

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM
ÊNFASE EM BIOLOGIA MARINHA E COSTEIRA

MARCELO AGUIAR RODRIGUES

**VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNCTON NA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO NAS PROXIMIDADES DE UM COMPLEXO ESTUARINO-
LAGUNAR**

OSÓRIO

2016

MARCELO AGUIAR RODRIGUES

VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNCTON NA ZONA DE ARREBENTAÇÃO
NAS PROXIMIDADES DE UM COMPLEXO ESTUARINO-LAGUNAR

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência Biológica com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dra. Carla Penna Ozorio

Co-orientadora: Me. Vanessa Ochi Agostini

OSÓRIO
2016

Aos examinadores,

Este trabalho está formatado segundo “SILVA, L. N. *et al.* **Manual de Trabalho Acadêmicos e Científicos: Orientações Práticas à Comunidade Universitária da UERGS**. Porto Alegre: UERGS, 2013. 149 p.” que é baseado nas normas da ABNT.

Aguiar Rodrigues, Marcelo

Variação temporal do zooplâncton na zona de arrebentação nas proximidades de um complexo estuarino-lagunar. / Marcelo Aguiar Rodrigues, 2016.

69 f.

Orientador: Carla Penna Ozorio

Coorientador: Vanessa Ochi Agostini

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul em convênio com Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Biologia Marinha e Costeira, Osório/Imbé, BR – RS, 2016.

1. Planctologia. 2. Ecologia. 3. Zooplâncton. I. Ozorio, Carla Penna, orient. II. Agostini, Vanessa Ochi, coorient. III. Título.

Adaptado do Sistema de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFRGS com dados fornecidos pela autora.

MARCELO AGUIAR RODRIGUES

**VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNCTON NA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO NAS PROXIMIDADES DE UM COMPLEXO ESTUARINO-
LAGUNAR**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência Biológica com Ênfase em Biologia Marinha e Costeira na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dra. Carla Penna Ozorio

Co-orientadora: Me. Vanessa Ochi Agostini

Aprovado em: __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Dr. Erik Muxagata

Prof.º Dr. Nelson Ferreira Fontoura

Prof.º Dr. Enio Lupchinski Junior
(Coordenador da atividade Trabalho de Conclusão II – CBM)

OSÓRIO
2016

Dedico à toda a comunidade LGBTQ.
A Luta continua.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, do fundo do âmago do meu ser, à minha mãe Sylvia pelo apoio, incentivo, confiança e todo o amor infinito e ao meu pai Nilson, pelos constantes e intermináveis auxílios, apoios e pela luta constante pela vida. Vocês me ensinaram e ensinam sempre. “O que os pais podem ensinar de mais importante aos filhos é como se virar sem eles” (Frank Clark). Agradeço pelas minhas irmãs pelo companheirismo e amor.

Agradeço profundamente a minha Orientadora Carla Penna Ozorio, por ter me escolhido e aceitado como seu Pupilo, por ter me ajudado de todas as formas possíveis em todo o período da graduação, me orientado pacientemente neste trabalho e por ter lutado para que eu me torne um bom Biólogo.

Agradeço a minha Co-orientadora Vanessa Ochi Agostini por me ajudar pacientemente neste trabalho, me incentivar e apoiar sempre.

Agradeço a minha baby, Sté por ser tão doce, tão meiga, tão amiga e por ter compartilhado comigo vários dos melhores momentos da faculdade. Além disso, agradeço por ter me emprestado por tempo indeterminado uma família que eu pude também chamar de minha: Sandra (mãe), Duda (pai), Shay, Mica, Sophia, Flor e Madalena.

Agradeço aos meus migos Luana, Diego e Paola por serem tão presentes, companheiros, confidentes e degustadores parceiro de bebidas nobres.

Agradeço à toda equipe do LASBP, mas principalmente à Cacinele e à Querusche por terem me auxiliado e incentivado inúmeras vezes.

Agradeço aos grandes mestre dos livros, Stella e Angelo por serem extremamente atenciosos e meigos.

Agradeço aos grandes migos que fiz na faculdade, principalmente os contemporâneos da Turma 5 e os demais do curso, Edu, Cris, Kênya, Bruninha, Jhonny, Jana, Suzi, e mais uma infinidade de gente.

Agradeço imensamente às gurias da limpeza por serem tão companheiras pra conversar e rir da vida, principalmente à Jane, Miriam, Maristela, Ângela, Tânia, Taína, Fran, Rejane, Jéssica, Ana Paula e Rita.

Agradeço aos funcionários Seu Nunes, Eli, Loreci, Oswaldo, Otávio, Cláudio, Isabel, Gabi, Marco, Pinheiro.

“O coração que é do mar, já nasceu pra
navegar e não para em terra firme”

João Cavalcanti e Wander Pio - Casuarina

RESUMO

O zooplâncton é extremamente diverso e possui representantes de quase todos os filos animais, sendo um dos recursos alimentares mais importantes nos sistemas aquáticos. Estes organismos são abundantes em estuários e áreas costeiras, ecossistemas os quais estão entre os mais produtivos do mundo. A zona costeira é diretamente influenciada pela pluma estuarina, essencial para o transporte de nutrientes na interface de terra-mar, acarretando consequências biológicas para o sistema marinho costeiro. Desta forma, suas características físicas, químicas e biológicas podem oscilar num curto período de tempo e em regiões próximas. O objetivo deste trabalho foi de caracterizar a variação do zooplâncton da zona de arrebentação ao norte e ao sul do Complexo Estuarino Lagunar Tramandaí-Armazém, considerando diferentes escalas temporais de coleta (Semanas e Meses) e avaliar os parâmetros ambientais responsável por esta variação. O estudo foi realizado em Tramandaí e Imbé, Litoral Norte, Rio Grande do Sul. Dois pontos de coleta foram estabelecidos, um em cada município, 1 km ao sul e ao norte do canal que liga o Complexo Estuarino Lagunar com o mar. Foram coletadas 108 amostras no período de outubro de 2015 a março de 2016. Para coleta do material foi utilizada rede de plâncton de 250 μm de malha com um fluxômetro acoplado à boca, a qual foi arrastada horizontalmente sub-superficialmente. O material coletado foi fixado com formol (4%). Para contagem e identificação dos organismos foram efetuadas 3 alíquotas, as quais foram triadas em câmara de Bogorov, sob estereomicroscópio (40 X). Durante a primavera foi observada uma densidade média de zooplâncton de 10.163 org.m^{-3} , enquanto que no verão de 7.281 org.m^{-3} . Os grupos mais representativos de Holoplâncton foram os copépodes e cladóceros, do Ticoplâncton os misídeos e *Spadella* sp., enquanto que de Meroplâncton foram larvas bivalves e larvas e ovos de ictioplâncton. Os resultados das análises estatísticas mostraram que os descritores do zooplâncton podem variar significativamente entre as semanas do mesmo mês e entre meses da mesma estação do ano. Estas variações são decorrentes das oscilações em curto prazo dos parâmetros salinidade, pH, temperatura da água, velocidade do vento, velocidade e direção da corrente de deriva. O Holoplâncton parece ser mais sensível às variações desses parâmetros, em relação ao Ticoplâncton e ao Meroplâncton. As variações dos parâmetros ambientais estão diretamente ligadas à pluma estuarina na zona de arrebentação e ao fenômeno de El Niño. Para estudos futuros com a comunidade zooplanctônica na região, recomenda-se que a estratégia amostral leve em

consideração a variabilidade da mesma nas escalas de semanas e meses para garantir a obtenção de estimativas precisas.

Palavras-chave: Pluma estuarina. El Niño. Holoplâncton. Ticooplâncton. Meroplâncton.

ABSTRACT

Zooplankton is extremely diverse and has representatives from nearly all the animal phyla, being also one of the most important food resources in aquatic systems. These organisms are abundant in estuaries and coastal areas, ecosystems which are among the most productive in the world. The coastal area is directly influenced by estuarine plume, which is essential for transporting nutrients in the land-sea interface, resulting in biological consequences for the coastal marine system. Thus, their physical, chemical and biological characteristics may fluctuate in a short period of time and in nearby regions. This study aimed to characterize the variation of the zooplankton from the surf zone in the North and South areas of the Estuarine Complex Tramandaí-Armazém, considering different time collection scales (weeks and months) and to evaluate the environmental parameters responsible for this variation. The study was conducted in Tramandaí and Imbé, Litoral Norte, Rio Grande do Sul. Two collection points were established, one in each city, 1 km south and north of the channel that links the Estuarine Complex with the sea. We collected 108 samples from October 2015 to March 2016. In order to collect the samples, a plankton net of 250 μm mesh with a flowmeter attached was used and then, dragged horizontally sub-superficially collected material was fixed with formaldehyde (4%). Three aliquots were made for counting and organisms identification, which were screened in Bogorov chamber under a stereomicroscope (40 x). During the spring the average density of zooplankton was 10,163 org.m^{-3} , whereas in the summer, 7,281 org.m^{-3} . The most representative Holoplanktonic groups were copepods and cladocerans, in the Ticoplanktonic were mysids and *Spadella* sp., while in the meroplankton, bivalve's larvae and Ichthyoplankton's larvae and eggs. The results of the statistical analysis showed that zooplankton density may vary significantly between weeks of the same month and the same month of the season. These variations are due to fluctuations in short-term salinity parameters such as, pH, water temperature, wind speed, speed and direction of the current. Holoplankton seems to be more sensitive to variations in these parameters compared to Ticoplankton and Meroplankton. Environmental parameters variations are directly linked to estuarine plume in the surf zone and the El Niño phenomenon. We recommend, for future studies on the zooplankton community in the region, that the sampling strategy take into account its variability on weeks and months scales to ensure more accurate estimations.

Keywords: Estuarine plume. El Niño. Holoplankton. Ticolankton. Meroplankton.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa com a localização dos pontos de amostragem no Litoral Norte do Rio Grande do Sul	21
Figura 2 -	Composição e variação temporal zooplanctônica (Holoplâncton, Ticoplâncton, Meroplâncton) em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 13 de outubro de 2015 e 18 de março de 2016 (Primavera).....	27
Figura 3 -	Composição e variação temporal holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 13 de outubro e 17 de dezembro de 2015 (Primavera).....	28
Figura 4 -	Composição e variação temporal holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 12 de janeiro e 18 de março de 2016 (Verão).....	30
Figura 5 -	Parâmetros ambientais: temperatura (° C) (A), salinidade (B) e potencial de hidrogênio (pH) (C) coletados entre 12 de Outubro de 2015 e 18 de Março de 2016 em Tramandaí e Imbé.....	32
Figura 6 -	Parâmetros ambientais: clorofila- <i>a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$) (A), velocidade do vento (Km.h^{-1}) (B), velocidade (Km.h^{-1}) e direção da corrente (Norte/Sul) (C) coletados entre 13 de Outubro de 2015 e 18 de Março de 2016 em Tramandaí e Imbé.....	34
Figura 7 -	ANOVA Fatorial representando a densidade média semanal total de zooplâncton (org. m^{-3}) coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016. As linhas verticais representam os desvios padrão com 95 % de intervalo de confiança.....	37
Figura 8 -	ANOVA Fatorial representando a densidade média (org. m^{-3}) semanal de Holoplâncton, Ticoplâncton, Meroplâncton coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016.....	39

Figura 9 -	Percentagem de ocorrência do zooplâncton coletado entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016 em relação aos pontos de Tramandaí e Imbé.....	41
Figura 10 -	ANOVA Fatorial representando a densidade semanal média (org. m ⁻³) de Copepoda, Cladocera, Mysidae, <i>Spadella</i> sp., Bivalvia, Ictioplâncton coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016.....	45
Figura 11 -	NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplactônica em relação aos Locais de coleta (Tramandaí e Imbé) e aos fatores abióticos.....	46
Figura 12 -	NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplactônica em relação aos Meses de coleta (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) e aos fatores abióticos.....	47
Figura 13 -	NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplactônica em relação aos Semanas de coleta (1 ^a - 18 ^a) e aos fatores abióticos.....	48
Figura 14 -	Análise dos Componentes Principais (PCA) entre as densidades de Holoplâncton (A), Ticoplâncton (B), Meroplâncton (C) e parâmetros ambientais.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Resumo da análise de variância para os parâmetros da comunidade. 1-Fator Local (Imbé, Tramandaí); 2-Fator Mês (Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março); 3-Fator Semana (1 ^a , 2 ^a , 3 ^a de cada mês), 12-Interação dos Fatores 1 e 2; 13-Interação dos Fatores 1 e 3; 23-Interação dos Fatores 2 e 3; 123-Interação dos Fatores 1, 2 e 3; gl-graus de liberdade; QM-quadrado médio; F-estatística e p-valor.....	35
Tabela 2 -	Resumo da análise de variância para a densidade dos grupos mais representativos do Holoplâncton (Copepoda e Cladocera), Ticoplâncton (Mysidae e <i>Spadella</i> sp.) e Meroplâncton (Bivalve e Ictioplâncton).....	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.2	AMOSTRAGEM E TRIAGEM DO ZOOPLÂNCTON.....	21
3.3	COLETA E ANÁLISES DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS.....	22
3.4	TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS.....	24
4	RESULTADOS	26
5	DISCUSSÃO	51
6	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

O zooplâncton é extremamente diverso, englobando representantes de quase todos os filos do reino animal, além disso, estes organismos por serem muito abundantes e por compor a base da cadeia alimentar de ambientes aquáticos, são considerados o principal elo de transferência de energia entre os produtores primários (*i.e.* fitoplâncton) e os níveis tróficos superiores na cadeia alimentar (LALLI; PARSONS, 1997) e entre a matéria orgânica dissolvida (MOD) incorporada pelas bactérias heterotróficas e os níveis tróficos superiores na alça microbiana (AZAM *et al.*, 1983). Desta forma, a composição, a abundância e a distribuição do zooplâncton são fatores que afetam diretamente os ecossistemas aquáticos (LOPES; VALE; BRANDINI, 1998).

Os estuários e as áreas costeiras estão entre os ecossistemas mais produtivos do mundo, pois recebem diariamente nutrientes, sedimentos e matéria orgânica provenientes do aporte de água continental (*i.e.* chuva, rios) (JOHNSON; ALLEN, 2012). Por esta razão, as suas características químicas, físicas e biológicas podem oscilar dentro de um curto intervalo de tempo e entre regiões próximas. Existem muitos fatores que determinam a distribuição do zooplâncton costeiro, tais como salinidade, clorofila-*a* (LOPES; VALE; BRANDINI, 1998) temperatura da água (MOORE *et al.* 1996) e potencial hidrogênio-iônico (pH) (LANSAC TÔHA; LIMA, 1993).

A zona costeira adjacente à desembocadura de estuários é diretamente influenciada pela pluma estuarina, que é definida como transbordamento do aporte de água de um estuário em direção à plataforma continental (MANN; LAZIER, 2006). A penetração da pluma estuarina no ambiente marinho é influenciada pelo fluxo de água doce proveniente do rio que compõem o estuário, relacionada ao padrão de chuvas, e pela intensidade e direção do vento (PIMENTA *et al.*, 2005), sendo considerada essencial para o transporte de matéria através da interface de terra-mar com um impacto significativo na produção primária costeira (SOUSA *et al.*, 2013). Desta forma, essa descarga de água doce pode acarretar em consequências biológicas para o sistema marinho costeiro.

Segundo Stull, Cahoon e Lankford (2016), o zooplâncton da zona de arrebanção apresenta-se com alta diversidade e com adaptações às perturbações físicas desse ambiente. Além disso, DeLancey (1989) sugere que os organismos dessa região apresentam elevada importância trófica, sendo um dos recursos alimentares mais

importantes para organismos planctívoros (*i.e.* peixes) na zona de arrebentação. No entanto, apesar da importância desse ambiente dinâmico, acredita-se que este ainda seja um dos ecossistemas marinhos menos estudados (DELANCEY, 1987).

Consideram-se necessários mais estudos que possam preencher essa lacuna de conhecimento, principalmente relacionados à comunidade zooplânctônica na zona de arrebentação, aos efeitos da pluma estuarina nas características ambientais locais e temporais e à influência destas características na composição da comunidade, o que é até então inexistente para a área costeira adjacente ao Complexo Estuarino-Lagunar Tramandaí/Armazém, situado no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.

Assim, o presente trabalho caracterizou a variação do zooplâncton da zona de arrebentação ao norte e ao sul do canal de ligação do Complexo Estuarino Lagunar Tramandaí-Armazém com o mar, considerando desta forma, diferentes escalas temporais (semanas e meses), e os parâmetros ambientais responsáveis por essa possível variação.

Os objetivos específicos foram:

- a) identificar ao menor nível taxonômico possível e quantificar os organismos zooplânctônicos presentes na zona de arrebentação 1 km ao norte (Imbé) e 1 km ao sul (Tramandaí) do canal que liga o Complexo Estuarino Lagunar Tramandaí-Armazém;
- b) caracterizar a variabilidade do zooplâncton nas escalas temporais de semanas e meses no período de outubro de 2015 a março de 2016;
- c) comparar a comunidade zooplânctônica ao norte e ao sul do canal que liga o Complexo Estuarino-Lagunar Tramandaí/Armazém com o mar em relação ao tempo;
- d) relacionar parâmetros ambientais (temperatura, salinidade, direção da corrente de deriva, direção e velocidade do vento, potencial hidrogeniônico, biomassa fitoplânctônica) com a variação espaço-temporal do zooplâncton.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Zonas marinhas costeiras apresentam grande produtividade, consequência da penetração de luz em toda a coluna d'água rasa e da influência continental. Nutrientes transportados pelas chuvas sustentam as populações de produtores primários (*i.e.* fitoplâncton) e conseqüentemente de consumidores primários, os quais alimentam níveis tróficos superiores deste ecossistema como peixes planctívoros, piscívoros e mamíferos marinhos (FRANCO, 2007; JOHNSON; ALLEN, 2012).

Os principais consumidores primários do ambiente marinho são os organismos zooplancctônicos, definidos como a comunidade de todos os organismos fagotróficos; compreendendo tanto organismos unicelulares quanto pluricelulares heterotróficos. A maioria dos seus representantes possuem apenas poucos milímetros de tamanho, no entanto alguns podem chegar a medir alguns metros, como o caso das medusas (JOHNSON; ALLEN, 2012). A maioria dos filos animais conhecidos, do maior ao menor, possui representantes no zooplâncton (SMITH, 1977), entre eles, destacam-se os Filos de Cnidaria, Ctenophora, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Chaetognatha, bem como membros do Filo Chordata.

Os organismos zooplancctônicos são extremamente diversos, incluindo desde formas larvais a adultos de Filos animais, assim como alveolados heterotróficos dos Filos Myzozoa e Ciliophora (Reino Chromista). Na comunidade zooplancctônica, os crustáceos copépodes são considerados o grupo de maior importância devido a sua grande diversidade e abundância (NYBAKKEN; BERTNESS, 2004).

O zooplanccton pode ser classificado de diversas formas, sendo os critérios mais utilizados o tamanho e o tempo de permanência na coluna d'água (LALLI; PARSONS, 1997; LENZ, 2000). Com relação ao tempo de permanência na coluna d'água, as categorias existentes são holoplâncton, ticoplâncton e meroplâncton.

O Holoplâncton refere-se aos organismos que passam todo seu ciclo de vida no ambiente planctônico (*i.e.* quetognatas, alguns copépodes, cladóceros); o Ticoplâncton representa os organismos que alternam entre o ambiente bentônico e o ambiente planctônico periodicamente de forma ativa (*i.e.* misídeos) ou passiva (*i.e.* gamarídeos); e o Meroplâncton engloba os organismos que passam o estágio inicial do seu ciclo de vida na coluna d'água, migrando para o ambiente bentônico (*i.e.* alguns cnidários, cirripédios) ou nectônico (*i.e.* peixes) (JOHNSON; ALLEN, 2012).

