UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O ZOOPLÂNCTON DA PRAIA DO CHAPÉU VIRADO, ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM, PARÁ): CARACTERIZAÇÃO EM PERÍODOS DE BAIXA PLUVIOSIDADE

Trabalho apresentado por:

LUANA SOUZA DE MORAIS

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Lucinice Ferreira Belúcio

BELÉM-PARÁ
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O ZOOPLÂNCTON DA PRAIA DO CHAPÉU VIRADO, ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM, PARÁ): CARACTERIZAÇÃO EM PERÍODOS DE BAIXA PLUVIOSIDADE

Trabalho apresentado por:

LUANA SOUZA DE MORAIS

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Lucinice Ferreira Belúcio

BELÉM-PA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBDSistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M827z Morais, Luana Souza de.
O zooplâncton da praia do Chapéu Virado, Ilha de Mosqueiro(Belém, Pará): caracterização em períodos de baixa pluviosidade. /Luana Souza de Morais. — 2022.
xi, 47 f. : il. color.

Orientador(a):Profª.Drª.LuciniceFerreiraBelúcioTrabalhode ConclusãodeCurso(Graduação)–UniversidadeFederal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade deOceanografia, Belém, 2022.

1. Praias estuarinas. 2. Zooplâncton. 3. Ciclo de Maré. 4.Fatores Abióticos. I. Título.

CDD 551.4607

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

FACULDADE DE OCEANOGRAFIA

O ZOOPLÂNCTON DA PRAIA DO CHAPÉU VIRADO, ILHA DE MOSQUEIRO (BELÉM, PARÁ): CARACTERIZAÇÃO EM PERÍODOS DE BAIXA PLUVIOSIDADE

Trabalho apresentado por:

Luana Souza de Morais

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia e Linha de pesquisa em Oceanografia Biológica

Data de aprovação: 08/02/2022

Banca Examinadora:

Lucinice F. Belúcio

Prof³. Dr³. Lucinice Ferreira Belúcio (Orientadora - UFPA)

José E. Martinelli Filho

Prof. Dr. José Eduardo Martinelli Filho (Membro - UFPA)

Márcio Silva de Souza

Prof. Dr. Márcio Silva de Souza (Membro – FURG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Lelian Sousa de Sousa e Manoel Adilson Santos de Morais e minha avó Maria de Sousa, por me incentivarem a alcançar meus objetivos.

A minha orientadora, Profa. Dra. Lucinice Belúcio, que durante a graduação além de compartilhar seus conhecimentos, foi como uma segunda mãe, estando sempre ao meu lado com muita paciência e dedicação.

Aos meus companheiros de laboratório, em especial a Laudian Renê e Bruno Costa pela ajuda nos relatórios, companheirismo e muitas risadas e lanches no fim da tarde.

A minha melhor amiga, Ingrid Tavares, por toda a paciência, companheirismo, além de comida que ela fez para me acalmar. Obrigada por estar nos meus melhores e piores momentos.

Ao meu melhor amigo, Andrey Luiz, por ter escolhido o curso, e por todos os conselhos durante 18 anos de amizade.

Aos meus amigos de infância, Carlos Noronha e Ariane Raiol, por todo o incentivo e amizade, que mesmo com a rotina e vida adulta, sempre permaneceram ao meu lado.

A minha segunda família, Alina Criane, Felipe Ari, Carol Tavares, Rayane Menezes, Otávio Magalhães, Leonardo Rodrigues, Matheus Santiago e Paulo Maurity, que ficou eternizada no SNO do Ceará.

Aos meus irmãos da graduação, Lara Jaqueline, Jackison Barros, Ramon Alexandre e Robinson Andrade, que sempre estiveram comigo e aos nossos rolês de comida.

Agradeço aos meus primos postiços que chegaram na minha vida, Yasmim Tavares, Rodrigo Tavares, Mateus Tavares e Maria Eduarda Tavares. Obrigada por toparem as minhas ideias e me levarem aos melhores e mais inesquecíveis rolês.

E por último agradeço aos professores que tiveram contribuição na minha vida acadêmica, Prof[a.] Sury Monteiro, Prof[a.] Cristiane Ferreira, Prof. Marcelo Petracco, Prof. Renan Peixoto, Prof[a.] Leilanhe Ranieri.

A todos que contribuíram de maneira direto-indireta para a conclusão deste trabalho

"*A vida é como um lápis que certamente se esgotará,*
Mas deixará a bela escrita da vida."
Nami – OnePiece

RESUMO

O zooplâncton é composto por organismos heterotróficos, que possuemum papel importante no transporte de energia para os níveis tróficos superiores. Este trabalho teve como objetivo conhecer a estrutura da comunidade zooplanctônica da praia do Chapéu Virado na ilha de Mosqueiro (Belém, Pará), durante períodos de baixa pluviosidade (novembro e dezembro), e avaliar a importância dos fatores abióticos sobre possíveis diferenças nos parâmetros ecológicos registrados. A ilha de Mosqueiro é caracterizada por praias estuarinas, dominadas por marés semidiurnas e com amplitudes de 3,60 m, sujeitas à forte hidrodinâmica. As amostras utilizadas fazem parte da coleção do Laboratório de Biologia Aquática (BIOAQUA/ICB/UFPA) e foram obtidas, em quatro anos consecutivos (2009 a 2012), através de coletas realizadas no curso das marés de um ciclo nictemeral a cada ano. As amostragens foram realizadas por arrastos horizontais subsuperficiais, com uma rede de plâncton cilíndrico-cônica (150 µm). Os horários de coleta foram selecionados de acordo com as Tábuas de Marés (Diretoria de Hidrografia de Navegação, Marinha do Brasil) para a região. Temperatura, pH e condutividade/salinidade foram medidos *in situ*. As análises quali e quantitativas do material biológico foram realizadas sob microscopia estereoscópica. As variáveis abióticas tiveram comportamento estável durante as coletas a cada ano, porém com variações mais acentuadas entre anos diferentes, com destaque para a condutividade e o pH. Foram contabilizados 39 táxons a nível específico, sendo que a grande maioria das espécies pertenceu ao subfilo Crustacea. Dentre as quais se destacaram, em densidade, Cirripedia sp. e espécies de copépodes das famílias Pseudodiaptomidae, Oithonidae, Acartiidae e Oncaeidae. Os copépodes foram os mais frequentes em todas as ocasiões anuais de coleta. Diferenças temporais de curta duração foram observadas, sendo a riqueza mais elevada nas baixa-mares e vazantes diurnas (2009 e 2011). Em relação as diferenças de média duração, riqueza e densidade foram mais elevadas em 2009 e 2011. As correlações aferidas entre parâmetros abióticos e índices ecológicos foram baixas e não significativas. Os fatores abióticos podem afetar a distribuição do zooplâncton, mas seus efeitos mostraram-se diluídos. Pode-se considerar que as baixas salinidades afetam a ocorrência das espécies, determinando o domínio de espécies oligohalinas. Há necessidade de intensificar as pesquisas e avaliar melhor os efeitos dos fatores abióticos sobre a comunidade do zooplâncton tanto a médio, como a longo prazo.

Palavras-chave: praias estuarinas; zooplâncton; ciclo de maré; fatores abióticos.

ABSTRACT

Zooplankton consists of heterotrophic organisms, which play an important role in transferring energy to higher trophic levels. This study aimed to investigate the structure of the zooplankton community at Chapeu Virado beach on the island of Mosqueiro (Belém, Pará), during periods of low rainfall (November and December), and to assess the importance of abiotic factors on possible differences in the recorded ecological parameters. The island of Mosqueiro encompass estuarine beaches, which are dominated by semi-diurnal tides with 3.60 m amplitude, subject to strong hydrodynamics. The samples used came from the collection held by the Laboratory of Aquatic Biology (BIOAQUA/ICB/UFPA). They were taken in four consecutive years (2009 to 2012), through the tidal course of a diel cycle each year. Sampling was carried out through subsurface horizontal tows, with a cylindrical-conical plankton net (150 µm).Sampling occasions and periods were decidedbased on the tides compiled from the tide tables (Directorate of Navigation Hydrography, Brazilian Navy) for the region. Temperature, pH and conductivity/salinity were measured*in situ*. Qualitative and quantitative analyzes of the biological material were done under stereoscopic microscopy. The abiotic variables had a stable behavior during the sampling period in each year, but with more accentuated variations between different years, notably conductivity and pH. Thirty-nine taxa were recorded at a specific level, with the vast majority of species belonging to the subphylum Crustacea. Among which, in terms of density, Cirripedia sp. and the families of Copepoda, Acartiidae, Paracalinidae, Pseudodiaptomidae, Oithonidae, Oncaeidae, Tachidiidae, Sergestidae, Bosminidae and Moinidaewere noteworthy. Copepods were the most frequent and dominant in all annual sampling occasions. Short-term temporal differences were observed, with the highest richness at low tides and diurnal ebbs (2009 and 2011). In relation to the differences of medium duration, richness and density were higher in 2009 and 2011. The correlations measured between abiotic parameters and ecological indices were low and not significant. Abiotic factors can affect zooplankton distribution, but their effects were diluted. Low salinities can affect the occurrence of species, determining the dominance of oligohaline species. There is a need to intensify research and better assess the effects of abiotic factors on the zooplankton community both considering medium and long term.

