

# Composição e mudanças espaço-temporais da diversidade e densidade do mesozoplâncton em um estuário amazônico (Emboráí Velho, Pará, Brasil)

## Composition and spatio-temporal changes in mesozooplankton diversity and density in an Amazonian estuary (Emboráí Velho, Pará, Brazil)

Francisco Alex Lima Barros<sup>1</sup>  | Marcela Pimentel de Andrade<sup>1</sup>  | Thaynara Raelly da Costa Silva<sup>1</sup>  |  
Luci Cajueiro Carneiro Pereira<sup>1</sup>  | Rauquírio Marinho da Costa<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará. Bragança, Pará, Brasil

**Resumo:** O presente estudo investigou o efeito da precipitação sobre os componentes hidrológicos e seus impactos sobre a comunidade mesozooplancônica no estuário do Emboráí Velho, no Norte do Brasil. Coletas nictemerais foram realizadas com redes de plâncton de 200  $\mu\text{m}$  de abertura de malha. O estuário do Emboráí apresentou dominância de águas mesohalinas e euhalinas, turvas, bem oxigenadas, com moderadas concentrações de clorofila-a e altas temperaturas. O mesozoplâncton esteve composto por um total de 27 espécies, entre as quais *Acartia lilljeborgi*, com densidade de até  $2.708 \pm 4.955 \text{ ind.m}^{-3}$ , e *Oikopleura dioica* ( $745 \pm 1.280 \text{ ind.m}^{-3}$ ), ambas na estação E1, com destaque em novembro. *Paracalanus quasimodo* ( $559 \pm 828 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e *Pseudodiaptomus richardi* ( $429 \pm 713 \text{ ind.m}^{-3}$ ) apresentaram maiores densidades na estação E1, em abril. *Oithona hebes* ( $247 \pm 327 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e *Euterpina acutifrons* ( $339 \pm 677 \text{ ind.m}^{-3}$ ) apresentaram maiores valores na estação E1, em novembro, enquanto que *Pseudodiaptomus marshi* ( $130 \pm 230 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e *Oithona oswaldocruzi* ( $56 \pm 97 \text{ ind.m}^{-3}$ ), maiores densidades em novembro e em agosto, respectivamente, nesta mesma estação. A alternância da dominância das espécies identificadas esteve determinada por suas tolerâncias às variações de salinidade, disponibilidade de fontes autotróficas (clorofila-a) de alimento e pelas taxas de recrutamento.

**Palavras-chave:** Costa amazônica. Plâncton costeiro. Precipitação. Variáveis ambientais.

**Abstract:** The present study investigated the effect of precipitation on hydrological components and their impacts on the mesozooplankton community in the Emboráí Velho estuary, northern Brazil. Nycthemeral samplings were performed with 200  $\mu\text{m}$  mesh plankton nets. The Emboráí estuary showed a predominance of turbid, well-oxygenated mesohaline and euhaline waters, with moderate concentrations of chlorophyll-a and high temperatures. Mesozooplankton was composed of a total of 27 species, highlighting *Acartia lilljeborgi*, with abundances up to  $2,708 \pm 4,955 \text{ ind.m}^{-3}$ , and *Oikopleura dioica* ( $745 \pm 1,280 \text{ ind.m}^{-3}$ ), both at station E1, in November. *Paracalanus quasimodo* ( $559 \pm 828 \text{ ind.m}^{-3}$ ) and *Pseudodiaptomus richardi* ( $429 \pm 713 \text{ ind.m}^{-3}$ ) showed higher abundances at E1 station in April. *Oithona hebes* ( $247 \pm 327 \text{ ind.m}^{-3}$ ) and *Euterpina acutifrons* ( $339 \pm 677 \text{ ind.m}^{-3}$ ) showed the highest values at station E1 in November, while *Pseudodiaptomus marshi* ( $130 \pm 230 \text{ ind.m}^{-3}$ ) and *Oithona oswaldocruzi* ( $56 \pm 97 \text{ ind.m}^{-3}$ ) presented higher abundances in November and August, respectively, at this same station. The alternation of dominance of the identified species was determined by their tolerances to variations in salinity, availability of autotrophic food sources (chlorophyll-a), and recruitment rates.

**Keywords:** Amazonian coast. Coastal plankton. Precipitation. Environmental variables.

---

BARROS, F. A. L., M. P. ANDRADE, T. R. C. SILVA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2019. Composição e mudanças espaço-temporais da diversidade e densidade do mesozoplâncton em um estuário amazônico (Emboráí Velho, Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 14(3): 307-330.

Autor para correspondência: Francisco Alex Lima Barros. Universidade Federal do Pará. Instituto de Estudos Costeiros. Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas. Alameda Leandro Ribeiro, s/n – Aldeia. Bragança, PA, Brasil. CEP 68600-000 (alxbarros@gmail.com).

Recebido em 14/02/2019

Aprovado em 10/11/2019

Responsabilidade editorial: Fernando da Silva Carvalho Filho



## INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas de transição entre o continente e o oceano, onde ocorre a mistura da água do mar e da água doce oriunda da drenagem continental (Miranda *et al.*, 2002). São considerados ambientes de extrema importância para as regiões costeiras, pois apresentam elevada heterogeneidade bioquímica e disponibilidade de minerais e de nutrientes essenciais às redes tróficas aquáticas, sendo responsáveis por diversos processos de produção e reciclagem de matéria orgânica (Bianchi, 2007). Na costa amazônica, estes ecossistemas apresentam características únicas, sobretudo por sua elevada produção biológica, a qual está principalmente relacionada ao aporte de nutrientes inorgânicos e de matéria orgânica particulada (MOP) e dissolvida (MOD) produzidas pelas florestas de manguezais (Dittmar & Lara, 2001). Tais condições proporcionam altas taxas de produtividade primária e secundária, as quais se traduzem em elevados valores de biomassa fitoplanctônica, zooplanctônica, nectônica e bentônica ao longo da zona costeira amazônica (Barletta-Bergan *et al.*, 2002; Rosa Filho *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2011; Matos *et al.*, 2012; Costa, K. *et al.*, 2013, 2018), modulando, assim, a composição e a dinâmica espaço-temporal de sua biota residente e transitória (Leite *et al.*, 2009; Magalhães *et al.*, 2015).

Entre os organismos que compõem a fauna dessas áreas, o zooplâncton constitui uma das comunidades mais abundantes e diversificadas, atuando na ciclagem dos nutrientes e na transferência de carbono e energia dos produtores primários aos consumidores dos níveis tróficos superiores, como peixes, mamíferos marinhos, tartarugas etc. (Richardson, 2008; Leandro *et al.*, 2014). O mesozooplâncton por sua vez, classe dimensional compreendida entre 200  $\mu\text{m}$  e 2 mm (Omori & Ikeda, 1984), está representado principalmente pelos copépodos, grupo dominante em ambientes estuarinos, constituindo cerca de 80% ou mais do número total de indivíduos desta comunidade (Gomez-Gutiérrez *et al.*, 1999). Desse modo, estudos relacionados às variações espaciais e

temporais da composição e da densidade dos organismos pertencentes a este grupo são de extrema importância para determinação de seu papel na trofodinâmica estuarina e marinha (Perissinotto *et al.*, 2003; Gonçalves *et al.*, 2015). Em regiões tropicais, essas variações são condicionadas, principalmente, por mudanças nas taxas de precipitação e de vazão fluvial (Nittrouer & DeMaster, 1986; Magalhães *et al.*, 2015; Atique *et al.*, 2016; Leite *et al.*, 2016), e, em menor escala, pela ação das marés, as quais, em estuários amazônicos, podem alcançar até 12 m (DHN, 2018).

De forma geral, os organismos do zooplâncton, e consequentemente o mesozooplâncton, são caracterizados por apresentarem elevada sensibilidade e curtos ciclos de vida (Mackas *et al.*, 2001; Resgalla Jr., 2011), atuando como excelentes indicadores de variações ambientais em ecossistemas costeiros e marinhos. Estas características possibilitam uma rápida resposta de tais comunidades às alterações ambientais, as quais se refletem em oscilações na densidade, na composição e na diversidade desses grupos (Andrade *et al.*, 2016). Dessa forma, estes organismos apresentam importante papel como 'sentinelas' das mudanças ambientais e climáticas em ecossistemas pelágicos (Hooff & Peterson, 2006; Hays *et al.*, 2005).

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo conhecer a composição do mesozooplâncton, avaliar o efeito das mudanças nos níveis de precipitação sobre as variáveis hidrológicas e, por conseguinte, sobre a estrutura e a dinâmica desta comunidade, bem como testar a hipótese de que a sazonalidade no ciclo das chuvas constitui o principal responsável pelas mudanças na salinidade, modificando, desta forma, a composição, a densidade e a diversidade do mesozooplâncton e de suas principais espécies no estuário do Emboraí Velho, no estado do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO E CLIMATOLOGIA

O estuário do Emboraí Velho (0° 52' 54" S e 46° 26' 54" W; Figura 1) está situado no município de Augusto Corrêa,

no estado do Pará, Brasil, abrangendo uma área total de 30.506,4 ha, estando inserido em uma zona de estuário na costa amazônica oriental. Este ambiente drena parte do sistema de manguezal da costa do Urumajó – Área de Preservação Ambiental (APA) da costa do Urumajó –, onde ocorrem ecossistemas costeiros de restinga e mangue, ainda bem preservados (Sousa *et al.*, 2013).

O ecossistema estudado é classificado como permanentemente aberto, com altos valores de turbidez (= 409,2 UNT), bem misturado, e com profundidade máxima de 5 metros (Sousa *et al.*, 2013). Quanto aos aspectos hidrodinâmicos, esta região apresenta ecossistemas dominados por um regime de macromarés semidiurnas, com alturas de maré em torno de 2-4 m, nas marés de quadratura, e 4-6 m, nas marés de sizígia (Cohen *et al.*,

1999; Pereira *et al.*, 2009, 2010), padrão peculiar, quando comparado às demais regiões da costa amazônica brasileira.

A região onde localiza-se o ambiente em estudo apresenta clima equatorial úmido, marcado por elevadas temperaturas ao longo de todo o ano (varia entre 25 a 27 °C; INMET, 2018), grande volume de chuvas (média anual em torno de 2.296 mm; INMET, 2018) e elevada umidade relativa do ar (entre 80 e 91%; INMET, 2018). Os ventos alísios sopram normalmente de nordeste, com velocidades médias entre 2-4 m.s<sup>-1</sup>, podendo atingir velocidades máximas superiores a 10 m.s<sup>-1</sup> (CPTEC/INPE, 2018). A peculiaridade da região amazônica está associada à forte sazonalidade no ciclo das chuvas, com elevada precipitação, particularmente, nos meses de janeiro a julho, os quais contribuem com valor médio superior a 2.000 mm, no primeiro semestre

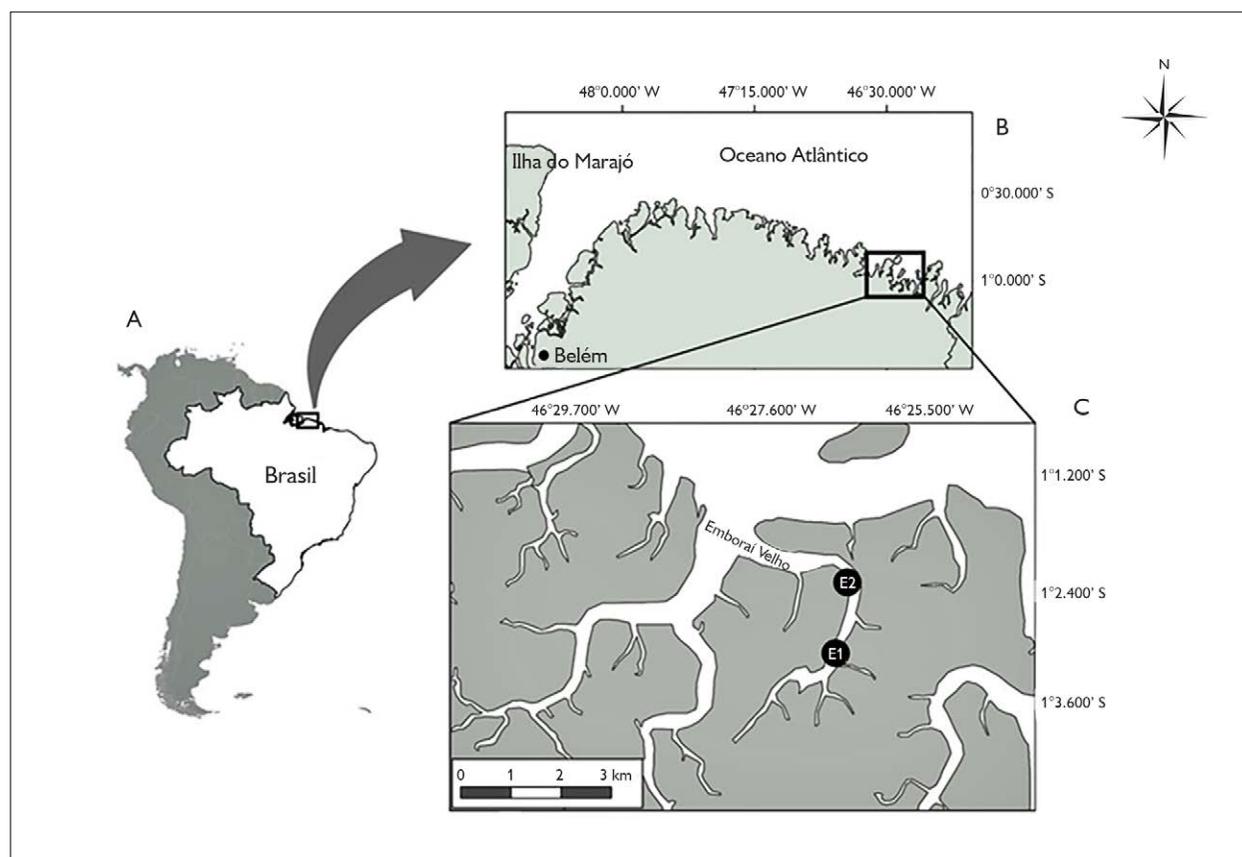


Figura 1. Área de estudo: A) América do Sul; B) localização do estuário do Emborai Velho, na costa amazônica, Norte do Brasil; C) posição das estações de coleta, estações superior (E1) e inferior (E2) no estuário do Emborai Velho.

de cada um dos últimos 18 anos (2000-2018). Por outro lado, na segunda metade do ano, representada pelos meses mais secos, entre agosto a dezembro, ocorre uma drástica redução no volume das chuvas, cujos valores médios históricos não chegam a 200 mm.

