9,252	77,36	3,8	10,5	2,81	2,16	3,81
Sciaenidae	6,409	7,347	84,71	0	0	0	8,62	2,82
Syngnathidae	4,896	5,613	90,32	5,22	2,4	0	0,49	0
Engraulidae	3,617	4,146	94,46	1,79	0,81	5,21	0	1,51
Gerreidae	2,149	2,464	96,93	0	0	0	1,49	0,486
Prochilodontidae	1,041	1,193	98,12	0	0	0,854	0	0
Centropomidae	0,705	0,8081	98,93	0	0	0	0,49	1,58
Microdesmidae	0,3641	0,4174	99,35	0	0	0	0,481	0
Eleotridae	0,3166	0,3629	99,71	0	0	0,538	0	0
Trichiuridae	0,2528	0,2898	100	0	0	0	0	1,02

A db-RDA constatou que os eixos explicaram 14,3% das variáveis ($p = 0,003$). O eixo 1 da análise 1,46% da variabilidade dos dados ($p = 0,005$) e o eixo 2 explica 0,77% da variabilidade ($p = 0,082$). A análise evidenciou que a temperatura e pH se correlacionaram positivamente com o eixo 1 (CAP1). Enquanto a salinidade estava relacionada positivamente com o eixo 2 (CAP2). As famílias Sciaenidae e Clupeidae estavam associadas a ambientes mais salinos. Já Gobiidae, Engraulidae e Syngnathidae preferiram temperaturas e pH elevados. Atherinopsidae e Blenniidae

apresentaram um padrão oposto, exibindo associação com valores mais baixos de salinidade, temperatura e pH.

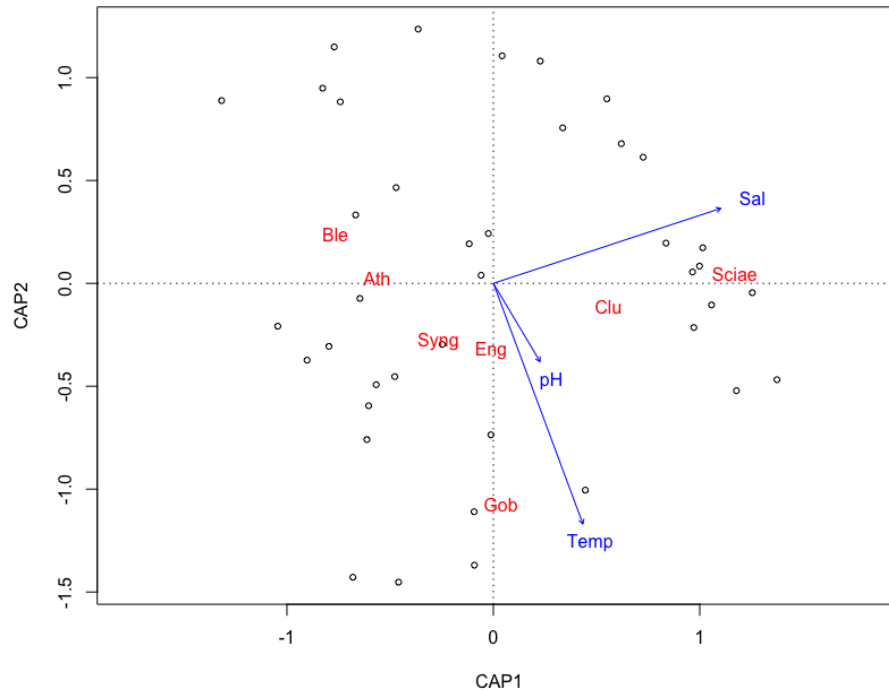


Figura 6. Análise de Redundância baseada em distância (db-RDA) das famílias que mais contribuíram para a dissimilaridade entre estações do ano. Legenda: Ath – Atherinopsidae; Ble – Blenniidae; Clu – Clupeidae; Eng – Engraulidae; Gob – Gobiidae; Sciae – Sciaenidae; Syng – Syngnathidae.

5 DISCUSSÃO

5.1 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA DENSIDADE DO ICTIOPLÂNCTON

Apesar de apenas a densidade de ovos terem variado significativamente entre as estações do ano, foi possível observar uma tendência, tanto para ovos quanto larvas, em que as maiores médias de densidade ocorreram nos meses de primavera e verão e as menores, no outono e inverno, o que coincide com o padrão observado em outros estudos (BERASATEGUI *et al.*, 2004; BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSTA; MUELBERT, 2016; GODEFROID *et al.*, 2001; MUELBERT;

WEISS, 1991; PATTRICK; STRYDOM, 2008). A primavera e verão são estações caracterizadas pelo aumento da temperatura, que afeta a maturação, regula a reprodução e o processo de desova das espécies (GODEFROID *et al.*, 1999; KUPARINEN *et al.*, 2011; MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003). No presente estudo, a densidade de ovos foi maior nos meses de primavera e verão quando a salinidade e temperatura foram mais elevadas. Ovos foram coletados em todos os pontos amostrados, principalmente na zona de surfe (ponto 4). É provável que esses ovos tenham origem oceânica e foram transportados em direção à costa por correntes, já que espécies estuarinas não costumam desovar no ambiente marinho e seus ovos são, em sua maioria, demersais (AREVALO *et al.*, 2023; RICHARDS, 2005). Ovos de origem marinha, em geral, permanecem na zona de surfe ou são transportados para dentro do estuário pela intrusão de água salina ou ação de ventos em direção a costa (BERASATEGUI *et al.*, 2004; BUSOLI; MUELBERT, 2003; COSTA; MUELBERT, 2016; MARTIS *et al.*, 2007).