Acredita-se que existam cerca de 40.000 espécies de zooplâncton, sendo que destas 27 % e ~73 % são holoplanctônicas e meroplanctônicas, respectivamente (JOHNSON; ALLEN, 2012; LENZ, 2000; OMORI; IKEDA, 1992; RUPPERT *et al.*, 2005). No entanto, Thorson (1964) sugere que a comunidade bentônica esteja representada por cerca de 140.000 espécies, sendo que as que apresentam algum tipo de estágio larval planctônico sejam cerca de 80 %, acarretando em pelo menos 90.000 espécies de organismos meroplanctônicos.

O zooplâncton desempenha um importante papel no acoplamento pelágico-bentônico, contribuindo de várias maneiras para o fluxo de energia dos sistemas aquáticos, principalmente em zonas costeiras, sendo que a sua excreção nitrogenada atua como fonte de nutrientes para o crescimento de algas e suas pelotas fecais, carcaças e exúvias, que se acumulam no fundo marinho, transferem carbono verticalmente na zona nerítica e da zona eufótica para a zona afótica na zona oceânica (SCHNACK-SCHIEL; ISLA, 2005).

Os organismos holoplanctônicos contribuem para este acoplamento de várias formas, sendo a migração vertical (BOLLENS *et al.*, 2011) e a neve marinha (TURNER, 2015) as mais relevantes, bem como o ticoplâncton que desloca-se periodicamente na coluna d'água em zona costeiras, transferindo energia verticalmente em um curto espaço de tempo (JOHNSON; ALLEN, 2012). Já o meroplâncton, desempenha um papel fundamental em diferentes ambientes e cadeias tróficas dependendo do estágio do seu ciclo de vida, transferindo energia do ambiente bentônico para o planctônico e vice-versa (MARCUS; BOERO, 1998). Além disto, o meroplâncton representa o potencial de recrutamento para a grande maioria das espécies nectônicas e bentônicas, sendo isto particularmente verdadeiro em áreas costeiras.

Na zona costeira, a comunidade zooplanctônica pode ser influenciada por vários fatores físico-químicos (temperatura, salinidade, pH, corrente) e biológicos (biomassa fitoplanctônica, competição intra e interespecífica) (LANSAC-TÔHA; LIMA, 1993; LEITE *et al.*, 2009; MONTÚ *et al.*, 1997).

Em regiões próximas à desembocadura de estuários, a salinidade torna-se um fator primordial determinante para a composição da comunidade zooplanctônica, pois existe um fluxo de água doce derivada de um estuário em direção à zona costeira adjacente dependente da pluviosidade e da velocidade e direção do vento, denominada pluma estuarina. Este fenômeno é essencial para o transporte de material na interface continente-oceano, tendo um impacto significativo na produção primária costeira e

consequentemente, nos consumidores primários. A pluma estuarina se torna mais importante durante os eventos de El Niño, quando ocorre uma maior precipitação e, por conseguinte, o aumento do aporte de água doce nos estuários e zona costeira, durante vários meses (GARCIA, VIEIRA, WINEMILLER, 2002; MORRIS et al., 1995; SOUSA et al., 2013)

Desta forma, a comunidade zooplanctônica de regiões de praias arenosas próximas a estuários será geralmente composta por uma mistura entre organismos originados das regiões marinhas da plataforma continental e também estuarinas (VALENTIN; MUELBERT, 2015).

Segundo Morgado *et al.* (2003), a comunidade zooplanctônica pode ser fortemente influenciada por fatores ambientais e biológicos, intimamente relacionados à posição desses organismos vertical e horizontalmente na coluna d'água. Considera-se que as variações temporais da concentração de zooplâncton estejam relacionadas principalmente a dois fatores: o seu transporte consequente de correntes horizontais e migrações verticais desses organismos. No caso da zona costeira, acredita-se que a maior parte da dispersão (e controle da mortalidade) se deva a transportes horizontais, paralelos a linha de costa.

Segundo Lopes *et al.* (2006), a densidade e biomassa de zooplâncton será maior em uma determinada região quando for fortemente influenciada pelas variações temporais de acordo com os aportes de águas continentais e pela intrusão de água com concentrações variadas de nutrientes e organismos fitoplanctônicos, características da pluma estuarina, sendo sua direção na zona costeira relacionada com a direção dos ventos predominantes de cada estação do ano (SOUSA *et al.*, 2013).

Trabalhos sobre a comunidade zooplanctônica, no contexto mundial (CARLSON, 1978; DAM; PETERSON, 1993; GLIWICZ, 1986; LEE *et al.*, 2006; MILOSLAVIĆ *et al.*, 2015), brasileiro (LOPES, 2007; PALMA *et al.* 2013; VALENTIN; MONTEIRO-RIBAS, 1993), sul-brasileiro (KOETTKER; FREIRE, 2006; LOPES; VALE; BRANDINI, 1998; RESGALLA, 2011) e gaúcho (BUSOLI; MUELBERT, 2003; DUARTE *et al.*, 2014; MONTÚ, 1980; MUXAGATA, 1995;) são diversos. No entanto, para a região do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, sabe-se que ainda são raros trabalhos com essa temática, podendo citar apenas o estudo de Ávila, Pedrozo e Bersano (2009), que avaliou a comunidade zooplanctônica na zona de arrebentação da praia de Tramandaí com ênfase em copépodes holoplanctônicos e de Agostini (2010), que enfatizou o seu estudo na comunidade meroplanctônica associada

ao processo de bioincrustação pré e pós-arrebentação também na praia de Tramandaí. Assim sendo, o trabalho traz contribuições para ampliação do conhecimento do zooplâncton na zona de arrebentação próxima ao Complexo Estuarino Lagunar Tramandaí-Armazém.

3 MATERIAL E MÉTODOS

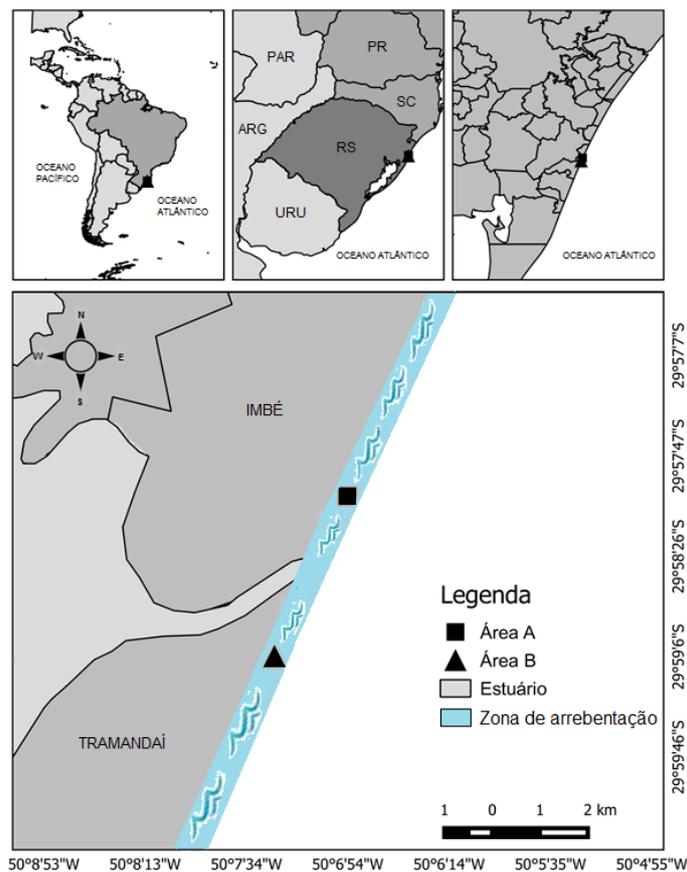
Para a melhor compreensão deste trabalho, esta seção foi separada em área de estudo, amostragem e triagem do zooplâncton, coleta e análises dos parâmetros ambientais, assim como tratamentos estatísticos.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na costa norte do estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Imbé e Tramandaí, a qual é banhada pelo Oceano Atlântico, sofrendo influência tanto de Águas Tropicais, com características de elevadas temperatura e salinidade, além de baixa concentração de nutrientes, transportadas pela Corrente do Brasil no sentido sul, quanto de Águas Subtropicais, Subantártica e Central do Atlântico Sul, de baixas temperatura e salinidade, além de alta concentração de nutrientes, que se deslocam pela Corrente das Malvinas no sentido norte, assim como de Águas Costeiras, originada a partir da drenagem continental (BRAGA; NIENCHESKI, 2006). Esta região é caracterizada por praias arenosas tipicamente dissipativas que apresentam um relevo de inclinação suave e zona de arrebentação das ondas larga e rasa (BROWN; MCLACHLAN, 2006).

Dois pontos de amostragem foram estabelecidos na zona de arrebentação: o ponto de amostragem no município de Imbé, posicionado a um quilômetro ao norte do canal do Complexo Estuarino-Lagunar Tramandaí/Armazém (29°58'00,70" S e 50°06'50,68" O), e o ponto de amostragem no município de Tramandaí, que está posicionado a um quilômetro ao sul do mesmo canal (29°59'06,65" S e 50°07'19,07" O) (Figura 1).

Figura 1 - Mapa com a localização dos pontos de amostragem no Litoral Norte do Rio Grande do Sul



Fonte: o autor (2015)

3.2 AMOSTRAGEM E TRIAGEM DO ZOOPLÂNCTON

No período compreendido entre outubro de 2015 e março de 2016 foram realizados nove arrastos mensais em cada estação, totalizando 108 amostras, sendo 54 na primavera e 54 no verão (Tabela 1). O zooplâncton foi capturado por meio de arrastados horizontais sub-superficial de 3 minutos utilizando uma rede de plâncton cônica de 30 cm de diâmetro, com malha de 250 μm a qual se acoplou um fluxômetro (GO 2030R) calibrado para estimativa de distância (*i*), volume filtrado (*ii*) e velocidade da corrente (*iii*), conforme as fórmulas a seguir.

$$i. \text{ Distância (m)} = \frac{(\text{Fluxo maior} - \text{Fluxo menor}) \times \text{Constante da hélice}}{999999}$$

$$ii. \text{ Volume (m}^3\text{)} = \frac{\pi \times (\text{Diâmetro da Rede})^2 \times \text{Distância em m}}{4}$$

$$iii. \text{ Velocidade (cm s}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Distância (m)} \times 100}{\text{Tempo em segundos}}$$

Onde:

Constante da hélice = 57560

Tempo em segundos = 180 segundos

Diâmetro da rede = 0,30 m

O material obtido em cada arrasto foi identificado e armazenado em um recipiente fechado, sendo fixado em laboratório com formaldeído (CH₂O) a 4 % neutralizado com Tetraborato de Sódio (Na₂B₄O₇·10H₂O).

Para a identificação e contagem dos organismos zooplanctônicos, foram efetuadas três alíquotas (sem reposição), somando 30 ml, obtidas utilizando um subamostrador tipo colher sueca (BOLTOVSKOY, 1991). Contabilizou-se todos os organismos da alíquota, contendo um mínimo de 200 organismos (FRONTIER, 1981) em Câmara de Bogorov sob Estereomicroscópio (40 X), sendo posteriormente estimada a sua densidade (organismos. m⁻³), Para identificação dos organismos, quando necessário, utilizou-se Microscópio óptico (OMORI; IKEDA, 1992). A identificação dos organismos zooplanctônicos foi realizada a partir de consultas à literatura especializada (BOLTOVSKOY, 1991; CHADWICK, 1914; JOHNSON; ALLEN, 2012; MARTIN; OLSEN; HØEG, 2014; MUXAGATA; WILLIAMS, 2004; SHANKS, 2001; VANNUCCI, 1960; YOUNG, 2002).

3.3 COLETA E ANÁLISES DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS

Os parâmetros ambientais mensurados a cada arrasto do zooplâncton foram: velocidade do vento, velocidade e direção da corrente de deriva, temperatura da água, salinidade, Potencial hidrogeniônico (pH) (utilizando o pHmetro QUIMIS - Q400HM) e biomassa fitoplanctônica.

A velocidade do vento foi verificada em anemômetro (ATP AVM-618B), enquanto a sua direção foi tomada por observação. A velocidade da corrente de deriva foi avaliada a partir da fórmula “iii” descrita no item anterior, enquanto a sua direção foi

tomada através de um flutuador neutro (garrafa plástica, 50 % cheia de água do mar e amarrada a uma corda de 10 metros de comprimento). O sentido variou entre Norte e Sul.

Para verificar a temperatura da água, utilizou-se um termômetro de mercúrio simples, o qual foi imerso em 1 litro de água da camada subsuperficial da zona de arrebentação.

Para obtenção de dados de salinidade foi utilizada a análise de cloretos que teve como método: diluir 1 mL de água, do local de amostragem, em 99 mL de água destilada/deionizada em um recipiente volumétrico do tipo Erlenmeyer com 250 mL de volume. Em seguida, foi adicionado 1 mL da solução indicadora de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), sendo então titulado com a solução padrão de nitrato de prata ($AgNO_3$) 0,0141 M até o aparecimento de coloração salmão. Para calcular os valores referentes à salinidade, foram usadas as seguintes fórmulas:

Para determinação de cloretos:

$$\frac{Cl^-}{g} = \frac{\text{Volume titulado de } AgNO_3 \times \text{Normalidade de } AgNO_3 \times \text{Constante}}{\text{Volume da amostra}}$$

Onde:

$$\frac{Cl^-}{g} = \text{Concentração de cloretos}$$

$$\text{Constante} = 34450$$

$$\text{Volume da amostra} = 1 \text{ ml}$$

Para determinação da salinidade:

$$S\% = 0,03 + \frac{(Cl^- \times 1,805)}{g}$$

Onde:

$$S\% = \text{Concentração de salinidade}$$

A biomassa fitoplanctônica foi obtida a partir da análise de clorofila- α . Para essa análise foi necessária a filtragem de 100 mL (volume do filtrado) da amostra de água do local, em filtro especializado (HAWP04700 - Membrana HA em ésteres de celulose (nitrato e acetato), 0,45 μm , 47 mm, branca e lisa). Posteriormente, cada filtro foi

transferido para um frasco do tipo *Falcon*, devidamente identificado, o qual recebeu um volume de 8 mL de acetona 90 % e foi refrigerado no escuro por 24 horas a 8° C. Após este período, os frascos foram centrifugados (centrífuga NOVA TÉCNICA – NT 815) por 15 minutos, a 4° C na velocidade 5000 rpm. Em seguida, foram transferidos para outro frasco e adicionou-se acetona 90 % até a marca de 10 mL (volume do extrato). Em espectrofotômetro (FEMTO - 600 PLUS) foram feitas as leituras das amostras nas absorvâncias de 665 nm e 750 nm, adicionou-se 0,1 mL de HCl para acidificar a amostra, e refeitas as leituras nas mesmas absorvâncias.

$$Cl_a (\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}) = \frac{(L_{\text{ña665}} - L_{\text{ña750}}) - (L_{\text{a665}} - L_{\text{a750}}) \times V_{\text{ext}} \times 11,3 \times 10^3}{V_{\text{filt}}}$$

Na qual:

$L_{\text{ña665}}$ = leitura, em absorvância, da amostra não acidificada a 665 nm;

$L_{\text{ña750}}$ = leitura, em absorvância, da amostra não acidificada a 750 nm;

L_{a665} = leitura, em absorvância, da amostra acidificada a 665 nm;

L_{a750} = leitura, em absorvância, da amostra acidificada a 750 nm;

V_{ext} = Volume do extrato, em mL;

V_{filt} = Volume do filtrado, em mL.

3.4 TRATAMENTOS ESTATÍSTICOS

Os descritores da comunidade zooplânctônica foram as densidade do holoplâncton, ticoplâncton e meroplâncton. Os padrões de variação espacial e temporal dos descritores foram examinados por meio de ANOVA Fatorial, sendo considerados como fatores, o local (Imbé e Tramandaí), os meses (seis meses) e as semanas (18 semanas). Para seguir os pressupostos de normalidade, os dados foram transformados, utilizando $\text{LOG}_{10}(x+1)$. Quando aceita a Hipótese alternativa realizou-se o teste a *post-hoc* de Tukey. Um ordenamento do tipo Escalonamento Multidimensional Não métrico (NMDS), utilizando o índice de dissimilaridade Euclidiano foi construído a fim de agrupar os dados de composição zooplânctônica em relação aos locais, meses e semanas de coleta. Para testar a diferença entre os grupos utilizou-se a Análise Multivariada de Permutação (PERMANOVA). Já a Análise de Componentes Principais (PCA) foi

utilizada para verificar quais os parâmetros ambientais foram mais influentes para as variações na composição da comunidade zooplanctônica.

4 RESULTADOS

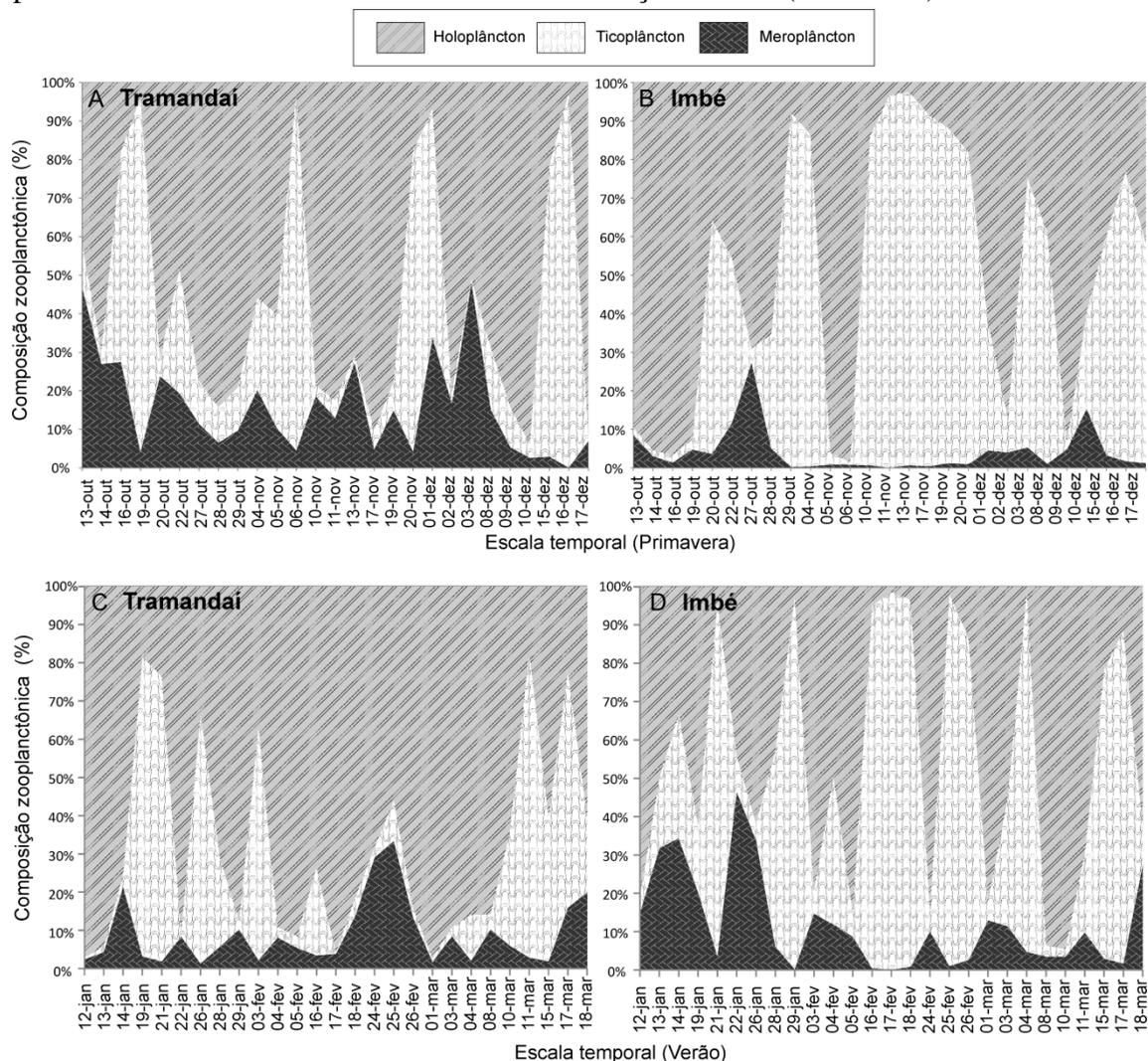
Em relação à densidade da comunidade zooplânctônica durante a primavera, foi observada uma densidade média de zooplâncton de 10.163 organismos.m⁻³ levando em conta ambos os locais de coleta. Nesta estação do ano, o Tícoplâncton apresentou uma maior densidade média (8.679 org. m⁻³), seguido do Holoplâncton (1.655 org. m⁻³) e do Meroplâncton (278 org. m⁻³). Na estação de amostragem de Tramandaí, observou-se uma densidade média de zooplâncton de 5.586 org.m⁻³, destes 3.281 org.m⁻³ representam o Tícoplâncton, 2.020 org.m⁻³ o Holoplâncton, e 286 org.m⁻³ Meroplâncton. Enquanto que em Imbé, foi registrada uma densidade média de zooplâncton de 15.639 org.m⁻³, destes 14.077 org.m⁻³ pertencem ao Tícoplâncton, 1.291 org.m⁻³ ao Holoplâncton e 271 org.m⁻³ ao Meroplâncton.