## DESENHO AMOSTRAL DO ESTUDO

Os dados de precipitação foram obtidos por meio do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica de Tracuateua (01° 04' 00" S e 46° 54' 00" W), situada a 60 km da vila de Nova Olinda.

As amostragens das variáveis físicas, químicas e biológicas foram realizadas, simultaneamente, em duas estações fixas (E1: 46° 26' 51,14" W e 1° 03' 16,37" S; E2: 46° 26' 33,13" W e 1° 2' 25,89" S), situadas ao longo do curso do estuário do Emboráí Velho (Figura 1): uma no setor superior (E1), localizada na zona de cultivo de ostras, e outra no setor médio (E2). As campanhas foram realizadas nos meses de janeiro, abril (chuvoso), agosto e novembro (seco) de 2018, ao longo de um período de 25 h (coleta noturna), durante marés de sizígia, as quais correspondem ao período de maior hidrodinâmica estuarina. Todas as coletas ocorreram em intervalos regulares de três horas, resultando em um total de 72 amostras. As amostras foram coletadas por meio de arrastos horizontais, realizados na subsuperfície da água, utilizando-se, para tal, redes cônicas de plâncton com aberturas de malha de 200  $\mu$ m (redes apropriadas para a retenção de organismos mesozooplânctônicos), equipadas com fluxômetros mecânicos (*General Oceanics 2030R*), para a determinação do volume de água filtrada, estabelecido pela seguinte fórmula:

$$V = a \cdot n \cdot c$$

Onde,  $V$  é o volume de água filtrada pela rede após cada arrasto ( $m^3$ );  $a$  corresponde à área da boca da rede ( $m^2$ );  $n$  é o número de rotações do fluxômetro após os arrastos ( $F_{Final} - F_{Inicial}$ );  $c$  é o fator de aferição do fluxômetro após a calibração desse aparelho em metros por rotações.

Os arrastos tiveram duração entre 2-3 minutos, e foram realizados com auxílio de uma embarcação a motor, deslocando-se a uma velocidade de aproximadamente 1,5 nós. Ao final das amostragens, os organismos coletados foram retirados do copo coletor da rede de plâncton e imediatamente acondicionados em recipientes plásticos com capacidade de 600 mL, devidamente etiquetados, e fixados em formalina a 4% (concentração final), neutralizada com tetraborato de sódio ( $5 g \cdot L^{-1}$ ; Newell, G. & Newell, R., 1966).

As medidas de salinidade e temperatura foram realizadas *in situ* através de dois CTD (modelos XR-420), sendo os valores registrados a cada dez minutos. Adicionalmente, foram coletadas amostras de água subsuperficial com garrafas de *Niskin* (*General Oceanics Inc.*), das quais foram retiradas alíquotas de 300 mL para determinação do pH, da turbidez e da concentração de clorofila-a. Uma fração adicional de, aproximadamente, 100 ml foi fixada em recipientes de vidro de cor âmbar para determinação das concentrações de oxigênio dissolvido (OD).

## ANÁLISES DE LABORATÓRIO

As concentrações de OD foram determinadas segundo o método descrito por Strickland & Parsons (1972), enquanto que o pH e a turbidez foram mensurados através de um pHmetro (Labimeter PH2/PHS-3B) e de um turbidímetro (Hanna, 39706), respectivamente. As concentrações de clorofila-a foram determinadas através do método espectrofotométrico, descrito por Parsons & Strickland (1963).

Em laboratório, as amostras destinadas ao estudo do zooplâncton foram alíquotadas em um fracionador tipo *Folsom*, segundo a metodologia descrita na literatura (Bolotovskoy, 1981). As amostras foram padronizadas e alíquotadas para gerar um conteúdo mínimo de 300 indivíduos (número normalmente utilizado em trabalhos da área). Logo após, foram realizadas a contagem e a identificação dos organismos zooplânctônicos ao menor nível taxonômico possível (Trégouboff & Rose, 1957; Björnberg, 1981; Bradford-Grieve *et al.*, 1999; WORMS, 2019),

com auxílio de placas de Petri quadriculadas e de um microscópio estereoscópico Zeiss (modelo Stemi 2000). Para a quantificação dos organismos de cada taxón, multiplicou-se o número de indivíduos presentes na amostra pelo fator de subamostragem, obtendo-se, dessa forma, o número total de indivíduos na amostra total.

Os dados quantitativos do zooplâncton foram utilizados para calcular a densidade ( $\text{ind.m}^{-3}$ ), a abundância relativa (%) e a frequência de ocorrência (FO) dos táxons identificados, bem como para determinar os índices ecológicos de diversidade  $H'$  (Shannon, 1948), equitabilidade  $J'$  (Pielou, 1977) e riqueza (número total de espécies nas amostras) dos organismos amostrados.

### ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os testes paramétricos de ANOVA-um fator ( $F$ ) e não paramétricos de Mann-Whitney ( $U$ ) e/ou de Kruskal-Wallis ( $H$ ) foram utilizados para verificar possíveis diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) entre os dados das variáveis ambientais (salinidade, turbidez, OD, pH e temperatura) e os dados biológicos (concentrações de clorofila-a, densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies), em escala espacial (estações de coleta) e temporal (dia/noite, mensal e sazonal), bem como entre os diferentes períodos de maré (enchente e vazante) (Underwood, 1997; Zar, 2010). As correlações entre os atributos biológicos (espécies) e os parâmetros ambientais foram determinadas utilizando-se o coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ).

Utilizando-se os dados de densidade das espécies dominantes do mesozooplâncton, foi realizada análise de correspondência canônica ou CCA (CONOCO 4.5). Estes dados foram transformados através da raiz quadrada (transformação de Hellinger), para investigar as possíveis relações existentes entre as espécies do mesozooplâncton e as variáveis abióticas (precipitação, salinidade, pH, OD, turbidez, temperatura) e biológicas (concentrações de clorofila-a) registradas durante cada um dos períodos sazonais incluídos neste estudo (Ter Braak & Smilauer, 2002).

## RESULTADOS

### PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Com base nos índices pluviométricos obtidos para os meses de estudo, foi observada acentuada sazonalidade no ciclo das chuvas, com a precipitação média aumentando de  $64,9 \pm 34,3$  mm, na estação seca, para  $295,6 \pm 159,9$  mm, na estação chuvosa. Em uma escala mensal, os valores oscilaram entre 40,6 mm, em agosto, e 409,7 mm, em abril (Figura 2). Entre os meses investigados, foi observado que, em novembro, houve aumento de 95% no volume de chuvas, ao serem confrontados os dados do presente estudo com a série histórica levantada entre os anos de 2000 a 2017 para este mesmo mês.

### VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS

Os dados obtidos para os parâmetros hidrológicos (salinidade, pH, temperatura, turbidez e OD) e biológicos (concentrações de clorofila-a, densidade, diversidade, equitabilidade e riqueza das espécies), mencionados a seguir, foram agrupados (média  $\pm$  desvio padrão) e analisados em escala espacial, mensal, sazonal, entre marés e ciclo nictemeral.

A salinidade aumentou significativamente de  $21,77 \pm 7,83$ , no período chuvoso, para  $25,87 \pm 7,40$ , no período seco ( $F = 5,21$ ;  $p > 0,05$ ), com valores médios

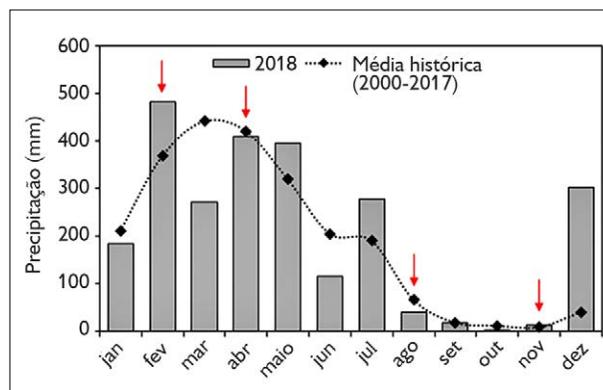


Figura 2. Precipitação mensal durante o período estudado em 2018, com média histórica plotada entre os anos de 2000 a 2017. As setas indicam os meses das campanhas de campo. Fonte: INMET (2018).

mensais variando de  $12,76 \pm 0,71$ , em abril, na estação E1, a  $32,8 \pm 2,96$ , em novembro, na estação E1 ( $H = 53,91$ ;  $p > 0,01$ ). A temperatura da água variou pouco durante o período de estudo ( $28,09 \pm 0,07$  a  $28,85 \pm 0,35$ ) (Figura 3). Esta variável foi relativamente constante,

com amplitude média mensal de  $0,26$  °C, a qual constitui uma característica típica de ambientes tropicais; já o pH variou de ácido para alcalino entre abril, na estação E1 ( $6,46 \pm 0,14$ ), e agosto, na estação E2 ( $8,15 \pm 0,11$ ) ( $H = 66,60$ ;  $p < 0,01$ ).

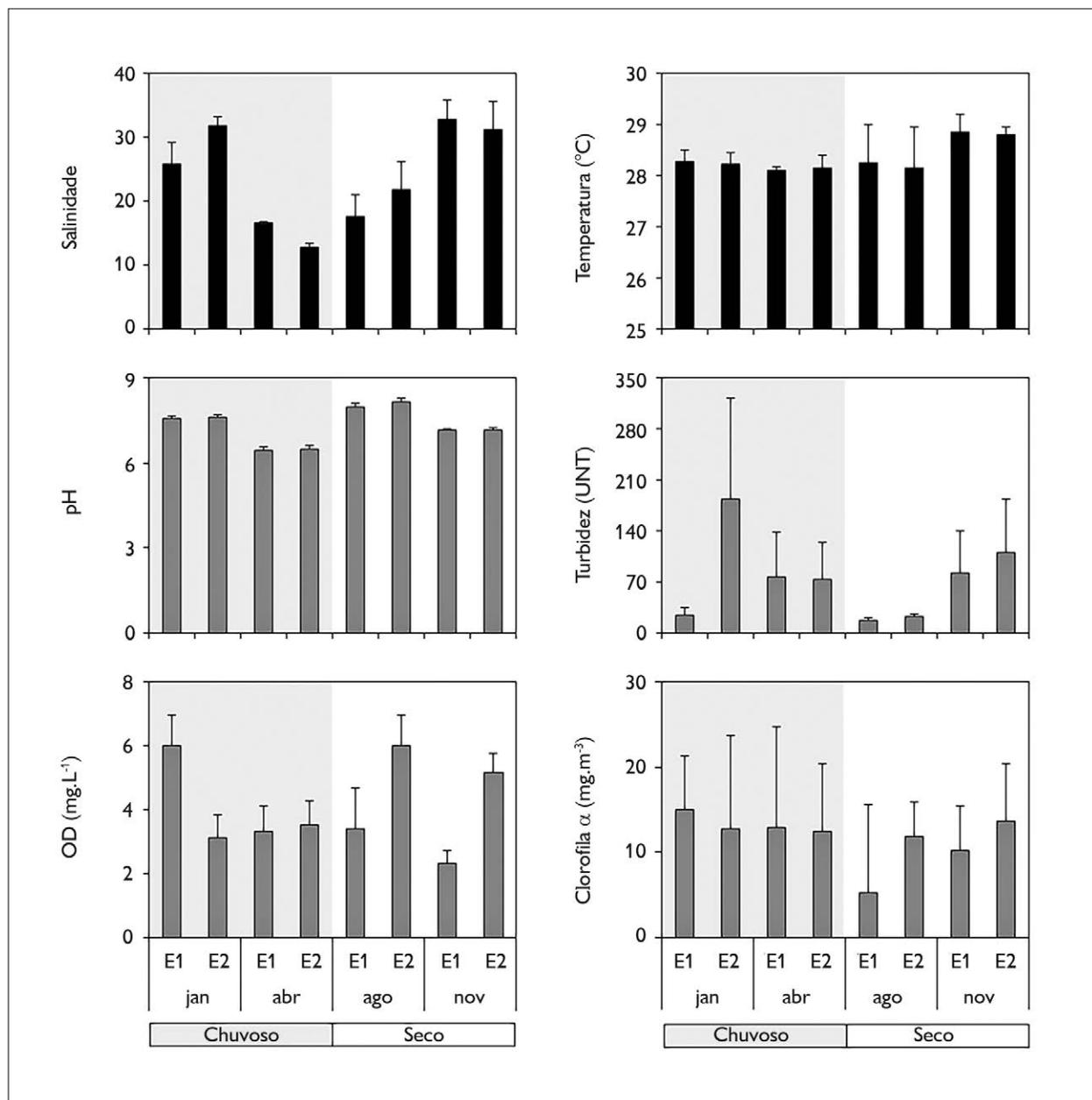


Figura 3. Variações espaciais e mensais médias (+DP) das variáveis hidrológicas e concentração de clorofila-a no estuário do Emborai Velho, no Norte do Brasil. A faixa cinza-claro representa a estação chuvosa. Notar diferença de escalas.