Nos pontos 4 e 5, a abundância de larvas foi baixa ao longo do ano, e a maioria das larvas encontradas nesses ambientes estavam em estágios de flexão ou pós-flexão. Essas larvas com maior mobilidade podem estar usando as zonas de surfe como berçários, buscando ativamente refúgio de predadores e alimento ou esperando oportunidades para entrar no estuário através da intrusão de água salina pela ação dos ventos ou marés de enchente (BECKLEY, 1985; BUSOLI; MUELBERT, 1999; FIORI *et al.*, 2022; MCGREGOR *et al.*, 2021; MUELBERT; WEISS, 1991; WATT-PRINGLE; STRYDOM, 2003). A maioria das larvas em pré-flexão estavam no estuário do rio Tramandaí, reforçando o seu uso como área de desenvolvimento (COTRIM; MIGUEL, 2007; FISCHER *et al.*, 2011). O ponto 3 (canal próximo à desembocadura) é caracterizado por ser dinâmico e com grande influência das oscilações do nível do mar. Isso significa que as larvas encontradas nesse ponto poderiam estar no meio do processo de dispersão passiva, utilizando as marés de enchente ou vazante para sair ou entrar ao estuário (AREVALO *et al.*, 2023; BECKLEY, 1985; STRYDOM; WOOLDRIDGE, 2005). Como dito anteriormente, não houve diferenças significativas na abundância de larvas entre os meses do ano. Porém, o outono e inverno foram caracterizados com as menores densidades e todas as larvas encontradas estavam em flexão ou pós-flexão. Embora em menor intensidade, isso sugere que nesse período ainda haja atividade reprodutiva.

Níveis extremos de pH causam mortalidade e malformações de ovos e larvas, sendo que ambientes neutros e alcalinos são considerados ótimos para a incubação de ovos e taxa de

sobrevivência de larvas (DOS SANTOS *et al.*, 2020; REYNALTE-TATAJE *et al.*, 2015). Neste estudo, o pH permaneceu neutro e alcalino e não variou significativamente durante o ano e entre os pontos. As famílias Centropomidae, Sciaenidae e Trichuridae estavam sempre presentes em pH acima de 8,0 enquanto o restante ocorreu tanto em locais com pH 7,0 a 8,0. Além disso, os dados das densidades médias do ictioplâncton não mostraram haver algum padrão de preferência por certos valores de pH entre as estações e pontos. Desse modo, sugere-se que essa faixa de pH garanta o desenvolvimento saudável de ovos e larvas no estuário do rio Tramandaí. Entretanto, há a possibilidade dessa faixa ótima ser maior, visto que existem espécies que toleram maiores flutuações do pH (DOS SANTOS *et al.*, 2020).

Portanto, os resultados sugerem que o componente sazonal foi responsável pela variação na temperatura causando flutuações na densidade média de ovos ao longo das estações, enquanto que o componente espacial gerou um gradiente de salinidade que influenciou na distribuição espacial, tornando a zona de surfe o ponto com maior abundância de ovos. O gradiente salino também pode ter determinado a distribuição espacial de larvas, já que os pontos com maiores densidades foram no estuário. Além disso, as densidades médias de larvas foram maiores nas estações de primavera e verão, reforçando a influência do componente sazonal sobre o ictioplâncton.

5.2 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS TÁXONS

A família Gobiidae apresentou densidade mais elevada na primavera e as larvas mais abundantes nesse período pertenciam à espécie *M. meeki*. Embora a literatura clássica aponte a distribuição de *M. meeki* até Santa Catarina (MENEZES; FIGUEIREDO, 1985), sua presença já foi registrada na Lagoa das Custódias (FERRER; MALABARBA, 2014). Em alguns trabalhos em estuários tropicais, ela é citada como uma das espécies mais abundantes (COSER *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2017; SANTOS; SEVERI, 2019). *M. meeki* foi encontrada no estágio de pré-flexão e em maior ocorrência dentro do estuário do rio Tramandaí. Santos e Severi (2019) e Coser *et al.* (2007) também encontraram elevada abundância de larvas de *M. meeki* nas áreas perto da desembocadura de estuários tropicais do Brasil, sendo que essa região foi apontada como áreas de desova e de desenvolvimento (SANTOS; SEVERI, 2019). Em estuários tropicais, estações normalmente secas (primavera e verão) apresentaram picos na densidade larval (COSER *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2017, SANTOS; SEVERI, 2019). O mesmo ocorreu no estuário do rio

Tramandaí: a abundância de larvas em pré-flexão foi maior na primavera e verão. No outono, havia poucos indivíduos e, no inverno, a espécie não foi registrada.