Já em relação à comunidade zooplânctônica durante o verão foi observada uma densidade média de zooplâncton de 7.281 org m⁻³, sendo a densidade média de Holoplâncton 5.352 org.m⁻³, de Tícoplâncton 1.273 org m⁻³, enquanto de Meroplâncton 656 org.m⁻³. Para Tramandaí, a densidade média de Holoplâncton foi de 5.484 org.m⁻³ não diferindo muito do encontrado para Imbé (5.219 org.m⁻³). Já o Tícoplâncton apresentou uma densidade média de 1.525 org.m⁻³ em Tramandaí e de 1.021 org.m⁻³ em Imbé e o meroplâncton 466 org. m⁻³ em Tramandaí e 847 org.m⁻³ em Imbé.

A maior variação na densidade média de zooplâncton entre os locais de coleta ocorreu durante a primavera, onde registrou-se para Tramandaí 5.586 org m⁻³, enquanto para Imbé 15.639 org. m⁻³. No verão, Tramandaí apresentou 7.474 org m⁻³ em média, enquanto Imbé 7.116 org. m⁻³. Na primavera predominou o Tícoplâncton, enquanto que no verão, o Holoplâncton. Já o Meroplâncton apresentou maiores densidades no verão.

A percentagem de representatividade na amostra baseada na densidade de Holoplâncton, Tícoplâncton e Meroplâncton variou entre os dias de coleta, entre primavera e verão e entre os locais de amostragem (Figura 2). Principalmente na primavera, os locais de coleta, Tramandaí (Figura 2A) e Imbé (Figura 2B) apresentaram uma relação oposta de representatividade nos mesmos dias de coleta. Nos meses de verão está diferença diminui, apesar de bem definida entre 17 de fevereiro e 08 de março, onde é possível observar uma maior percentagem de Holoplâncton em Tramandaí (Figura 2C) e de Tícoplâncton em Imbé (Figura 2D).

Figura 2 – Composição e variação temporal zooplancônica (Holoplâncton, Ticoplâncton, Meroplâncton) em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 13 de outubro de 2015 e 18 de março de 2016 (Primavera).



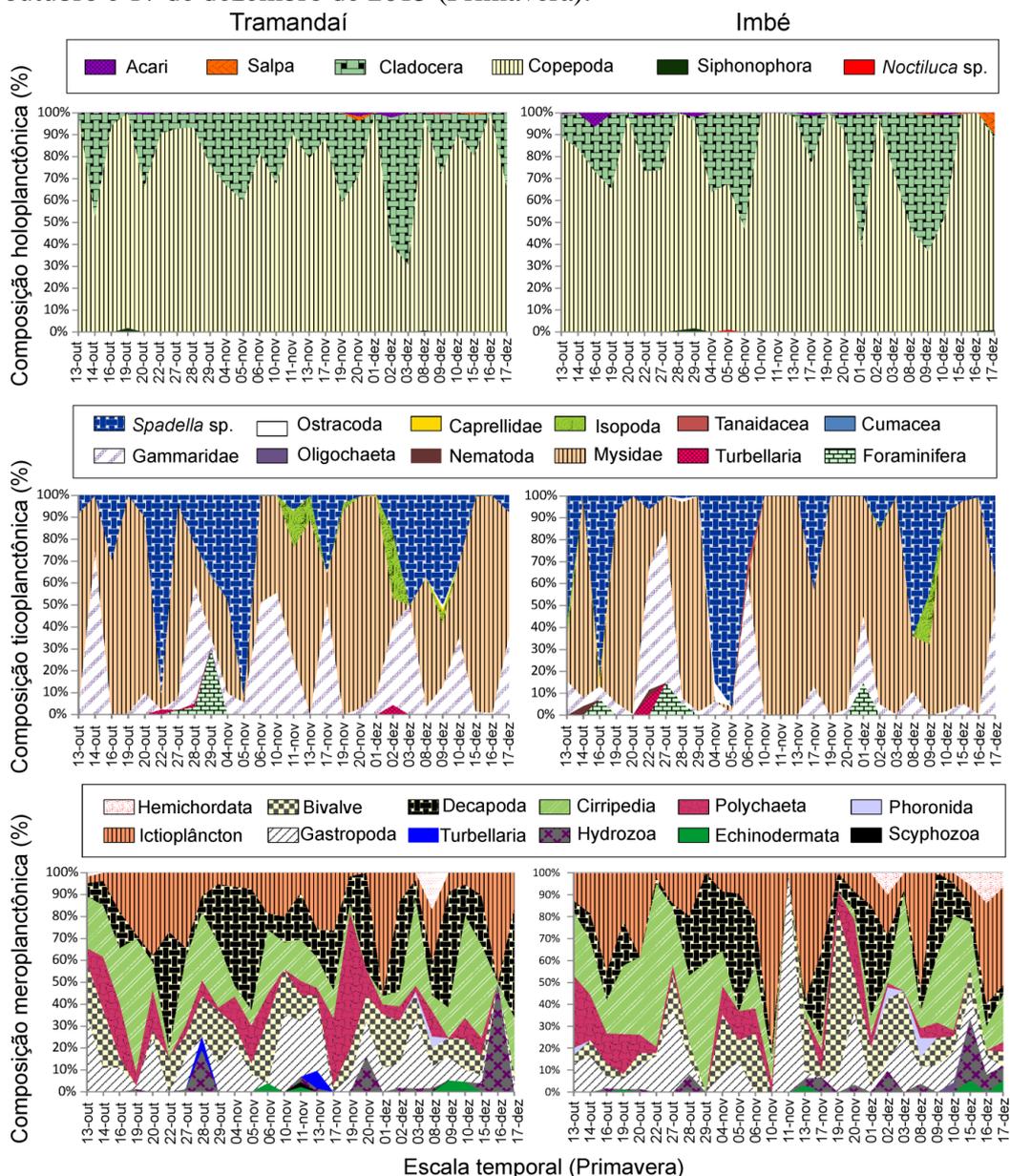
Fonte: o autor (2016)

Entre outubro de 2015 e março de 2016, 31 taxa de zooplâncton foram registrados para os locais de amostragem de Tramandaí e Imbé. Durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2015 um total de 30 taxa de zooplâncton foram registrados: seis de Holoplâncton, 12 de Ticoplâncton e 12 de Meroplâncton (Figura 3).

Na primavera, os copépodes foram o grupo mais abundante de Holoplâncton, enquanto os misídeos foram os mais abundantes do Ticoplâncton e os cirripédios do Meroplâncton (Figura 3). O grupo mais abundante em média na primavera foi Mysidae (8.529 org.m^{-3}). A densidade desse grupo oscilou de $166.471 \text{ org.m}^{-3}$ no dia 11 de novembro de 2015 a 6 org.m^{-3} no dia 17 de dezembro de 2015. A densidade de Mysidae entre os locais de amostragem teve uma variação acentuada, $251.981 \text{ org.m}^{-3}$ foram

estimados no total para Tramandaí e $1.129.666 \text{ org.m}^{-3}$ para Imbé, sendo possível também observar uma variação acentuada desse grupo no dia de maior pico, com $77.711 \text{ org.m}^{-3}$ em Tramandaí (16 de dezembro de 2015) e $166.471 \text{ org.m}^{-3}$ em Imbé (11 de novembro de 2015).

Figura 3 – Composição e variação temporal holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 13 de outubro e 17 de dezembro de 2015 (Primavera).

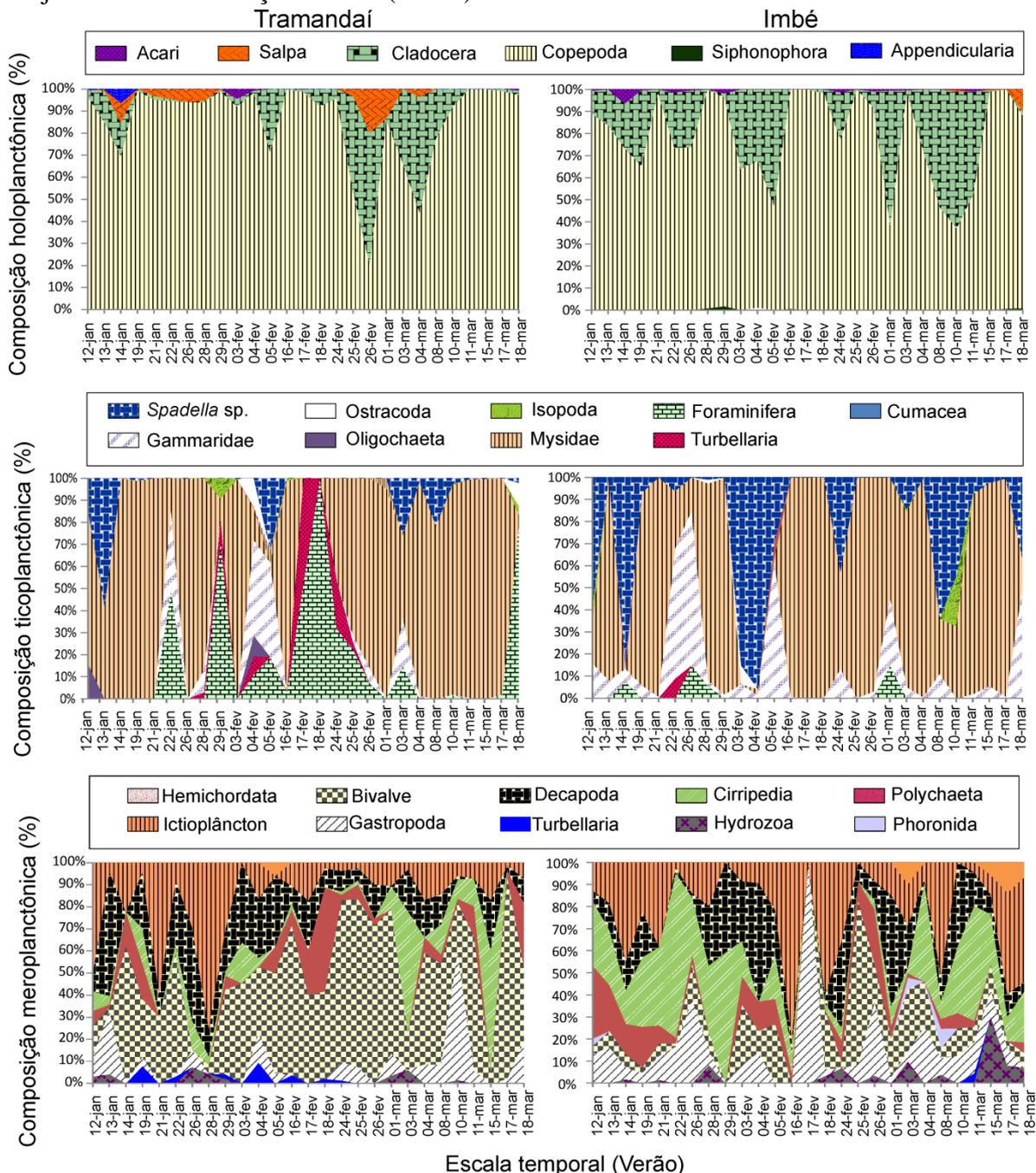


Fonte: o autor (2016)

Durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2016 um total de 25 taxa de zooplâncton foram registrados: seis de Holoplâncton, nove de Ticoplâncton e 10 de Meroplâncton (Figura 4).

No verão, os copépodes representaram o grupo mais abundante do Holoplâncton, enquanto os misídeos foram os mais abundantes do Ticoplâncton e os bivalves do Meroplâncton (Figura 4). O grupo mais abundante do verão foi Copepoda, com uma densidade média de 4.539 org.m^{-3} , embora a sua densidade tenha oscilado de 575 org.m^{-3} em 18 de março de 2016 a $31.816 \text{ org.m}^{-3}$ em 16 de fevereiro de 2016. Tanto Tramandaí quanto Imbé tiveram a maior densidade de copépodes no dia 16 de fevereiro de 2016, no entanto, a primeira estação de amostragem apresentou uma menor densidade ($23.013 \text{ org.m}^{-3}$) em relação à segunda ($31.816 \text{ org.m}^{-3}$).

Figura 4 – Composição e variação temporal holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica em ambos os locais de coleta, Tramandaí e Imbé, no período entre 12 de janeiro e 18 de março de 2016 (Verão).



Fonte: o autor (2016)

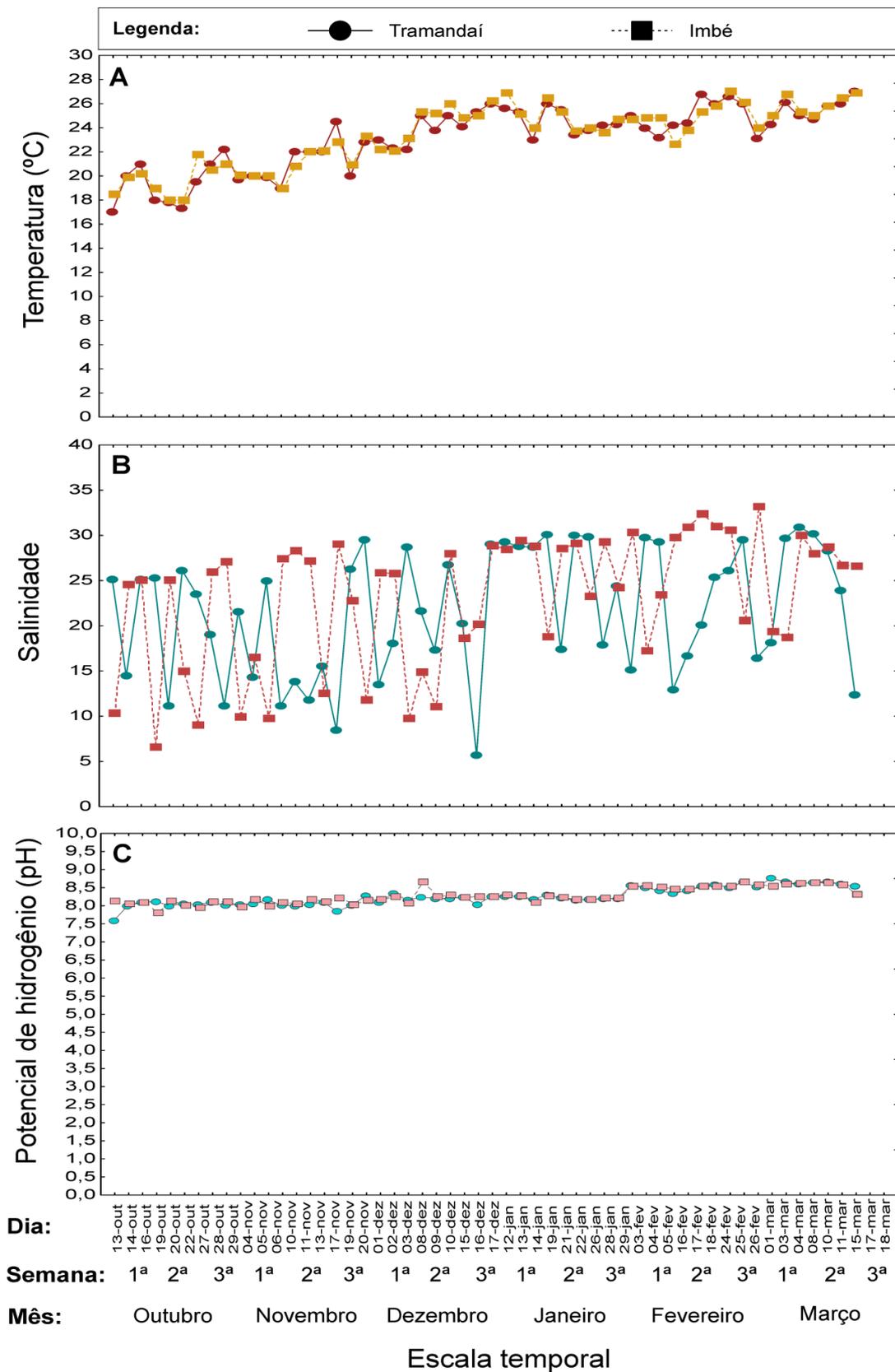
Em relação aos parâmetros ambientais de outubro de 2015 a março de 2016, a temperatura (Figura 5A) da água em Tramandaí e Imbé mostrou uma variação sazonal pequena, com um máximo de 27° C registrados durante o verão nos meses de fevereiro e março, enquanto que a mais baixa, 17° C, foi registrada durante a primavera no mês de outubro. A temperatura média entre os dois locais de amostragem foi semelhante,

variando entre $23,17 \pm 2,64^{\circ} \text{C}$ em Tramandaí e $23,37 \pm 2,59^{\circ} \text{C}$ em Imbé. As médias sazonais variaram de $21,4 \pm 2,35^{\circ} \text{C}$ (primavera) e $25,1 \pm 1,17^{\circ} \text{C}$ (verão), como é possível observar na Figura 5A.

A salinidade (Figura 5B), para ambos os locais de amostragem oscilou entre 5,66 e 33,15, com médias de $19,04 \pm 7,14$ na primavera e $25,69 \pm 5,54$ no verão, com salinidades em média mais elevadas registradas na estação de coleta de Imbé ($23,04 \pm 7,28$) e as menores em Tramandaí ($21,67 \pm 6,99$). Houve uma variação diária de salinidade em ambos os locais de coleta, principalmente durante a primavera, como observado na Figura 5B, sendo um local de coleta o oposto do outro.