Não foi evidenciado padrão de variação sazonal para os valores médios de turbidez, concentrações de clorofila-a e OD. A turbidez apresentou diferenças mensais ( $H = 25,73$ ;  $p < 0,01$ ) registradas entre agosto, na estação E1 ( $17,58 \pm 3,38$  UNT), e janeiro, na estação E2 ( $184,29 \pm 138,21$  UNT). Um pico de  $15,04 \pm 6,21$  mg.m<sup>-3</sup> foi registrado para as concentrações de clorofila-a no mês de janeiro, na estação superior (E1), sendo também observadas diferenças significativas para esta variável entre os períodos de maré ( $F = 4,57$ ;  $p < 0,01$ ) e ciclo nictemeral ( $U = 284,50$ ;  $p < 0,01$ ), com os maiores valores registrados nas amostras coletadas na enchente e durante o dia ( $28,87$  mg.m<sup>-3</sup>), em abril, na estação E1. As concentrações de OD, por sua vez, apresentaram variação significativa apenas entre os setores de amostragens ( $U = 450,00$ ;  $p < 0,05$ ), oscilando entre  $2,34 \pm 0,37$  mg.L<sup>-1</sup>, na estação E1 (novembro), e  $6,00 \pm 0,98$  mg.L<sup>-1</sup>, na estação E2 (agosto).

## COMPOSIÇÃO E DINÂMICA DA COMUNIDADE MESOZOOPLANCTÔNICA

Segundo os resultados obtidos a partir das amostras analisadas, o estuário do Emboraí Velho pode ser caracterizado como espaço-temporalmente heterogêneo ( $p < 0,05$ ) no que diz respeito à densidade total do mesozooplâncton, a qual oscilou entre  $13 \pm 0,46$  ind.m<sup>-3</sup>, na estação E2, em abril, e  $34.364 \pm 1.733$  ind.m<sup>-3</sup>, na estação E1, em novembro. Entre os organismos identificados, foram registrados representantes dos seguintes filos: Sarcostomata, Cnidaria, Annelida, Mollusca, Arthropoda, Chaetognatha, Chordata e Echinodermata, estando 77,35% dos mesmos representados pela subclasse Copepoda, como pode ser observado na Figura 5A. Vinte e sete espécies foram identificadas, as quais estão distribuídas entre as ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida, além de outras pertencentes às classes Appendicularia, Malacostraca e Sagittoidea (Apêndice).

Entre as espécies identificadas, destacaram-se: *Acartia lilljeborgi* (Giesbrecht, 1889), *Pseudodiaptomus*

*marshi* (Wright S, 1936), *P.richardi* (Dahl F, 1894), *Paracalanus quasimodo* (Bowman, 1971), todas pertencentes à ordem Calanoida; *Euterpina acutifrons* (Dana, 1847), pertencente à ordem Harpacticoida; *Oithona hebes* (Giesbrecht, 1891) e *O. oswaldocruzi* (Oliveira, 1945), pertencentes à ordem Cyclopoida; além de *Oikopleura dioica* (Fol, 1872), pertencente à ordem Copelata.

*Acartia lilljeborgi*, *Pseudodiaptomus marshi*, *P. richardi*, *Paracalanus quasimodo* e *Oithona oswaldocruzi* não apresentaram padrão de variação sazonal consistente ( $p > 0,05$ ; Tabela 1). Mensalmente, a densidade média de *A. lilljeborgi* oscilou entre  $39 \pm 52$  ind.m<sup>-3</sup>, em abril, na estação E2, e  $2.708 \pm 4.955$  ind.m<sup>-3</sup>, em novembro, na estação E1 ( $H = 12,40$ ;  $p < 0,01$ ), onde alcançou 52,33% da abundância relativa das principais espécies mesozooplânctônicas (Figuras 4 e 5B).

Para *Pseudodiaptomus marshi*, registrou-se pico de densidade em novembro, na estação E1 ( $130 \pm 230$  ind.m<sup>-3</sup>), correspondendo apenas a 2,50% de abundância relativa para este mês, diferindo significativamente ( $H = 12,95$ ;  $p < 0,01$ ) da densidade e da contribuição relativa observadas em janeiro ( $1 \pm 3$  ind.m<sup>-3</sup> e 0,10%). Um padrão de variação mensal foi também observado para *P. richardi* ( $H = 17,34$ ;  $p < 0,01$ ), com valor mais elevado em abril, na estação E2 ( $429 \pm 713$  ind.m<sup>-3</sup>), o qual representou 35,10% de abundância relativa. Padrão oposto foi registrado em janeiro, na estação E1 ( $0,38 \pm 1,14$  ind.m<sup>-3</sup>), quando sua abundância relativa não ultrapassou 0,03% (Tabela 1 e Figuras 4 e 5B).

A densidade média de *Paracalanus quasimodo* aumentou de  $19 \pm 46$  ind.m<sup>-3</sup>, em agosto, na estação E2, para  $559 \pm 828$  ind.m<sup>-3</sup>, em abril (na presença de águas menos salinas), na estação E1 ( $H = 9,81$ ;  $p < 0,05$ ), onde contribuiu com 33,27% da abundância relativa. A espécie *Oithona oswaldocruzi*, por sua vez, apresentou um padrão de variação espacial significativo ( $U = 267,00$ ;  $p < 0,01$ ), com valores oscilando de  $2 \pm 2$  ind.m<sup>-3</sup>, na estação E2, em novembro, a  $57 \pm 97$  ind.m<sup>-3</sup>, na estação E1, em agosto, onde contribuiu com 3,73%

da abundância relativa entre as espécies dominantes (Tabela 1 e Figuras 4 e 5B).

A espécie *Euterpina acutifrons* apresentou aumento na densidade na passagem do período chuvoso ( $14 \pm 30 \text{ ind.m}^{-3}$ ) para o seco ( $98 \pm 355 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $H = 37,65$ ;  $p < 0,05$ ), estando presente em 94,44% das amostras analisadas neste último período (Apêndice). Em escala mensal, este copépodo atingiu elevadas densidades em novembro, no setor interno (E1,  $339 \pm 678 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $F = 5,72$ ;  $p < 0,05$ ), região na qual a salinidade atingiu valores acima de 30 e sua abundância relativa alcançou 6,55% (Tabela 1 e Figuras 4 e 5B).

Padrão similar foi observado para *Oithona hebes*, a qual apresentou variação sazonal e espacial consistente (respectivamente,  $U = 267,00$ ;  $p < 0,01$ ;  $U = 267,00$ ;  $p < 0,01$ ), com as maiores densidades médias ( $114 \pm 219 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e frequências de ocorrência (97,22%) no período seco, quando comparadas às obtidas no período chuvoso ( $16 \pm 34 \text{ ind.m}^{-3}$ ), momento em que apresentou frequência de ocorrência de 55,56% (Apêndice). Observou-se, ainda, um pico na densidade de *O. hebes* no mês de novembro, na estação E1 ( $247 \pm 327 \text{ ind.m}^{-3}$ ;  $H = 26,95$ ;  $p < 0,01$ ), mês no qual contribuiu com 4,77%

de abundância relativa entre as espécies dominantes no Emborai Velho (Tabela 1 e Figuras 4 e 5B).

*Oikopleura dioica* foi a única espécie dominante não pertencente ao grupo dos copépodos. Este organismo também apresentou densidades médias que aumentaram do período chuvoso ( $96 \pm 136 \text{ ind.m}^{-3}$ ) para o seco ( $419 \pm 742 \text{ ind.m}^{-3}$ ) ( $F = 7,34$ ;  $p < 0,01$ ), no qual foi registrado em 98,61% das amostras analisadas (Apêndice). A maior densidade média para *O. dioica* foi observada em novembro, na estação E1, quando foram verificados valores médios de  $745 \pm 1.280 \text{ ind.m}^{-3}$  ( $H = 26,35$ ;  $p < 0,01$ ) e contribuição relativa de 14,40% em relação às principais espécies do mesozooplâncton local (Tabela 1 e Figuras 4 e 5B).

Foram observadas correlações positivas e significativas entre a salinidade e as densidades de *Acartia lilljeborgi* ( $r_s = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ), *Euterpina acutifrons* ( $r_s = 0,62$ ;  $p < 0,05$ ) e *Oikopleura dioica* ( $r_s = 0,27$ ;  $p < 0,05$ ), demonstrando a preferência destas espécies por águas mais salinas. As densidades dos copépodos *Pseudodiaptomus richardi*, *Paracalanus quasimodo*, *Oithona hebes* e *O. oswaldocruzi* apresentaram correlações negativas e significativas com as concentrações de clorofila-a ( $r_s = -0,35, -0,24, -0,32, 0,28$ ;  $p < 0,05$ , respectivamente) (Tabela 2).

Tabela 1. Resumo das análises estatísticas univariadas para a densidade ( $\text{ind.m}^{-3}$ ) das principais espécies no estuário do Emborai Velho, no Norte do Brasil. As diferenças temporais (sazonal e meses de coleta), espacial (estações de amostragem), bem como entre os ciclos circadianos (dia/noite) foram determinadas por meio dos testes de ANOVA (um fator), Mann Whitney e Kruskal-Wallis. Legendas: Sazonal – SE = seco; CH = chuvoso; meses de estudo – jan. = janeiro; abr. = abril; ago. = agosto; nov. = novembro; estações ao longo do curso estudado – E1= estação 1; E2= estação 2; circadiano – \* =  $p < 0,05$ . Os traços contínuos representam a inexistência de diferenças entre os fatores e os descontínuos identificam a presença de diferenças obtidas em cada análise.

Espécies	Fontes de variação									
	Sazonal		Meses				Estações		Circadiano	
<i>Acartia lilljeborgi</i>	SE	CH	abr	jan	ago	nov*	E1	E2	dia	noite*
<i>Pseudodiaptomus marshi</i>	SE	CH	abr	jan	ago	nov*	E1	E2	dia	noite*
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	SE	CH	abr	jan	ago	nov*	E1	E2	dia	noite*
<i>Paracalanus quasimodo</i>	SE	CH	abr	jan	ago	nov*	E1	E2*	dia	noite*
<i>Euterpina acutifrons</i>	SE	CH*	abr	jan	ago	nov*	E1	E2	dia	noite
<i>Oithona hebes</i>	SE	CH*	abr	jan	ago	nov*	E1	E2*	dia	noite
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	SE	CH	abr	jan	ago	nov*	E1	E2*	dia	noite
<i>Oikopleura dioica</i>	SE	CH*	abr	jan	ago	nov*	E1	E2	dia	noite

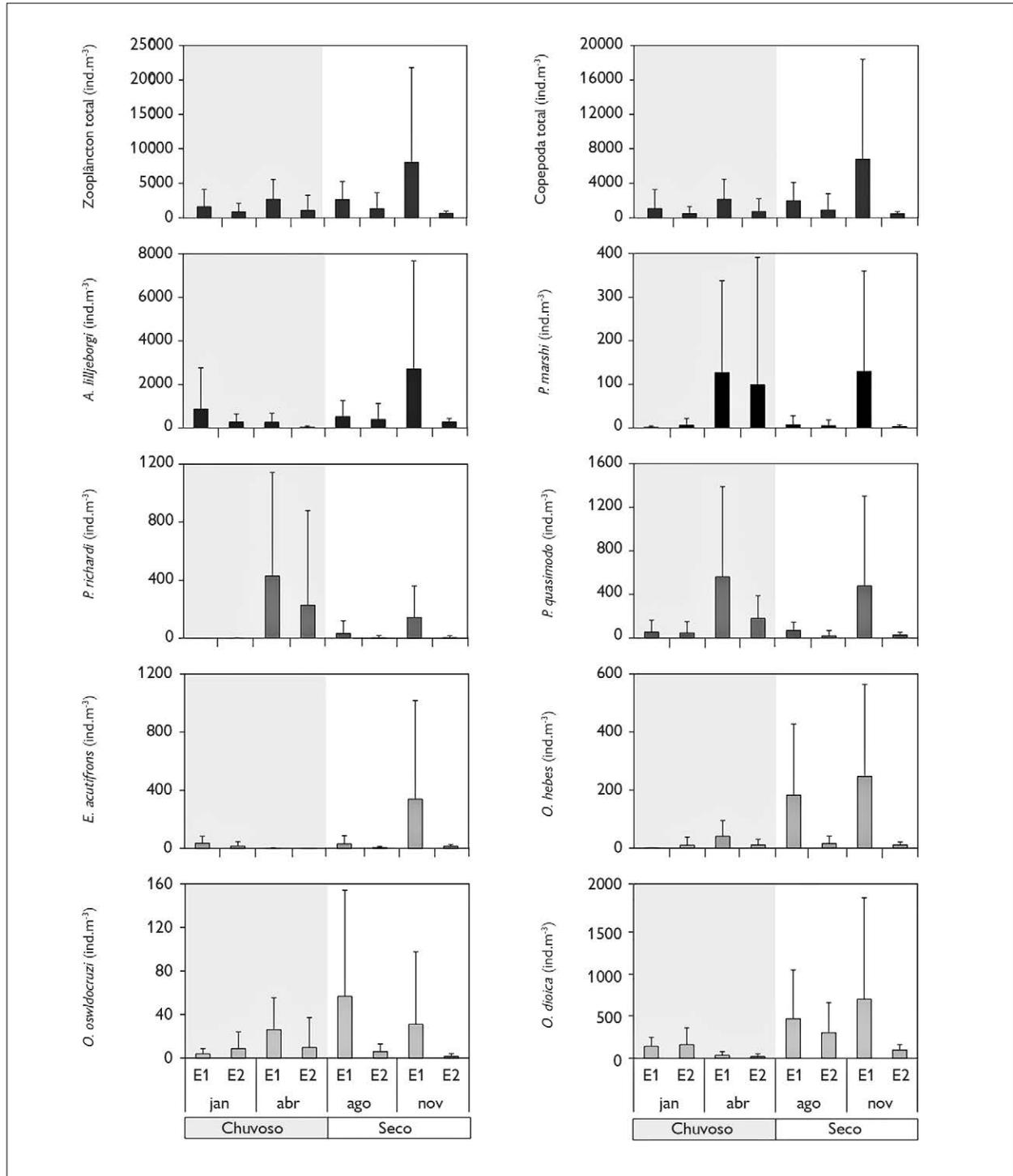


Figura 4. Variações espaciais e temporais médias (+DP) na densidade das principais espécies do mesozooplâncton coletados no estuário do Emborá Velho, no Norte do Brasil, durante o período estudado. A área sombreada em cinza-claro representa o período chuvoso. Notar diferença de escalas.