Key words: estuarine beaches; zooplankton; tide fluctuations; abiotic factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área de estudo, Praia do Chapéu Virado, na Ilha de Mosqueiro, Belém (Pará, Brasil)..... 6

Figura 2- Amplitude das marés e horários das coletas durante os ciclos nictemerais de cada ano: (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.....12

Figura 3 - Valores de temperatura da água obtidos durante ciclos nictemerais (2009 a 2012) ..13

Figura 4 - Valores de pH da água obtidos durante um ciclo nictemeral em: (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.....14

Figura 5 - Valores de condutividade da água obtidos durante um ciclo nictemeral em: (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.....15

Figura 6 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2009.....21

Figura 7 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2010.....21

Figura 8 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2011.....22

Figura 9 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2012.....22

Figura 10 – *Pseudodiaptomus* sp. (copepodito).....23

Figura 11 - Cirripedia sp (náuplio).....23

Figura 12 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2009.....24

Figura 13 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2010.....24

Figura 14 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2011 25

Figura 15 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2012.....25

Figura 16- Densidade (org. m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2009.....26

Figura 17 - Densidade (org. m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2010.....27

Figura 18 - Densidade (org. m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2011.....27

Figura 19 - Densidade (org. m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2012.....28

Figura 20 - Abundância relativa das espécies em 2009.....29

Figura 21 - Abundância relativa das espécies em 2010.....29

Figura 22 - Abundância relativa das espécies em 2011.....30

Figura 23 - Abundância relativa das espécies em 2012.....30

Figura 24 - Abundância relativa para cada horário em 2009.....31

Figura 25 - Abundância relativa para cada horário em 2010.....31

Figura 26 - Abundância relativa para cada horário em 2011.....32

Figura 27 - Abundância relativa para cada horário em 2012.....32

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIMBOLOS

BIOAQUA – Laboratório de Biologia Aquática

BM – baixa-mar

cp – copepodito

d – diurna

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DivEs – software desenvolvido pela empresa AntSoft Systems On Demand

ENC – enchente

ENOS – Eventos de El Nino/Oscilação Sul

FO – Frequência de Ocorrência

H’ – índice de diversidade de Shannon

Holo – holoplâncton

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICB – Instituto de Ciências Biológicas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

J – índice de equitabilidade de Pielou

jv – juvenil

lv - larva

mero – meroplâncton

mgp – megalopa

n – noturna

np – náuplio

OMM – Organização Mundial de Meteorologia

ONI – *Oceanic Niño Index* (Índice Oceânico El Niño)

pH – potencial hidrogeniônico

PM – preamar

PR – Paraná

S – índice de Riqueza

UFPA – Universidade Federal do Pará

Vg – véliger

VZ – vazante

WORMS – World Register of Marine Species

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS iv
EPÍGRAFE v
RESUMO vi
ABSTRACT vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES viii
LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIMBOLOS x
1 INTRODUÇÃO 1
2OBJETIVOS 5
2.1OBJETIVO GERAL 5
2.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3MATERIAL E MÉTODOS 6
3.1ÁREA DE ESTUDO 6
3.2AMOSTRAGEM 7
3.3ANÁLISE LABORATORIAL 8
3.4ANÁLISES DE DADOS 8
4RESULTADOS E DISCUSSÃO 12
4.1FATORES ABIÓTICOS 12
4.1.1Maré 12
4.1.2Temperatura 12
4.1.3Potencial Hidrogeniônico (pH) 14
4.1.4Condutividade 15
4.1.5ENOS 16
4.2FATORES BIÓTICOS 16
4.2.1Composição do Zooplâncton 16
4.2.2Riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância 21
4.2.3Frequência de Ocorrência 25
4.2.4Densidade do zooplâncton 28
4.2.5Abundância relativa das espécies 30
4.2.6Espécies Holo e Meroplanctônicas 32
4.2.7Correlação entre as variáveis abióticas e os parâmetros ecológicos 34
5CONCLUSÃO 38
REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O zooplâncton, derivado do grego *zoon* (animal) e *planktons* (errante), corresponde a um grupo de organismos heterotróficos que geralmente vivem à deriva na coluna d'água, se locomovendo apenas verticalmente na água, onde sua distribuição está sujeita às correntes e marés (Duarte & Silva 2008).

Esse grupo é composto por protistas e organismos não-fotossintetizantes, como copépodes, cladóceras e também alguns vertebrados, como larvas de peixes, possuindo um papel fundamental na teia trófica, ao servir de elo entre o fitoplâncton e outros organismos maiores; assim, auxiliando na ciclagem de nutrientes para os níveis acima e também, por ser transformado em detrito particulado quando morre, auxiliando no transporte de carbono particulado para o fundo marinho (Castello *et al.* 2015).

De acordo com o tempo de residência na comunidade, o zooplâncton pode ser classificado em meroplâncton ou holoplâncton. O holoplâncton é constituído por organismos planctônicos que passam toda a vida no plâncton, como copépodes (Longhurst 1985). Enquanto que o meroplâncton é composto por ovos e fases larvais, como larvas de peixes, crustáceos, moluscos, entre outros (Raymont 1983).

De um modo geral, as espécies realizam a migração vertical em um ciclo noturno para a superfície e no sentido oposto durante o ciclo diurno (Green 1971). Esse deslocamento tem como finalidade responder às necessidades do organismo, como alimentação e fuga de predação por organismos maiores (Ré 2005). A migração vertical na coluna d'água do zooplâncton tem como objetivo a busca de alimento nas camadas superficiais. Essas migrações quando associadas à intensidade da luz são chamadas de nictemerais (Castello *et al.* 2015).

Estudos de Villate (1997), Krumme & Liang (2004) e Li *et al*. (2006) mostram que a diversidade do zooplâncton é afetada não só pela hidrologia, mas também, pela variação no estoque pesqueiro e por fatores abióticos. A relação de distribuição dos copépodes em decorrência das variáveis ambientais também foi estudada (p.ex. Soetaert & Rijswijk 1993, Sarkar & Choudhury 1998, Lawrence *et al.* 2004, David *et al.* 2007) como a salinidade sendo um dos diversos parâmetros que afeta a distribuição vertical dos organismos planctônicos (Ara 2004, Froneman 2004, Uriarte & Villate 2005).

Tundisi (1970) estudou o plâncton estuarino, destacando a relevância de conhecer a distribuição espaço-temporal do fitoplâncton e zooplâncton e a relação com as variáveis ambientais. Foi registrada uma alta diversidade de espécies que estão

sujeitas à influência marinha, além de larvas de organismos bentônicos que chegam durante a preamar.

Montú & Cordeiro (1988) estudaram a composição e dinâmica da comunidade zooplanctônica da baía de Paranaguá-PR e como os fatores ambientais influenciam as espécies. Houve dominância de Copepoda e organismos meroplanctônicos, porém, não foi possível relacionar uma variação da biomassa com as mudanças de temperatura e salinidade.

Boltovskoy (1999) indicou que a comunidade zooplanctônica oceânica no Brasil é composta por uma baixa densidade e alta diversidade específica.

Apesar da grande relevância ecológica do zooplâncton, Machado *et al.* (1980), destacam a escassez de trabalhos sobre o plâncton do Atlântico equatorial. Na região norte do Brasil,entre os trabalhos sobre comunidades zooplanctônica marinhas e estuarinas, podemos citar:

Peres (1999) estudou a comunidade zooplanctônica no estuário do rio Caeté, em Bragança. A estrutura da comunidade variou de acordo com o período noturno e diurno, havendo dominância de seis grupos: *Acartia* sp., Harpacticoida, Isopoda, Cnidaria, zoeas e *Sagitta* sp.

As comunidades zooplanctônica de diversos setores do estuário das baías de Guajará-Marajó foram estudadas por autores como Rodrigues *et al*. (2008), Mesquita *et al.* (2007), Silva *et al.* (2008), Lobato *et al.* (2009), Miranda *et al.* (2010), Silva *et al.* (2010) e Monteiro *et al*. (2011).

Lobato et al (2009) estudaram o zooplâncton da baía do Guajará junto ao furo do Maguari no período de menor pluviosidade, encontraram organismos dos grupos Rotifera, Mollusca (larvas de Gastropoda), Cladocera, Copepoda (Cyclopoida e Calanoida) e Insecta (larvas), com maior abundância de Copépodos ciclopoideos e grande número de indivíduos em fase de copepodito e náuplio.

Belúcio *et al.* (2017) estudaram a variação do zooplâncton em função dos ciclos nictemerais e de marés, na praia do Murubira, também localizada em Mosqueiro (Belém, PA). As autoras destacaram a dominância de crustáceos cirripédias e copépodes (Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida) e que o ecossistema estuarino local é principalmente influenciado por marés, em alternativa à influência do ciclo nictemeral.

Morais *et al.* (2018) investigaram a comunidade zooplanctônica encontrada na Praia do Chapéu Virado, a qual foi dominada por crustáceos, especialmente cirripédias, do meroplâncton; e copépodes (Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida), do

holoplâncton. No holoplâncton, destacaram-se *Pseudodiaptomus* sp. (copepoditos) e secundariamente *P. Richardi* (Dahl 1894).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (1996), apresenta duas regiões fisiográficas bem diferenciadas à zona costeira paraense: a Costa Atlântica do Salgado Paraense e as Áreas Marinho-Fluviais do Golfão Amazônico. O Rio Pará/Baía do Marajó, onde localiza-se a Ilha de Mosqueiro, está situada nas áreas Marinho-Fluviais do Golfão Amazônico, sendo uma parte continental estuarina.

A ilha de Mosqueiro, localizada às margens da Baía de Marajó, é caracterizada por praias estuarinas, com domínio de mesomarés semidiurnas e amplitudes de maré de até 3,60 m (DHN 2021). Muitas dessas praias têm importância ecológica, econômica e social.

As praias estuarinas são constituídas por sedimentos inconsolidados, como areia, cascalhos e conchas, sujeitos a ações de ondas e correntes (Roman & Nordstrom 1996). Quando perto de grandes rios, são sistemas dinâmicos constantemente moldados por marés, ondas e entradas *inputs* de sedimentos fluviais (Dai*et al.* 2018).

De acordo com Belúcio *et al.* (2017), as praias dos estuários amazônicos apresentam características peculiares, como o sistema de macromarés e a elevada descarga de material particulado. São, ainda, influenciadas pela complexa rede hidrográfica, representada pelo rio Amazonas e afluentes, onde se encontram rios sob influência das marés. Também apresentam alto nível de produtividade primária e secundária, que fornece nutrientes para diversos organismos aquáticos (Costa *et al.* 2013).

Estudos como os de Lobato *et al.* (2009) e Moraes (2014) caracterizaram o zooplâncton e a predominância da influência do ciclo de marés em escala local sobre este, em regiões próximas. Mas é provável que fenômenos em megaescala, como ENOS, possam também exercer influência sob essas comunidades, a exemplo do relatado para outras áreas por Palomares-García *et al.* (2001), Palomares-García *et al.* (2003) e Diniz *et al.* (2018), que relacionaram a intensidade dos eventos ENOS com as mudanças das comunidades planctônicas, e diminuição da produtividade primária.