Clupeidae foi a segunda família mais abundante e apresentou maior densidade nos meses de primavera. Espécies da família podem estar presentes o ano inteiro distribuindo-se ao longo dos estuários e zonas de arrebentação (BERASATEGUI *et al.*, 2004; BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSTA; MUELBERT, 2016; MUELBERT; WEISS, 1991). A desova de seus representantes pode ocorrer todo o ano em águas próximas à costa, com picos de atividade reprodutiva em diferentes meses, mas principalmente na primavera e verão (BUSOLI; MUELBERT, 1999; ISAAC-NAHUM *et al.*, 1988; PEÑA-ALVARADO *et al.*, 2009). Na primavera, as larvas encontravam-se no estuário e gradativamente se deslocaram para a zona de surfe, uma vez que larvas em flexão e pós-flexão passaram a ser frequentemente capturadas na zona de surfe. Isso sugere que na região do estuário do rio Tramandaí, representantes de Clupeidae se reproduzem durante todo o ano, com picos nos meses de primavera. As larvas em pré-flexão adentram o estuário para se desenvolver e aquelas com mais mobilidade conseguem explorar a zona de surfe.

Na Bacia do rio Tramandaí, três espécies de Atherinopsidae vivem no estuário e região marítima: *A. brasiliensis*, *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes 1835) e *O. incisa* (Jenyns 1841) (BEMVENUTI, 2002; MALABARBA *et al.*, 2013). Outras espécies são exclusivas de água doce (MALABARBA *et al.*, 2013). Essa família é bastante recorrente e abundante na Laguna dos Patos e zonas de surfe (BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSTA; MUELBERT, 2016). *Odontesthes* sp. foi o táxon mais abundante da família e ocorreu nos meses de setembro a novembro e uma vez em julho. De acordo com Beheregaray e Levy (2000), existem duas populações geneticamente distintas de *O. argentinensis* no sul do Brasil. Uma população é marinha e se distribui do sul do Brasil a Argentina. A outra consiste em indivíduos associados ao estuário da Laguna dos Patos. A população marinha possui período reprodutivo do final de agosto a início de dezembro (MORESCO; BEMVENUTI, 2006). Ademais, Bemvenuti (2002) aponta que *O. incisa* é mais comum ser capturada fora da costa. Mesmo assim, não é possível dizer o local de desova ou qual espécie de *Odontesthes* sp. foi encontrada neste estudo. Entretanto, a atividade reprodutiva de representantes do gênero parece ocorrer a partir da metade do inverno e durante toda a primavera. Larvas em pré-flexão utilizam o estuário como área de criação, já as larvas em pós-flexão foram encontradas na zona de surfe e evidenciam o uso desse ambiente durante seu ciclo de vida.

Blenniidae foi uma das famílias que não possuiu uma associação evidente com as variáveis ambientais, sendo encontrada em menores temperaturas e salinidades, com duas ocorrências no ponto 4. Neste estudo, a espécie identificada dessa família foi *S. cf. cristata*. A distribuição dela, na costa brasileira, alcança até o Rio Grande do Sul, podendo habitar tanto águas oligotróficas quanto eutrofizadas de fundos rochosos (RANGEL; GUIMARÃES, 2010). É sugerido que *S. cf. cristata* tenha um período de reprodução contínuo no estuário do rio Tramandaí e as larvas utilizam esse ambiente para se desenvolver.

Sciaenidae apresentou correlação positiva com a temperatura, salinidade e pH. A família é reconhecida como abundante em estuários e zonas de surfe, principalmente no verão e primavera (BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSTA *et al.*, 2012; COSTA; MUELBERT, 2016; MUELBERT; WEISS, 1991). No ano de 2022 e 2023, a densidade foi menor em relação aos registros desses estudos, e nenhum indivíduo foi capturado dentro do estuário. Uma das espécies identificadas no estudo foi a corvina (*M. furnieri*), que é bastante explorada por pescadores do litoral norte do Rio Grande do Sul (CENI *et al.*, 2023) Na Laguna dos Patos, *M. furnieri* desova na zona costeira adjacente, com picos de desova na primavera até fim do outono (BUSOLI; MUELBERT, 1999; BRUNO; MUELBERT, 2009). Na Laguna dos Patos, a intrusão de ovos e larvas de *M. furnieri* dependem da vazão de água doce e intrusão de água salina e, por isso, em períodos de maior precipitação, a entrada de ovos e larvas é baixa (BRUNO; MUELBERT, 2009; COSTA; MUELBERT, 2016). Busoli e Muelbert (1999) sugerem que a zona de arrebenção seja utilizada pelas larvas *M. furnieri*, como áreas de crescimento. A ausência de larvas no estuário sugere que Sciaenidae permanece na zona de surfe, pois consegue suprir suas necessidades nesse ambiente.