O pH (Figura 5C), para ambas estações de amostragem oscilou entre 8,76 e 7,58, com médias de $8,1 \pm 0,15$ na primavera e $8,43 \pm 0,18$ no verão. As duas estações de amostragem tiveram valores máximo de pH semelhantes, $8,76 \pm 0,24$ e $8,66 \pm 0,22$ para Tramandaí e Imbé, respectivamente, e os mínimos de pH foram $7,58 \pm 0,24$ para Tramandaí e $7,81 \pm 0,21$ para Imbé.

Figura 5 – Parâmetros ambientais: temperatura (° C) (A), salinidade (B) e potencial de hidrogênio (pH) (C) coletados entre 12 de Outubro de 2015 e 18 de Março de 2016 em Tramandaí e Imbé.



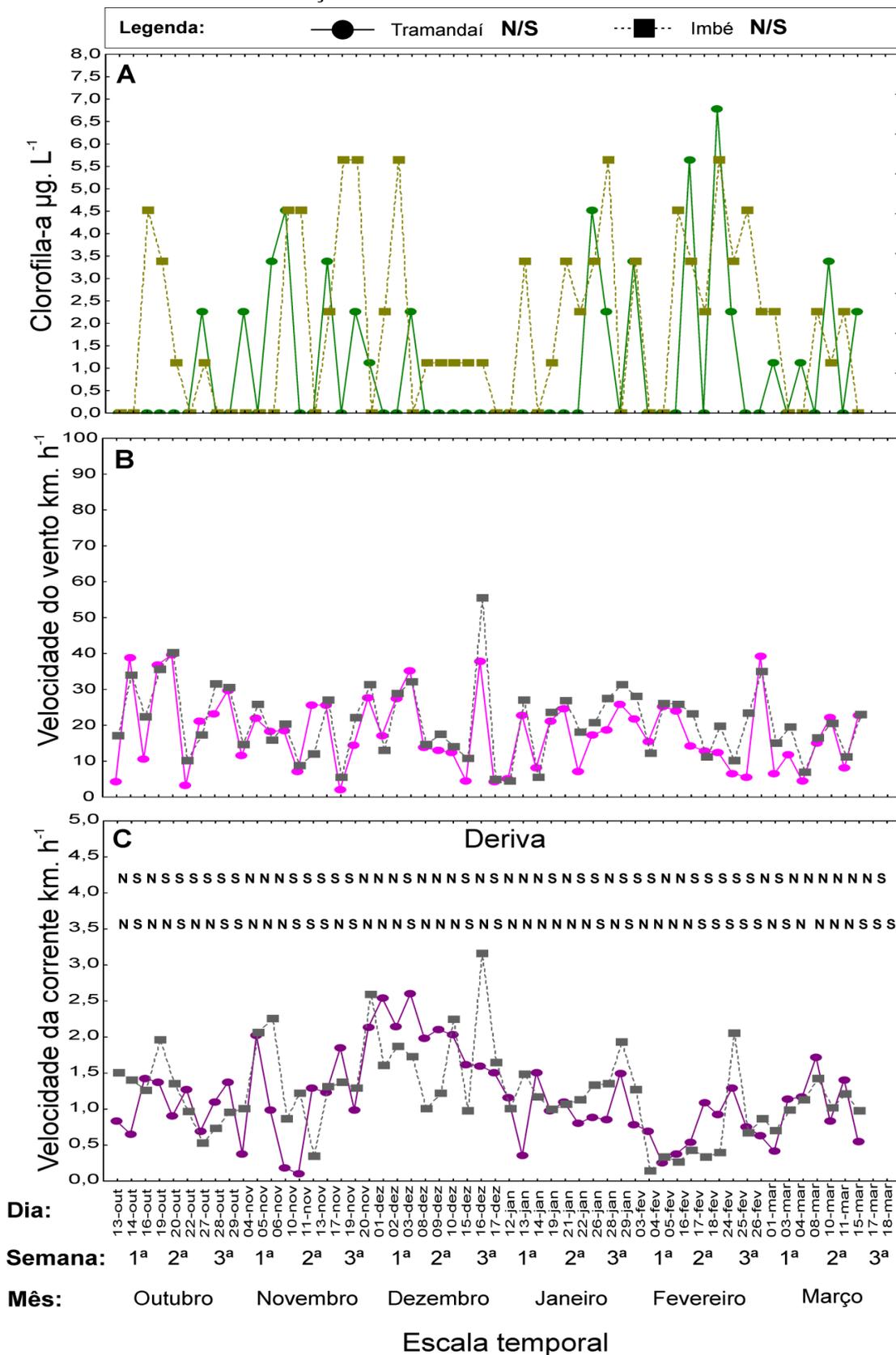
Fonte: o autor (2016)

A média dos valores de clorofila-*a* foram $1,45 \pm 1,86 \mu\text{g L}^{-1}$, sendo o maior pico registrado no dia 19 de novembro em Imbé ($6,78 \mu\text{g L}^{-1}$) durante a primavera, e o menor valor ($0 \mu\text{g L}^{-1}$) foi registrado em todos os meses do estudo, porém com predomínio durante a primavera, e em Tramandaí (Figura 6A).

A direção do vento na região do estudo, variou entre ventos Nordeste e ventos Oeste, onde o vento predominante tanto na primavera quanto no verão foi Nordeste. Já a sua velocidade oscilou entre $55,6 \text{ km.h}^{-1}$ e 2 km.h^{-1} , com ventos mais fortes em média na primavera ($21,31 \pm 11,44 \text{ km.h}^{-1}$), comparado ao verão ($17,44 \pm 8,7 \text{ km.h}^{-1}$). Ventos em média mais fortes também foram registrados para Imbé, comparado ao ponto de coleta de Tramandaí (Figura 6B).

A direção da corrente de deriva variou entre Norte e Sul na região do estudo. A direção predominante foi de Norte, no entanto, na estação de coleta de Tramandaí foi constatado um predomínio de correntes na direção Sul. Enquanto a velocidade da corrente oscilou entre $0,10$ e $3,16 \text{ km.h}^{-1}$ para ambos os locais de amostragem, sendo sua média de $1,41 \pm 0,65 \text{ km.h}^{-1}$ na primavera e $0,97 \pm 0,44 \text{ km.h}^{-1}$ no verão, com velocidades mais altas encontradas em Imbé ($1,22 \pm 0,60 \text{ km.h}^{-1}$) e menores em Tramandaí ($1,16 \pm 0,59 \text{ km.h}^{-1}$) (Figura 6C).

Figura 6 – Parâmetros ambientais: clorofila-*a* ($\mu\text{g L}^{-1}$) (A), velocidade do vento (Km.h^{-1}) (B), velocidade (Km.h^{-1}) e direção da corrente (Norte/Sul) (C) coletados entre 13 de Outubro de 2015 e 18 de Março de 2016 em Tramandaí e Imbé.



Fonte: o autor (2016)

Em relação às diferenças de densidade de organismos do zooplâncton (total, holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica) testadas por meio de ANOVA Fatorial, foram observadas algumas diferenças significativas em relação aos pontos de amostragem (Tramandaí, Imbé) e/ou em relação às escalas temporais de coleta (meses e semanas) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os parâmetros da comunidade.

Grupos		1	2	3	12	13	23	123
Zooplanctônica (total)	Gl	1	5	2	5	2	10	10
	QM	0,06	9,51	8,21	4,59	1,88	24,38	10,22
	F	0,33	9,86	21,30	4,76	4,87	12,65	5,30
	p-level	0,566	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000
Holoplanctônica	Gl	1	5	2	5	2	10	10
	QM	1,565	5,521	2,661	0,376	0,663	3,193	0,343
	F	9,77	34,48	16,62	2,35	4,14	19,94	2,14
	p-level	0,002	0,000	0,000	0,041	0,017	0,000	0,021
Ticoplanctônica	Gl	1	5	2	5	2	10	10
	QM	0,51	3,14	15,14	4,06	0,77	1,56	3,47
	F	0,59	3,64	17,54	4,70	0,89	1,81	4,01
	p-level	0,442	0,003	0,000	0,000	0,411	0,059	0,000
Meroplanctônica	Gl	1	5	2	5	2	10	10
	QM	0,455	3,505	0,554	1,029	0,122	0,811	0,638
	F	2,16	16,65	2,63	4,89	0,58	3,86	3,03
	p-level	0,143	0,000	0,074	0,000	0,560	0,000	0,001

Fonte: o autor (2016)

Legenda: 1-Fator Local (Imbé, Tramandaí); 2-Fator Mês (Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março); 3-Fator Semana (1ª, 2ª, 3ª de cada mês), 12-Interação dos Fatores 1 e 2; 13-Interação dos Fatores 1 e 3; 23-Interação dos Fatores 2 e 3; 123-Interação dos Fatores 1, 2 e 3; gl-graus de liberdade; QM-quadrado médio; F-estatística e p-Nível de significância.

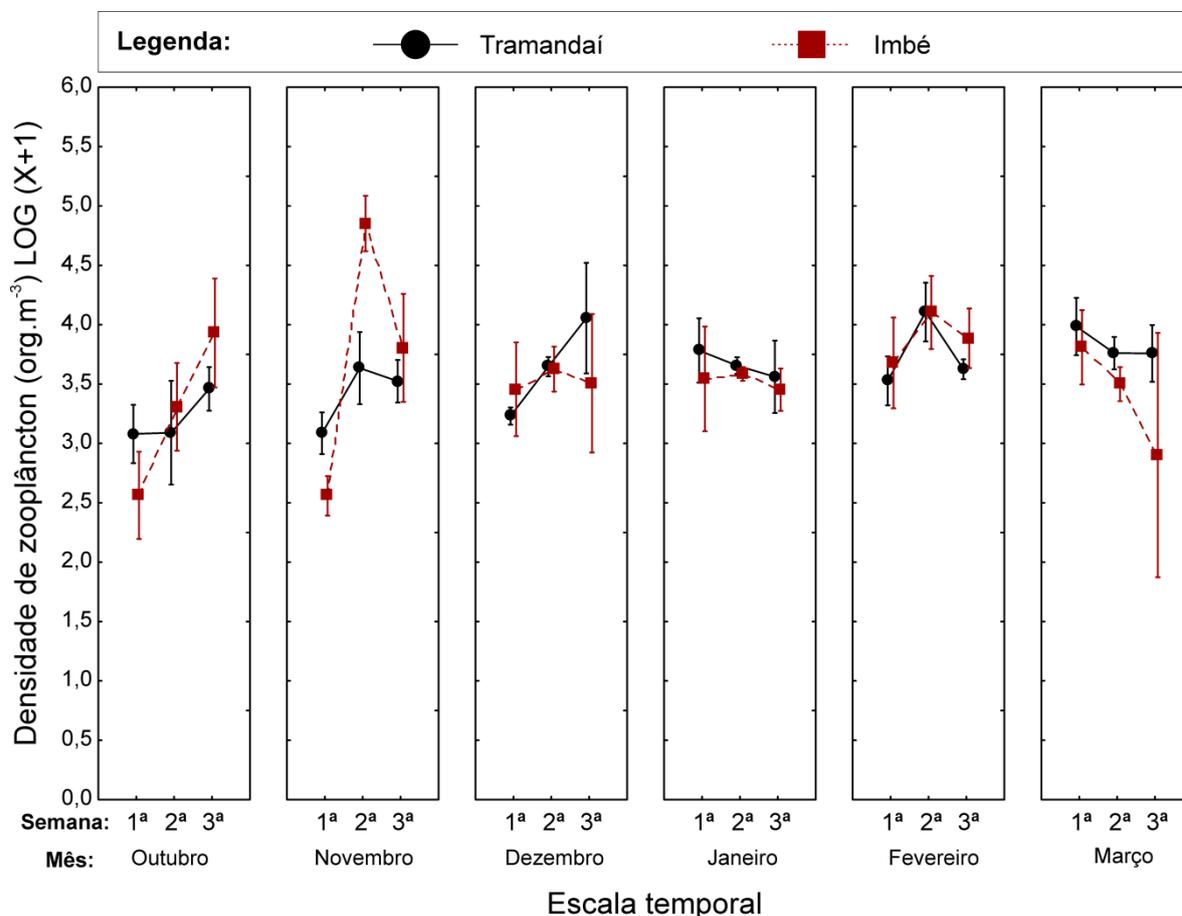
A densidade de zooplâncton foi significativa nos Fatores Mês, Semana e na interação dos Fatores Local e Mês; Local e Semana; Mês e Semana; Local, Mês e Semana como apresentado na Tabela 1 e não apresentou significância apenas para o fator Local. Já a densidade de Meroplâncton apresentou diferença apenas para o Fator Mês e nas interações entre Local e Mês, Mês e Semana, Local, Mês e Semana.

A densidade total de Zooplâncton (Figura 7) apresentou diferenças significativas entre semanas ($p < 0,05$) apenas para o mês de dezembro em Tramandaí, onde a 1ª semana apresentou uma densidade de organismos menor que a 3ª semana ($p = 0,03$). Para

Imbé, no entanto, houve diferenças significativas entre as semanas dos meses de outubro, novembro e março. A 1ª semana de outubro apresentou uma densidade de organismos inferior a 3ª semana ($p < 0,001$). Já em novembro foi possível observar diferenças entre todas as semanas: entre a 1ª e a 2ª ($p < 0,001$), entre a 1ª e a 3ª ($p < 0,001$) e entre a 2ª e a 3ª ($p < 0,001$), onde a maior densidade de organismos foi registrada na 2ª semana, sendo seguida da 3ª e da 1ª semana. Em março, as diferenças verificadas foram entre a 1ª e a 3ª semana ($p = 0,005$), sendo a primeira detentora da maior densidade de zooplâncton.

Em relação aos locais, houve diferenças significativas entre as semanas de novembro na 2ª semana ($p = 0,001$), sendo que Imbé apresentou a maior densidade de zooplâncton e na 3ª semana de março ($p = 0,016$), onde Tramandaí apresentou maior densidade.

Figura 7 – ANOVA Fatorial representando a densidade média semanal total de zooplâncton (org. m^{-3}) coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016. As linhas verticais representam os desvios padrão com 95 % de intervalo de confiança.



Fonte: o autor (2016)

A densidade de Holoplâncton (Figura 8A) apresentou significância para todos os Fatores e suas interações (Tabela 1). Todos os meses da primavera apresentaram diferenças significativas entre semanas em Tramandaí. Em outubro, foi possível identificar uma maior densidade de organismos na 3ª semana em comparação a 2ª semana ($p < 0,001$). Já em novembro, a 1ª semana apresentou uma densidade inferior a 2ª semana ($p < 0,001$) e a 3ª semana ($p = 0,003$). Em dezembro, a 2ª semana apresentou uma maior densidade de Holoplâncton em relação à 1ª semana ($p = 0,008$).

Já para Imbé foram verificadas diferenças entre as semanas durante todos os meses da primavera e apenas no último mês do verão. Em outubro a 3ª semana apresentou uma densidade maior de organismos que a 1ª semana ($p < 0,001$). Em novembro, as diferenças observadas foram entre a 1ª e a 2ª semana ($p < 0,001$), na qual a primeira apresentou uma menor densidade. Em relação a dezembro, a 2ª semana apresentou uma maior densidade de Holoplâncton em comparação à 1ª semana

($p < 0,001$). Já em março, verificaram-se diferenças entre a 1ª e a 3ª semana ($p < 0,001$) e entre a 2ª e a 3ª semana ($p < 0,001$), sendo a 1ª semana detentora da maior densidade de organismos, seguida da 2ª semana.

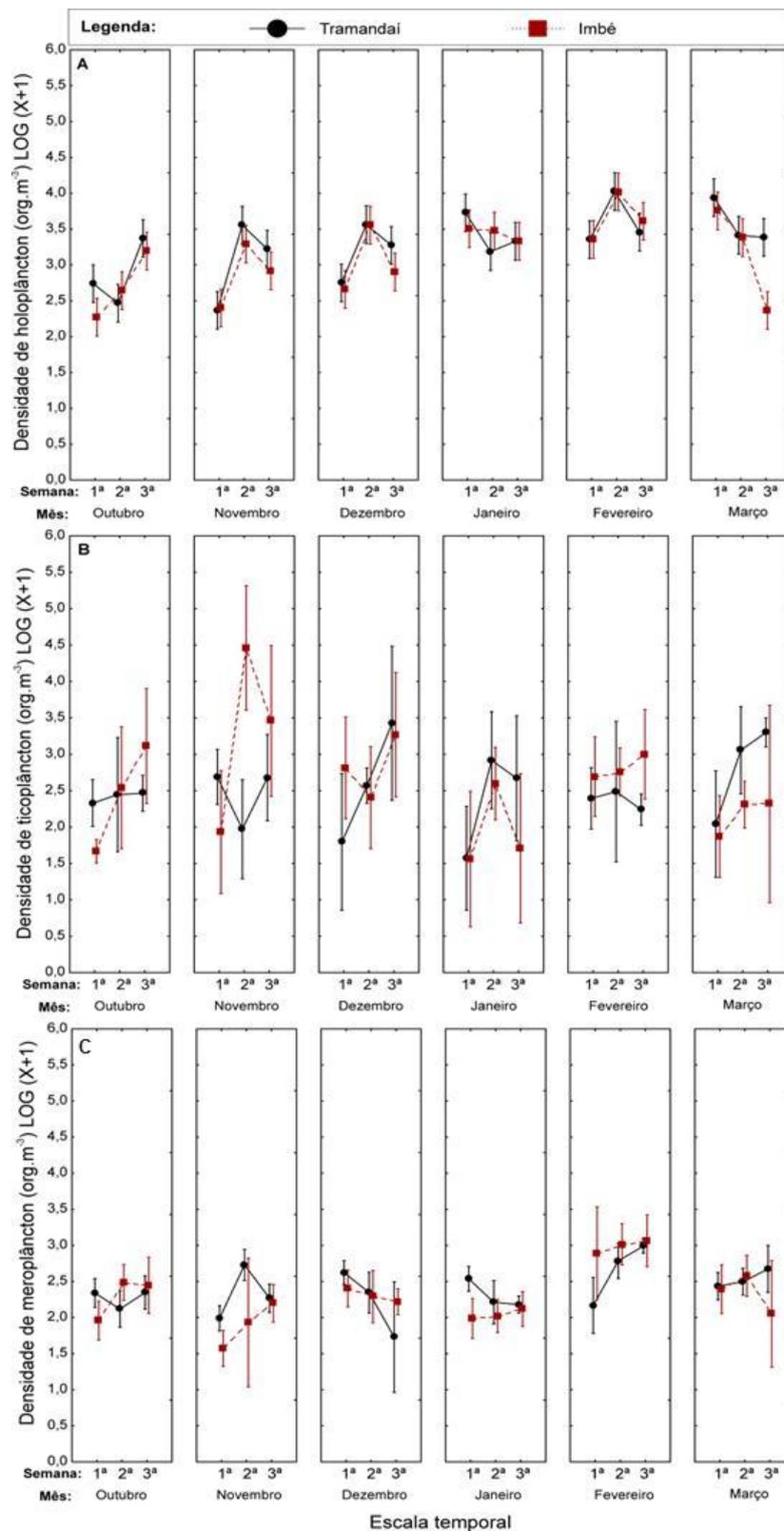
As diferenças de densidade Holoplâncton entre semanas em relação aos locais de coleta foram identificadas na 3ª semana do mês de março ($p < 0,001$) (Figura 8A), sendo que Imbé apresentou menor densidade comparado a Tramandaí.

Em relação à densidade de Ticoplâncton (Figura 8B) não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre semanas para o município de Tramandaí. Já para Imbé, o mês de novembro apresentou diferenças entre a 1ª e a 2ª semana ($p < 0,001$), onde a segunda apresentou a maior densidade.