Segundo a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), os eventos de El Nino/Oscilação Sul (ENOS) são padrões naturais de mudanças climáticas, tendo duração de até dezoito meses e ocorrendo de dois a sete anos no oceano Pacífico, sendo o principal fator para a ocorrência das alterações climáticas ao redor do mundo. O

ENOS é classificado em duas fases: o El Niño e a Lã Niña, ocorrendo, respectivamente, o aquecimento e resfriamento das águas oceânicas.

Mota (2018) relata que o ENOS afeta negativamente a comunidade zooplanctônica, alterando a diversidade e riqueza de espécies, principalmente durante o El Niño. Durante o El Niño, há uma alta variabilidade ambiental, que ocasiona a diminuição do zooplâncton e impende a permanência das espécies na comunidade em decorrência do maior aporte de águas oceânicas (Adler & Drake 2008, Shurin *et al*. 2010, Bonecker *et al*. 2013, Simões *et al.* 2013).

Os efeitos causados pelas fases do ENOS no ambiente amazônico são investigados no presente trabalho, com ênfase para compreender como a comunidade zooplanctônica varia com a intensidade do evento.

O presente estudo faz parte de um projeto mais amplo, que estuda as comunidades bióticas e seus ciclos vitais na região estuarina da costa paraense, desenvolvido junto ao Laboratório de Biologia Aquática (ICB-UFPA). Desse modo, este trabalho visa caracterizar a comunidade zooplanctônica da praia do Chapéu Virado (Distrito de Mosqueiro, Belém, Pará), que ocorre no período de menor pluviosidade em quatro anos consecutivos, levando em consideração a influência de fatores nictemerais, de marés e intensidade de eventos ENOS.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Descrever a composição e as densidades absolutas e relativas de zooplâncton durante períodos secos (novembro a dezembro) em uma praia estuarina no norte do Brasil, verificando as relações com as oscilações de maré e variações interanuais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as espécies e avaliar os parâmetros da comunidade zooplanctônica, tais como, riqueza, equitabilidade, diversidade e dominância;
- Estabelecer possíveis diferenças temporais de curta e média duração no zooplâncton;
- Avaliar a importância dos fatores abióticos na estrutura da comunidade do zooplâncton.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Pará é dividido em três regiões fisiográficas na zona costeira, sendo 1) Setor Costa Atlântica do Salgado Paraense, 2) Setor Insular Estuarino e 3) Setor Continental Estuarino. A ilha de Mosqueiro está situada no Setor Continental Estuarino, no qual as praias estão ligadas às influências da Baía do Guajará (Alves *et al.* 2005).

A influência de ondas, ventos e correntes caracterizam o ambiente estuarino na ilha (Viana 2013). A orla costeira da ilha de Mosqueiro é caracterizada por marés semidiurnas, contendo intervalos de aproximadamente 5 a 7 horas entre preamar e baixa-mar; além de apresentar valores de amplitudes de maré maiores em maré de sizígia e menores em maré de quadratura (Short 1982). Além disso, durante a maré de sizígia na ilha, as correntes de maré atingem velocidades médias acima do padrão, assim, alterando a morfologia praial e atingindo as construções mais próximas da praia (Pinheiro 1987).

A ilha de Mosqueiro tem como característica praias de água doce, com salinidade média de 0,23 a 0,08, as quais tornam a região um importante ponto turístico do município de Belém, onde em determinadas épocas do ano, recebe visitantes de municípios do Pará e de outros estados (Ferreira 2010). Dentre as 24 praias que compõem a ilha, a praia do Chapéu Virado (Figura 1) está localizada nas coordenadas 01º08’24,6” S e 48º27’22,5” W, sendo uma das praias mais visitadas da região.

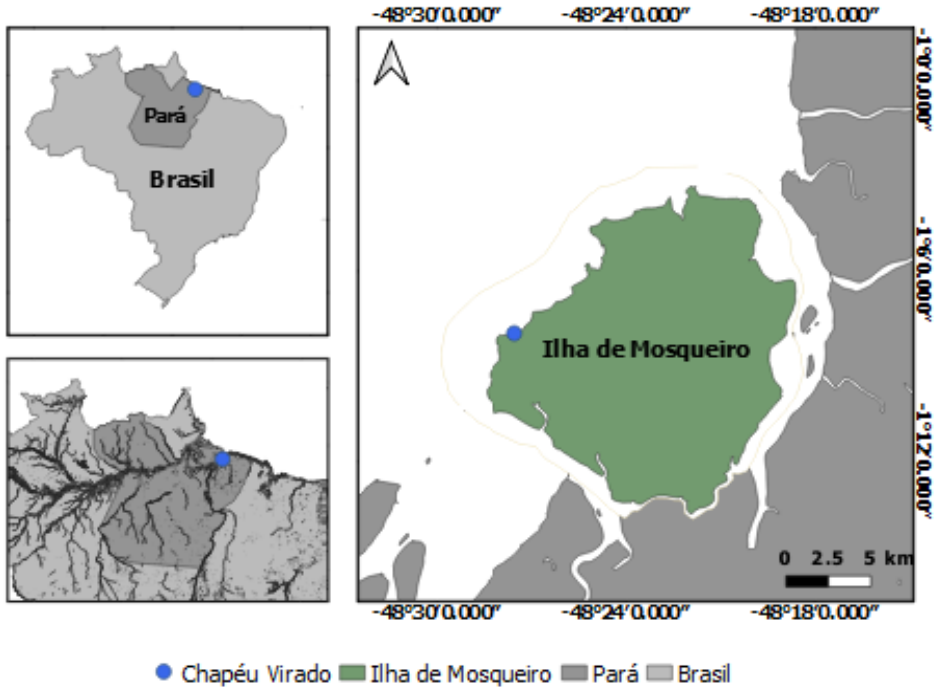

Figura 1 - Localização da área de estudo, Praia do Chapéu Virado, na Ilha de Mosqueiro, Belém (Pará, Brasil). Fonte: Elaborado pela autora, a partir de IBGE. Datum (SIRGAS 2000).

3.2 AMOSTRAGEM

As amostras de zooplâncton utilizadas neste trabalho fazem parte da coleção do Laboratório de Biologia Aquática (BIOAQUA - ICB/UFPA) e foram obtidas, em quatro anos consecutivos (2009 a 2012), através de coletas nictemerais, realizadas na praia do Chapéu Virado (Figura 1), sempre nos meses de novembro/dezembro, que corresponde ao final do período de menor pluviosidade no local.

A amostragem foi realizada através de arrastos horizontais subsuperficiais percorrendo 200 metros de distância, com uma rede de plâncton cilindro-cônica medindo um metro de comprimento, boca de 30 cm de diâmetro, abertura de malha de 150µm, equipada com fluxômetro, para determinação do volume de água filtrada.

O material coletado foi armazenado em recipientes plásticos de 250 ml, e fixado no formol a 4%, devidamente etiquetados. Os horários de coleta, durante cada ciclo nictemeral, foram selecionados de acordo com as Tábuas das Marés para a região (DHN, 2009, 2010, 2011 e 2012).

Dados abióticos, como temperatura (°C), pH e condutividade (µS/cm) foram medidos *in situ*, com auxílio de uma sonda multiparamétrica da marca HANNA modelo HI-9828. Dados de precipitação utilizados foram oriundos da estação meteorológica

Belém A201, localizada a cerca de 30 km da Praia do Chapeu Virado e pertencente a Rede de Estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

3.3 ANÁLISE LABORATORIAL

As análises qualitativas e quantitativas do material biológico foram realizadas em laboratório sob microscopia estereoscópica, em câmaras de *Bogorov*. O procedimento consistia na retirada de pelo menos três subamostras de 5 ml ou, quando necessário, sendo analisada toda a amostra. Em relação à identificação taxonômica dos organismos, foi realizada sob microscópio estereoscópico e microscópio óptico comum, sempre que possível em nível de espécie, com o auxílio de chaves taxonômicas, e consulta**s** à literatura específica.

Após a identificação em nível de grupos, foi feita a determinação das espécies sob microscópio ótico (Olympus CX41), com auxílio de bibliografia especializada (p.ex. Björnberg 1963 e 1965, Boltovskoy 1981 e 1999, Robertson & Hardy 1984, Tregouboff &Rose 1957, Herbst 1967, Elmoor-Loureiro 1997, Montú & Gloeden 1998, Dussar & Defaye 2001, Ueda & Reid 2003).

3.4 ANÁLISES DE DADOS

Para a análise estatística, foram realizados cálculos de diversidade, riqueza, frequência de ocorrência, dominância, abundância relativa, densidade média e equitabilidade para a comunidade zooplanctônica através do software DivEs– Diversidade de Espécies – disponível na versão 4.16 (Rodrigues2015).

Para os cálculos de diversidade foram utilizados os índices de Shannon, medindo amostras aleatórias de espécies da comunidade baseado na teoria de Shannon (1949) através da seguinte fórmula:

$$H' = -\sum p_i * \ln p_i,$$

sendo: $p_i = n_i/N$

H'= índice de Shannon

p_i= proporção da espécie em relação ao n^o total de espécies encontradas na amostra i;

ln = logaritmo de base neperiana (e);

n_i= número de indivíduos amostrados para a espécie i;

N = número total de indivíduos amostrados.

O índice J de Pielou é uma medida de equitabilidade que compara a diversidade de Shannon com a distribuição observada das espécies, na qual a diversidade é maximizada. Este índice é obtido através da equação:

$$J= H'/Hmax',$$

sendo:H'= índice de Shannon

Hmax' = Ln(S)

S = número de espécies amostradas

Segundo Zar (1996), três bases logarítmicas são geralmente utilizadas para o cálculo destes índices, em ordem decrescente de frequência de uso: base *2*, base *e* (neperiano) e base *10*. Portanto, os valores foram padronizados em logaritmo neperiano.

Para o cálculo de dominância foi utilizado o índice de Berger-Parker que considera a maior proporção da espécie com maior número de indivíduos. É calculada através da seguinte equação:

$$D = Nmax/NT,$$

sendo:Nmax= o número de indivíduos da espécie mais abundante

NT = o número total de indivíduos na amostra.

A avaliação numérica para riqueza foi estimada através do teste de Jackknife de primeira ordem, considerado bom estimador. A equação que determina esses valores é:

$$ED= S_{obs}+ S_1((f-1)/f)$$

sendo:ED= estimador de riqueza Jackknifede 1° ordem

Sobs= número total de espécies observadas em todas as amostras

S1= número de espécies presentes somente em uma amostra

f= número de amostras

Ainda através dos dados qualitativos obtidos através da identificação dos organismos foi calculada a frequência de ocorrência (Matteucci& Colma 1982), através da fórmula:

$$FO = P \times 100 / p,$$

sendo:P o número de amostras contendo a espécie em questão e

p é o número total de amostras.