A família Engraulidae esteve presente em todas as estações, com maiores abundâncias no verão e outono, ocorrendo principalmente no estágio de pré-flexão. Na costa do Brasil e Argentina, representantes de Engraulidae estão entre os táxons mais numerosos tanto nas zonas de surfe quanto em regiões interiores e desembocadura de estuários (BERASATEGUI *et al.*, 2004; BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSER *et al.*, 2007; GODEFROID *et al.*, 1999; MUELBERT; WEISS, 1991). Espécies dessa família podem ser classificadas como marinho migrantes, marinho visitantes ocasionais e até anádromas (ELLIOT *et al.*, 2007; MAI; POSSAMAI, 2022). O gênero *Anchoa* pode ter origens marinhas ou são residentes de estuários, utilizando-os como áreas de criação (ARAÚJO *et al.*, 2008; FRANCO *et al.*, 2019; MUELBERT; WEISS, 1991). Larvas e ovos de *Anchoa* foram frequentes em estuários e zonas de praia (BERASATEGUI *et al.*, 2004; BUSOLI;

MUELBERT, 1999; FRANCO *et al.*, 2019; GODEFROID *et al.*, 1999). Poucas larvas em flexão e pós-flexão foram coletadas neste estudo, sendo estas identificadas como *Anchoa* sp. No mês de fevereiro, uma larva em pós-flexão de *Anchoa* sp. foi encontrada no ponto 4 e no mês seguinte, outra larva nesse mesmo estágio foi capturada no ponto 1. Isso sugere que essas larvas com maior mobilidade utilizam tanto a zona de surfe quanto o estuário para se desenvolverem. Independentemente da classificação em relação ao uso do estuário, as larvas encontradas no estudo parecem necessitar de ambientes de água doce e salinos durante todas as estações do ano.

As famílias Syngnathidae e Eleotridae foram encontradas frequentemente dentro do estuário. O gênero *Syngnathus* é comum de regiões interiores de estuários (BERASATEGUI *et al.*, 2004; COSTA; MUELBERT, 2016; MUELBERT; WEISS, 1991). Mesmo em pequenos números, a família esteve presente em todas as estações do ano, o que sugere reprodução anual. Em relação a Eleotridae, a única espécie capturada foi *D. maculatus*. Ela já foi registrada na Lagoa do Peixe e Laguna dos Patos (LOEBMANN; VIEIRA, 2005; VOLCAN *et al.*, 2010). Segundo Volcan *et al.* (2010), a espécie poderia estar em perigo de extinção, devido a ações antrópicas, como poluição. Isso mostra que ainda existe atividade reprodutiva da espécie na região, com as larvas, podendo utilizar o estuário como área de criação.

Centropomidae e Gerreidae ocorreram apenas na zona de surfe. Em um complexo estuarino subtropical do Brasil, *C. parallelus* desova em águas salobras em vários períodos no ano (DAROS *et al.*, 2016). Entretanto, no presente estudo, a espécie foi encontrada apenas em dezembro e fevereiro, em estágios de pós-flexão, sugerindo que há atividade reprodutiva nos meses de verão. As larvas no estágio de pós-flexão conseguem explorar a zona de surfe, podendo se desenvolver ali e, quando juvenis, poderão migrar para o estuário (VIEIRA *et al.*, 2019). Nos trabalhos de Godefroid *et al.* (1999) e Godefroid *et al.* (2001), larvas do gênero *Eucinostomus* ocorreram em todos os meses do ano, com maior abundância nos meses quentes, em estágios de pré-flexão e pós flexão. Neste estudo, *Eucinostomus* sp. ocorreu apenas no verão em pós-flexão. Devido à sua classificação como marinho migrante, a desova da espécie deve ocorrer próxima à zona costeira e, as larvas devem ser transportadas à zona de surfe até atingirem o estágio de pós-flexão. Talvez, essas larvas em pós-flexão migraram ao estuário para continuar o seu desenvolvimento, já que vários indivíduos juvenis de *Eucinostomus* podem ser encontrados no estuário do rio Tramandaí (VIEIRA *et al.*, 2019).

Um representante de Prochilodontidae foi coletado durante a estação chuvosa no ponto 3 (*Prochilodus* sp.). A coleta dessa amostra foi realizada no dia 17/07, logo após a passagem de um ciclone extratropical que ocorreu entre os dias 12 e 14/07, que causou grande quantidade de chuva no litoral norte do Rio Grande do Sul (INMET, 2023) e provavelmente por causa do aumento da vazão fluvial, ela foi encontrada no estuário. O gênero *Prochilodus* costuma desovar no canal principal de um rio, em seguida, os ovos fertilizados são transportados até planícies de inundação, onde irão se desenvolver (SIVASUNDAR *et al.*, 2001). Santos *et al.* (2017), presenciou aumento na abundância larval de espécies anádromas numa zona estuarina, por causa do aumento do fluxo de água doce pela precipitação. A ocorrência da larva de *Prochilodus* sp. representa um novo registro para a Bacia do rio Tramandaí, uma vez que até o momento havia sido registrada apenas no sistema da Laguna dos Patos (MALABARBA *et al.*, 2013).