Tabela 2. Matriz de correlação de Spearman ( $r_s$ ) demonstrando a correlação existente entre as variáveis ambientais e biológicas no estuário do Emborá Velho, no Norte do Brasil. Valores significativamente diferentes são apresentados em negro: \* significativo  $p < 0,05$ .

	Precipitação	Temperatura	pH	Salinidade	Turbidez	OD	Clorofila-a
Temperatura	<b>-0,49*</b>						
pH	<b>-0,77*</b>	0,12					
Salinidade	<b>-0,27*</b>	<b>0,37*</b>	0,21				
Turbidez	0,42	-0,02	<b>-0,45*</b>	<b>0,29*</b>			
OD	-0,18	-0,05	<b>0,37*</b>	0,01	-0,21		
Clorofila-a	0,19	-0,15	-0,06	<b>0,24*</b>	<b>0,31*</b>	<b>0,30*</b>	
<i>A. lijeborgi</i>	<b>-0,28*</b>	<b>0,36*</b>	0,21	<b>0,33*</b>	-0,03	0,03	-0,12
<i>P. marshi</i>	0,17	0,20	<b>-0,43*</b>	-0,02	0,14	<b>-0,34*</b>	-0,18
<i>P. richardi</i>	<b>0,24*</b>	0,14	<b>-0,48*</b>	-0,19	0,20	<b>-0,52*</b>	<b>-0,35*</b>
<i>P. quasimodo</i>	<b>0,27*</b>	-0,05	<b>-0,39*</b>	-0,17	0,16	<b>-0,36*</b>	<b>-0,24*</b>
<i>E. acutifrons</i>	<b>-0,42*</b>	<b>0,43*</b>	<b>0,33*</b>	<b>0,62*</b>	0,01	0,10	0,14
<i>O. hebes</i>	<b>-0,36*</b>	<b>0,25*</b>	-0,05	-0,10	-0,17	<b>-0,39*</b>	<b>-0,32*</b>
<i>O. oswaldocruzi</i>	-0,08	-0,04	0,09	-0,13	-0,18	<b>-0,25*</b>	<b>-0,28*</b>
<i>O. dioica</i>	-0,56	<b>0,27*</b>	<b>0,52*</b>	<b>0,27*</b>	-0,20	0,12	-0,07

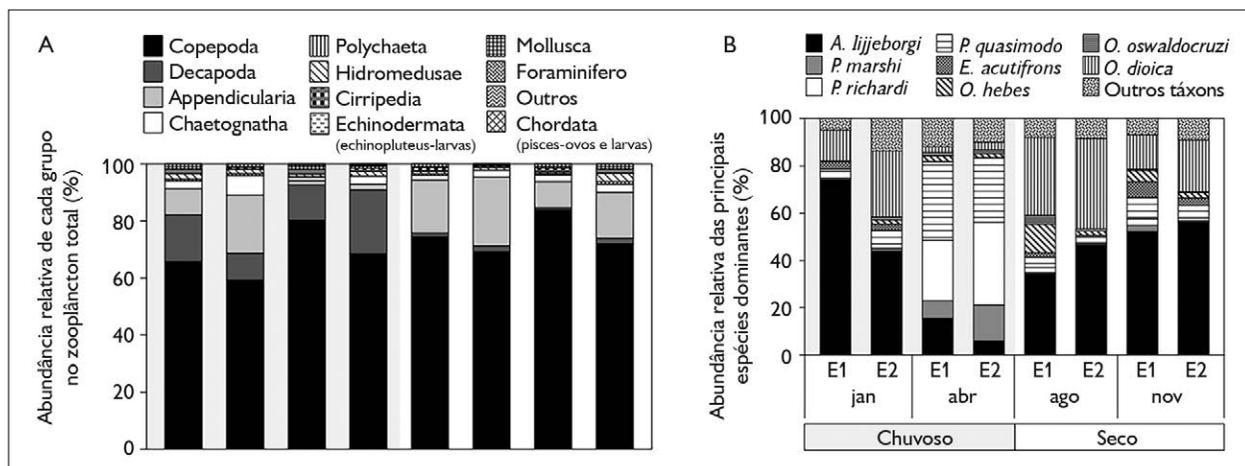


Figura 5. Variações espaciais e temporais da abundância relativa (%) dos principais grupos zooplanctônicos (A) e das principais espécies dominantes (B), no estuário do Emborá Velho, no Norte do Brasil, durante o período estudado. A área sombreada em cinza-claro representa o período chuvoso.

No que diz respeito aos índices ecológicos (riqueza, diversidade e equitabilidade), não foram observados padrões significativos de variação entre os períodos sazonais e de marés (Figura 6). A riqueza de espécies apresentou variações apenas durante o ciclo nictermal ( $U = 272,00$ ;  $p < 0,01$ ), com menores valores médios

registrados no período diurno ( $8,80 \pm 2,05$ ) quando comparado ao período noturno ( $10,78 \pm 1,62$ ) (Figura 6A). Diferenças mensais significativas foram registradas para a diversidade, a qual variou de  $1,42 \pm 0,50$  bits.ind<sup>-1</sup>, em agosto, na estação E2, a  $2,26 \pm 0,32$  bits.ind<sup>-1</sup>, em abril, na estação E1 (Figura 6B). Padrão similar foi observado

para a equitabilidade ( $F = 4,31$ ;  $p < 0,01$ ), com médias oscilando de  $0,43 \pm 0,13$ , em agosto, na estação E2, a  $0,70 \pm 0,09$ , em abril, na estação E1 (Figura 6C).

As preferências ambientais das principais espécies identificadas no estuário do Emboraí Velho, durante as estações chuvosa e seca, foram evidenciadas pela Análise de Correspondência Canônica (ACC) (Figura 7). Durante o período sazonal, os dois primeiros eixos da ACC explicaram 85,2% da variância total (eixo 1 = 74,0%; eixo 2 = 11,2%;  $p = 0,0001$ , para ambos os eixos). As correlações espécie-ambiente foram elevadas para os dois eixos observados ( $r = 0,88$  e  $r = 0,62$ , respectivamente;  $p < 0,0001$ , em ambos os casos), indicando forte relação entre as variáveis ambientais e a distribuição das espécies dominantes.

O primeiro eixo canônico (74,0% da variância) revelou que as variáveis mais importantes na distribuição das espécies foram a precipitação, o pH, o OD, a turbidez e a salinidade. A relação de *Acartia lilljeborgi*, *Euterpina acutifrons* e *Oikopleura dioica* com locais mais salinos, com elevados valores de pH e OD, pode ser claramente observada (Figura 7), além disso, verifica-se também altas densidades de *Pseudodiaptomus richardi*, *P. marshi*, *Oithona oswaldocruzi* e *O. hebes* sob condições opostas. Portanto, a ocorrência destas espécies é afetada pela alta salinidade, estando associada a regiões

com maior influência de águas continentais. As oscilações de salinidade e de clorofila-a parecem não ter exercido influência direta no desenvolvimento de *P. quasimodo* durante o período de estudo.

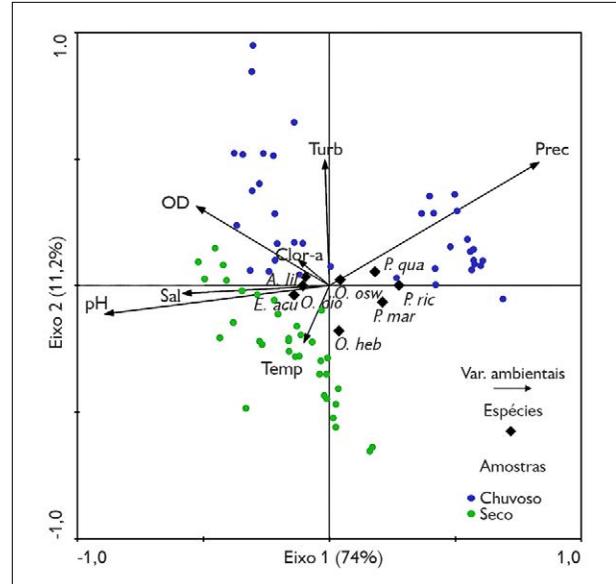


Figura 7. Diagrama de dispersão obtida a partir da Análise de Correspondência Canônica (ACC) durante as estações chuvosa e seca, aplicadas sobre as variáveis ambientais e as espécies dominantes no estuário do Emboraí Velho, no Norte do Brasil. Legendas: Prec = precipitação; Temp = temperatura; Sal = salinidade; Turb = turbidez; OD = oxigênio dissolvido; Clor-a = clorofila-a; *P. ric* = *Pseudodiaptomus richardi*; *P. mar* = *P. marshi*; *O. osw* = *Oithona oswaldocruzi*; *O. heb* = *O. hebes*; *P. qua* = *Paracalanus quasimodo*; *E. acu* = *Euterpina acutifrons*; *O. dio* = *Oikopleura dioica*.

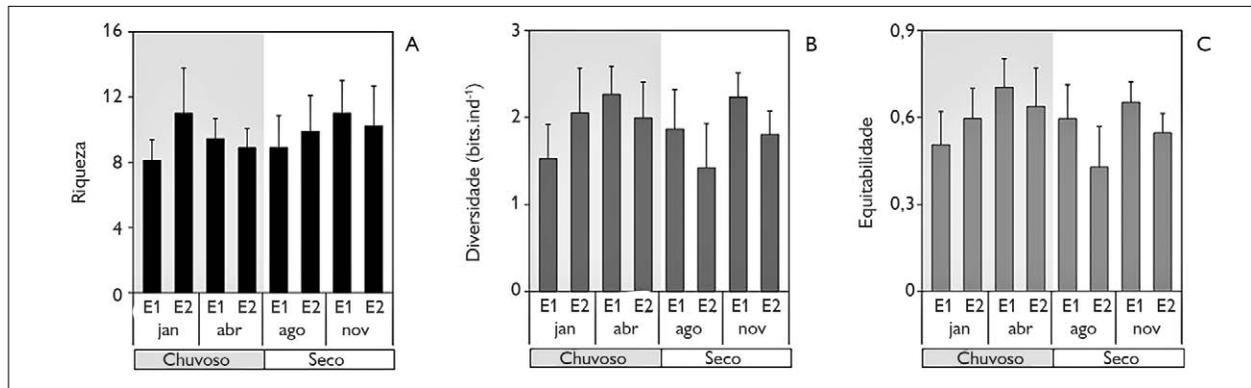


Figura 6. Variações espaciais e temporais médias (+DP) dos índices ecológicos no estuário do Emboraí Velho, no Norte do Brasil, durante o período estudado: A) riqueza; B) diversidade; C) equitabilidade. A área sombreada em cinza-claro representa o período chuvoso. Notar diferenças de escala.

## DISCUSSÃO

A biota aquática de sistemas costeiros, como lagoas, estuários e baías, é afetada por contínuas alterações cíclicas das condições ambientais, tanto temporalmente quanto espacialmente, sendo resultado da influência de processos atmosféricos, descarga fluvial, ciclo das marés e correntes (Elliott & Mclusky, 2002; Andrade *et al.*, 2016; Atique *et al.*, 2016). A comunidade zooplanctônica também é afetada pela variabilidade das condições físicas e químicas, bem como pela entrada de nutrientes oriundos de ecossistemas adjacentes (Waniek, 2003; Magalhães *et al.*, 2015; Andrade *et al.*, 2016).