A partir da qual os táxons podem ser classificados nas seguintes categorias:

- MF > 70% = Muito frequentes
- F com 40% < F ≤ 70% = Frequentes
- PF com 10% < F ≤ 40% = Pouco frequentes

- E com F ≤ 10% = Esporádicas

Já os dados quantitativos foram utilizados para cálculo de densidade total, densidade nos horários de coleta e densidade de organismos nas amostras. Para densidade total (org/m^3) a fórmula que utilizamos esses resultados é:

$$d_T = \sum d_H$$

sendo:d_H obtido pela razão entre o número total de organismos em cada horário e o volume de água filtrado pela rede em cada horário de coleta, demonstrado na equação abaixo:

$$d_H = N_H/V_H$$

sendo:N_H = número de organismos encontrados na amostra em cada horário de coleta;

V_H = volume de água filtrado pela rede em cada horário de coleta.

O valor de N_H é dado por:

$$N_H = n_A * V_C/V_{A,}$$

sendo:n_A= o número de organismos encontrados nas alíquotas;

V_C = o volume total da amostra;

V_A = volume da alíquota contada.

O critério utilizado para determinação do número de alíquotas a serem registradas quanto ao número de indivíduos foi o de contar 400 exemplares da espécie mais abundante. Isto permite trabalhar com intervalos de confiança de ±10 % da média, a um nível de significância de 95 %. O volume de água filtrado pela rede (V) foi calculado em m^3, segundo a fórmula:

$$V = \pi * (\Phi)^2 * dist /4 ,$$

sendo:V = volume de água filtrada pela rede em m^3

π = é uma constante matemática equivalente a aproximadamente 3,1415926.

Φ = diâmetro da rede

dist = a distância percorrida pela rede durante o arrasto (em metros).

Para calcular a densidade das espécies é utilizada a fórmula abaixo:

$$d_S = n_S/V$$

sendo: n= n^o de organismos obtido para cada amostra, nas diversas alíquotas contadas em câmara de Bogorov

V = o volume em litros filtrado pela rede de plâncton.

A Abundância relativa de cada horário de coletado é dada pela fórmula:

$$A_H = d_H/D_T*100$$

sendo: A_H= abundância de cada horário

d_H= densidade das espécies em cada horário

D_T= densidade total da amostra

Para Abundância relativa das espécies é usado a equação:

$$Ai= di/D_T * 100$$

sendo:Ai= abundância relativa da espécie

di= densidade de cada espécie nas amostras

D_T= densidade total das espécies

A partir de suas abundâncias relativas, é possível classificar as espécies como se segue:

- Ai >70% = espécie dominante;
- Ai ≤ 70% e > 40% = espécie abundante;
- Ai ≤ 40% e > 10% = pouco abundante;
- Ai ≤10% = espécie rara.

A correlação de Spearman foi introduzida em 1904, sendo uma alternativa substituta da correlação de Pearson. Utilizando as variáveis X e Y para estimar a correlação através da estatística abaixo:

$$r_s = 1 - \frac{6x \sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n^3 - n}$$

sendo: $d_i = r_x - r_y$, onde r_x e r_y variam de *1* a *n.*

Os resultados servem para verificar se o coeficiente de correlação de postos varia de -1 (maior correlação negativa) e 1 (maior correlação positiva).

Quando há uma inversão dos valores da variável Y em relação à variável X ocorre a correlação negativa. Quanto a correlação positiva, ocorre se os postos das duas variáveis seguem aproximadamente o mesmo padrão. Os coeficientes de correlação quando apresentam valores próximos de zero sugerem a não existência de correlação linear entre as duas variáveis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 FATORES ABIÓTICOS

4.1.1 Maré

As marés que atingem a região são marés semidiurnas, havendo, em geral, duas baixa-mares e duas preamares no dia. De acordo com a DHN (2009, 2010, 2011 e 2012), a amplitude de marés para o período de coleta foi de cerca de 3,0 m, sendo maior no ano de 2011 (Figura 2a-d).

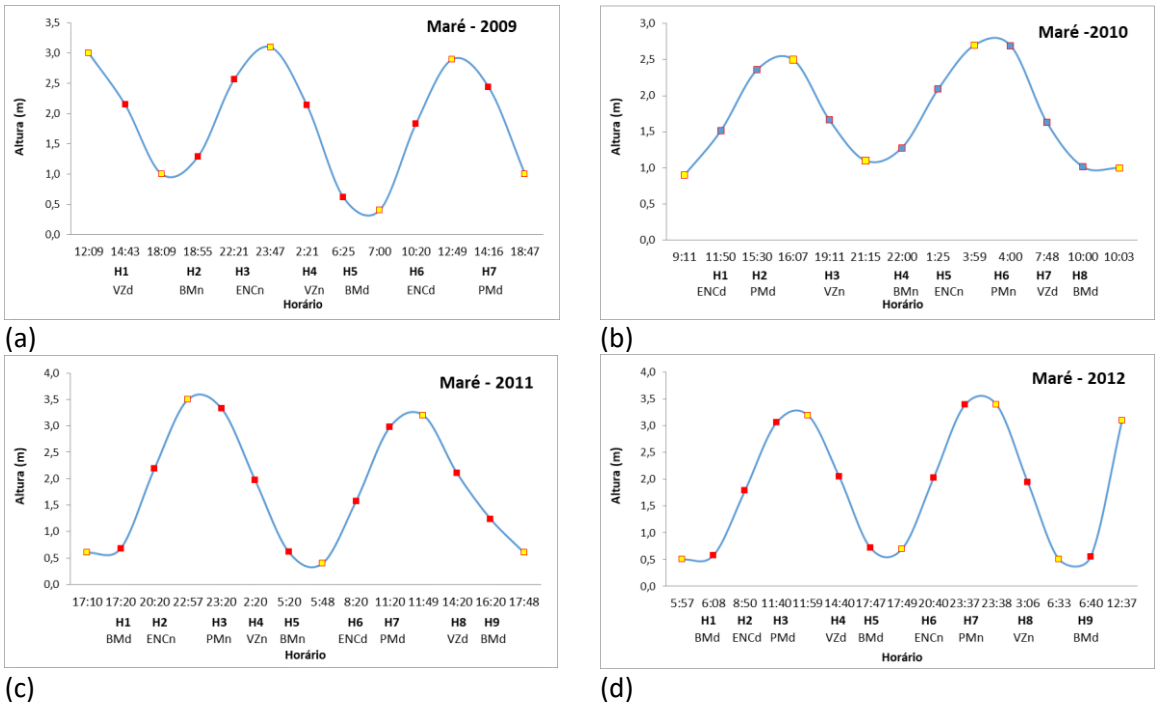

Figura 2 – Amplitude das marés e horários das coletas durante os ciclos nictemerais de cada ano:(a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.**Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Pinheiro (1987) e França (2003) relataram que a influência da distribuição de maré no período menos chuvoso está sujeita a entrada de água oceânica, tornando as águas da região mais salobra.

4.1.2 Temperatura

A temperatura da água (Figura 3) apresentou uma estabilidade térmica ao longo do período de coletas. No ano de 2009 (figura 3a),ocorreumenor valor na vazante noturna (H4 = 26,7°C) e maior na preamar diurna (H7 = 30°C).

Em relação ao ano de 2010, a temperatura da água (Figura 3b) apresentou valor maior na enchente diurna (H2 = 32°C) e menor valor na vazante diurna (H7 = 26,5°C).

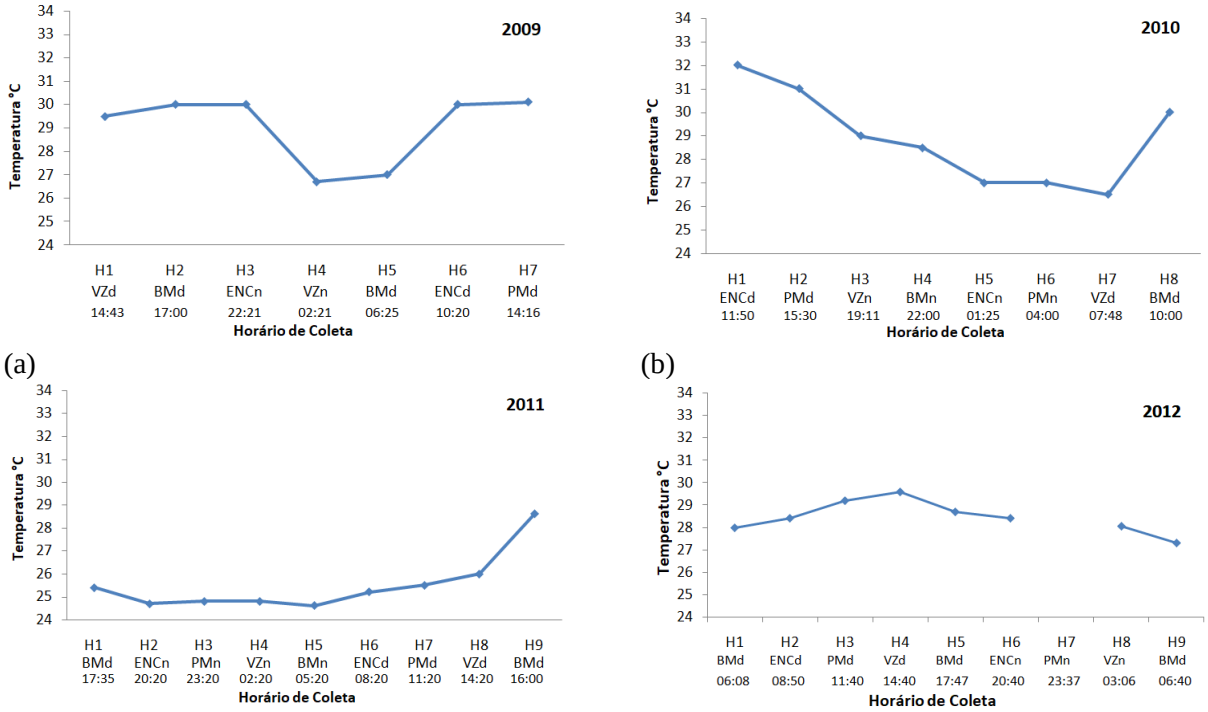

Figura 3 - Valores de temperatura da água obtidos durante um ciclo nictemeral em 2009 a 2012. **Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

A Figura 3c, relativa ao ano de 2011, apresentou menores valores de temperatura quando comparados aos anos anteriores. Apresentando valor mínimo na baixa-mar noturna (H5 = 24,6°C) e valor maior na baixa-mar diurna (H9 = 28,6°C).