Neste estudo, houve apenas um registro de Trichiuridae, no mês de fevereiro. Na costa do Rio Grande do Sul, o representante mais comum dessa família é a espécie *T. lepturus* (BUSOLI; MUELBERT, 1999; COSTA; MUELBERT, 2016; MUELBERT; WEISS, 1991). No estudo de longa data de Costa e Muelbert (2016), larvas de *T. lepturus* tiveram densidade de 1.031,49 larvas.100 m⁻³. Além disso, Busoli e Muelbert (1999) observaram que *T. lepturus* foi a espécie mais abundante da zona de surfe da praia do Cassino, principalmente entre os meses de primavera e verão. No sul do Brasil, a desova da espécie ocorre na plataforma continental (fim da primavera e início do verão) e fêmeas desovando também já foram registradas na antepraia, quando a água possuía mais de 20° C (MARTINS; HAIMOVICI, 2000). Portanto, é possível que essa larva vitelina pertença à espécie *T. lepturus*. Talvez, com um esforço amostral maior, larvas em estágios mais avançados poderiam ter sido coletadas, tornando possível sua identificação a nível de espécie.

A ocorrência do gênero *Microdesmus* representa um novo registro para o Rio Grande do Sul. Em 2013, a distribuição de um representante do gênero aumentou o seu alcance até um estuário subtropical na Baía de Babitonga, Santa Catarina (CONCEIÇÃO *et al.*, 2013). Microdesmidae é conhecida como uma espécie bentônica críptica, com hábitos de se enterrar no substrato em estuários e águas na antepraia. As larvas são o único estágio planctônico (SMITH; THACKER, 2000). As larvas e juvenis de duas espécies possíveis de ocorrerem no sul do Brasil: *Microdesmus longipinnis* (Weymouth 1910) e *M. bahianus* Dawson 1973 já foram encontradas em ambientes de baixa a altas salinidades (SEVERI *et al.*, 2008). Indivíduos foram coletados nos meses de fevereiro,

abril e maio em Santa Catarina (CONCEIÇÃO *et al.*, 2013) e em todas as estações do ano em estuários tropicais (SEVERI *et al.*, 2008).

A diversidade e riqueza da assembleia ictioplanctônica mostrou ser a mesma entre as estações do ano e pontos de amostragem. Além disso, o resultado da equitabilidade de Pielou (J') reforçou a homogeneidade da comunidade do estuário do rio Tramandaí e zona de surfe. De acordo com a db-RDA, algumas famílias tiveram correlações positivas com a salinidade, como Sciaenidae e Clupeidae, indicando que o gradiente de salinidade influenciou na densidade e distribuição espacial. Já a temperatura aparentou ter atuado na abundância entre estações, pois Gobiidae, Engraulidae e Syngnathidae apresentaram elevadas densidades nos meses quentes.

6 CONCLUSÃO

Os dados de densidade média sugerem que variações na temperatura e o gradiente de salinidade influenciaram na variação espaço-temporal dos ovos. Os ovos foram encontrados principalmente nas zonas de surfe, podendo pertencer a espécies marinhas que eventualmente entrarão ao estuário. O gradiente de salinidade também foi importante na variação espacial de larvas, visto que houve diferenças significativas da salinidade e abundância larval entre os pontos. As maiores densidades médias de ovos e larvas ocorreram na primavera e verão, sugerindo esse ser o pico de reprodução de espécies na região. Além disso, as larvas, em sua maioria, foram coletadas dentro do estuário, indicando esse ser um ambiente importante para o desenvolvimento de múltiplas espécies.

Os dados deste trabalho representam uma iniciativa no estudo de ictioplâncton no estuário do rio Tramandaí e zona de surfe, podendo ser utilizados para análises futuras e comparativas sobre a distribuição e abundância de espécies comercialmente importantes no litoral norte do Rio Grande do Sul, a fim de aprimorar a gestão costeira e assegurar segurança alimentar e a biodiversidade da região. A sobrevivência do ictioplâncton é fundamental para garantir os futuros estoques pesqueiros. Por isso, os principais fatores que definem a estrutura ictioplanctônica do estuário do rio Tramandaí devem continuar a ser investigados levando em conta tanto variáveis abióticas quanto aspectos hidrodinâmicos do estuário.