Quando comparado os locais de amostragem em cada semana para cada mês, foi possível identificar diferenças na densidade de ticoplâncton no mês de novembro, entre Imbé e Tramandaí na 2ª semana ($p < 0,001$), sendo Imbé detentor da maior densidade de organismos.

O Meroplâncton (Figura 8C) apresentou diferenças na sua densidade apenas para o Fator Mês e para as interações entre Local e Mês, Mês e Semana, Local, Mês e Semana (Tabela 1). Em Tramandaí, houve diferenças significativas entre semanas no mês de dezembro, onde a 1ª semana apresentou uma densidade de organismos superior a 3ª semana ($p = 0,017$). Já para Imbé, não foram observadas diferenças significativas entre as semanas de cada mês. Em relação aos locais de amostragem, a densidade de Meroplâncton também não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$).

Figura 8 – ANOVA Fatorial representando a densidade média (org. m^{-3}) semanal de Holoplâncton, Ticoplâncton, Meroplâncton coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016.



Fonte: o autor (2016)

Legenda: A comunidade está representada por Holoplâncton (A), Ticoplâncton (B), Meroplâncton (C). As linhas verticais representam os desvios padrão com 95 % de intervalo de confiança.

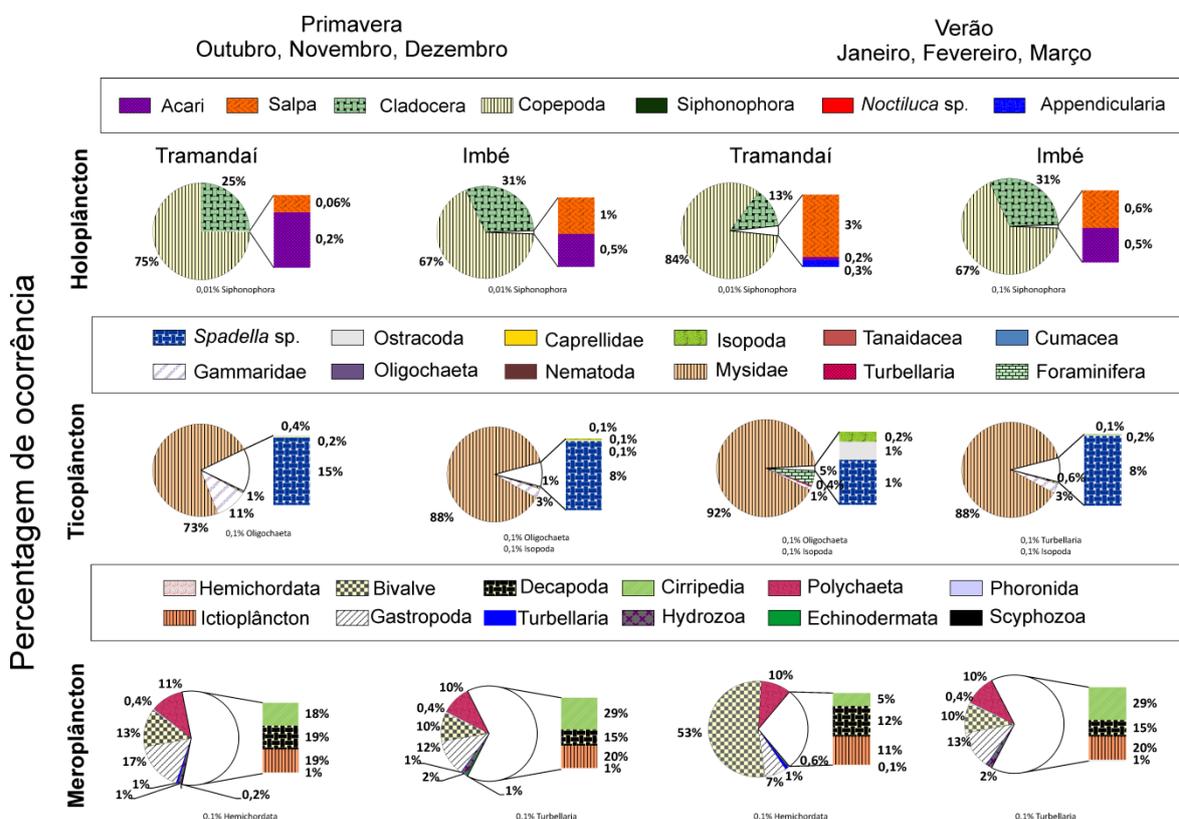
Foram observadas composições da comunidade zooplancônica (Figura 9) diferentes entre os meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2015 (primavera) e os meses de Janeiro, Fevereiro e Março de 2016 (verão). Para a comunidade holoplancônica, durante a primavera e o verão houve o predomínio de copépodes e cladóceros em ambos os locais de amostragem. Pode-se observar uma maior abundância de cladóceros em Imbé. Em contrapartida, os copépodes foram mais abundantes em Tramandaí. Porém, apesar da alta densidade de copépodes e cladóceros, o Holoplâncton (Figura 9A) apresentou baixa diversidade de grupos de organismos. Além disso, foi verificado que as salpas mostraram maior representatividade no verão, por outro lado, os ácaros foram mais representativos na primavera. Também foi identificado que as apendiculárias só estiveram presentes no verão, enquanto que o protozooplâncton *Noctiluca cf. scintillans* (Macartney) Kofoid & Swezy, 1921, na primavera. Já os sifonóforos estiveram presentes durante todo o período de amostragem, porém sempre com baixa representatividade.

Na comunidade ticoplancônica (Figura 9B), pode-se observar uma predominância do grupo Mysidae em Tramandaí e Imbé, nos meses de primavera e verão. O segundo grupo mais abundante nessa comunidade foi o quetognato *Spadella* sp., apresentando uma densidade maior nos meses de verão, comparado aos meses de primavera. Em seguida, os crustáceos gamarídeos foram o terceiro grupo mais representativo, com predominância durante a primavera. Já os foraminíferos, isópodes e ostracodes foram mais representativos no verão de Tramandaí. Apesar da pouca representatividade dos outros grupos de ticoplâncton, notou-se alta diversidade entre os mesmos.

A comunidade de meroplâncton (Figura 9C), durante a primavera, apresentou uma predominância de Ictioplâncton e Decapoda, seguido de Cirripédia e Gastropoda para ambos locais de coleta. Já no verão, observou-se um predomínio de Bivalve, seguido de Decapoda e Ictioplâncton em Tramandaí e Cirripedia, Ictioplâncton e Decapoda em Imbé. Esta comunidade também foi altamente diversa, sendo que a maioria dos taxa foi registrado em ambas as estações do ano e locais de amostragem. Os poliquetos tiveram uma representatividade praticamente igual em todo o período amostrado. Os gastrópodes também estiveram presentes em todo o período do estudo. A representatividade dos cnidários da Classe Hydrozoa foi maior em Imbé, quando comparado à Tramandaí, no entanto, os turbelários meroplancônicos (larva Müller) foram mais frequentes em Tramandaí, enquanto que os taxa Hemichordata,

Echinodermata, Phoronida e Scyphozoa foram pouco representativos, tanto em Imbé quanto Tramandaí.

Figura 9 – Percentagem de ocorrência do zooplâncton coletado entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016 em relação aos pontos de Tramandaí e Imbé.



Fonte: o autor (2016)

Por meio da análise da Figura 9 foi possível observar uma maior representatividade de copépodes e cladóceros dentro do grupo Holoplâncton. Em relação ao Ticoplâncton, tanto os misídeos, quanto os quetognatos, do gênero *Spadella* sp., apresentaram uma alta percentagem de ocorrência, enquanto que para o Meroplâncton, os bivalves, ovos e larvas de peixes (Ictioplâncton) foram mais representativos. Desta forma, a Tabela 2 apresenta os valores de significância obtidos por ANOVA Fatorial para os taxa holoplanctônica, ticoplanctônica e meroplanctônica mais representativos em relação a sua densidade.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para a densidade dos grupos mais representativos do Holoplâncton (Copepoda e Cladocera), Tícoplâncton (Mysidae e *Spadella* sp.) e Meroplâncton (Bivalve e Ictioplâncton).

Densidade		1	2	3	12	13	23	123
	gl	1	5	2	5	2	10	10
Copepoda	QM	1,727	5,646	4,119	0,370	0,479	3,356	0,315
	F	10,90	35,61	25,98	2,34	3,02	21,17	1,99
	<i>p</i> -level	0,001	0,000	0,000	0,042	0,050	0,000	0,034
	gl	1	5	2	5	2	10	10
Cladocera	QM	6,22	4,72	6,64	2,40	2,14	12,53	3,77
	F	6,88	5,22	7,35	2,65	2,37	13,86	4,17
	<i>p</i> -level	0,009	0,000	0,001	0,023	0,095	0,000	0,000
	gl	1	5	2	5	2	10	10
Mysidae	QM	3,43	1,38	33,17	4,63	3,20	4,06	6,83
	F	2,29	0,92	22,19	3,10	2,14	2,71	4,57
	<i>p</i> -level	0,131	0,467	0,000	0,010	0,119	0,003	0,000
	gl	1	5	2	5	2	10	10
<i>Spadella</i> sp.	QM	0,035	7,851	0,980	0,757	0,209	3,699	0,795
	F	0,07	15,26	1,90	1,47	0,41	7,19	1,54
	<i>p</i> -level	0,794	0,000	0,151	0,199	0,666	0,000	0,123
	gl	1	5	2	5	2	10	10
Bivalve	QM	0,15	21,63	0,15	1,24	0,91	2,30	1,37
	F	0,25	36,51	0,25	2,09	1,53	3,89	2,32
	<i>p</i> -level	0,616	0,000	0,780	0,067	0,218	0,000	0,012
	gl	1	5	2	5	2	10	10
Ictioplâncton	QM	1,310	2,085	2,070	0,707	0,146	2,115	0,702
	F	2,298	3,172	3,150	1,076	0,222	3,218	1,068
	<i>p</i> -level	0,121	0,008	0,044	0,374	0,801	0,001	0,387

Fonte: o autor (2016)

Legenda: 1-Fator Local (Imbé, Tramandaí); 2-Fator Mês (Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março); 3-Fator Semana (1^a, 2^a, 3^a de cada mês), 12-Interação dos Fatores 1 e 2; 13-Interação dos Fatores 1 e 3; 23-Interação dos Fatores 2 e 3; 123-Interação dos Fatores 1, 2 e 3; gl- graus de liberdade; QM-quadrado médio; F-estatística e *p*- Nível de significância..

As diferenças de Copepoda (Figura 10A) entre semanas, em Tramandaí, foram identificadas nos meses de outubro, novembro, dezembro e fevereiro. Em outubro foram observadas diferenças entre a 2^a e a 3^a semana ($p < 0,001$), onde a semana 3 obteve a maior densidade deste grupo. Já em novembro, a 1^a semana apresentou a maior densidade de copépodes em relação à 2^a ($p < 0,001$) e à 3^a semana ($p = 0,002$). Em dezembro, verificou-se uma menor densidade de organismos na 1^a semana comparada à

2ª ($p < 0,001$) e à 3ª ($p = 0,041$), enquanto que no mês de fevereiro a 2ª semana foi detentora de uma maior densidade de copépodes que a 1ª ($p = 0,048$) e a 3ª semana ($p = 0,001$).

No local de amostragem de Imbé, foi possível perceber diferenças entre os meses de primavera, além dos meses de fevereiro e março. Outubro apresentou diferenças entre a 1ª e a 3ª semana ($p < 0,001$), sendo a semana 3 detentora de uma maior densidade. Já em novembro, a 1ª semana apresentou a menor densidade comparada à 2ª ($p < 0,001$) e à 3ª ($p = 0,048$) semana, enquanto que em dezembro a 1ª semana apresentou uma menor densidade de organismos que a 2ª semana ($p = 0,017$). Em fevereiro, a 2ª e a 3ª semanas apresentaram diferenças na densidade de copépodes ($p = 0,018$), sendo a semana 2 detentora da maior densidade, enquanto em março a 3ª semana apresentou a menor densidade comparado à 1ª ($p < 0,001$) e à 2ª ($p < 0,001$) semana.

Em relação aos locais de amostragem, o grupo de Copepoda, somente no mês de março apresentou diferenças entre semanas, sendo a 3ª semana em Tramandaí detentora da maior densidade de copépodes em relação à mesma semana em Imbé ($p < 0,001$).

Quanto ao taxa Cladocera (Figura 10B), foi possível identificar diferenças significativas entre semanas em Tramandaí, no mês de janeiro, onde a 1ª semana apresentou densidade superior à 3ª semana ($p = 0,002$). Já em março, foram observadas diferenças entre a 1ª e 3ª semana ($p = 0,001$), sendo a primeira com maior densidade de cladóceros.

Em Imbé, foram registradas diferenças nas densidades entre semanas, nos meses de dezembro, fevereiro e março. No mês de dezembro, a 2ª semana apresentou maior densidade de organismos, quando comparada à 1ª ($p = 0,018$) e 3ª ($p < 0,001$) semanas. Em fevereiro, foi possível identificar diferenças entre a 1ª e 3ª semanas ($p = 0,003$), sendo a última semana com maior densidade. No entanto, o mês de março apresentou densidade inferior para a 3ª semana comparada à 1ª ($p < 0,001$) e 2ª ($p = 0,016$) semanas.

Em relação aos locais de coleta, apenas o mês de novembro apresentou diferenças significativas entre semanas, sendo a 2ª semana de Tramandaí detentora de uma maior densidade que a 2ª semana de Imbé ($p < 0,001$).

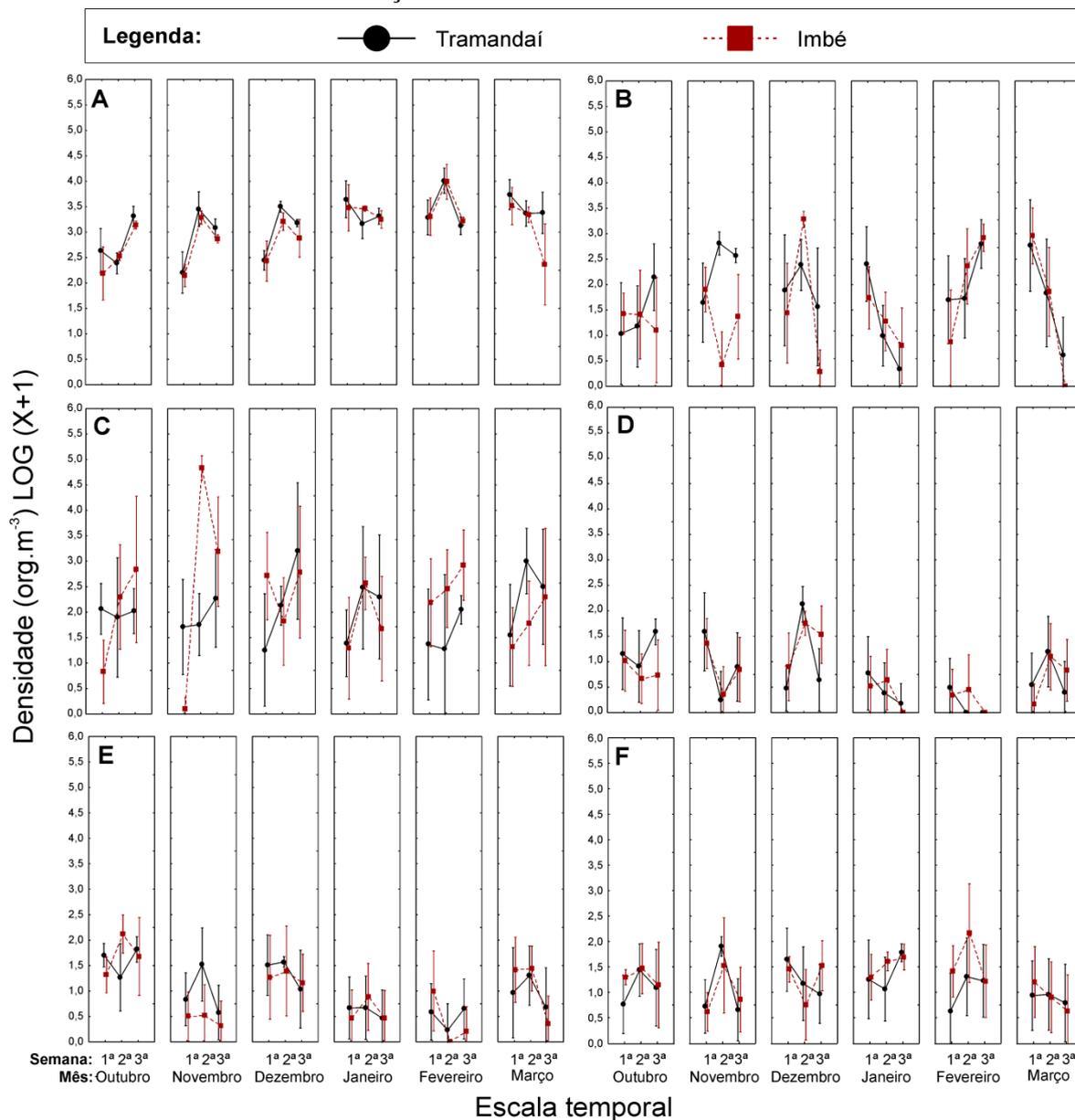
Em relação à Mysidae (Figura 10C) somente foram verificadas diferenças na densidade de organismos em Imbé no mês de novembro onde a 1ª semana apresentou uma densidade inferior quando comparada à 2ª ($p < 0,001$) e 3ª semana ($p < 0,001$). Já em relação aos locais de amostragem, apenas novembro revelou diferenças

significativa ($p < 0,05$), onde a segunda semana de Imbé representou a maior densidade de misídeos quando comparada a mesma semana de Tramandaí ($p < 0,001$).

Os Bivalves (Figura 10E) apresentam diferenças na sua densidade apenas nas interações Mês e Semana, e Local, Mês e Semana. Esses organismos apresentaram maior densidade na 2ª semana de novembro, enquanto que a 2ª semana de fevereiro em Tramandaí apresentou menor densidade. Já Imbé apresentou maior densidade na 2ª semana de outubro e menor na 2ª semana de fevereiro. Entre locais, as larvas de bivalves apresentaram maior densidade nos meses de outubro, dezembro e março, enquanto que as menores densidades foram nos meses restantes.

Já os taxa *Spadella* sp. (Figura 10D) e Ictioplâncton (Figura 10F) não apresentaram diferenças entre as semanas e entre os locais de amostragem, bem como na interação destes fatores.

Figura 10 - ANOVA Fatorial representando a densidade semanal média (org. m^{-3}) de Copepoda, Cladocera, Mysidae, *Spadella* sp., Bivalvia, Ictioplâncton coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016.