No ano de 2012, ocorreram oscilações na temperatura da água (Figura 3d), com valor máximo na vazante noturna (H4 = 29,6°C) e menor valor na baixa-mar diurna (H9 = 27,3°C).

É possível notar uma variação pequena nos valores durante o ciclo nictemeral, estando entre 24,6°C a 31°C. Essa oscilação de temperatura no ambiente amazônico demonstra que a variação diária tem maior amplitude que a variação sazonal (Guimarães *et al.* 2013).

Dados da Estação Meteorológica de Belém demonstram que no período menos chuvoso, ao qual que foram realizadas as coletas, ocorreu intensas chuvas, com precipitação diária variando de 7,8 mm a 27,9 mm.

4.1.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH (Figura 4a-d) apresentaram estabilidade durante os horários de coleta. No ano de 2009, apresentou maior valor enchente diurna (H6 = 6,9ppm) e menor valor na baixa-mar(H5 = 6,6 ppm).

Durante a coleta de 2010, os valores de pH (Figura 4b) apresentaram uma oscilação, com valor máximo na preamar noturna (H6 = 7 ppm) e mínimo na baixa-mar diurna (H8 = 6,2 ppm).

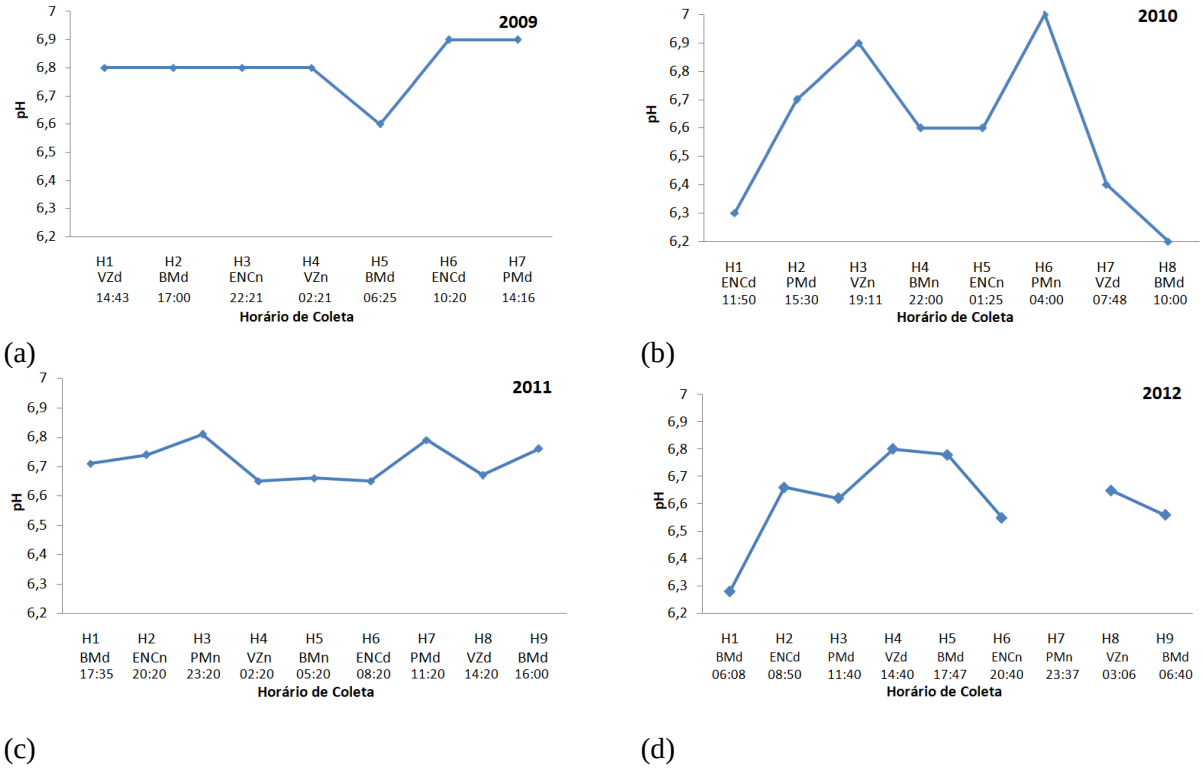

Figura 4 - Valores de pH da água obtidos durante um ciclo nictemeral em: (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.**Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

No ano de 2011, ocorreram oscilações mais suaves nos valores de pH (Figura 4c), apresentando máximo preamar noturna (H3 = 6,81 ppm) e mínimo na preamar diurna (H6 = 6,65 ppm).

No ano de 2012, os valores de pH (Figura 4d) apresentaram menor valor na baixa-mar diurna (H1 = 6,28 ppm) e maior na vazante diurna (H4 = 6,80 ppm).

Nos anos de 2010 e 2012 apresentaram as maiores oscilações durante o mesmo período nictemeral. Ainda assim, todos os valores de pH encontrados estão na faixa de 6,20ppm a 7,00 ppm, caracterizando as águas do ambiente como levemente ácidas a

neutras. Moraes (2014) descreve que essa variação está associada à entrada de ácidos fúlvicos e húmicos.

4.1.4 Condutividade

Os valores de condutividade obtidos nas ocasiões anuais de coleta são apresentados na Figura 5.

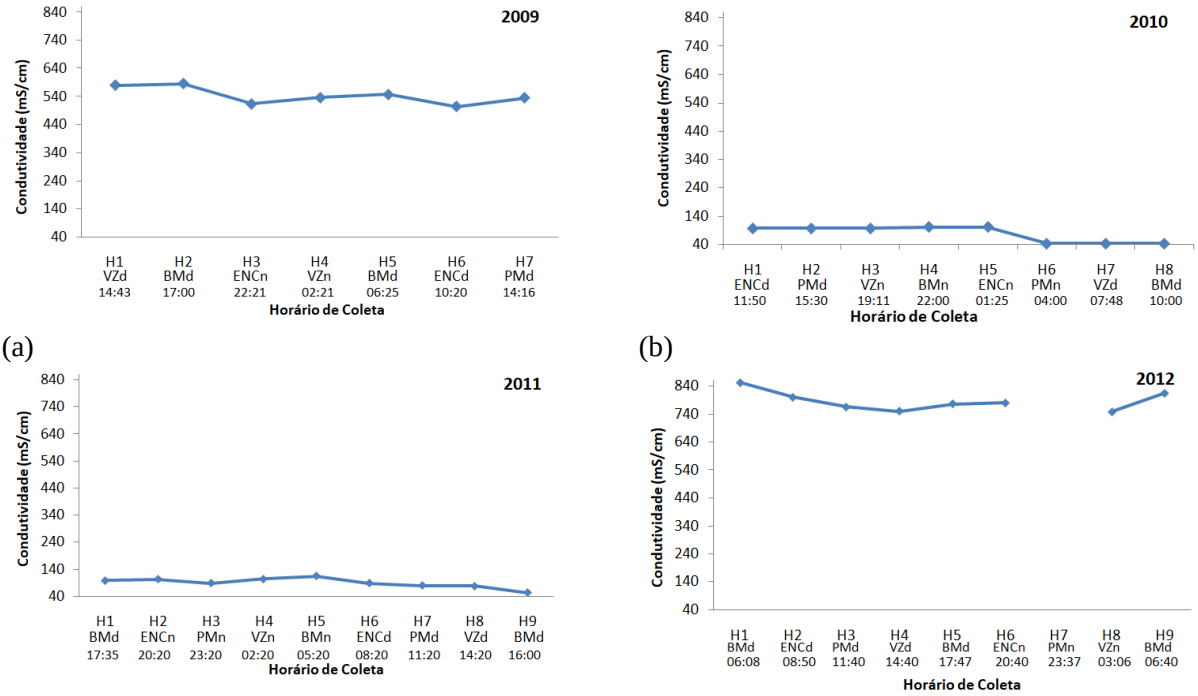

Figura 5 - Valores de condutividade da água obtidos durante um ciclo nictemeral em: (a) 2009, (b) 2010, (c) 2011 e (d) 2012.**Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

A condutividade elétrica em 2009 (Figura 5a) apresentou o valormais baixos na enchente diurna (H6 = 504µS/cm) e o mais elevado na baixa-mar noturna (H2 = 582 µS/cm). No ano de 2010 (Figura 5b), apresentou o menor valor na baixa-mar diurna (H8 = 42,6 µS/cm) e o maior, na preamar noturna (H6 = 100 µS/cm).

O valor de condutividade referente ao ano de 2011, foi menor na baixa-mar diurna (H9 = 52,3 µS/cm) e maior na baixa-mar noturna (H5 = 113,8 µS/cm).

Em 2012, a condutividade apresentou menor valor na vazante noturna (H8 = 748 µS/cm) e maior na baixa-mar diurna (H1 = 853 µS/cm). Os valores foram os mais elevados dentre todos os anos amostrados.

Os valores de condutividade refletem que as águas do ambiente praial durante o período seco são levemente influenciadas pela entrada de águas oceânicas, causando

aumento na condutividade.Comparativamente, os valores mais baixos e estáveis de condutividade ocorreram nos anos de 2010 e 2011.

4.1.5 ENOS

Os Eventos de El Nino/Oscilação Sul podem ser caracterizados por meio de índices, como o Índice Oceânico Niño (*Oceanic Niño Index* – ONI) definido pela média móvel trimestral da anomalia de temperatura da superfície do mar (ATSM) para a região do Niño 3.4, por no mínimo, cinco meses consecutivos, onde a anomalia maior que 0,5°C está associada a El Niño e inferior a -0,5°C está associada a La Niña (INPE 2022).

El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical. Enquanto a La Niña apresenta características opostas ao EL Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais (INPE, 2022).