7 REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. G. *et al.* Spawning season, recruitment and early life distribution of *Anchoa tricolor* (Spix and Agassiz, 1829) in a tropical bay in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 823-829, 2008.
- AREVALO, E. *et al.* 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.
- BARLETTA-BERGAN, A. *et al.* Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, n. 2, p. 193-206, 2002.
- BECKLEY, L. E. Tidal exchange of ichthyoplankton in the Swartkops estuary mouth, South Africa. **African Zoology**, v. 20, n. 1, p. 15-20, 1985.
- BEHEREGARAY, L. B.; LEVY, J. A. Population genetics of the silverside *Odontesthes argentinensis* (Teleostei, Atherinopsidae): evidence for speciation in an estuary of southern Brazil. **Copeia**, v. 2000, n. 2, p. 441-447, 2000.
- BEMVENUTI, M. A. Diferenciação morfológica das espécies de peixes-rei, *Odontesthes Evermann & Kendall* (Osteichthyes, Atherinopsidae) no extremo sul do Brasil: morfometria multivariada. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 1, p. 251-287, 2002.
- BERASATEGUI, A. D. *et al.* Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de la Plata Estuary (Argentina-Uruguay). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, n. 4, p. 599-610, 2004.
- BRUNO, D. O.; ACHA, E. M. Winds vs. tides: factors ruling the recruitment of larval and juvenile fishes into a micro-tidal and shallow choked lagoon (Argentina). **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, p.1449-1458, 2015.
- BRUNO, M. A.; MUELBERT, J. H. Distribuição espacial e variações temporais da abundância de ovos e larvas de *Micropogonias furnieri*, no estuário da Lagoa dos Patos: registros históricos e forçantes ambientais. **Atlântica (Rio Grande)**, v. 31, n. 1, p. 51-68, 2009.

BUSOLI, R. O.; MUELBERT, J. H. Composição taxonômica e distribuição do ictioplâncton na zona de arrebenção da Praia do Cassino (32 10'S, 52 20'W). **Atlântica (Rio Grande)**, v. 21, p. 19-35, 1999.

BUSOLI, R. O.; MUELBERT, J. H. Environmental factors and ichthyoplankton dynamics in the surf zone of Cassino sandy beach (32 10'S, 52 20'W). **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 463-471, 2003.

CENI, G. *et al.* **Relatório Técnico Final de Atividades do Projeto de Monitoramento Pesqueiro do Estuário do Rio Tramandaí**. Imbé, BR: CECLIMAR/UFRGS, 2023. Relatório de Pesquisa.

CONCEIÇÃO, J. M. S. *et al.* *Microdesmus longipinnis* (Gobioidei, Microdesmidae): Occurrence, abundance and sampling in a subtropical estuary. **Neotropical Biology & Conservation**, v. 8, n. 2, p. 111-114, 2013.

COSER, L. M. *et al.* Descrição da comunidade ictioplantônica e sua distribuição espacial no estuário dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES, Brasil. **Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América**, v. 32, n. 4, p. 233-241, 2007.

COSTA, M. D. P. *et al.* Distribuição espaço-temporal de larvas de Sciaenidae em um estuário subtropical (Santa Catarina, Brasil). **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 16, n. 2, p. 51-59, 2012.

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.

COTRIM, D. S.; MIGUEL, L. A. Uso do enfoque sistêmico na pesca artesanal em Tramandaí – RS. **Eisforia**, v. 5, n. 2, p. 136-160, 2007.

COWLEY, P. D. *et al.* The surf zone ichthyoplankton adjacent to an intermittently open estuary, with evidence of recruitment during marine overwash events. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 52, n. 3, p. 339-348, 2001.

DAROS, F. A. *et al.* Habitat residency and movement patterns of *Centropomus parallelus* juveniles in a subtropical estuarine complex. **Journal of fish biology**, v. 88, n. 5, p. 1796-1810, 2016.

DOS SANTOS, J. A. *et al.* Effects of pH on the incubation and early development of fish species with different reproductive strategies. **Aquatic Toxicology**, v. 219, n. 105382, 2020.

FAHAY, M. P. **Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean**. 1. ed. Dartmouth, CA: Northwest Atlantic Fisheries Organization. 2007. p. 1696.

FERRER, J.; MALABARBA, L. PEIXE DA VEZ - *Microgobius meeki* Evermann & Marsh, 1899. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, v. 27, n. 112, p. 27, 2014.

FIORI, S. M. *et al.* Life in the surf-zone: Variations of faunal assemblage structure in temperate sandy beaches of the Southwestern Atlantic coast. **Continental Shelf Research**, v. 244, n. 104781, p. 1-12, 2022.

FISCHER, G. L. *et al.* **Peixes estuarinos e costeiros**. 2. ed. Rio Grande, BR: Luciano Gomes Fischer, 2011. p. 131.

FORTES, W. *et al.* Patterns of fish and crustacean community structure in a coastal lagoon system, Rio de Janeiro, **Brazil. Marine Biology Research**, v. 10, n. 2, p. 111-122, 2014.