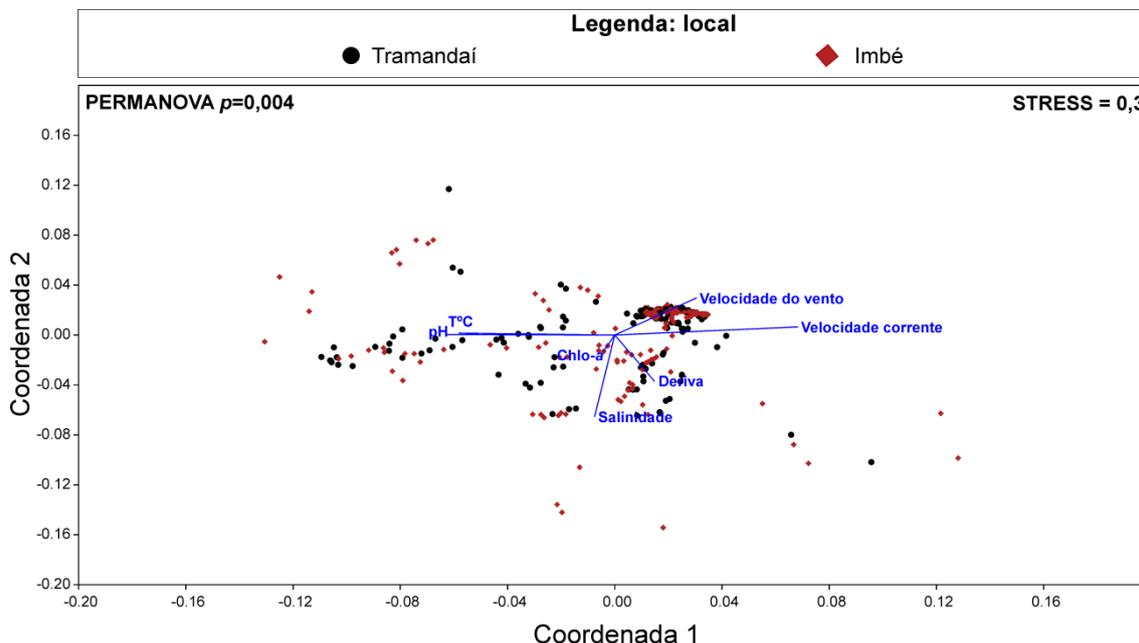


Fonte: o autor (2016)

Legenda: Os taxa estão representados por Copepoda (A), Cladocera (B), Mysidae (C), *Spadella* sp. (D), Bivalvia (E), Ictioplâncton (F) coletados entre os meses de outubro de 2015 e março de 2016. As linhas verticais representam os desvios padrão com 95 % de intervalo de confiança.

Em relação à composição da comunidade zooplanctônica foram verificadas diferenças entre os locais de coleta como apresentado na Figura 11, sendo a velocidade da corrente e o pH os fatores que mais influenciaram nesta diferença.

Figura 11 – NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplanctônica em relação aos Locais de coleta (Tramandaí e Imbé) e aos fatores abióticos.

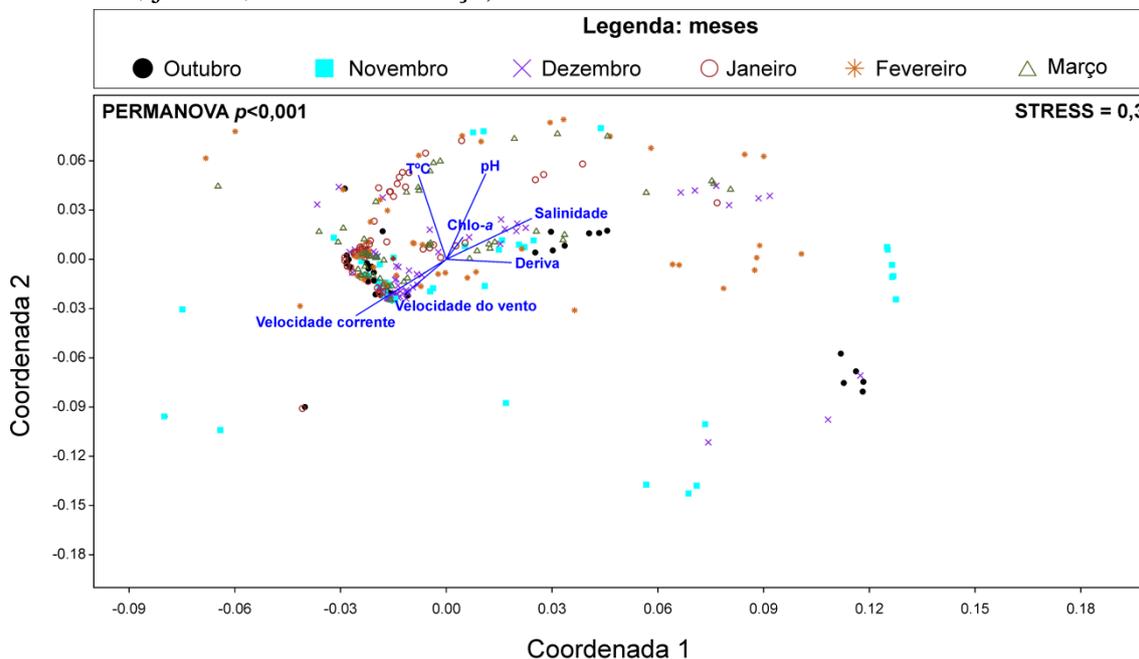


Fonte: o autor (2016)

O mesmo foi observado quando levado em conta os meses de coleta (Figura 12), sendo as variáveis mais influentes para esta diferença também a velocidade da corrente e o pH. Foram verificadas diferenças na composição do zooplâncton no mês de Outubro em relação aos meses de Novembro ($p=0,016$), Janeiro ($p=0,005$), Fevereiro ($p<0,001$) e Março ($p=0,001$). O mês de Novembro também apresentou diferenças em relação à Dezembro ($p=0,046$), Janeiro ($p<0,001$), Fevereiro ($p<0,001$) e Março ($p<0,001$), enquanto o Mês de Dezembro apresentou diferenças quando comparado à Janeiro ($p<0,001$), Fevereiro ($p<0,001$) e Março ($p<0,001$). Janeiro também apresentou uma composição zooplanctônica diferente, porém não significativa a do mês de Fevereiro ($p=0,15$), e este foi diferente de Março ($p=0,04$).

Como é possível observar na Figura 12, algumas das amostragens realizadas nos meses de primavera (outubro, novembro e dezembro) apresentaram um agrupamento, sendo neste caso a deriva e a salinidade os fatores ambientais mais influentes.

Figura 12 – NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplantônica em relação aos Meses de coleta (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) e aos fatores abióticos.



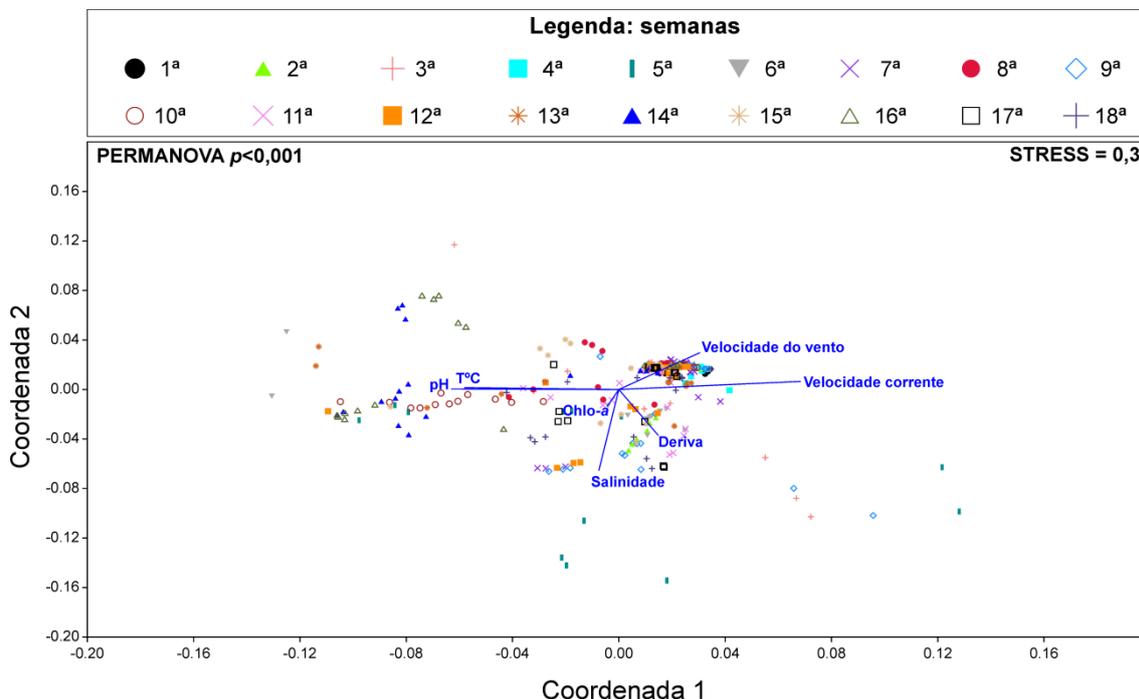
Fonte: o autor (2016)

Foram também verificadas diferenças significativas entre as semanas de coleta (Figura 13), sendo também as variáveis mais influentes para esta diferença também a velocidade da corrente e o pH.

Foram verificadas diferenças na composição do zooplâncton entre todas as semanas ($p < 0,42$), com exceção da 2ª semana em relação à 3ª, 5ª, 7ª, 11ª, 12ª e 18ª semanas, da 3ª semana comparada à 6ª, 7ª, 9ª, 11ª, 12ª, 13ª, 15ª, 17ª e 18ª semanas, bem como, entre a 7ª semana e a 6ª, 12ª, 13ª e 18ª semanas e entre a 9ª semana e a 5ª, 6ª, 13ª semanas. Não foram também observadas diferenças na composição de organismos na 12ª semana em relação à 6ª, 7ª, 13ª, 17ª e 18ª semanas, entre a 10ª semana e a 13ª e 16ª semanas, entre 11ª semana e a 13ª, 12ª, 17ª e 18ª semanas, entre 17ª semana e 13ª e 18ª semanas e, por fim, entre a 18ª semana e a 13ª semana ($p > 0,05$).

Como é possível observar na Figura 13, algumas semanas da primavera (5ª, 8ª e 9ª) apresentaram um agrupamento, sendo neste caso a salinidade o fator ambiental de maior influência, sendo o seu aumento determinante para a 5ª e 9ª semanas e a sua diminuição para a 8ª semana. Já em algumas semanas do verão (10ª, 14ª e 16ª) apresentaram um agrupamento influenciado principalmente pelo aumento da temperatura e do pH e diminuição da velocidade da corrente.

Figura 13 – NMDS baseada no índice de dissimilaridade Euclidiano, ordenando a composição zooplanctônica em relação aos Semanas de coleta (1^a - 18^a) e aos fatores abióticos.



Fonte: o autor (2016)

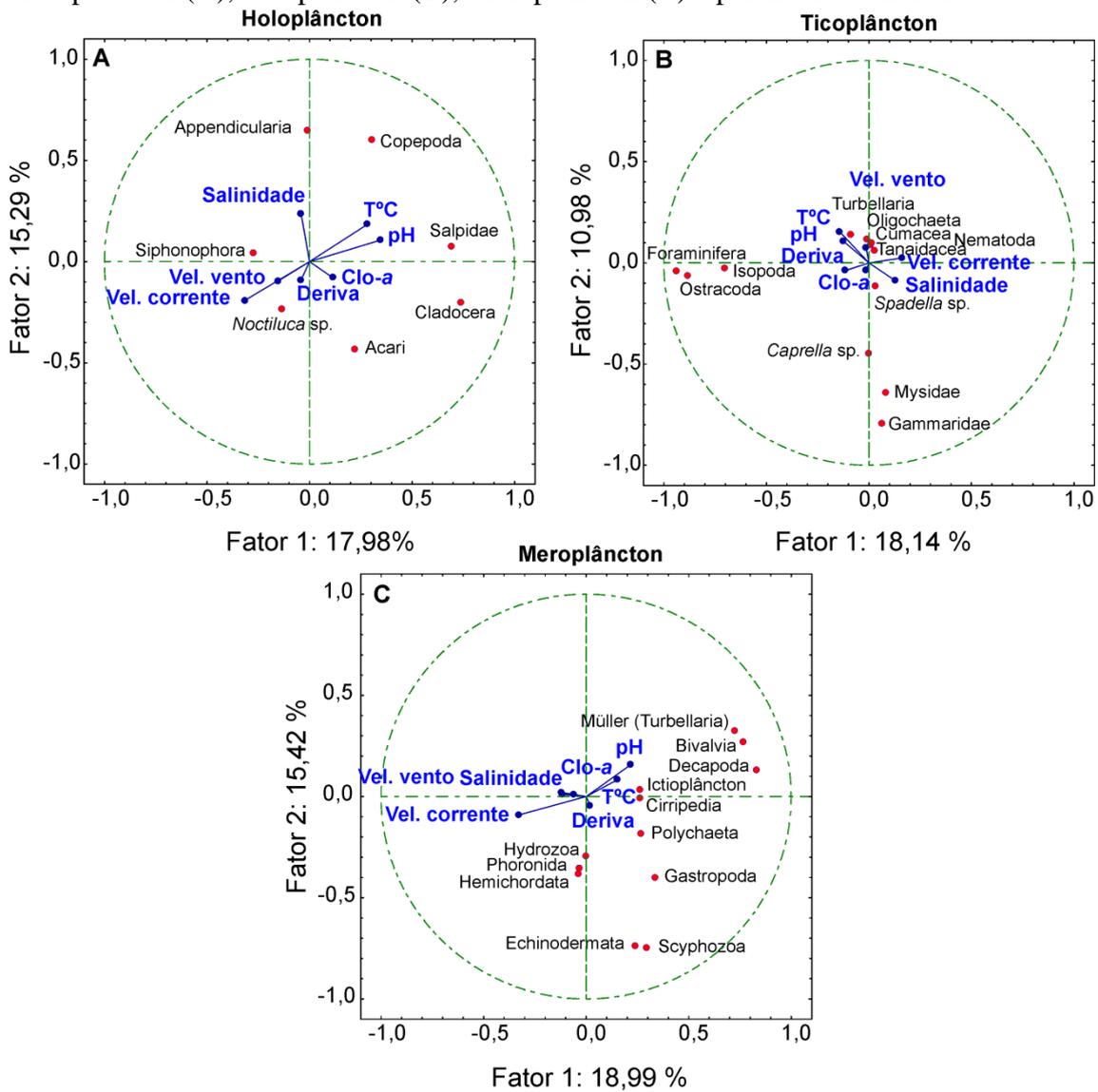
O agrupamento entre os taxa zooplanctônicos e os parâmetros ambientais foi obtida a partir da Análise de Componentes Principais (Figura 14). Para os taxa holoplanctônicos (Figura 14A) foi possível notar que a temperatura da água e o pH apresentam forte influência principalmente para Copepoda e Salpidae, além disso, influenciam negativamente a presença de *Noctiluca cf. scintillans*. A clorofila-*a* influencia positivamente o aparecimento de Acari e Cladocera nas amostras. Já a velocidade do vento e velocidade da corrente de deriva (forte) impõe influência positiva para aparecimento de *Noctiluca cf. scintillans*, em contrapartida, esses parâmetros ofereceram influência negativa para a presença de Copepoda e Salpidae na amostra. A direção da corrente de deriva influenciou positivamente, mas pouco, a presença do protozooplâncton e negativamente, os copépodes e salpas. As altas salinidades influenciaram a presença dos taxa Appendicularia e Siphonophora, impondo uma influência negativa para cladóceros e ácaros.

Para os taxa pertencentes ao Ticoplâncton (Figura 14B) foi possível identificar que dentre os 12 taxa encontrados, Nematoda, Oligochaeta, Cumacea, Tanaidacea, *Caprella sp.* e *Spadella sp.* sofreram pouquíssimas influências dos fatores ambientais. A salinidade foi positivamente responsável pela presença de *Spadella sp.*, Mysidae e Gammaridae, impondo influência negativa na presença de turbelários. Foraminifera,

Ostracoda e Isopoda foram influenciados positivamente pela direção da corrente de deriva Sul e Clorofila-*a* e negativamente pela velocidade do vento. Turbellaria foi influenciado pelo pH e pela temperatura da água, enquanto que esse parâmetros influenciaram negativamente a presença de Mysidae, Gammaridae e *Spadella* sp..

A composição do Meroplâncton também apresentou correlações entre organismos e parâmetros ambientais (Figura 14C). A densidade da Classe Hydrozoa não sofreu influência dos parâmetros ambientais. Já Ictioplâncton, Bivalve, Decapoda e a Larva Müller (Turbellaria), sofreram influência positivas da temperatura da água e do pH e negativas pela influência da velocidade da corrente de deriva. Os taxa Echinodermata, Scyphozoa, Gastropoda, Polychaeta e Cirripedia foram influenciadas negativamente pela velocidade do vento, pela salinidade e pela clorofila-*a*, enquanto que a direção da corrente de deriva Sul influenciou positivamente. Cirripédios quase não sofreram influências por estarem muito próximos ao eixo. Phoronida e Hemichordata foram influenciados positivamente pela velocidade da corrente de deriva e negativamente pelo aumento da temperatura da água e do pH. Parâmetros estes que sempre aparecem correlacionados entre si, independentemente dos grupos zooplanctônicos avaliados.

Figura 14 - Análise dos Componentes Principais (PCA) entre as densidades de Holoplâncton (A), Ticoplâncton (B), Meroplâncton (C) e parâmetros ambientais.



Fonte: o autor (2016)

Legenda: os parâmetros ambientais testados na PCA foram Salinidade, Temperatura da água (T°C), pH, Clorofila-a (Clo-a), Direção da corrente de deriva (Deriva), Velocidade da corrente de deriva (Vel. Corrente) e Velocidade do vento (Vel. Vento).

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho comprovaram que a densidade do zooplâncton na zona de arrebentação da área analisada é afetada pelos fatores ambientais nas escalas de mês e de semana. Isto demonstra que o sistema costeiro no entorno do canal do Complexo Estuarino Tramandaí-Armazém é altamente dinâmico. Esta dinâmica é determinada por uma combinação das características da pluma estuarina e dos regimes de ventos e de corrente de deriva em um dado período de tempo.

Observou-se que a densidade da comunidade zooplanctônica nos meses de primavera ($10.163 \text{ org.m}^{-3}$) foi superior ao encontrado nos meses de verão (7.281 org m^{-3}), o que pode estar associado a uma maior variação das características ambientais ocorrida nos meses de primavera. Além disso, a maior variação na densidade média de zooplâncton entre os locais de coleta ocorreu durante esta estação do ano, onde registrou-se para Tramandaí 5.586 org m^{-3} , enquanto para Imbé $15.639 \text{ org. m}^{-3}$. Esta densidade média superior talvez se deva pela intensidade da pluma estuarina mais intensa nos meses da estação de primavera expostas ao efeito do El Niño, podendo resultar em uma constante substituição da comunidade e de sua densidade.

Durante a primavera de 2015, a região sul do Brasil esteve sob influência do fenômeno forte de El Niño (AUSTRALIAN GOVERNMENT BUREAU OF METEOROLOGY, 2016), o qual começou a se dissipar no verão de 2016. Este fenômeno é responsável por influenciar o padrão de chuvas local, aumentando a sua ocorrência e resultando na diminuição da salinidade dos estuários (BRITO et al. 2011), incluindo do Complexo Estuarino Lagunar do Rio Tramandaí-Armazém. Este fenômeno somado à direção e à velocidade do vento local influencia no espalhamento e direcionamento da pluma estuarina (PIMENTA et al. 2005), podendo ser esta a explicação para a diferença de densidade entre os pontos de coleta durante a primavera. Além disso, segundo Peterson e Peterson (2008) a maior parte da interface entre pluma estuarina e água costeira adjacente ocorre no plano horizontal por baixo da pluma, esta pode ser uma região importante para a agregação de zooplâncton e para a sua retenção. Então, a taxa pluviométrica da Bacia Hidrográfica somada à direção do vento e da corrente influenciará a grandeza da pluma, bem como a sua direção, para o Norte (Imbé) ou para o Sul (Tramandaí).