Os valores de ONI (*Oceanic Niño Index*) que expressam a intensidade dos eventos ENOS (Tabela 1) mostram que durante a coleta em 2009 foi caracterizado pelo fenômeno de El Niño. Enquanto que nos anos de 2010 e 2011, o período foi caracterizado com presença de La Niña. Em contrapartida, no ano de 2012, o evento ENOS teve menor intensidade, assim, não tendo efeito no período de coleta.

Tabela 1 – Intensidade dos eventos ENOS - La Niña em azul e El Niño em vermelho durante os anos de coletas, expressos pelos valores de ONI.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
2009	**-0,8**	**-0,7**	**-0,5**	-0,2	0,1	0,4	**0,5**	**0,5**	**0,7**	**1**	**1,3**	**1,6**
2010	**1,5**	**1,3**	**0,9**	0,4	-0,1	**-0,6**	**-1**	**-1,4**	**-1,6**	**-1,7**	**-1,7**	**-1,6**
2011	**-1,4**	**-1,1**	**-0,8**	**-0,6**	**-0,5**	-0,4	**-0,5**	**-0,7**	**-0,9**	**-1,1**	**-1,1**	**-1**
2012	**-0,8**	**-0,6**	**-0,5**	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0	-0,2

Fonte: NOAA, 2021.

4.2 FATORES BIÓTICOS

4.2.1 Composição do Zooplâncton

A composição taxonômica dos organismos encontrados na comunidade planctônica é apresentada na Lista 1. O arranjo taxonômico adotado foi baseado na plataforma World Register of Marine Species (WORMS).

Lista 1 - Lista taxonômica de organismos zooplanctônicos encontrados no Chapéu Virado

Reino CHROMISTA Cavalier-Smith,1981

Filo CILIOPHORA Doflein, 1901 *emend.*

Classe OLIGOTRICHEA Bütschli, 1887

Subclasse OLIGOTRICHIA Bütschli, 1887

Ordem CHOREOTRICHIA Small & Lynn, 1985

Subordem TINTINNINA Kofoid & Campbell, 1929

Tintinnina sp.

Reino ANIMALIA Linnaeus, 1758

Filo CNIDARIA Hatschek, 1888

Classe ANTHOZOA Ehrenberg, 1834

Anthozoa sp.

Filo MOLLUSCA Linnaeus, 1758

Classe GASTROPODA Cuvier, 1795

Gastropoda sp. (Véliger)

Filo ANNELIDA Lamarck, 1802

Classe POLYCHAETA Grube, 1850

Família SYLLIDAE Grube, 1850

Syllidae sp. (larva)

Filo ARTHROPODA von Siebold, 1848

Subfilo CHELICERATA Heymons, 1901

Classe ARACHINIDA Lamarck, 1801

Subclasse ACARI Leach, 1817

Superordem ACARIFORMES Zakhvatkin, 1952

Acariformes sp. (larva)

(continua)

Filo ARTHROPODA von Siebold, 1848

Subfilo CRUSTACEA Brünnich, 1772

Classe BRANCHIOPODA Latreille, 1817

Subclasse PHYLLOPODA Preuss, 1951

Superordem DIPLOSTRACA Preuss, 1951

Ordem ANOMOPODA G.O. Sars, 1865

Família BOSMINIDAE Baird, 1845

Gênero BOSMINOPSIS Richard, 1895

Bosminopsis sp. (larva)

Bosminopsis deitersi Richard, 1895

Família MOINIDAE Goulden, 1968

Gênero MOINA Baird, 1850

Moina minuta Hansen, 1899

Classe HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren & Zaharof, 2013

Subclasse COPEPODA Milne Edwards, 1840

Ordem CALANOIDA Sars G.O., 1903

Calanoida sp. (náuplio)

Família Acartiidae Sars G.O., 1903

Gênero *Acartia* Dana, 1846

Acartia sp. (copepodito)

Acartia tonsa Dana1849

*Acartia*sp2

Família Paracalanidae Giesbrecht, 1893

Gênero *Paracalanus* Boeck, 1865

Paracalanus sp. (copepodito)

*Paracalanus*sp2

(continua)

Subfilo CRUSTACEA Brünnich, 1772

Classe HEXANAUPLIA Oakley, Wolfe, Lindgren & Zaharof, 2013

Subclasse COPEPODA Milne Edwards, 1840

Ordem CALANOIDA Sars G.O., 1903

Família Pseudodiaptomidae Sars G.O., 1902

Gênero *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884

*Pseudodiaptomu*s sp. (copepodito)

Pseudodiaptomus gracilis(Dahl F., 1894)

Pseudodiaptomus richardi (Dahl F., 1894)

Pseudodiaptomus marshi Wright S., 1936

*Pseudodiaptomus*sp2

Ordem CYCLOPOIDA Burmeister, 1834

Cyclopoida sp. (náuplio)

Família Oithonidae Dana, 1853

Gênero *Oithona* Baird, 1843

Oithona sp. (copepodito)

Oithona bjornbergae Ferrari F.D. & Bowman, 1980

Oithona simplex Farran, 1913

Família Oncaeidae Giesbrecht, 1893

Gênero *Oncaea* Philippi, 1843

Oncaea venusta Philippi, 1843

Oncaea sp. (copepodito)

Oncaea sp2

Oncaea sp3

Ordem HARPACTICOIDA Sars G.O., 1903

Família Tachidiidae Sars G.O., 1909

Gênero *Euterpina* Norman, 1903

Euterpina acutifrons (Dana, 1847)

Euterpina sp. (copepodito) (continua)

Subfilo CRUSTACEA Brünnich, 1772

Classe THECOSTRACA Gruvel, 1905

Subclasse CIRRIPEDIA Burmeister, 1834

Cirripedia sp. (náuplio)

Classe MALACOSTRACA Latreille, 1802

Subclasse EUMALACOSTRACA Grobben, 1892

Superordem PERACARIDA Calman, 1904

Ordem AMPHIPODA Latreille, 1816

Subordem HYPERIIDAE Dana, 1852

Hyperiidae sp.

Ordem ISOPODA Latreille, 1817

Isopoda sp. (larva)

Ordem CUMACEA Kroyer, 1846

Cumacea sp.

Superordem EUCARIDA Calman, 1904

Ordem DECAPODA Latreille, 1802

Subordem PLEOCYEMATA Burkenroad, 1963

Infraordem BRACHYURA Linnaeus, 1758

Brachyura sp. (zoea)

Brachyura sp2 (megalopa)

Subordem DENDROBRANCHIATA Spence Bate, 1888

Dendrobranchiatasp. (larva)

Superclasse OLIGOSTRACA Zrzavý, Hypša & Vlášková, 1997

Classe OSTRACODA Latreille,1802

Ostracoda sp. (larva)

Subfilo HEXAPODA Latreille, 1825

Classe INSECTA Linnaeus, 1758

Insecta sp. (larva)

(continua)

Filo CHAETOGNATHA Leuckart, 1854

Classe SAGITTOIDEA Claus& Grobben, 1905

Sagittoidea sp.(Juvenil)

Na praia do Chapéu Virado, foram encontrados 39 táxons específicos, pertencentes aos táxons superiores Ciliophora, Cnidaria, Mollusca, Polychaeta, Chelicerata, Crustacea, Insecta e Chaetognatha.

O grupo de maior destaque foi Crustacea, composto por Branchiopoda, Copepoda (Hexanauplia), Cirripedia (Thecostraca), Amphipoda, Isopoda, Cumacea (Peracarida), Brachyura e Dendrobranchiata (Eucarida) e Ostracoda. As fases larvais de diversos organismos planctônicos também se destacaram.

A subclasse Copepoda, também dentre os crustáceos, foi o grupo de maior diversidade, com representantes das ordens Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida.

Dentre os calanoides, foram importantes as famílias Pseudodiaptomidae, Paracalinidae e Acartiidae. Enquanto que, as pertencentes à ordem Cyclopoida foram Oithonidae e Oncaeidae.As espécies de maior destaque foram *Oithona bjornbergae*, Cirripedia sp., *Pseudodiaptomus* sp., *Acartia* sp., *Acartia tonsa* e *Pseud. richardi*.

Lobato *et al.* (2009), estudando o zooplâncton da baía do Guajará junto ao furo do Maguari (cerca de 20 km antes por via marítima) no período de menor pluviosidade, encontraram organismos dos grupos Rotifera, Mollusca, Cladocera, Copepoda (Cyclopoida e Calanoida) e Insecta (larvas). A exceção de Rotifera, todos os demais grupos também foram encontrados no presente trabalho. Os copépodos ciclopoideos estiveram em maior abundância, com destaque para espécies dos gêneros *Thermocyclop*s*e* *Oithona*. Os copépodos calanoides também estiveram bem representados especialmente pelos gêneros *Pseudodiaptomus* e *Notodiaptomus*.

Moraes (2014),estudando o zooplâncton em Colares (cerca de 28 km depois por via marítima), identificou 28 táxons na região, predominando organismos do subfilo Crustacea. 70% das espécies/grupos encontradas por Moraes (2014) foram também registrados neste trabalho.

4.2.2 Riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância

Os índices de riqueza, diversidade e equitabilidade/dominância constam nas figuras 6 a 9,respectivamente para os anos de 2009, 2010, 2011 e 2012.

A riqueza calculada por ocasião anual de coleta foi de 114,41 em 2009, 73,99 (2010), 158,75 (2011) e 139,04 (2012), sendo, portanto mais elevada no ano de 2011. A riqueza de organismos planctônicos teve valor máximo (36)durante a baixa-mar diurna, em 2009 e mínima (1,8) na baixa-mar diurna em 2012 (Figuras 6 a 9).

A diversidade calculada por ocasião anual de coleta foi de 12,636 bits/ind. em 2009, 9,0648 bits/ind. em 2010, 11,35 bits/ind. em 2011 e 8,6763 em 2012 (Figuras 6 a 9), sendo, portanto mais elevada em 2009.A diversidade do zooplâncton teve valor máximo (2,61) durante a vazante diurna em 2011 e mínima (0,40) na baixa-mar diurna em 2011 (Figura 8).