FRANCO, T. P. *et al.* Better with more or less salt? The association of fish assemblages in coastal lagoons with different salinity ranges. **Hydrobiologia**, v. 828, p. 83-100, 2019.

FROESE, R.; PAULY. D. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. 2023. Disponível em: <http://www.fishbase.org>. Acesso em: 24 jul. 2023.

GODEFROID, R. S. *et al.* Larval fish in the surf zone of Pontal do Sul beach, Pontal do Paraná, Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 4, p. 1005-1011, 1999.

GODEFROID, R. S. *et al.* Occurrence of Larvae and Juveniles of *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula*, *Menticirrhus americanus*, *Menticirrhus littoralis*, *Umbrina coroides* and *Micropogonias furnieri* at Pontal do Sul beach, Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 4, p. 411-418, 2001.

HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P. Occurrence of fish larvae in the St Lucia Estuary, KwaZulu-Natal, South Africa. **South African Journal of Marine Science**, v. 16, n. 1, p. 333-350, 1995.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Mapa de Estações: [A834] TRAMANDAI – RS**. 2023. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ISAAC-NAHUM, V. J. *et al.* Aspects of the spawning biology of the Brazilian sardine, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), (Clupeidae). **Journal of Fish Biology**, v. 32, n. 3, p. 383-396, 1988.

JUNG, G. B.; TOLDO Jr., E. E. Análise qualitativa da direção da corrente longitudinal entre 2004 e 2008 na Praia de Tramandaí, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, p. 51-56, 2012.

KENDALL Jr., A. W.; MATARESE, A. C. Status of early life history descriptions of marine teleosts. **Fishery Bulletin**, v. 92, n. 4, p. 725-736, 1994.

KUPARINEN, A. *et al.* Fish age at maturation is influenced by temperature independently of growth. **Oecologia**, v. 167, p. 435-443, 2011.

LIMA, M. S. P.; VIEIRA, J. P. Variação espaço-temporal da ictiofauna da zona de arrebentação da Praia do Cassino, Rio Grande do Sul, Brasil. **Zoologia (Curitiba)**, v. 26, n. 3, p. 499-510, 2009.

LOEBMANN, D.; VIEIRA, J. P. Distribuição espacial das assembleias de peixes na Lagoa do Peixe, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 667-675, 2005.

MAI, A. C. *et al.* Discrimination of habitat use between two sympatric species of mullets, *Mugil curema* and *Mugil liza* (Mugiliformes: Mugilidae) in the rio Tramandaí Estuary, determined by otolith chemistry. **Neotropical Ichthyology**, v. 16, n. 2, 2018.

MAI, A.; POSSAMAI, B. Categorizing estuarine fish assemblages in the Warm Temperate Southwestern Atlantic Province: The case of Patos Lagoon Estuary, Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, v. 54, n. 102482, p. 1-27, 2022.

MALABARBA, L. *et al.* **Guia de Identificação dos Peixes da Bacia do Rio Tramandaí**. 1. ed. Porto Alegre: Via Sapiens, 2013. p. 140.

MARTIN, T. J. *et al.* Episodic events: the effects of cyclonic flushing on the ichthyoplankton of St Lucia estuary on the southeast coast of Africa. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 30, p. 273-278, 1992.

MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M. Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the southern Brazil subtropical convergence ecosystem. **Scientia Marina**, v. 64, n. 1, p. 97-105, 2000.

MARTINS, I. M. *et al.* 2007. Numerical modelling of fish eggs dispersion at the Patos Lagoon estuary—Brazil. **Journal of Marine Systems**, v. 68, n. 3-4, p. 537-555, 2007.

MCGREGOR, S. *et al.* Association of early stage fishes with surf diatom *Anaulus australis* accumulations in a warm temperate surf zone, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 263, n. 107653, 2021.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. **The ecology of sandy shores**. 2. ed. Burlington, USA: Academic press, 2006. p. 373.

MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**. V. Teleostei (4). São Paulo, BR: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985. p. 105.

MONTEIRO-NETO, C. *et al.* Community structure of surf zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. **J. Continental Shelf Research**, v. 35, n. 492–501, 2003.

MORESCO, A.; BEMVENUTI, M. A. Biologia reprodutiva do peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes) (Atherinopsidae) da região marinha costeira do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1168-1174, 2006.

MOSER, H. **Ontogeny and systematics of fishes**. Special Publication Number 1. 1. ed. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, 1984. p. 760.

MUELBERT, J. H.; WEISS, G. Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. **NOAA Technical Report NMFS**, v. 95, p. 43-54, 1991.

PATTRICK, P.; STRYDOM, N. A. Composition, abundance, distribution and seasonality of larval fishes in the shallow nearshore of the proposed Greater Addo Marine Reserve, Algoa Bay, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 79, n. 2, p. 251-262, 2008.

PEÑA-ALVARADO N. *et al.* Reproductive biology of three important baitfishes (Clupeidae) in Puerto Rico, **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, v. 61, p. 38-47, 2009.