Roman *et al.* (2005) verificaram o aumento da biomassa zooplânctônica na comunidade adjacente ao estuário durante uma primavera com altas descargas de água doce em um estudo sobre a influência da pluma estuarina de Chesapeake Bay (Estados

Unidos), corroborando o atual estudo. Além disso, em termos de densidade zooplânctônica, é esperado que os maiores valores sejam reportados para ambientes estuarinos e zonas costeiras próximas comparado a zona oceânica devido à influência de descargas dos rios (RESGALLA JR., 2011).

Na primavera observou-se o aparecimento de manchas de misídeos, responsável pela maior percentagem de Tícoplâncton nesta estação do ano, comparado ao Holoplâncton e ao Meroplâncton. Já no verão, o Holoplâncton passa a ser dominante devido a abundância de copépodes.

Conforme Miyashita (2014), a salinidade e a temperatura são fatores primordiais que influenciam a distribuição espaço-temporal de misídeos, sendo o aumento de sua densidade e produção maiores na primavera quando as condições termohalinas são mais favoráveis e a disponibilidade de alimento é alta. A pluma estuarina disponibiliza para o ambiente marinho costeiro adjacente um grande aporte de nutrientes proveniente do continente e do interior do estuário aumentando a produtividade primária e consequentemente a produção secundária, pela disponibilidade de alimento (RODRIGUES et al. 2009). Em relação aos copépodes, sabe-se que são organismos que normalmente dominam amostras e que a sua composição de espécies e suas médias de abundância podem variar sazonalmente (DENIZ; GÖNÜLÖL, 2014; WILLIAMS; MUXAGATA, 2006). No atual trabalho, os copépodes apresentaram uma maior densidade média no verão (4.211 org m^{-3}) comparado à primavera (1.296 org m^{-3}), este fato somado a uma diminuição drástica (de aproximadamente 86 %) da densidade de misídeos acarretou no seu domínio da comunidade durante o verão. Corroborando o estudo de Williams e Collins (1986), que verificaram que os copépodes podem representar 90 % da biomassa total em uma amostra.

Em relação à representatividade na amostra baseada na densidade de Holoplâncton, Tícoplâncton e Meroplâncton, foi verificada uma variação entre os locais de amostragem, principalmente durante a primavera o que provavelmente é devido às características ambientais diferentes entre os locais influenciada pela penetração da pluma estuarina em apenas um dos pontos de coleta, diminuindo a salinidade e substituindo a comunidade (ver Figuras 2 e 5B). No entanto, parece que a densidade da comunidade meroplânctônica é menos afetada pela salinidade e mais pela falta de clorofila-*a*. A sua menor densidade coincide como a menor disponibilidade de clorofila-*a* entre os dias 22 outubro e 06 de novembro em Tramandaí e entre os dias 10 de dezembro e 28 de janeiro em Imbé, ocorrendo um provável *delay* no

reestabelecimento da comunidade como é possível observar nas Figuras 2 e 6B. A clorofila-*a* e duração do dia foram identificados como as principais variáveis ambientais que estruturam a assembléia meroplânctônica, seguido de hidrografia em um estudo realizado no Ártico por Stübner et al. (2016). Ainda, de acordo com a Tabela 1, a densidade dos organismos zooplânctônicos apresentou diferenças entre semanas de cada mês e isso mostra que a comunidade pode sofrer alterações semanalmente de acordo com as mudanças das variáveis ambientais.

É provável também que a baixa abundância de Meroplâncton nesse estudo, esteja relacionada com o tamanho de malha utilizado para a rede de coleta (250 μm), uma vez que esta comunidade apresenta, em geral, organismos menores que os demais grupos (Holoplâncton e Ticoplâncton) (CALAZANS; MUELBERT; MUXAGATA, 2011).

A densidade de copépodes, cladóceros e misídeos apresentaram diferenças entre semanas do mesmo mês e entre os locais de amostragem, já o oposto foi observado para *Spadella* sp., para os bivalves e para o ictioplâncton.

Os copépodes oscilaram de 575 org.m⁻³ em 18 de março de 2016 a 31.816 org.m⁻³ em 16 de fevereiro de 2016. A baixa densidade observada em março pode ser devido à influência da deriva Norte em ambos os locais de coleta, enquanto a alta densidade pode ser relacionada à deriva Sul, pois reflete o único parâmetro analisado que foi similar entre os ambos os locais e diferente entre as datas de menor e maior pico de densidade de copépodes.

A pluma estuarina influenciou provavelmente na ocorrência de cladóceros no local de estudo por meio da penetração de água doce e, por este motivo, quando um dos locais de coleta apresentava baixa salinidade a densidade de cladóceros aumentava. Sterza e Fernandes (2006) observaram uma grande abundância de cladóceros límnicos próximo a desembocadura do estuário Paraíba do Sul no Rio de Janeiro (Brasil) influenciada pela pluma estuarina. No atual trabalho, as espécies não foram identificadas, entretanto, acredita-se que as espécies de cladóceros eram na maioria de água doce e estuarinas, devido a sua relação de ocorrência em médias e baixas salinidades.

Os misídeos foram o grupo de maior densidade na primavera (8.529 org.m⁻³), sendo altamente influenciados pelas taxas de salinidade na zona costeira, aliado principalmente ao seu comportamento em manchas. San Vicente e Munilla (2000) afirmam que a densidade deste grupo é influenciada pelo tipo de praia, sendo as

dissipativas as que apresentam maior abundância destes organismos. Neste trabalho, o período da primavera apresentou predominantemente essa morfologia praial.

Na primavera os misídeos apresentaram o seu maior pico em Tramandaí ($77.711 \text{ org.m}^{-3}$) no dia 16 de dezembro de 2015 e em Imbé ($166.471 \text{ org.m}^{-3}$) no dia 11 de novembro de 2015, provavelmente por causa da alta salinidade, ~ 27 em Imbé e ~ 28 em Tramandaí e da deriva da corrente Sul, sendo os únicos parâmetros analisados que foram similares entre os ambos os locais nas datas de maior pico de densidade de misídeos.

Os chaetognatas em geral, são sensíveis às variações de temperatura e salinidade (MCLELLAND, 1991), no entanto, no atual estudo o gênero *Spadella* sp. não mostrou variação na sua densidade entre os locais de coleta e entre as semanas de um mesmo mês. O mesmo foi observado para o ictioplâncton, apesar da presença da pluma estuarina ser ecologicamente e energeticamente importante para espécies planctívoras como larvas e juvenis de peixes (PETERSON; PETERSON, 2008). Já os bivalves, apresentaram a sua maior densidade durante a primavera no mês de novembro para ambos os locais de coleta, onde a média da salinidade foi 20.

A estação que obteve maior diversidade de taxa foi a primavera com 30 grupos de organismos, enquanto o verão apresentou 25 grupos. Desta forma, os meses de primavera apresentam muitos grupos exclusivos como *Noctiluca* cf. *scintillans*, Caprellidae, Tanaidacea, Nematoda, Scyphozoa e Echinodermata. Enquanto o verão apresentou só Appendicularia como grupo exclusivo desta estação. Nossos resultados diferem do estudo de Ávila, Pedrozo e Bersano (2009) que encontraram densidades maiores de protozooplâncton durante o verão. Já Sato *et al.* (2001) afirmam que os appendiculários são influenciados principalmente pela temperatura e salinidade, o que condiz com as características do verão e dados apresentados pelo presente trabalho.

Ávila, Pedrozo e Bersano (2009) realizaram um estudo na zona de arrebentação da praia de Tramandaí durante os anos de 2005 e 2006 e não registraram os seguintes taxa: Acari, Cumacea, Gammaridae, Oligochaeta, Hemichordata, Caprellidae, Tanaidacea, Scyphozoa, Phoronida, turbelários ticoplanctônicos e meroplanctônicos (Larva Müller), Larvas de Ictioplâncton, Nematoda, Foraminifera e Ostracoda, sendo o registro exclusivo do atual trabalho.

Em relação aos parâmetros ambientais, a temperatura seguiu padrão sazonal esperado com valores superiores durante o verão, não diferindo entre os pontos de coleta provavelmente por causa de sua proximidade ($\sim 2 \text{ Km}$).

No entanto, para a salinidade, a primavera apresentou média de $19,04 \pm 7,14$, enquanto verão de $25,69 \pm 5,54$, isso pode ter sido consequência da quantidade de chuvas relacionadas ao forte El Niño registrado para o período do estudo (segundo informações do INMET), além disso, acredita-se que a pluma estuarina foi intensificada a partir desse fenômeno e associada à deriva litorânea pode ter sido a causa das médias de salinidades diferentes em Imbé e Tramandaí ($23,04 \pm 7,28$ e $21,67 \pm 6,99$, respectivamente). Por outro lado, a diferença entre as médias de salinidade entre locais também reflete a variação diária alternada influenciada pela deriva da pluma estuarina. Grandes variações inter-anuais na vazão de um rio influenciam o processo de salinização dentro de um estuário e na costa adjacente, podendo sofrer influência de fenômenos climáticos como El Niño e La Niña (MÖLLER; FERNANDES, 2010). Segundo Abreu *et al.* (2010), o El Niño no sul do Brasil está associado à diminuição da salinidade na zona costeira ocasionada pela alta pluviosidade.

As médias de pH entre primavera e verão foram similares o que pode indicar que este parâmetro não sofre influência sazonal. Também não diferiu entre pontos, o que pode ser consequência da sua proximidade (~ 2 km). Castro e Rocha (2016) afirmam que a população humana contribui com esgoto não tratado no estuário do rio Tramandaí, o que pode estar relacionado a variação dos valores mais baixos de pH registrados na região de estudo (~7,5).

Em relação à clorofila-*a*, valores mais baixos predominaram em ambos os locais de amostragem, mas principalmente em Tramandaí, possivelmente causado pela constante ação das ondas, que dificultavam as coletas. O método de coleta de água para análise de clorofila é problemática, uma vez que é necessário retirá-la da camada superficial do mar, no entanto, as ondas na zona de arrebentação dificultam uma amostragem padronizada. Aconselha-se o uso de rede de fitoplâncton para coleta desses parâmetro ou métodos diferentes de análise. Ainda, segundo Abreu *et al.* (2010) períodos com oscilações climáticas como o El Niño afetam diretamente a clorofila-*a*, pois as constantes chuvas, mais a lixiviação terrestres, carregam nutrientes para região costeira, promovendo o crescimento fitoplanctônico. Desta forma, o esperado seria valores altos de clorofila-*a* para a região de estudo durante a primavera.

A velocidade do vento apresentou maior força durante os meses de primavera, o mesmo observado por Bruno e Muelbert (2009) na região do Estuário da Lagoa dos Patos-RS (Brasil). Costa, Seeliger e Kinas (1988) afirmam que a ação dos ventos aliada à pluviosidade na região influenciam diretamente a variação da salinidade. A velocidade

do vento, bem como a sua direção influenciam na corrente de deriva. Desta forma, a estação da primavera apresentou uma corrente com maior velocidade, provavelmente devido à corrente de deriva litorânea que atua zona de arrebentação formada pela ação de ondas e ventos (BROWN; MCLACHLAN, 2006), junto com a força da corrente gerada através do fluxo de água doce proveniente do estuário (pluma estuarina). Segundo Braga e Niencheski (2006), a área de estudo é influenciada principalmente pelas correntes vindas de Sul e de Norte e podem ser pobres ou ricas em nutrientes, afetando diretamente na densidade da comunidade.

Houve o registro de uma velocidade de corrente superior para o local de amostragem de Imbé, isso pode ser consequência do aumento da velocidade do vento gradual ao longo do dia. Como a estação de Tramandaí sempre foi a primeira a ser amostrada, próximo as 8h 30min, a velocidade do vento e da corrente tende a ser menor que a registrada em Imbé.

Em relação a influência da escala temporal (semanal e mensal) de coleta, foi verificado que a densidade de organismos ao longo das semanas de cada mês apresentou diferenças significativas para o Holoplâncton, Ticoplâncton e Meroplâncton, ou seja, uma coleta pontual em uma das semanas do mês não reflete necessariamente a densidade média de organismos que caracterizam o mês, independentemente do grupo de interesse, bem como uma coleta pontual em um determinado mês de uma estação do ano também não refletirá a realidade.

Já quando levada em consideração a influência da escala temporal entre os locais de amostragem, foi verificado que apenas a densidade de Holoplâncton apresentou diferenças significativas entre Tramandaí e Imbé. Desta forma, acreditamos que este grupo seja mais suscetível às alterações das características ambientais que o Ticoplâncton e o Meroplâncton, apresentando composições diferentes para cada local conforme o padrão físico-químico da água. Entretanto, como a comunidade holoplanctônica normalmente traduz em abundância a maior representatividade na amostra (WILLIAMS; COLLINS, 1986), coletar isoladamente uma semana de um determinado mês para avaliar diferenças entre diferentes pontos de coleta pode levar a estimativa totalmente equivocadas do zooplâncton.

Também foram verificadas diferenças significativas na densidade de organismos entre os locais de amostragem diariamente, no entanto, sendo a maioria das diferenças observadas nos meses de primavera para todos os grupos (Zooplâncton total, Holoplâncton e Meroplâncton), com exceção do Ticoplâncton que apresentou mais

diferenças de densidade entre Tramandaí e Imbé durante os meses de verão. Como já salientado anteriormente, os meses de primavera refletiram constantes alterações das características ambientais, principalmente da salinidade, devido à influência da pluma estuarina. Entretanto, alguns grupos do Tícoplâncton (caprelas, foraminíferos, tanaidáceos, isópodes, ostracodes, *Spadella* sp.) podem não sofrer tanta influência deste parâmetro já que estes organismos pertencem ao ambiente bentônico (Johnson & Allen, 2012), já que a água doce proveniente do estuário afeta mais a superfície do mar devido à sua densidade em relação à água salgada (SCHETTINI, 2001). Ainda, os organismos tícoplanctônicos são eventualmente coletados em um arrasto, sendo a eventualidade dependente de sua capacidade natatória ou da dinâmica do fundo (ressuspensão de sedimento), influenciada pela ação mecânica de ventos, correntes, ondas e marés, além da topografia de fundo e do tipo de sedimento (KAJI *et al.*, 2011).

A relação da composição do zooplâncton entre locais, meses e semanas apresentou diferenças significativas o que corrobora Castro e Rocha (2016) que afirmam que os parâmetros ambientais são indispensáveis para a qualidade da água que influencia diversos organismos que utilizam desta para a vida.

A velocidade da corrente e o pH foram os parâmetros ambientais mais influentes para as diferenças observadas na composição do zooplâncton. A velocidade da corrente tem um papel importante no transporte da pluma estuarina e do zooplâncton por toda a zona de arrebentação (ÁVILA; PEDROZO; BERSANO, 2009). Woodson *et al.* (2005), por exemplo, demonstraram que copépodes são atraídos por fortes gradientes de velocidade da corrente. Já o pH trata-se de um dos mais importantes parâmetros ambientais, pois indicam acidez e alcalinidade da água, tornando um fator determinante para a vida aquática, sendo os valores neutros os mais interessantes para diversidade (CASTRO; ROCHA, 2016), sendo assim pequenas oscilações podem influenciar de forma impactante na comunidade.

A comunidade de zooplâncton inclui diversos taxa que respondem diferentemente às intensas variações dos parâmetros ambientais, dessa forma, a sua composição e abundância afetaram as diferenças observadas entre locais, meses e semanas (ver Figuras 11, 12 e 13).

Algumas das amostragens realizadas nos meses de primavera (outubro, novembro e dezembro) apresentaram um agrupamento, sendo neste caso a deriva e a salinidade os fatores ambientais mais influentes. Ambos os parâmetros estão diretamente relacionados à influência da pluma estuarina na zona costeira, o que

confirma que este fenômeno é de extrema importância para a estruturação da comunidade zooplancônica, o que é corroborado pelo trabalho de Peterson e Peterson (2008), que verificaram que a distribuição vertical e horizontal do zooplâncton foi afetada pela Pluma do Rio Columbia (Canadá). Além disso, sabe-se que modificações importantes podem ocorrer na composição zooplancônica associado ao regime hidrográfico do estuário (MUXAGATA *et al.* 2012), o que afeta por consequência a área costeira adjacente.

Neste estudo, percebeu-se uma importante flutuação dos parâmetros ambientais da água e que consequentemente influenciou na densidade dos organismos e diferenças entre semanas amostradas. Foi possível observar que a 5ª e 9ª semanas de coleta sofreram maior influência da salinidade, enquanto que a 8ª semana foi afetada pela sua diminuição, assim como algumas semanas do verão (10ª, 14ª e 16ª) que sofreram influências positivas da temperatura, relacionada com a variação sazonal esperada.

A densidade de cladóceros e ácaros apresentaram correlação com os valores altos de clorofila-*a*. Em contrapartida, Vasconcelos, Santos e Trindade (2004) que estudaram a distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso-PE, verificaram que estes ácaros bentônicos não se correlacionaram com a presença de clorofila-*a*. Já Bernardi, Giussani e Manca (1987) afirmam que cladóceros são quase que exclusivamente herbívoros filtradores e os mais eficientes removedores de algas do ambiente, além de presas importantes para vertebrados e invertebrados predadores, se tornando um elo de transferência de energia indispensável na cadeia alimentar, o que justifica a sua correlação positiva com a biomassa fitoplanctônica.

A velocidade do vento e da corrente de deriva, fatores intimamente ligados a pluma estuarina, influenciaram positivamente o aparecimento de *Noctiluca cf. scintillans*. Isso condiz com o estudo de Hwang *et al.* (2010) que afirmaram que o aparecimento desses organismos ocorre principalmente em regiões de pluma estuarina e próximas a ela.

Segundo Muxagata, Amaral e Barbosa (2012), os copépodes, larvas de cirripédios e poliquetos são influenciados positivamente pela salinidade, enquanto que os cladóceros límnicos tem influência negativa desse parâmetro. No entanto, para esse trabalho não foi observado o mesmo para Polychaeta e Cirripedia.

A Classe Hydrozoa não sofreu influência dos parâmetros ambientais. Isso pode ter sido influenciado pela capacidade ativa de natação de indivíduos dessa classe e

dificuldades de coleta. No entanto, na região de amostragem há registros de várias espécies, muitas delas responsáveis por queimaduras. (CRISTIANO, 2011).

O Ictioplâncton apresentou forte influência positiva da temperatura da água e o que é corroborado pelo estudo de Bruno e Muelbert (2009), que observaram abundâncias máximas de ovos e larvas de peixes entre os meses de primavera e verão, sendo esta variável uma das principais responsáveis pelo recrutamento de peixes no Estuário da Lagoa dos Patos.

Os taxa Echinodermata, Scyphozoa, Gastropoda, Polychaeta e Cirripedia foram influenciadas negativamente pela velocidade do vento, pela salinidade e pela clorofila-*a*, enquanto que a direção da corrente de deriva Sul influenciou positivamente. Segundo Lansac-Toha e Lima (1993), no Estuário do Rio Una do Prelado - SP (Brasil) larvas de bivalve e cirripédia ocorreram principalmente em salinidades mais elevadas, enquanto que as larvas de polychaeta, gastropoda, isopoda e decapoda ocorrem principalmente em salinidades mais intermediárias.