Ao considerar os estuários amazônicos, tal como o Emboraí, a análise dos dados ambientais e biológicos registrados revelou diferenças espaciais neste sistema, bem como um padrão sazonal e mensal envolvendo mudanças distintas de condições, possivelmente, relacionadas a fatores meteorológicos, morfodinâmicos e morfológicos. De acordo com os resultados de Sousa *et al.* (2013), as variações observadas neste ambiente resultam da ação combinada de diferentes fatores, incluindo mudanças nos padrões das chuvas, reduzida entrada de água doce, extensa área de manguezal e as fortes correntes de marés. Essas condições refletem diretamente nas taxas de recrutamento e na sobrevivência da biota local, facilitando o desenvolvimento e a reprodução de determinados organismos zooplanctônicos, os quais desempenham importante papel de ligação entre os produtores primários e grande parte dos recursos pesqueiros nos sistemas estuarinos (Munk *et al.*, 2003; Kimmel & Roman, 2004; Marques *et al.*, 2007).

Neste ambiente, o mesozooplâncton (classe dimensional compreendida entre 200  $\mu\text{m}$  e 2 mm) esteve caracterizado pela presença de espécies estuarinas, costeiras e oceânicas, com dominância de organismos holoplanctônicos, os quais foram retidos na malha de 200  $\mu\text{m}$ . Entre os organismos identificados, a subclasse Copepoda foi considerada a mais representativa, compondo mais de 70% a comunidade total. Thor &

Dupont (2015) relataram que o sucesso reprodutivo de algumas espécies de copépodos está relacionado à capacidade de adaptação às modificações do meio, ou seja, à capacidade de tolerar oscilações nas características físicas e químicas do ambiente.

Os representantes de outros grupos do mesozooplâncton, como Foraminifera, Cnidaria, Mollusca, Anphipoda, Chaetognatha, Brachyura, Chordata, apresentaram densidades variáveis, mas, juntos, consolidaram uma média de 22,6% da abundância total da comunidade. O mesozooplâncton, excetuando-se os copépodos, apresentou as maiores contribuições relativas em abril e agosto, devido à elevada abundância dos Appendicularia (estação-E1) e de larvas de Brachyura (estação-E2), respectivamente. A maior contribuição relativa deste último grupo, observada no primeiro semestre do ano, está intimamente relacionada ao período de desova, o qual costuma ocorrer nos primeiros meses do ano (Diele, 2000; Koch *et al.*, 2005).

Considerando-se a variabilidade da densidade média registrada no estuário do Emboraí Velho ( $> 34.000 \text{ ind.m}^{-3}$ ), os valores obtidos para o mesozooplâncton estão dentro do intervalo descrito na literatura para outros sistemas costeiros tropicais (Dias & Bonecker, 2008; Duggan *et al.*, 2008; Costa *et al.*, K. 2008; Leite *et al.*, 2016). Segundo Lopes *et al.* (1998) e Magalhães *et al.* (2015), a entrada de águas marinhas nos estuários favorece o aumento dos valores de densidade local, em decorrência do recrutamento adicional de espécies estuarinas-marinhas a partir da região costeira adjacente, contribuindo, assim, para a manutenção dos estoques populacionais de organismos zooplanctônicos.

Entre as espécies numericamente dominantes, os copépodos *Acartia lilljeborgi*, *Peudodiaptomus richardi*, *P. marshi*, *Oithona oswaldocruzi*, *O. hebes*, *Paracalanus quasimodo* e *E. acutifrons* são comumente registrados em estuários e águas costeiras (Lopes *et al.*, 1998; Magalhães *et al.*, 2013, 2015; Andrade *et al.*, 2016; Atique *et al.*, 2016; Costa, K. *et al.*, 2018), sendo o mesmo observado

para espécies como *O. dioica*, a qual é comumente referida para estuários amazônicos (Costa, K. *et al.*, 2008; Leite *et al.*, 2016).

Segundo o sistema de classificação de águas de Veneza (Venice System, 1958), o gradiente espacial de salinidade no estuário do Emboráí Velho variou de mesohalino a euhalino. Nesta região, as reduções dos níveis de precipitação no período menos chuvoso proporcionaram a entrada das águas marinhas e os picos de salinidade de até 32,8 (novembro, estação-E1), sendo o oposto observado durante o período chuvoso. Estes padrões contrastantes ilustram como a estrutura do gradiente de salinidade varia com o influxo de águas menos salinas e está, portanto, fortemente ligado à variabilidade da precipitação; em menor escala, varia em razão da drenagem continental, como previamente sugeriram Sousa *et al.* (2013) em relação ao ambiente de estudo.

Considerando uma área com características similares, Andrade *et al.* (2016) descreveram um padrão temporal semelhante relacionado aos períodos de maior e menor contribuição das águas pluviais. Estes autores observaram oscilações de salinidade de até 31 entre os meses chuvosos e secos. Dessa forma, no ambiente em estudo, a diversidade e a densidade do mesozooplâncton, e em especial dos copépodos, demonstraram oscilações, em decorrência das flutuações de salinidade, sugerindo que as diferentes espécies passam por estresses osmóticos em alguns períodos do ano. Logo, o gasto energético em atividades de osmorregulação afetaria a reprodução e, conseqüentemente, seria o principal responsável pela sucessão observada no estuário em estudo. Resultados similares foram obtidos por Andrade *et al.* (2016), em estudos realizados no estuário do Taperaçu, o que indica que as variações de salinidade realmente constituem um fator de grande relevância na dinâmica do zooplâncton em estuários amazônicos.

A biomassa fitoplanctônica, em termos de concentração de clorofila-a, apresentou padrão oposto ao observado para a salinidade, uma vez que atingiu

valores mais elevados no período chuvoso, em particular no setor superior, sugerindo que as águas de menor salinidade estão sustentando a produção primária com nutrientes oriundos de fontes próximas à área de coleta. De acordo com Pereira *et al.* (2010) e Matos *et al.* (2011), as condições ótimas para o florescimento do fitoplâncton ocorrem em períodos de maior pluviosidade, já que o ambiente é enriquecido com nutrientes provenientes da lixiviação (Sassi & Kutner, 1982; Pereira *et al.*, 2013) e pela lavagem dos manguezais pelas marés (Wolff *et al.*, 2000; Murolo *et al.*, 2006). Não obstante, a elevada energia hidrodinâmica, associada à baixa profundidade do estuário (média: 5 m), pode ter contribuído para a ressuspensão de organismos do microfítobentos, aumentando ainda mais as concentrações de clorofila-a durante este período. Padrão similar foi registrado para outros sistemas costeiros amazônicos onde predominaram condições de elevado hidrodinamismo (Pardal *et al.*, 2011; Pereira *et al.*, 2012a; Andrade *et al.*, 2016), o que demonstra a importância das marés (macromarés) para os processos de ressuspensão de nutrientes dissolvidos e de organismos fitobentônicos (interface sedimento-água) para a coluna d'água (Costa, V. *et al.* 2011; Matos *et al.*, 2011, 2016).

As concentrações de clorofila-a apresentaram correlação direta com o OD, indicando atividade biológica por parte dos organismos fitoplanctônicos, através do processo de fotossíntese (Santos *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2012b), sendo este, possivelmente, o responsável pelo pico observado nos valores de OD, no período chuvoso, no setor superior (estação E1). Durante o período seco, foi observado outro pico nas concentrações de OD (estação E2), o qual pode estar relacionado a uma maior intensidade dos ventos e à forte hidrodinâmica local, favorecendo as trocas gasosas na interface água-ar, aumentando, assim, a disponibilidade do oxigênio dissolvido na zona subsuperficial da coluna d'água.

Durante o período de estudo, o estuário do Emboráí esteve caracterizado por elevados valores de turbidez, os

quais são influenciados, principalmente, pela drenagem das áreas de manguezais e pelos processos de ressuspensão, transporte e realocação de grandes quantidades de sedimento, características típicas de ambientes da costa amazônica (Pereira *et al.*, 2010; Pamplona *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2016; Costa, K. *et al.*, 2018). Este padrão é decorrente, em parte, das grandes áreas de manguezais que circundam o estuário, as quais desempenham um importante papel como exportadoras de matéria orgânica para este ecossistema, contribuindo, desta forma, para o aumento da produtividade primária e, conseqüentemente, da densidade de diferentes espécies de copépodos, em especial os herbívoros, tais como *Pseudodiaptomus richardi*, *P. marshi* e *Paracalanus quasimodo* (Palma *et al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 2015; Andrade *et al.*, 2016; Atique *et al.*, 2016). Embora correlações diretas entre as densidades destas espécies e as concentrações de clorofila-a não tenham sido observadas, o fator alimentação pode ter também contribuído para o desenvolvimento das mesmas, já que possuem como um dos principais itens de sua dieta o fitoplâncton, o qual apresentou maiores valores de biomassa (clorofila-a) no primeiro semestre de estudo, período no qual foram registrados elevados valores de densidade para estas espécies.

No ecossistema em estudo, *Acartia lilljeborgi* apresentou elevadas densidades médias ( $> 2.700 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e abundância relativa (52,33%) quando comparada às demais espécies dominantes. Ela apresentou as maiores e menores contribuições registradas nos períodos seco e chuvoso, nos setores superior e médio, respectivamente, o que demonstra a importância das oscilações de salinidade sobre sua dinâmica populacional. Os resultados obtidos por meio da análise do coeficiente de correlação de Spearman demonstraram uma correlação positiva e significativa ( $r_s = 0,33$ ;  $p < 0,05$ ) entre a densidade de *A. lilljeborgi* e a salinidade, indicando a preferência desta espécie por águas mais salinas. Portanto, pode-se assumir que o potencial reprodutivo de *A. lilljeborgi* foi, possivelmente, afetado durante a estação chuvosa, quando as condições

ótimas de salinidade para a produção e a eclosão de ovos podem ter sido afetadas. Estes resultados corroboram as observações realizadas por Ara (2001), no sistema estuarino de Cananeia, em São Paulo. Através de seus estudos, este autor verificou que as variações diárias e sazonais na densidade de *A. lilljeborgi* são dependentes da salinidade, e que nos períodos de menor densidade, associados às baixas salinidades ( $< 17$ ), a população de *A. lilljeborgi* não foi capaz de recuperar-se rapidamente através da produção de ovos. De modo geral, a dominância de *A. lilljeborgi* pode também estar relacionada às elevadas concentrações de matéria orgânica proveniente dos manguezais adjacentes sob a forma de detritos, a qual fornece importante suprimento de energia para estes organismos. Schwamborn *et al.* (2001), utilizando marcadores isotópicos e experimentos de *grazing*, relataram uma assimilação entre 13 a 40% do carbono orgânico oriundo do manguezal por parte de *A. lilljeborgi*.

Os copépodos *Pseudodiaptomus richardi* e *P. marshi* apresentaram uma correlação negativa com a salinidade, exibindo preferências por ambientes oligo-mesohalinos, como observado em trabalhos realizados anteriormente na costa amazônica (Magalhães *et al.*, 2010, 2011; Costa, K. *et al.*, 2013). No presente estudo, foi observado um pico na densidade de *P. richardi* na presença de águas mesohalinas e de elevada biomassa fitoplanctônica (setor superior-E1, estação chuvosa). Este padrão esteve associado à presença de condições ótimas de salinidade ( $\sim 15$ ) e à elevada disponibilidade de alimento, propiciando, assim, a produção de ovos e o desenvolvimento de formas juvenis e adultas (Magalhães *et al.*, 2006; Sterza & Fernandes, 2006; Kaminski *et al.*, 2014).

*Pseudodiaptomus marshi* não apresentou padrões claros de distribuição espacial e temporal, evidenciando picos tanto no período chuvoso quanto no período seco. A presença desta espécie denota que estes organismos são bem adaptados às oscilações de salinidade, observadas neste ambiente. Além disso, o pico verificado no mês de novembro pode estar relacionado ao aumento anômalo no volume de chuvas (89% mais elevado do que a média

histórica), que propiciou condições ótimas para a postura de ovos. Padrão similar foi observado para *Paracalanus quasimodo*, pois esta espécie exibiu valores elevados em meses de ambos os períodos sazonais (seco e chuvoso). Normalmente, esta espécie é mais abundante em águas de elevada salinidade, dominadas por marés (Lopes *et al.*, 1998; Andrade *et al.*, 2016), sendo sua ocorrência dependente do recrutamento de zonas costeiras adjacentes. Dessa forma, a sua presença na área de estudo esteve possivelmente associada à forte ação das marés (principalmente da maré enchente), em massas de água nas quais a salinidade manteve-se dentro da faixa de tolerância osmorregulatória para esta espécie.

O 'status' eurihalino de *Oithona oswaldocruzi* foi evidente durante o presente estudo, uma vez que ocorreu em mais de 70% das amostras analisadas. Esta espécie é frequentemente descrita em áreas de manguezais neotropicais (Rocha, 1986), estando bem adaptada a grandes variações de salinidade (Bradford-Grieve *et al.*, 1999). As maiores densidades de *O. oswaldocruzi* foram registradas em agosto, quando predominou o regime mesohalino, demonstrando sua preferência por ambientes mais salinos, como indicado por diversos autores (Neumann-Leitão *et al.*, 1999; Costa, R. *et al.*, 2011b; Pinheiro *et al.*, 2013; Magalhães *et al.*, 2015). *O. hebes*, por sua vez, apresentou densidades mais elevadas durante o período seco, particularmente no setor mais interno (E1), evidenciando uma correlação negativa com a salinidade. Estudos anteriores relatam a ocorrência desta espécie nas porções mais internas de regiões costeiras, podendo, desta forma, ser caracterizada como indicadora de áreas oligo-mesohalinas (Mckinnon & Klumpp, 1998; Sterza & Fernandes, 2006; Palma *et al.*, 2013).