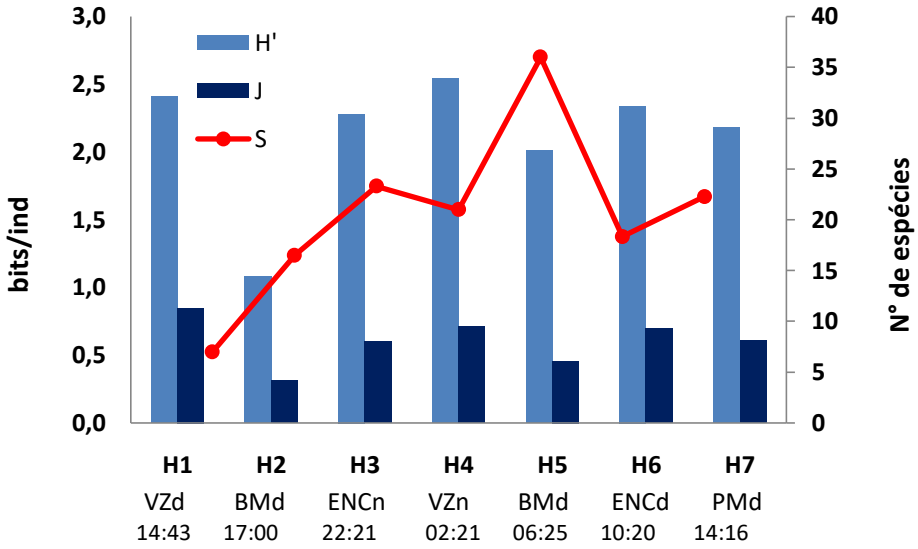

Figura 6 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2009.**Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = preamar e ENC= enchente.

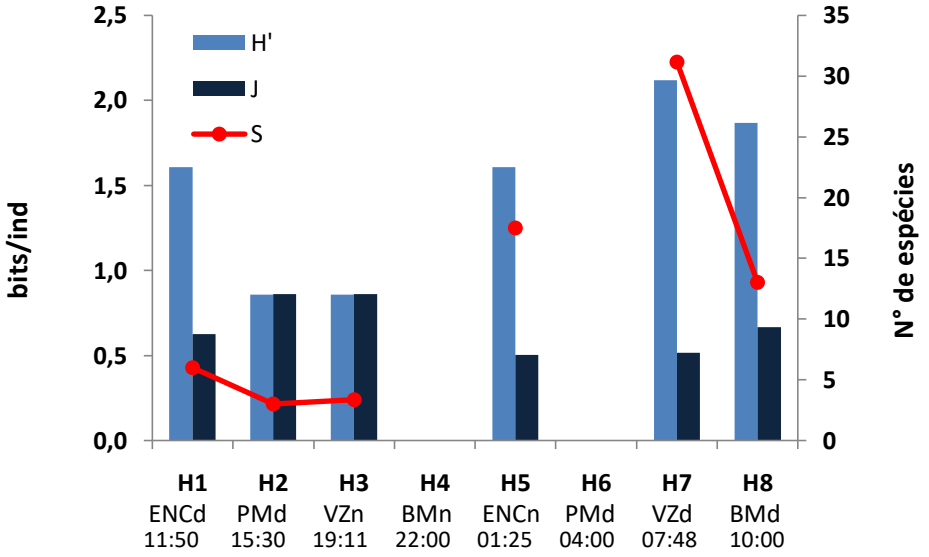

Figura 7 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2010. **Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = preamar e ENC= enchente.

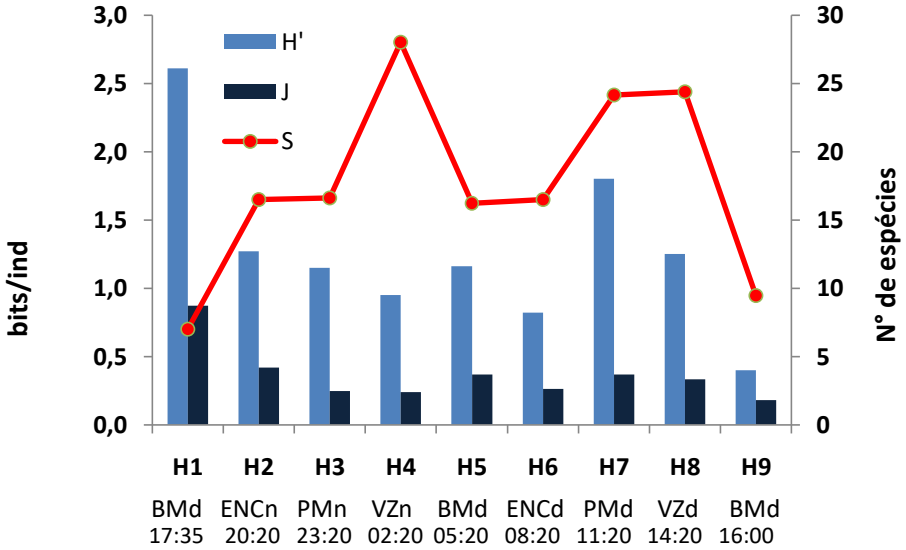

Figura 8 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon(H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2011.**Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = preamar e ENC= enchente.

A equitabilidade calculada por ocasião anual de coleta foi de 4,24 em 2009, 4,01 em 2010, 3,23 em 2011 e 2,40 em 2012, sendo, portanto mais elevada em 2009. Os valores encontrados de equidade apresentaram mínimo em H1 (0,18), baixa-mar diurna de 2011 e máximo em H9 (0,87), baixa-mar diurna do mesmo ano(Figura 8).

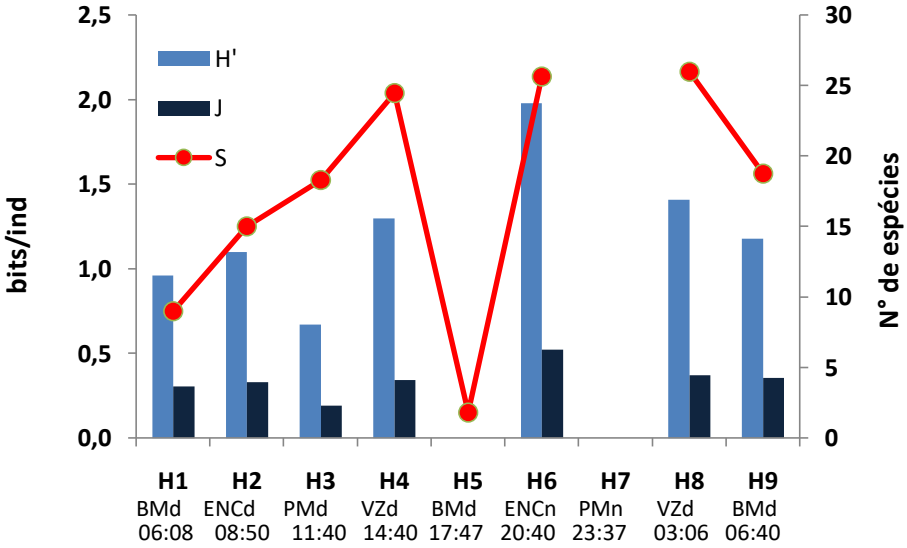

Figura 9 - Equitabilidade (J), Diversidade de Shannon (H') e Riqueza (S) do zooplâncton em cada horário de coleta no ano de 2012. **Legenda:** d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Quando comparados aos valores obtidos por Moraes (2014), o presente estudo apresentou valores mais elevados de riqueza e equitabilidade.

Foram identificados três táxons dominantes em todas as amostras. *Pseudodiaptomus* sp. (Figura 24), *Oithona* sp. (Figura 25) e náuplios de Cirripedia sp. (Figura 26).

Figura 10 – *Pseudodiaptomus* sp. (copepodito). Fonte: autora.

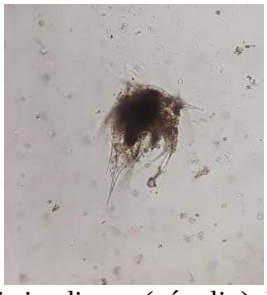

Figura 11 - Cirripedia sp. (náuplio). Fonte: autora.

4.2.3 Frequência de Ocorrência

As frequências de ocorrência do zooplâncton nos quatro anos de coleta estão representadas nas figuras 12 a 15.

No ano de 2009 (figura 12), espécies dos gêneros *Pseudodiaptomus* e *Paracalanus* foram muito frequentes (85,71% de FO), seguidas das espécies do gênero *Oithona*. Também foram frequentes fases larvais de Polychaeta, Acari e Ostracoda.

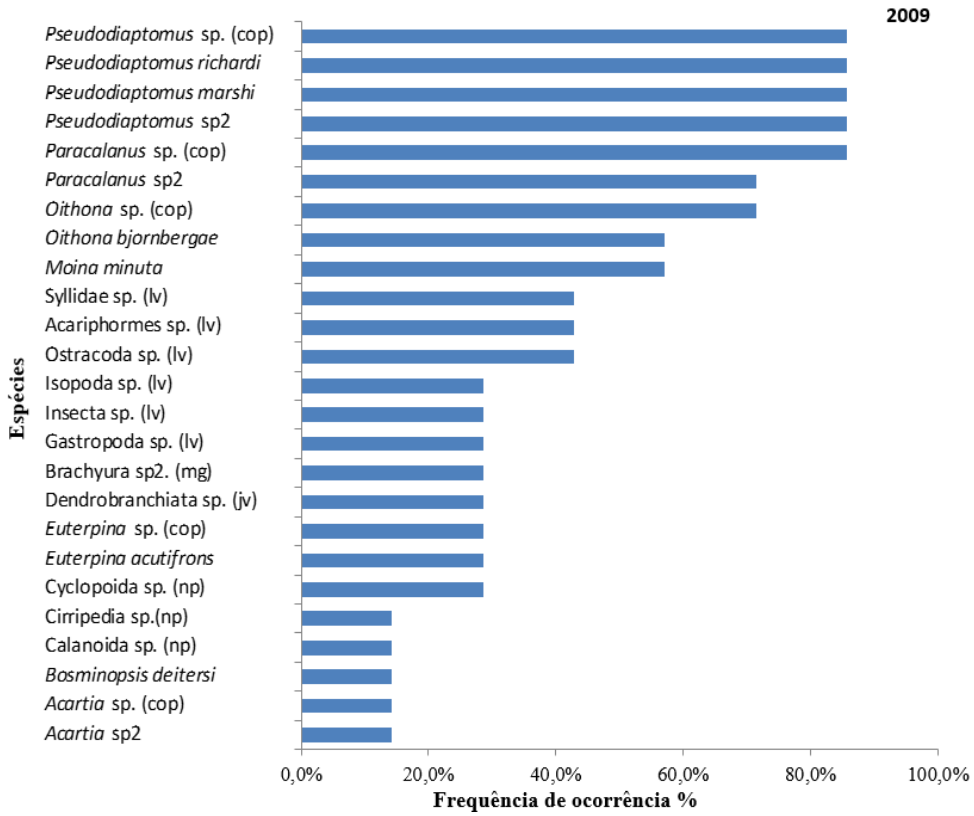

Figura 12 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2009.