PERILLO, G. M. E. Definitions and geomorphological classification of estuaries. *In*: G. M. E. PERILLO (ed). **Geomorphology and Sedimentology of Estuaries**. Developments in Sedimentology 53. 1. ed. New York, USA: Elsevier Science B. V., 1995, v. 68, p. 17-47.

POTTER, I. C. *et al.* The ways in which fish use estuaries: a refinement and expansion of the guild approach. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 2, p. 230-239, 2015.

PRIMO, A. L. *et al.* Impact of climate variability on ichthyoplankton communities: an example of a small temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 91, n. 4, p. 484-491, 2011.

RAMOS, S. *et al.* Environmental forcing and larval fish assemblage dynamics in the Lima River estuary (northwest Portugal). **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 3, p. 275-286, 2006.

RANGEL, C. A.; GUIMARÃES, R. Z. P. Taxonomia e distribuição da família Blenniidae (Teleostei: Blennioidei) na costa leste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 12, n. 1, p. 17-41, 2010.

REYNALTE-TATAJE, D. A. *et al.* The effect of water pH on the incubation and larviculture of curimatá *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1837) (Characiformes: Prochilodontidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 13, n. 1, p. 179-186, 2015.

RICHARDS, W. J. **Early Stages of Atlantic Fishes**. An Identification Guide for the Western Central North Atlantic. CRC Press, 2005. v. 1-2, p. 2640.

RÖRIG, L. R.; GARCIA, V. M. T. Accumulations of the surf-zone diatom *Asterionellopsis glacialis* (CASTRACANE) ROUND in Cassino Beach, Southern Brazil, and its relationship with environmental factors. **Journal of Coastal Research**, v. 35, p. 167-177, 2003.

SANTOS, R. V. S. *et al.* Environmental control on larval stages of fish subject to specific salinity range in tropical estuaries. **Regional Studies in Marine Science**, v. 13, p. 42-53, 2017.

SANTOS, R. V. S.; SEVERI, W. Dynamics of early life-history stages of fish along an estuarine gradient. **Fisheries Oceanography**, v. 28, n. 4, p. 402-418, 2019.

SEVERI, W. *et al.* Occurrence of *Microdesmus bahianus* and *M. longipinnis* (Teleostei: Microdesmidae) larvae and juveniles in estuaries of the State of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 360-364, 2008.

SILVA-FALCÃO, E. C. *et al.* Spatial-temporal variation of *Achirus* larvae (Actinopterygii: Achiridae) in mangrove, beach and reef habitats in north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom** v. 93, n. 2, p. 381-388, 2013.

SIVASUNDAR, A. *et al.* Population structure and biogeography of migratory freshwater fishes (Prochilodus: Characiformes) in major South American rivers. **Molecular ecology**, v. 10, n. 2, p. 407-417, 2001.

SMITH, D. G.; THACKER, C. E. Late-stage larvae of the Family Microdesmidae (Teleostei, Gobioidae) from Belize, with notes on systematics and biogeography in the western Atlantic. **Bulletin of marine science**, v. 67, n. 3, p. 997-1012, 2000.

STRYDOM, N. A.; D'HOTMAN, B. D. Estuary-dependence of larval fishes in a non-estuary associated South African surf zone: evidence for continuity of surf assemblages. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 63, n. 1-2, p. 101-108, 2005.

STRYDOM, N. A.; WOOLDRIDGE, T. H. Diel and tidal variations in larval fish exchange in the mouth region of the Gamtoos Estuary, South Africa. **African Journal of Aquatic Science**, v. 30, n. 2, p. 131-140, 2005.

TABAJARA, L. L. C. A.; DILLENBURG, S. R. Batimetria e sedimentos de fundo da Laguna de Tramandaí - RS. **Notas Técnicas**, v. 10, 21-33, 1997.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. Geologia do sistema lagunar holocênico do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 18, n. 1, p. 13-24, 1991.

TOMAZELLI, L. J., & VILLWOCK, J. A. Considerações sobre o ambiente praiial e a deriva litorânea de sedimentos ao longo do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 19, n. 1, p. 3-12, 1992.

VIEIRA, J. *et al.* Long-term spatiotemporal variation in the juvenile fish assemblage of the Tramandaí River Estuary (29 S) and adjacent coast in southern Brazil. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, n. 269, p. 1-11, 2019.

VOLCAN, M. V. *et al.* Pisces, Perciformes, Eleotridae, *Dormitator maculatus* (Bloch, 1792): Distribution extension for Patos-Mirim lagoon system, state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 4, p. 479-780, 2010.

WATT-PRINGLE, P.; STRYDOM, N. A. Habitat use by larval fishes in a temperate South African surf zone. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 58 n. 4, p. 765-774, 2003.

WHITFIELD, A. K. **Biology and Ecology of Fishes in Southern African Estuaries.** Ichthyological monograph, n. 2. 1. ed. Grahamstown, SA: J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, 1998. p. 223.