*Euterpina acutifrons* é uma espécie de águas neríticas (Villate, 1997), sendo frequentemente registrada em ambientes com elevadas concentrações de material em suspensão (Sautour & Castel, 1993). Em seus estudos, Lopes *et al.* (1998) e Andrade *et al.* (2016) observaram elevadas densidades desta espécie nas áreas

mesohalinas e polihalinas do estuário, corroborando os resultados deste estudo, no qual observou-se também correlação positiva e significativa entre as densidades desta espécie e a salinidade, o que sugere que seus estoques populacionais provenham do recrutamento a partir da região costeira adjacente.

Devido à sua elevada taxa de fecundidade e de crescimento, aliada à capacidade de produzir quantidades significativas de matéria orgânica, representada pelas casas descartadas e pelotas fecais, *Oikopleura dioica* pode ser considerada uma espécie fundamental no fluxo de energia para os níveis superiores das redes tróficas aquáticas costeiras (Gorsky & Fenaux, 1998). Neste estudo, a ocorrência de *O. dioica* em todo o período amostral pode estar relacionada ao pequeno fluxo fluvial observado na área, proporcionando condições apropriadas para a postura de ovos e para o desenvolvimento dos estágios juvenis e adultos (Spinelli *et al.*, 2013), uma vez que esta espécie apresenta alta afinidade por ambientes euhalinos de natureza marinha (Costa, K. *et al.*, 2008). Por essa espécie ser notadamente onívora (Gorsky *et al.*, 2005), a biomassa fitoplanctônica não é um fator limitante para seu desenvolvimento. Por outro lado, a alta concentração de matéria orgânica em suspensão (elevada turbidez; *i.e.*, pico-nanoplâncton, diatomáceas, bactérias e detritos) representa uma fonte importante de alimento para estes organismos, uma vez que são filtradores.

A diversidade e a riqueza observadas no estuário do Emboraí foram relativamente menores do que as observadas no estuário do rio Curuçá (Magalhães *et al.*, 2009; Costa, R. *et al.*, 2011a), no estuário do Taperaçu (Magalhães *et al.*, 2015; Andrade *et al.*, 2016) e no estuário do rio Caeté (Costa, R. *et al.*, 2011b), os quais encontram-se na região costeira amazônica. Os baixos valores destes índices, verificados no presente estudo, podem ter sido decorrentes da pequena influência fluvial ao longo do ano, o que explicaria a ausência de um padrão sazonal para estas variáveis e para a equitabilidade. O menor valor médio de diversidade foi registrado em agosto (setor médio, E2),

semelhante ao que se observou para equitabilidade. Situação contrária foi evidenciada em abril (setor superior, E1), onde diversidade e equitabilidade apresentaram os maiores valores para todo o período estudado. Segundo Omori & Ikeda (1984), a diversidade do zooplâncton diminui quando a comunidade é dominada por uma ou poucas espécies, quando indivíduos raros são substituídos por indivíduos de espécies mais comuns ou quando uma ou poucas espécies se reproduzem rapidamente, *i.e.* situações que refletem também uma baixa condição de equitabilidade no ecossistema.

Os resultados da ACC evidenciaram a separação das amostras em dois períodos sazonais, em virtude das mudanças mensais no balanço da densidade entre as principais espécies do mesozooplâncton, definidas, primariamente, pela interação entre os níveis de precipitação e salinidade e, em menor escala, pelas concentrações de clorofila-a. Esta análise confirmou a dominância de espécies oligo-mesohalinas (*Pseudodiaptomus richardi*, *P. marshi*, *Oithona oswaldocruzi* e *O. hebes*) durante a estação chuvosa, em contraste com a predominância de espécies estuarino-marinhas (*A. lilljeborgi*, *E. acutifrons* e *O. dioica*) durante a estação seca. O copépodo *P. quasimodo* é uma espécie onívora (Eskinazi-Sant'anna & Björnberg, 2000), o que poderia explicar os elevados valores de densidade no período chuvoso, quando a disponibilidade de material orgânico em suspensão foi maior (como indicado pelos valores de turbidez), muito embora, neste período, tenha sido observada uma redução da salinidade. Saiz & Alcaraz (1991) relataram que mudanças no tamanho, na quantidade e na qualidade da matéria orgânica particulada, aliada à turbulência, em pequena escala, podem afetar indiretamente a atividade dos copepoditos do gênero *Paracalanus*, interferindo, assim, em sua abundância e distribuição. Logo, o efeito das marés, que transportam os espécimes para o interior do estuário, associado à disponibilidade de alimento, poderia ser considerado como o principal responsável pelos elevados valores de densidade obtidos para estes organismos durante o presente estudo, mesmo

em momentos nos quais a salinidade não se encontrava dentro dos limites ótimos para a espécie.

Segundo Magalhães *et al.* (2015), as flutuações da salinidade representam papel fundamental na estrutura da comunidade zooplanctônica, especialmente quando a salinidade excede os níveis tolerados pelas diferentes espécies e interfere em seus processos osmorregulatórios, levando a alterações em seu potencial reprodutivo e, em última análise, a uma diminuição no tamanho da população. No ambiente estudado, esta variável demonstrou, uma vez mais, exercer papel determinante na dinâmica da comunidade zooplanctônica de estuários amazônicos, já que, devido às pequenas oscilações de temperatura e à elevada disponibilidade de alimentos (algas, bactérias, pequenos animais e, ocasionalmente, detritos) observadas nesses ecossistemas, estas últimas não constituem fatores limitantes para o desenvolvimento destes organismos, como ocorre em regiões temperadas e oligotróficas, respectivamente.

## CONCLUSÃO

O mesozooplâncton do estuário do Emborai Velho pode ser considerado como característico de regiões estuarinas dominadas por manguezais, com predominância de espécies de copépodos do gênero Calanoida. As flutuações espaciais e temporais observadas na densidade e diversidade destes organismos estiveram diretamente relacionadas ao efeito interativo da climatologia e da hidrologia local, sendo influenciados principalmente pela precipitação, pela salinidade e pelos ciclos de maré. Além destes fatores, a predação, a mortalidade natural e a migração vertical podem também ter influenciado a dinâmica populacional dos copépodos, embora tais fatores pareçam ter papel secundário no processo de sucessão destes organismos ao longo da área estudada. O ecossistema estudado pode ser considerado dinâmico e produtivo, em decorrência da forte hidrodinâmica local e da lavagem de áreas de manguezais adjacentes. Tais características contribuem para disponibilização de

nutrientes dissolvidos em suas águas e consequente desenvolvimento do fitoplâncton (alimento), sugerindo que a disponibilidade de alimento não constitui um fator limitante para a comunidade mesozooplancônica local.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (#425872/2016-5) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Os autores Costa, R. M. e Pereira, L. C. C. agradecem ao CNPq pelas bolsas de pesquisa (#311782/2017-5 e #309491/2018-5, respectivamente). Suporte logístico e financeiro foi também provido pelo Laboratório de Plâncton e Cultivo de Microalgas e Laboratório de Oceanografia Costeira e Estuarina, da Universidade Federal do Pará/Instituto de Estudos Costeiros.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. P., A. MAGALHÃES, L. C. C. PEREIRA, M. J. FLORES-MONTES, E. C. PARDAL, T. P. ANDRADE & R. M. COSTA, 2016. Effects of a La Niña event on hydrological patterns and copepod community structure in a shallow tropical estuary (Taperaçu, Northern Brazil). *Journal of Marine Systems* 164: 128-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.07.006>.
- ARA, K., 2001. Daily egg production rate of the planktonic calanoid copepod *Acartia lilljeborgi* Giesbrecht in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 445(1-3): 205-215. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1017573917281>.
- ATIQUE, P., K. G. COSTA, M. C. MONTEIRO, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2016. Copepod assemblages in a highly dynamic equatorial estuary on the Brazilian Amazon Coast. *Marine Ecology* 38(1): e12385. DOI: <https://doi.org/10.1111/maec.12385>.
- BARLETTA-BERGAN, A., M. BARLETTA & U. SAINT-PAUL, 2002. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté estuary in North Brazil. *Estuarine, Coast and Shelf Science* 54(2): 193-206. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2001.0842>.
- BIANCHI, T. S., 2007. *Biogeochemistry of estuaries*: 1-720. Oxford University Press, New York.
- BJÖRNBERG, T. K. S., 1981. Copepoda. In: D. BOLTOVSKOY (Ed.): *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*: 587-679. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- BOLTOVSKOY, D., 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajos con el zooplancton marino*: 1-936. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- BRADFORD-GRIEVE, J. M., E. L. MARKHASEVA, C. E. F. ROCHA & B. ABIAHY, 1999. Copepoda. In: D. BOLTOVSKOY (Ed.): *South Atlantic Zooplankton*: 869-1098. Bachyuys, Netherlands.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (CPTEC/ INPE), 2018. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 20 dezembro 2018.
- COHEN, M. C. L., R. J. LARA, F. J. F. RAMOS & T. DITTMAR, 1999. Factors influencing the variability of Mg, Ca and K in waters of a mangrove creek in Bragança, North Brazil. *Mangroves and Salt Marshes* 3(1): 9-15. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1009923513091>.
- COSTA, K. G., L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2008. Short and long-term temporal variation of the zooplankton in a tropical estuary (Amazon region, Brazil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais* 3(2): 127-141.
- COSTA, K. G., R. S. C. BESSA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2013. Short and medium-term changes of Pseudodiaptomidae copepods in the Amazonian Mangrove Coast: the Paracauari River estuary. *Journal of Coastal Research* 65(2): 1116-1121. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-189.1>.
- COSTA, K. G., S. S. AZEVEDO, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2018. Mariabilidade temporal do zooplâncton no sistema estuarino do rio Paracauari (ilha do Marajó, Pará). *Tropical Oceanography* 46(1): 53-69. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v46i1.237250>.
- COSTA, R. M., N. R. LEITE & L. C. C. PEREIRA, 2011a. Mesozooplankton of the Curuçá estuary (Amazon coast, Brazil). *Journal of Coastal Research* 56: 400-404.
- COSTA, R. M., P. ATIQUÉ, K. G. COSTA & L. C. C. PEREIRA & 2011b. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. *Journal of Coastal Research* 64: 1477-1481.
- COSTA, V. B., E. B. SOUSA, S. C. C. PINHEIRO, L. C. C. PEREIRA, R. M. COSTA, 2011. Effects of a high energy coastal environment on the structure and dynamics of phytoplankton communities (Brazilian Amazon littoral). *Journal of Coastal Research* 64: 354-358.
- DIAS, C. O. & S. L. C. BONECKER, 2008. Inter-annual variability of planktonic copepods in a Tropical Bay in Southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 51(4): 731-742. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132008000400011>.
- DIELE, K., 2000. *Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil*. PhD thesis – University of Bremen, Germany.



- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN), 2018. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Acesso em: 9 dezembro 2018.
- DITTMAR, T. & R. J. LARA, 2001. Driving forces behind nutrient and organic matter dynamics in a mangrove tidal creek in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 52(2): 249-259. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0743>.
- DUGGAN, S., A. D. MCKINNON & J. H. CARLETON, 2008. Zooplankton in an Australian tropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 31(2): 455-467.
- ELLIOTT, M. & D. S. MCLUSKY, 2002. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 55(6): 815-827. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2002.1031>.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. & T. K. S. BJÖRNBERG, 2000. Conhecimento atual sobre o comportamento alimentar de copépodos Calanoida em ambientes marinhos. **Tropical Oceanography** 28(1): 11-20. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v28i1.2708>.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J., R. PALOMARES-GARCÍA, R. SILVA-DÁVILA, M. A. CARBALLIDO-CARRANZA & A. MARTÍNEZ-LÓPEZ, 1999. Copepod daily egg production and growth rates in Bahía Magdalena, México. **Journal of Plankton Research** 21(12): 2227-2244. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/21.12.2227>.
- GONÇALVES, D. A., S. C. MARQUES, A. L. PRIMO, F. MARTINHO, M. D. B. BORDALO & M. A. PARDAL, 2015. Mesozooplankton biomass and copepod estimated production in a temperate estuary (Mondego estuary): effects of processes operating at different timescales. **Zoological Studies** 54(57): 12. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40555-015-0135-6>.
- GORSKY, G. & R. FENAUX, 1998. The role of Appendicularia in marine food webs. In: Q. BONE (Ed.): **The biology of pelagic tunicates**: 161-169. Oxford University Press, Oxford.
- GORSKY, G., M. J. YOUNGBLUTH & D. DEIBEL, 2005. **Response of marine ecosystems to global change**: ecological impact of Appendicularians: 1-437. Contemporary Publishing International, Paris.
- HAYS, G. C., A. J. RICHARDSON & C. ROBINSON, 2005. Climate change and marine plankton. **Trends in Ecology & Evolution** 20(6): 337-344. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.03.004>.
- HOOFF, R. C. & W. T. PETERSON, 2006. Copepod biodiversity as an indicator of changes in ocean and climate conditions of the northern California current ecosystem. **Limnology and Oceanography** 51(6): 2607-2620. DOI: <https://doi.org/10.4319/lo.2006.51.6.2607>.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 26 junho 2019.
- KAMINSKI, S. M., J. G. F. BERSANO & C. A. FREIRE, 2014. Euryhalinity of the estuarine copepod *Pseudodiaptomus richardi* and its high potential to be employed as live food in aquaculture. **Aquaculture** 424-425: 63-70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.12.034>.
- KIMMEL, D. G. & M. R. ROMAN, 2004. Long-term trends in mesozooplankton abundance in Chesapeake Bay, USA: influence of freshwater input. **Marine Ecology Progress Series** 267: 71-83. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps267071>.
- KOCH, V., M. WOLFF & K. DIELE, 2005. Comparative population dynamics of four fiddler crabs (*Ocypodidae*, genus *Uca*) from a north Brazilian mangrove ecosystem. **Marine Ecology Progress Series** 291: 177-188. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps291177>.
- LEANDRO, S. M., P. TISELIUS, S. C. MARQUES, F. AVELELAS, C. A. S. P. CORREIA & H. QUEIROGA, 2014. Copepod production estimated by combining in situ data and specific temperature-dependent somatic growth models. **Hydrobiologia** 741(1): 139-152. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-014-1833-5>.
- LEITE, N. R., L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2009. Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 4(2): 149-164.
- LEITE, N. R., A. MAGALHÃES, L. M. SILVA, T. P. ANDRADE, J. B. MATOS, A. K. COSTA, L. C. C. PEREIRA, M. J. FLORES-MONTES & R. M. COSTA, 2016. Short and medium term variation in the dynamics of the mesozooplankton community of an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research** 75: 218-222. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI75-044.1>.
- LOPES, R. M., R. VALE & F. P. BRANDINI, 1998. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia** 46(2): 195-211. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-77391998000200008>.
- MACKAS, D. L., R. E. THOMSON & M. GALBRAITH, 2001. Changes in the zooplankton community of the British Columbia continental margin, 1985-1999, and their covariation with oceanographic conditions. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences** 58(4): 685-702. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfas-58-4-685>.
- MAGALHÃES, A., R. M. COSTA, T. H. LIANG, L. C. C. PEREIRA & M. J. S. RIBEIRO, 2006. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté River Estuary (Amazon region - North of Brazil). **Brazilian Journal of Biology** 66(2): 421-430. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000300006>.
- MAGALHÃES, A., N. R. LEITE, J. G. S. SILVA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2009. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary, Northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 81(2): 187-197. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652009000200005>.