Os parâmetros ambientais, temperatura e pH, apareceram sempre correlacionadas nas análises de PCA (ver Figura 14) provavelmente porque, segundo Deas e Orlob (1999), o pH mede o conteúdo de íons de hidrogênio de um corpo de água ($-\log [H^+]$), sendo controlado por compostos químicos dissolvidos e processos bioquímicos no ciclo do carbono, mas efluentes industriais e deposições atmosféricas podem influenciá-lo. Já a temperatura aumenta a taxa das reações químicas na água, devido à influência na taxa metabólica dos organismos. Desta forma, um aumento na temperatura será inversamente proporcional à solubilidade de gases como o oxigênio, nitrogênio e dióxido de carbono na água. Este último diretamente relacionado ao pH.

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados deste trabalho, foi possível concluir que a composição, densidade e distribuição da comunidade zooplanctônica na desembocadura do estuário do Complexo Estuarino Lagunar Tramandaí-Armazém é afetada espaço-temporalmente pela prevalência de características ambientais, principalmente salinidade, temperatura, pH, velocidade do vento e velocidade e direção da corrente de deriva.

As semanas de cada mês analisado não seguiu o padrão mensal, assim como, nas estações de primavera e verão, os seus meses correspondentes não obtiveram padrões que as caracterizassem, ocasionado provavelmente pelas variações diárias dos parâmetros físico-químicos da água, além da clorofila-*a*. O Holoplâncton parece ser mais sensível às variações destes parâmetros em comparação ao Ticoplâncton e ao Meroplâncton, devido às diferenças de densidade observadas entre os locais de amostragem, Tramandaí e Imbé. Desta forma, tratando-se da comunidade zooplanctônica, sugere-se que sejam realizadas o máximo de amostragens possíveis dentro de um mesmo mês ou estação do ano para que a estimativa desta comunidade seja o mais próximo da realidade possível. As flutuações observadas nos parâmetros físico-químicos entre os locais de coleta se devem à influência da pluma estuarina do Complexo Estuarino-Lagunar Tramandaí-Armazém e provavelmente ao efeito do fenômeno do El Niño durante os meses de primavera, que intensificou a penetração da pluma na zona costeira adjacente ao estuário.

Os resultados indicam forte relação entre os diversos taxa registrados e diferentes parâmetros ambientais, revelando intensas correlações tanto positivas e quanto negativas. Desta forma, propõem-se estudos que avaliem o potencial de uso destes taxa como bioindicadores da pluma estuarina na região costeira do Litoral Norte do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS

ABREU, P.C. Short- and long term chlorophyll-a variability in the shallow microtidal Patos Lagoon Estuary, Southern Brazil. **Estuaries and Coasts** v. 33, p. 554-569, 2010.

AGOSTINI, V. O. **Levantamento dos macroinvertebrados de substratos consolidados naturais e artificiais do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil e caracterização do processo de bioincrustação em substrato metálico sob condições marinhas costeiras subtropicais.** 2011. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha e Costeira) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé, 2011.

AUSTRALIAN GOVERNMENT BUREAU OF METEOROLOGY. **ENSO Wrap-Up.** 2016. Disponível em: <<http://www.bom.gov.au/climate/enso>>. Acessado em: maio 2016.

ÁVILA, T.R.; PEDROZO, C.S.; BERSANO, J.G.F. Variação temporal do zooplâncton da Praia de Tramandaí, Rio Grande do sul, com ênfase em Copepoda. **Iheringia, Zool.** Porto Alegre, v. 99, n. 1, p. 18-26, 2009.

AZAM, F. *et al.* The Ecological Role of Water-Column Microbes in the Sea. **Mar. ecol., Prog. ser.**, Amelinghausen, v. 10, p. 257-263, 1983.

BERNARDI, R.; GIUSSANI, G; MANCA, M. Cladocera: Predators and prey. **Hydrobiologia**, Holanda, NL, v. 145, n. 1, p. 225-243. 1987

BOLLENS; S.M. *et al.* Cascading migrations and implications for vertical fluxes in pelagic ecosystems. **J. plankton res.**, London, v. 33, n. 3, p.349-355, 2011.

BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del Oceano Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino.** Mar del Plata: INIDEP, 1981. 936 p.

BRAGA, E.S; NIENCHESKI, L.F.H. 2006. Composição das massas de água e seus potenciais produtivos na área entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). Pp. 161-218. *In:* ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; MARUREIRA, L.S.P. (Org.). **O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 644p.

BRITO, AS. **El Niño and El Niño Modoki impacts on South American rainfall**. 2011. 191 f. Dissertação (Mestrado) - University of New South Wales. Science by Research, 2011

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. Environmental Factors and Ichthyoplankton Dynamics in the Surf Zone of Cassino Sandy Beach (32°10'S, 52°20'W). **J. coast. res.**, Fort Lauderdale, v. 35, p. 463-471, 2003.

MANN, K. H.; LAZIER, J. R. N. Fronts in coastal waters. In: _____. **Dynamics of Marine Ecosystems**. 3rd ed. New Jersey, USA: Blackwell Publishing, 2006. cap. 6, p. 216-253.

CALAZANS, D.; MUELBERT, J.H., ; MUXAGATA, E. Organismos Planctônicos. In: CALAZANS, D. (Org.). **Estudos Oceanográficos: do instrumental ao prático**. Pelotas: Editora Textos, 2011. 462 p.

CARLSON, D.M. The Ecological Role of Zooplankton Long Island Salt Marsh. **Estuaries**, Columbia, v. 1, n. 2, p. 85-92, 1978.

CASTRO, D.; ROCHA, C. M. **Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí**. Porto Alegre: Via Sapens, 2016. 172 p.

CHADWICK, H. C. **Echinoderm larvae**: Lexington: HP, 2014. (L.M.B.C. Memoirs on typical british marine plants & animals/ edited by W. A. Herddman, v. 22). Reprint from the University of Michigan Libraries collection, 1914.

COSTA, C.S.B.; SEELIGER, U.; KINAS, P.G. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the lower Patos Lagoon estuary. **Ciê. Cult.** São Paulo, v. 40, n. 9, p. 909-912, 1988.

CRISTIANO, S. C. **Levantamento de ocorrência e acidentes causados por cnidários pelágicos no município de Imbé, Litoral Norte do Rio Grande do Sul - Brasil**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Gestão Ambiental Marinha e Costeira) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Imbé, 2011.

DAM, H.G.; PETERSON, W.T. Seasonal contrasts in the diel vertical distribution, feeding behavior, and grazing impact of the copepod *Temora Zongicornis* in Long Island Sound. **J. mar. res.** New Haven, v. 51, p. 561-594, 1993.

DEAS, M.L.; ORLOB, G.T. **Klamath river modeling project**. Davis: University of California, 1999. 143 p. (Report, n. 99-04).

DELANCEY, L.B. The Summer Zooplankton of the Surf Zone at Folly Beach, South Carolina. **J. coast. res.**, Fort Lauderdale, v. 3, n. 2, p. 211-217, 1987

DELANCEY, L.B. Trophic Relationship in the Surf Zone during the Summer at Folly Beach, South Carolina. **J. coast. res.**, Fort Lauderdale, v. 5, n. 3, p. 477-488, 1989.

DENIZ, E.; GÖNÜLOL, A. Temporal changes of copepod abundance and species compositions in the coastal water of Samsun, the southern Black Sea (Turkey). **J. Black Sea/Mediterranean Environment.**, Istanbul, v. 20, n. 3, p. 164-183, 2014.

DUARTE, A.K. *et al.*, Zooplankton biomass distribution in the Subtropical Southwestern Atlantic Ocean: relationships with environmental factors and chlorophyll *a*. **Pan-Am. J. Aquat. Sci.**, v. 9, n. 4, p. 239-261, 2014. Disponível em: <[http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_9\(4\)_239-258.pdf](http://www.panamjas.org/pdf_artigos/PANAMJAS_9(4)_239-258.pdf)>. Acessado em: 08 de jun. de 2016.

FRANCO, V. P. C. **Produtividade primária da zona costeira adjacente aos estuários do Tejo e Sado**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Biologia e Gestão de Recursos Marinhos) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

FRONTIER, S. Cálculo del error en el recuento de organismos zooplanctónicos. *In*: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del Oceano Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, 1981. p. 163-167.

GARCIA, A.M.; VIEIRA, J.P.; WINEMILLER, K.O. Effects of 1997–1998 El Niño on the dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon Estuary (Brazil). **Estuar. coast. shelf sci.**, London, v. 57, p. 489-500, 2003.

GLIWICZ, M.Z. Predation and the evolution of vertical migration in zooplankton. **Nature**, London, v. 320, p. 746-748, 1986.

HWANG *et al.*, Patterns of Zooplankton Distribution along the Marine, Estuarine, and Riverine Portions of the Danshuei Ecosystem in Northern Taiwan. **Zool. stud.**, Taipei, v. 49, n. 3, p. 335-352, 2010.

JOHNSON, W.S.; ALLEN, D.M. **Zooplankton of the Atlantic and Gulf Coasts: A Guide to Their Identification and Ecology**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2012. 472 p.

KAJI, A.O. *et al.* Potencial de transporte sedimentar pelas correntes de fundo na região do Canal de Vema (Atlântico Sul). **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 385-400, 2011

KOETTKER, A.G.; FREIRE, A.S. Spatial and temporal distribution of decapod larvae in the subtropical waters of the Arvoredo archipelago, SC, Brazil. **Iheringia, Zool.**, Porto Alegre, v. 96, n. 1, p. 31-39, 2006.

LALLI, C.M.; PARSONS, T.R. **Biological oceanography: An introduction**. 2. ed. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 1997. 314 p.

LANSAC-TÔHA, F. A.; LIMA, A. F. Ecologia do zooplâncton do estuário do Rio Una do Prelado (São Paulo, Brasil). **Acta limnol. bras.**, São Carlos, v. 6., p. 82-96, 1993.

LEE, R.F.; HAGEN, W.; KATTNER, G. Lipid storage in marine zooplankton. **Mar. ecol., Prog. ser.**, Amelinghausen, v. 307, p. 273-306, 2006;

LEITE, N. R. *et al.* Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi. Ciênc. Nat.** Belém, v. 4, n. 2, p. 149-164, 2009.

LENZ, J. Introduction. In: HARRIS, R. P.; WIEBE, P. H.; LENZ, J.; SKJOLDAL, H. R.; HUNTLEY, M. (Ed.). **ICES zooplankton methodology manual**. London: Academic Press, 2000. p. 1-32.

LOPES, R. M.; DO VALE, R.; BRANDINI, F. P. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Rev. bras. Oceanogr.**, São Paulo, v. 46, n. 2, p.195-211, 1998.

LOPES, R.M. *et al.* Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the Southern Brazilian shelf: an overview. **Sci. Mar.**, Barcelona, v. 70, n. 2, p. 189-202, 2006.

LOPES, R.M. Marine zooplankton studies in Brazil – A brief evaluation and perspectives. **An. Acad. Bras. Cienc.**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 3, p. 369-379, 2007.

MANN, K. H.; LAZIER, J. R. N. Fronts in coastal waters. In: _____. **Dynamics of Marine Ecosystems**. 3rd ed. New Jersey, USA: Blackwell Publishing, 2006. cap. 6, p. 216-253.

MARCUS, N.H.; BOERO, F. Minireview: The importance of benthic-pelagic coupling and the forgotten role of life cycles in coastal aquatic systems. **Limnol. Oceanogr.**, 1998.

MARTIN, J. W.; OLESEN, J.; HØEG, J. T. (Ed.). **Atlas of Crustacean Larvae**, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2014. 370 p.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A. **The ecology of the sandy shores**. 2nd ed. Amsterdam: Academic Press, 2006. 392 p.

MCLELLAND, J.A.; HEARD, R.W. Notes on Some Chaetognaths from Pine Cay, Turks and Caicos Islands (British West Indies). **Gulf res. rep.**, Ocean Springs, v. 8, n. 3, p. 227-235, 1991.

MILOSLAVIĆ, M. *et al.* The importance of vertical habitat gradients on zooplankton distribution in an enclosed marine environment (South Adriatic Sea). **Marine Biology Research**, Norway, v. 11, n. 5, p. 462-474. 2015.

MIYASHITA, L.K. *et al.* **Biodiversity, distribution, feeding, and trophic role of marine mysids (Crustacea, Peracarida, Mysida)**. 2014. 91 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, 2014.

MÖLLER, O.; FERNANDES, E. Hidrologia e hidrodinâmica. In: Seeliger U, Odebrecht C, (Eds.). **O Estuário da Lagoa dos Patos: Um Século de Transformações**. Rio Grande: FURG, p 17–27. 2010.

MONTÚ, M. *et al.* Zooplâncton. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. **Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo Sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, 1998. p. 43-46

- MOORE, M. V.; FOLT, C. L.; STEMBERGER, R. S. Consequences of elevated temperatures for zooplankton assemblages in temperate lakes. **Archiv für Hydrobiologie**, Stuttgart, v. 135, n. 3, p. 289-319. 1996.
- MORGADO, F. *et al.* Zooplankton abundance in a coastal station off the Ria de Aveiro inlet (north-western Portugal): relations with tidal and day/night cycles. **Acta Oecologica**, Paris, FR, v. 24, n. 1, p. S175-S181. 2003.
- MORRIS, A. W. *et al.* The estuary plume zone: source or sink for land-derived nutrient discharges? **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, GB, v. 40, n. 4, p. 387-402. 1995.
- MUXAGATA, E. **Influência da dinâmica na composição, distribuição e abundância do Holo e Meroplâncton do canal do Rio Grande**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Oceanologia) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 1995.
- MUXAGATA, E.; AMARAL, W.J.A.; BARBOSA, C.N. Acartia tonsa production in the Patos Lagoon estuary, Brazil. **J. mar. sci.** Dauphin Island, v. 69, p. 475-82, 2012.
- MUXAGATA, E; WILLIAMS, J. A. **Guia auxiliar para aula prática de Zooplâncton da FURG**. [Rio Grande], 2004. Material não publicado.
- NAGASAWA, S. & MARUMO, R. Seasonal variation in composition and number of epipelagic chaetognaths in Sagami Bay, Japan. **Le Mer.**, v. 15, p. 185-195, 1977.
- NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. **Marine Biology**. 6th ed. San Francisco: Pearson - Benjamin Cumings, 2004. 579 p.
- OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. Malabar: Krieger, 1992. 332 p.
- PALMA, M.B. *et al.*, Zooplankton spatial and temporal distribution in an equatorial estuary (Amazon littoral, Brazil). **J. coast. res.**, Fort Lauderdale, v. 65, n. 2, p. 1182-1187, 2013.
- PETERSON, J. O.; PETERSON, W. T. Influence of the Columbia River plume (USA) on the vertical and horizontal distribution of mesozooplankton over the Washington and Oregon shelf. **J. mar. sci.**, Dauphin Island, v. 65, p. 477-483, 2008.

- PIMENTA *et al.*, A numerical study of the Plata river plume along the southeastern south american continental shelf. **Braz. J. Oceanogr.**, São Paulo, v. 53, n. ¾, p. 129-146, 2005.
- PINESE, O. P. *et al.* Metabolic Theory of Ecology and diversity of continental zooplankton in Brazil. **Acta Scientiarum**, Maringá, PR, v. 34, n. 1, p. 69-75. 2012.
- PIOLA, A. R. *et al.* The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic shelf. **Geophysical Research Letters**, Washington, US, v. 32, n 1, p. 2005.
- RESGALLA JR, C. The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.** Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 575-588, 2011.
- RODRIGUES, R. P. *et al.* Suspended matter and nutrient gradients of a small-scale river plume in Sepetiba Bay, SE-Brazil. **Braz. arch. biol. technol.**, Curitiba, PR, v. 52 n. 2, p. 503-512, 2009.
- ROMAN M., et al. Seasonal and annual variability in the spatial patterns of plankton biomass in Chesapeake Bay. **Limnol. Oceanogr.**, Baltimore, v. 50, n. 2, p. 480–492, 2005.
- RUPPERT, E.E. *et al.* **Zoologia dos invertebrados**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.
- SAN VICENTE, C; MUNILLA, T. Misidáceos suprabentónicos de las playas catalanas (Mediterráneo nordoccidental). **Orsis**, Bellaterra, v. 15, p. 45-55, 2000.
- SATO, R.; TANAKA, Y.; ISHIMARU, T. House production by *Oikopleura dioica* (Tunicata, Appendicularia) under laboratory conditions. **Journal of Plankton Research**, London, v. 23, n. 4, p. 415-423. 2001.
- SCHETTINI, C.A.F. **Dinâmica de sedimentos finos no estuário do rio Itajaí-Açu, SC**. 2001. 92 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre, 2001
- SCHNACK-SCHIEL, S. B.; ISLA, E. The role of zooplankton in the pelagic-benthic coupling of the Southern Ocean. **Sci. Mar.**, Barcelona, v. 69, n. 2, p. 39-55, 2005.
- SHANKS, A.L. (Ed.) **An identification guide to the larval marine invertebrates on the Pacific Northwest**. Corvallis: Oregon State University Press, 2001. 314 p.

SMITH, D.L. **A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larvae.** Dubuque: Kendall Hunt Publishing Company, 1977. 161 p.

SOUSA, M.C. *et al.* Effect of Minho estuarine plume on Rias Baixa: numerical modeling approach. **J. coast. res.**, Fort Lauderdale, v. 65, p. 2059-2064, 2013.

STERZA, J.M.; FERNANDES, L.L. Distribution and abundance of Cladocera (Branchiopoda) in the Paraíba do Sul River estuary, Rio de Janeiro, Brazil. **Braz. j. oceanogr.** São Paulo, v. 54, n. 4, p. 193-204, 2006.

STÜBNER, E.I. *et al.* Year-round meroplankton dynamics in high-Arctic Svalbard. **J. plankton res.**, London, p. 1-15, 2016.

STULL, K.J.; CAHOON, L.B.; LANKFORD, T.E. Zooplankton Abundance in the Surf Zones of Nourished and Unnourished Beaches in Southeastern North Carolina, U.S.A. **J. coast. res.** Fort Lauderdale, v. 32, n. 1, p. 70-77, 2016.

THORSON, G. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. **Ophelia**, Helsinki, v. 1, n. 1, p. 167-208, 1964.

TURNER, J. T. Zooplankton fecal pellets, marine snow, phytodetritus and the ocean's biological pump. **Progress in Oceanography**, Oxford, v. 130, p. 205-248. 2015.

VALENTIN, J.L.; MONTEIRO-RIBAS, W.M. Zooplankton community structure on the east-southeast Brazilian continental shelf (18-23°S latitude). **Cont. shelf res.**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 407-424, 1993.

VALENTIN, J. L.; MUELBERT, J. H. Ambientes Marinhos. *In*: CASTELLO, C.P.; KRUG, L.C. (Org.). **Introdução às Ciências do Mar.** Pelotas: Textos, p. 314-381, 2015.

VANNUCCI, M, (Coord.) **Catalogue of marine larvae**, São Paulo: USP/IO, 1960.

VASCONCELOS, D.M.; SANTOS, P.J.P.; TRINDADE, R.L. Distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 26, n. 1, p. 45-54, 2004.

WILLIAMS, J.A.; MUXAGATA, E. The seasonal abundance and production of *Oithona nana* (Copepoda:Cyclopoida) in Southampton Water. **J. Plankton Res.**, London, v. 28, n. 2, p. 1055-1065, 2006.

WILLIAMS, R.; COLLINS, N.R. Seasonal composition of meroplankton and holoplankton in the Bristol Channel. **Marine Biology**, Berlin, v. 92, p. 93-101, 1986.
WOODSON, C. B. *et al.* Response of copepods to physical gradients associated with structure in the ocean. **Limnol. oceanogr.**, Baltimore, v. 50, p. 1552–1564. 2005.

Young, C.M. (Ed.) **Atlas of marine invertebrate larvae**. Burlington: Elsevier, 2002.