- MAGALHÃES, A., L. C. C. PEREIRA, M. J. S. RIBEIRO, T. H. LIANG & R. M. COSTA, 2010. Populational dynamics of *Pseudodiaptomus marshi* (Crustacea: Copepoda) in the Caeté Estuary (Brazil). **Tropical Oceanography** 38(2): 165-174. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v38i2.5169>.
- MAGALHÃES, A., D. S. B. NOBRE, R. S. C. BESSA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2011. Seasonal and short-term variations in the copepod community of a shallow Amazon estuary (Taperaçu, northern Brazil). **Journal of Coastal Research** 64: 1520-1524.
- MAGALHÃES, A., D. S. B. NOBRE, R. S. C. BESSA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2013. Diel variation in the productivity of *Acartia liljeborgii* and *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoida) in a tropical estuary (Taperaçu, Northern Brazil). **Journal of Coastal Research** 65(2): 1164-1169. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-197.1>.
- MAGALHÃES, A., L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2015. Relationships between copepod community structure, rainfall regimes, and hydrological variables in a tropical mangrove estuary (Amazon coast, Brazil). **Helgoland Marine Research** 69(1): 123-136. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10152-014-0421-4>.
- MARQUES, S. C., M. A. PARDAL, M. J. PEREIRA, F. GONÇALVES, J. C. MARQUES & U. M. AZEITEIRO, 2007. Zooplankton distribution and dynamics in a temperate shallow estuary. **Hydrobiologia** 587: 213-223.
- MATOS, J. B., D. K. L. SODRÉ, K. G. COSTA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2011. Spatial and temporal variation in the composition and biomass of phytoplankton in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research** 64: 1525-1529.
- MATOS, J. B., N. I. S. SILVA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2012. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebenção de uma praia amazônica. **Acta Botanica Brasílica** 26(4): 979-990. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000400028>.
- MATOS, J. B., S. M. O. OLIVEIRA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2016. Structure and temporal variation of the phytoplankton of a macrotidal beach from the Amazon coastal zone. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 88(3): 1325-1339. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201620150688>.
- MCKINNON, A. D. & D. W. KLUMPP, 1998. Mangrove zooplankton of North Queensland, Australia: II. Copepod egg production and diet. **Hydrobiologia** 362(1-3): 145-160. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1003138718716>.
- MIRANDA, L. B., B. M. CASTRO & B. KJERFEVE, 2002. **Princípios da oceanografia física de estuários**: 1-441. EDUSP, São Paulo.
- MUNK, P., B. W. HANSEN, T. G. NIELSEN & H. A. THOMSEN, 2003. Changes in plankton and fish larvae communities across hydrographic fronts off West Greenland. **Journal of Plankton Research** 25(7): 815-830. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/25.7.815>.
- MUROLO, P. P. A., P. V. V. C. CARVALHO, M. L. B. CARVALHO, L. P. SOUZA-SANTOS & P. J. P. SANTOS, 2006. Spatio-temporal variations of microphytobenthos in the Botafogo and Siri estuaries (Northeast - Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography** 54(1): 19-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592006000100002>.
- NEUMANN-LEITÃO, S., L. M. O. GUSMÃO, T. A. SILVA, D. A. NASCIMENTO-VIEIRA & A. P. SILVA, 1999. Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off North-Eastern Brazil. **Archives of Fisheries and Marine Research** 47(2): 153-165.
- NEWELL, G. E. & R. C. NEWELL, 1966. **Marine plankton a practical guide**: 1-221. Educat. Ltd, London, Hutchinson.
- NITTROUER, C. A. & D. J. DEMASTER, 1986. Sedimentary process on the Amazon continental shelf: past, present and future research. **Continental Shelf Research** 6(1-2): 5-30. DOI: [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(86\)90051-8](https://doi.org/10.1016/0278-4343(86)90051-8).
- OMORI, M. & T. IKEDA, 1984. **Methods in marine zooplankton ecology**: 1-332. John Wiley and Sons, New York.
- PALMA, M. B., K. G. COSTA, A. MAGALHÃES, J. FLORES MONTES, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2013. Zooplankton spatial and temporal distribution in an equatorial estuary (Amazon littoral, Brazil). **Journal of Coastal Research** 65(sp2): 1182-1187. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-200.1>.
- PAMPLONA, F. C., E. T. PAES & A. NEPOMUCENO, 2013. Nutrient fluctuations in the Quatipuru River: a macrotidal estuarine mangrove system in the Brazilian Amazonian basin. **Estuarine, Coastal Shelf Science** 133: 273-284. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.09.010>.
- PARDAL, E. C., L. C. C. PEREIRA, D. O. GUIMARÃES, S. M. O. OLIVEIRA, W. N. TRINDADE & R. M. COSTA, 2011. Influence of oceanographic conditions on the spatial and temporal distribution of chlorophyll-a in the coastal waters of the Brazilian Amazon region (São Luís-MA). **Journal of Coastal Research** 64: 421-424.
- PARSONS, T. R. & J. D. H. STRICKLAND, 1963. Discussion of spectrophotometric determination of marine plankton pigments with revised equations of ascertaining chlorophyll a and carotenoids. **Journal of Marine Research** 21(3): 155-163.
- PEREIRA, L. C. C., J. A. DIAS, J. A. CARMO & M. POLETTE, 2009. A Zona Costeira Amazônica Brasileira. **Journal of Integrated Coastal Zone Management** 9: 3-7. DOI: <https://doi.org/10.5894/rgci172>.
- PEREIRA, L. C. C., J. M. N. MONTEIRO, D. O. GUIMARÃES, J. B. MATOS & R. M. COSTA, 2010. Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté River estuary, Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 82(2): 467-478. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652010000200022>.

- PEREIRA, L. C. C., N. I. S. SILVA, R. M. COSTA, N. E. ASP, K. G. COSTA & A. VILA-CONCEJO, 2012a. Seasonal changes in oceanographic processes at an equatorial macrotidal beach in northern Brazil. **Continental Shelf Research** 43: 95-106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2012.05.003>.
- PEREIRA, L. C. C., K. S. T. PINTO, K. G. COSTA, A. VILA-CONCEJO & R. M. COSTA, 2012b. Oceanographic conditions and human factors on the water quality at an Amazon macrotidal beach. **Journal of Coastal Research** 28(6): 1627-1637. DOI: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-11-00032.1>.
- PEREIRA, L. C. C., S. M. O. OLIVEIRA, R. M. COSTA, K. G. COSTA & A. VILA-CONCEJO, 2013. What happens on an equatorial beach on the Amazon coast when La Niña occurs during the rainy season? **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 135: 116-127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.07.017>.
- PERISSINOTTO, R., C. NOZAS, I. KIBIRIGE & A. ANANDRAJ, 2003. Planktonic food webs and benthic-pelagic coupling in three South African temporarily-open estuaries. **Acta Oecologica** 24: S307-S316. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(03\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00028-6).
- PIELOU, E. C., 1977. **Mathematical ecology**: 1-385. Wiley, New York.
- PINHEIRO, S. C. C., A. MAGALHÃES, V. B. COSTA, L. C. C. PEREIRA & R. M. COSTA, 2013. Temporal variation of zooplankton on a tropical Amazonian beach. **Journal of Coastal Research** 65: 1838-1843. DOI: <https://doi.org/10.2112/S165-311.1>.
- REGALLA JR., C., 2011. The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 83(2): 575-588. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652011000200017>.
- RICHARDSON, A. J., 2008. In hot water: zooplankton and climate change. **ICES Journal of Marine Science** 65(3): 279-295. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsn028>.
- ROCHA, C. E. F., 1986. Copepods of the Genus *Oithona* Baird, 1843 from mangrove areas of Central and South America. **Hydrobiologia** 135(1-2): 95-107. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00006462>.
- ROSAFILHO, J. S., D. V. BUSMAN, A. P. VIANA, A. M. S. GREGORIO & D. M. OLIVEIRA, 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetada do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 1(3): 85-96.
- SAIZ, E. & M. ALCARAZ, 1991. Effects of small-scale turbulence on development time and growth of *Acartia grani* (Copepoda: Calanoida). **Journal of Plankton Research** 13(4): 873-883. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/13.4.873>.
- SANTOS, M. L. S., C. MEDEIROS, K. MUNIZ, F. A. N. FEITOSA, R. SCHWAMBORN & S. J. MACÊDO, 2008. Influence of the Amazon and Pará rivers on water composition and phytoplankton biomass on the adjacent shelf. **Journal of Coastal Research** 24(3): 585-593. DOI: <https://doi.org/10.2112/05-0538.1>.
- SASSI, R. & M. B. B. KUTNER, 1982. Variação sazonal do fitoplâncton da região de Saco Ribeira (lat. 23°30' S, long. 45°07'W), Ubatuba, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico** 31(2): 29-42. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-87591982000200005>.
- SAUTOUR, B. & J. CASTEL, 1993. Feeding behaviour of the coastal copepod *Euterpina acutifrons* on small particles. **Cahiers de Biologie Marine** 34(2): 239-251.
- SCHWAMBORN, R., S. NEUMANN-LEITÃO, T. A. E. SILVA, A. P. SILVA, W. EKAU & U. SAINT-PAUL, 2001. Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae and other zooplankton in the Itamaracá Estuarine System, Brazil. **Tropical Oceanography** 29(1): 1-18. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v29i1.2834>.
- SHANNON, C. E. A., 1948. Mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal** 27(3): 379-423. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>.
- SILVA, R. F., J. S. ROSA FILHO, S. R. SOUZA & P. W. SOUZA-FILHO, 2011. Spatial and temporal changes in the structure of soft-bottom benthic communities in an Amazon estuary (Caeté estuary, Brazil). **Journal of Coastal Research** 64: 440-444.
- SOUZA, J. A., K. N. CUNHA & Z. M. P. NUNES, 2013. Influence of seasonal factors on the quality of a tidal creek on the Amazon coast of Brazil. **Journal of Coastal Research** 65: 129-134. DOI: <https://doi.org/10.2112/S165-023.1>.
- SPINELLI, M., R. GUERRERO, M. PAJARO & F. CAPITANIO, 2013. Distribution of *Oikopleura dioica* (Tunicata, Appendicularia) associated with a coastal frontal system (39°-41° A) of the SW Atlantic Ocean in the spawning area of *Engraulis anchoita* anchovy. **Brazilian Journal Oceanography** 61(2): 141-148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592013000200006>.
- STERZA, J. M. & L. L. FERNANDES, 2006. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil). Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal Oceanography** 54(2-3): 95-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592006000200001>.
- STRICKLAND, J. D. H. & T. R. A. PARSONS, 1972. **Practical handbook of seawater analysis**: 2. ed.: 1-211. Fisheries Research Board of Canada (Bulletin 167), Ottawa.
- TER BRAAK, C. J. F. & P. SMILAUER, 2002. **CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide**: software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Biometris, Wageningen.
- THOR, P. & S. DUPONT, 2015. Transgenerational effects alleviate severe fecundity loss during ocean acidification in a ubiquitous planktonic copepod. **Global Change Biology** 21(6): 2261-2271. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12815>.
- TRÉGOUBOFF, G. & M. ROSE, 1957. **Manuel de planctonologie méditerranéenne**. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.

UNDERWOOD, A. J., 1997. **Experiments in ecology**: their logical design and interpretation using analysis of variance: 1-495. Cambridge University Press, Cambridge.

VENICE SYSTEM, 1958. Symposium on the Classification of Brackish Waters, Venice, April 8-14, 1958. **Archives Oceanography and Limnology** 11: 1-248.

VILLATE, F., 1997. Tidal influence on zonation and occurrence of resident and temporary zooplankton in a shallow system (Estuary of Mundaka, Bay of Biscay). **Scientia Marina** 61(2): 173-188.

WANIEK, J. J., 2003. The role of physical forcing in initiation of spring blooms in the Northeast Atlantic. **Journal of Marine Systems** 39(1-2): 57-82. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0924-7963\(02\)00248-8](https://doi.org/10.1016/S0924-7963(02)00248-8).

WOLFF, M., V. KOCH & V. ISAAC, 2000. A trophic flow model of the Caeté Mangrove Estuary (North Brazil) with considerations and for the sustainable use of its resources. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 50(6): 789-803. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.2000.0611>.

WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES (WORMS), 2018. Disponível em: <http://www.marinespecies.org/>. Acesso em: 26 junho 2019.

ZAR, J. H., 1999. **Bioestatistical analysis**: 1-750. Prentice Hall, New Jersey.

**Apêndice.** Lista dos táxons mesozooplânctônicos identificados no estuário do Emborai Velho, no Norte do Brasil, com valores de densidade média ( $\pm$  DP) e frequência de ocorrência (FO) obtidos nas estações chuvosa e seca durante o período do estudo. Legendas: + = subclasse destacada por sua grande representatividade; NI\* = copépodos não identificados; C = costeiros; E = estuarinos; N = neríticos; O = oceânicos, de acordo com Björnberg (1981); Bradford-Grieve *et al.* (1999). Frequência de ocorrência (FO) nas 72 amostras analisadas.

(Continua)

Táxons	Estação chuvosa	FO	Estação seca	FO	Anual	FO
	ind.m <sup>-3</sup> $\pm$ DP	%	ind.m <sup>-3</sup> $\pm$ DP	%	ind.m <sup>-3</sup> $\pm$ DP	%
<b>FORAMINIFERA</b>	0,34 $\pm$ 0,71	33,33	0,39 $\pm$ 1,23	19,44	0,37 $\pm$ 1,00	26,39
<b>CNIDARIA</b>						
HYDROZOA						
HYDROIDOLINA						
ANTHOMEDUSAE	22,29 $\pm$ 31,99	91,67	29,44 $\pm$ 86,72	83,33	25,87 $\pm$ 65,00	87,50
<b>ANNELIDA</b>						
POLYCHAETA (larva)	5,35 $\pm$ 12,97	86,12	0,83 $\pm$ 1,19	47,2	10,24 $\pm$ 29,66	80,56
<b>MOLLUSCA</b>						
BIVALVIA (larva)	8,17 $\pm$ 23,85	83,33	25,41 $\pm$ 70,86	86,11	16,79 $\pm$ 53,21	84,72
GASTROPODA (larva)	14,01 $\pm$ 24,51	77,78	12,99 $\pm$ 45,13	75,00	13,49 $\pm$ 36,06	76,39
<b>ARTHROPODA</b>						
CRUSTACEA						
OLIGOSTRACA						
OSTRACODA	0,15 $\pm$ 0,54	8,33	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,07 $\pm$ 0,39	4,17
BRANCHIOPODA						
CLADOCERA						
<i>Diaphanosoma</i> sp.	0,01 $\pm$ 0,07	2,78	0,00 $\pm$ 0,00	0	0,01 $\pm$ 0,05	1,39
MALACOSTRACA	0,57 $\pm$ 1,54	44,44	3,02 $\pm$ 16,82	33,33	1,80 $\pm$ 11,92	38,89
EUMALACOSTRACA						
AMPHIPODA	1,76 $\pm$ 6,45	25,00	2,92 $\pm$ 16,83	19,44	2,34 $\pm$ 12,67	22,22
MYSIDACEA	0,01 $\pm$ 0,03	2,78	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,01 $\pm$ 0,02	1,39
ISOPODA	1,19 $\pm$ 2,74	44,44	0,64 $\pm$ 1,27	27,78	0,92 $\pm$ 2,24	36,11
DECAPODA	0,08 $\pm$ 0,31	8,33	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,04 $\pm$ 0,22	4,17
BRACHYURA (zoea)	222,89 $\pm$ 490,63	88,89	23,42 $\pm$ 37,20	58,33	123,15 $\pm$ 359,77	87,50
BRACHYURA (megalopa)	2,87 $\pm$ 3,91	63,89	1,99 $\pm$ 4,62	38,89	2,43 $\pm$ 4,27	51,39
PAGURIDAE (zoea)	1,33 $\pm$ 3,51	33,33	0,83 $\pm$ 1,19	47,22	1,08 $\pm$ 2,61	40,28
PORCELLANIDAE (zoea)	0,03 $\pm$ 0,20	2,78	0,40 $\pm$ 1,03	25,00	0,22 $\pm$ 0,76	13,89
LUCIFERIDAE						
<i>Belzebub faxoni</i> (Borradaile, 1915)	0,01 $\pm$ 0,01	2,78	0,00 $\pm$ 0,00	0,00	0,01 $\pm$ 0,01	1,39
HEXANAUPLIA						
CIRRIPEDIA (náuplio)	29,58 $\pm$ 99,56	86,11	11,77 $\pm$ 27,06	63,89	20,68 $\pm$ 72,99	75,00
CIRRIPEDIA (cyprus)	1,38 $\pm$ 6,61	11,11	6,14 $\pm$ 21,69	63,89	3,76 $\pm$ 16,10	38,89
<b>COPEPODA</b> <sup>+</sup>						



Apêndice.

(Continua)

Táxons	Estação chuvosa	FO	Estação seca	FO	Anual	FO
	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%
COPEPODA NI*	1,01 ± 3,82	13,89	0,29 ± 1,72	2,78	0,65 ± 2,96	8,33
COPEPODA (parasita)	0,20 ± 0,55	22,22	3,86 ± 21,27	22,22	2,03 ± 15,05	22,22
COPEPODA (náuplio)	14,93 ± 37,69	80,56	87,56 ± 324 ± 20	94,44	51,25 ± 232,06	87,50
HARPACTICOIDA						
HARPACTICOIDA NI*	13,13 ± 37,43	69,44	2,39 ± 9,13	13,89	7,60 ± 27,20	41,67
TISBIDAE						
<i>Tisbe</i> spp.	0,00 ± 0,00	0	0,01 ± 0,02	2,78	0,01 ± 0,01	1,39
TACHIDIIDAE						
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847) <sup>C</sup>	13,50 ± 30,15	63,89	98,01 ± 354,59	94,44	55,76 ± 253,46	79,17
CALANOIDA						
ACARTIIDAE						
<i>Acartia tonsa</i> (Dana, 1849) <sup>F, C, O</sup>	41,89 ± 78,00	83,33	61,83 ± 134,98	86,11	51,90 ± 109,91	84,72
<i>Acartia lilljeborgi</i> Giesbrecht, 1889 <sup>N, E</sup>	360,94 ± 988,82	100	972,44 ± 2627,41	100	666,69 ± 1994,95	100,00
<i>Acartia</i> (juvenil)	139,96 ± 215,02	100	823,70 ± 1805,99	94,44	481,83 ± 1322,55	97,22
PSEUDODIAPTOMIDAE						
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl F., 1894) <sup>F</sup>	13,14 ± 60,97	27,78	0,05 ± 0,21	11,11	6,60 ± 43,31	19,44
<i>Pseudodiaptomus marshi</i> (Wright S., 1936) <sup>F</sup>	58,11 ± 181,57	52,78	36,14 ± 123,64	58,33	47,13 ± 154,63	54,17
<i>Pseudodiaptomus richardi</i> (Dahl F., 1894) <sup>F</sup>	165,1 ± 495,94	66,67	47,15 ± 125,81	58,33	106,16 ± 364,11	62,50
<i>Pseudodiaptomus</i> (juvenil)	63,37 ± 142 ± 97	66,67	58,19 ± 240,78	55,56	60,78 ± 196,63	61,11
PARACALANIDAE						
<i>Paracalanus quasimodo</i> (Bowman, 1971) <sup>C</sup>	209,02 ± 465,71	100	147,15 ± 441,73	97,22	178,09 ± 451,75	98,61
<i>Paracalanus</i> (juvenil)	0,08 ± 0,40	5,56	7,67 ± 22,16	5,56	0,08 ± 0,40	5,56
PONTELLIDAE						
<i>Labidocera fluviatilis</i> (Dahl F., 1894) <sup>N</sup>	2,01 ± 5,05	44,44	7,83 ± 29,76	52,78	4,96 ± 21,54	48,61
<i>Labidocera</i> (juvenil)	0,65 ± 2,42	22,22	7,67 ± 22,16	69,44	4,16 ± 16,05	45,83
SUBEUCALANIDAE						
<i>Subecalanus pileatus</i> (Giesbrecht, 1888) <sup>O</sup>	0,84 ± 1,80	30,56	0,16 ± 0,62	8,33	0,50 ± 1,38	33,33
<i>Subecalanus crassus</i> (Giesbrecht, 1888) <sup>O</sup>	1,57 ± 7,87	19,44	3,93 ± 21,31	11,11	2,72 ± 16,00	15,28
<i>Subecalanus</i> (juvenil)	1,47 ± 3,37	30,56	3,49 ± 16,81	33,33	2,50 ± 12,16	31,94
TEMORIDAE						
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	0,00 ± 0,00	0,00	1,86 ± 10,64	13,89	0,93 ± 7,53	6,94
<i>Temora</i> (juvenil)	0,04 ± 0,15	11,11	0,11 ± 0,40	8,33	0,07 ± 0,30	9,72
CENTROPAGIDAE						
<i>Centropages furcatus</i> (Dana, 1849) <sup>C, O</sup>	0,01 ± 0,02	2,78	0,00 ± 0,00	0	0,01 ± 0,01	1,39
CYCLOPOIDA						
OITHONIDAE						



Apêndice.

(Conclusão)

Táxons	Estação chuvosa	FO	Estação seca	FO	Anual	FO
	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%	ind.m <sup>-3</sup> ± DP	%
<i>Oithona hebes</i> (Giesbrecht, 1891) <sup>C,E</sup>	15,80 ± 34,02	55,56	114,15 ± 218,51	97,22	64,98 ± 162,97	76,39
<i>Oithona oswaldocruzi</i> (Oliveira, 1945) <sup>C,E</sup>	12,10 ± 22,28	77,78	23,82 ± 60,78	69,44	17,96 ± 45,83	73,61
<i>Oithona</i> (juvenil)	2,46 ± 6,37	38,89	44,38 ± 154,12	61,11	23,42 ± 110,34	50,00
<b>CORYCAEIDAE</b>						
<i>Ditrichocorycaeus speciosus</i> (Dana, 1849) <sup>O</sup>	0,08 ± 0,34	5,56	0,01 ± 0,05	8,33	0,05 ± 0,24	6,94
<i>Ditrichocorycaeus amazonicus</i> (Dahl F, 1894) <sup>C</sup>	0,00 ± 0,00	0	0,01 ± 0,02	5,56	0,00 ± 0,02	2,78
<i>Ditrichocorycaeus</i> spp.	0,00 ± 0,00	0	0,17 ± 1,01	5,56	0,09 ± 0,71	2,78
<b>ONCAEIDAE</b>						
<i>Oncaea</i> spp.	0,00 ± 0,00	0	9,75 ± 5061	22,22	4,88 ± 35,87	11,11
<b>CHAETOGNATHA</b>						
<b>SAGITTIDAE</b>						
<i>Parasagitta friderici</i> (Ritter-Záhony, 1911)	0,70 ± 3,56	8,33	0,17 ± 0,95	13,89	0,44 ± 2,60	11,11
<i>Parasagitta tenuis</i> (Conant, 1896)	41,21 ± 57,70	88,89	70,34 ± 193,36	86,11	55,77 ± 142,43	87,50
<i>Parasagitta</i> spp.	0,00±0,00	0	0,29 ± 1,72	2,78	0,14 ± 1,21	1,39
<b>ECHINODERMATA</b>						
ECHINOIDEA (pluteus)	0,19 ± 0,64	16,67	0,73 ± 3,38	16,67	0,46 ± 2,43	16,67
<b>CHORDATA</b>						
TUNICATA						
APPENDICULARIA						
COPELATA						
<b>OIKOPLEURIDAE</b>						
<i>Oikopleura dioica</i> (Fol, 1872)	95,69 ± 136,54	100	418,78 ± 741,99	97,22	257,23 ± 554,12	98,61
<i>Oikopleura longicauda</i> (Vogt, 1854)	0,06 ± 0,25	5,56	0,00 ± 0,00	0,00	0,03 ± 0,18	2,78
<i>Oikopleura</i> spp.	0,02 ± 0,14	2,78	0,00 ± 0,00	0,00	0,01 ± 0,10	1,39
<b>VERTEBRATA</b>						
Pisces (ovos)	0,07 ± 0,42	5,56	0,00 ± 0,00	0	0,04 ± 0,30	2,78
Pisces (larvas)	2,49 ± 6,32	50	0,36 ± 0,76	38,89	1,43 ± 4,60	44,44