Em 2010 (figura 13), novamente os gêneros *Pseudodiaptomus* e Cirripedia foram muito frequentes (85,71% de FO), seguido de juvenis (copepoditos) e larvas de *Oithona*, *Acartia* e *Oncaea*.

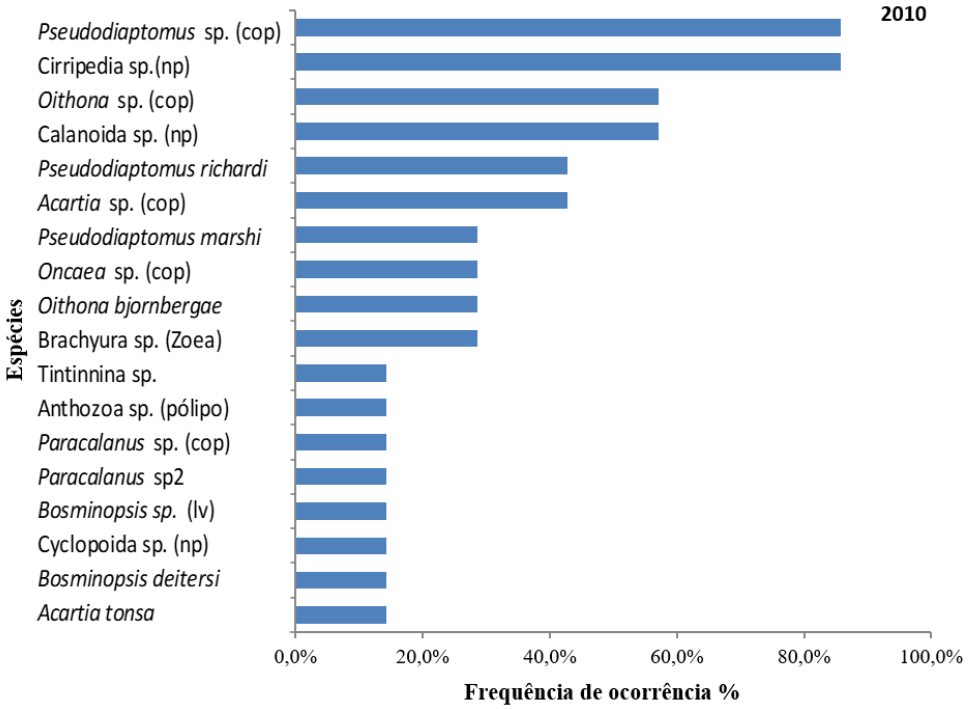

Figura 13 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2010.

No ano de 2011 (Figura 14), os gêneros *Pseudodiaptomus* e *Acartia* foram muito frequentes (100% de FO), sendo que as espécies *Pseud. richardi* e *Pseud. marshi* predominaram nas amostras. Em comparação aos anos anteriores, houve um aumento significativo de Cirripedia e Brachyura em fases larvais.

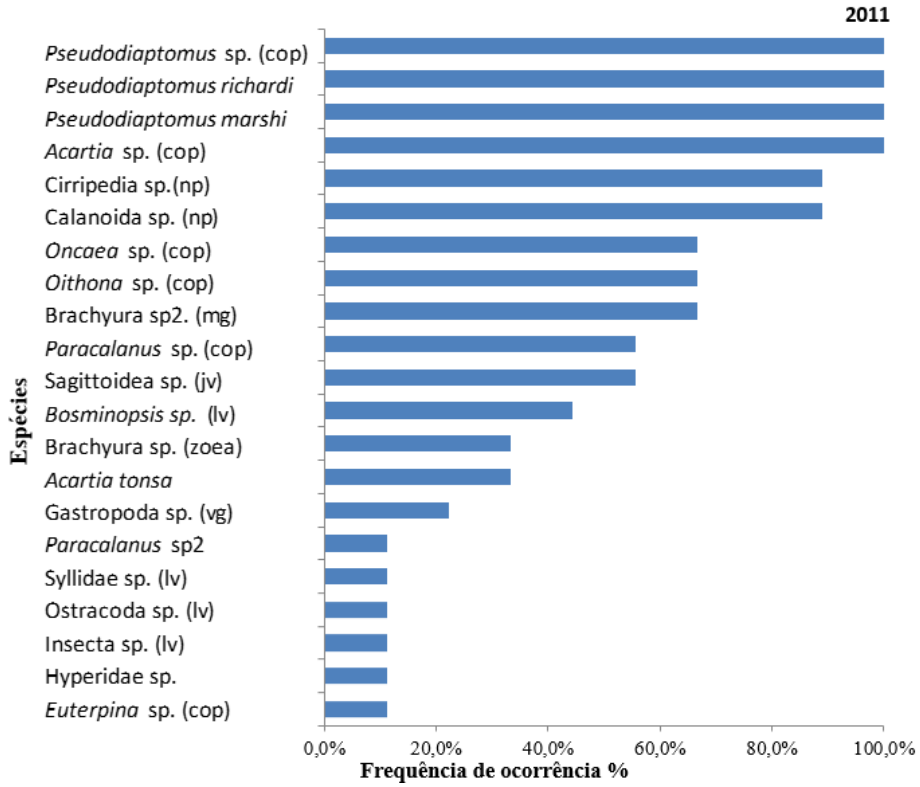

Figura 14 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2011.

No ano de 2012 (figura 15), as espécies *Pseudodiaptomus richardi*, *Acartia tonsa*,*Oncaea* sp1, *Oncaea* sp2 e fases larvas de Cirripedia sp., *Pseudodiatomus* sp. e *Acartia* sp.foram muito frequentes (100% de FO).Calanoida sp. E *Pseudodiaptomus gracilis* também foram muito frequentes.

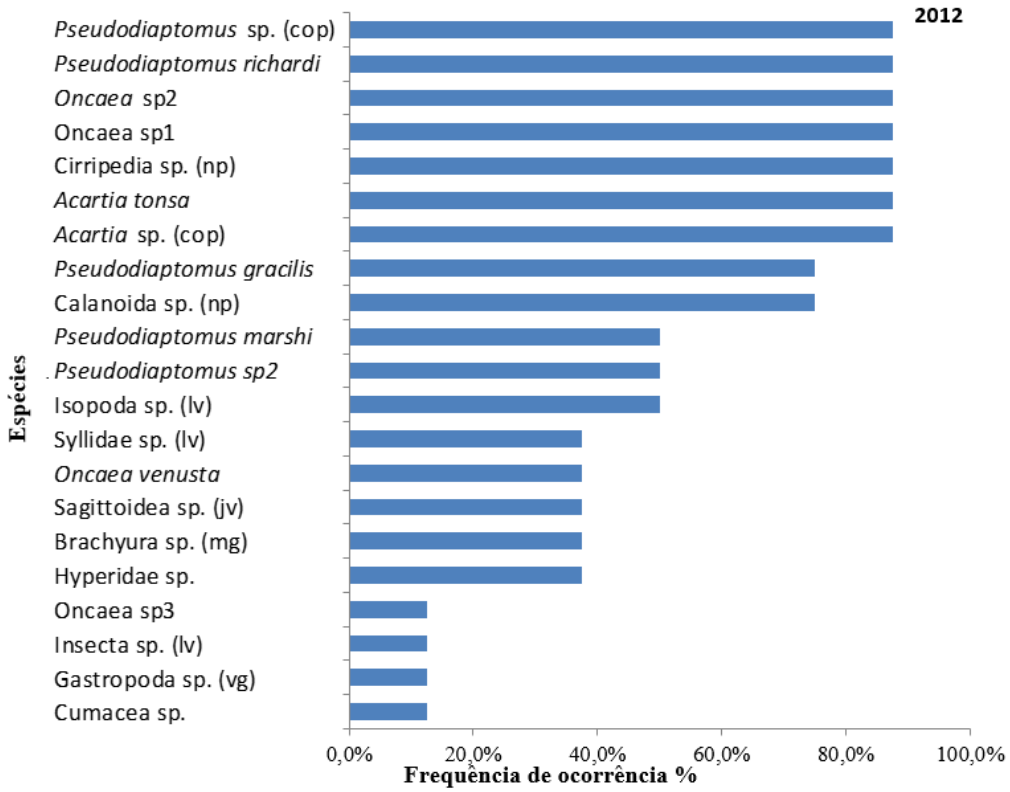

Figura 15 - Frequência de ocorrência do zooplâncton em 2012

É possível observar uma frequência semelhante ao longo dos anos, com a ocorrência de espécies do gênero *Pseudodiaptomus*, *Acartia* e Cirripedia. As famílias com maior ocorrência da ordem Calanoida foram Acartiidae, Paracalanidae e Pseudodiaptomidae. Enquanto que, as pertencentes à ordem Cyclopoida foram Oithonidae e Oncaeidae.

Também foram encontrados em menor frequência organismos dos grupos Ostracoda, Eumalacostraca (Amphipoda, Decapoda, Cumacea e Isopoda), Branchiopoda (Cladocera), Insecta e Gastropoda.

A ocorrência desses grupos e espécies evidencia que os organismos encontrados predominam na comunidade durante o período seco, como apresentado no trabalho de Lobato *et al.*(2009).

4.2.4 Densidade do zooplâncton

A densidade do zooplâncton por horário em cada ocasião anual de coleta está representada nas figuras 16 a 19.Os valores de densidade total obtidos para cada ano foram 114,83 org.m^{-3}, 43,78 org.m^{-3}, 152,35 org.m^{-3} e 422,50 org.m^{-3}, respectivamente para os anos 2009, 2010, 2011 e 2012.

No ano de 2009 (figura 16), os valores de densidade mais baixos ocorreram durante a vazante diurna (0,76 org.m^{-3}) e os mais altos na baixa-mar diurna (61,32 org.m^{-3}). Considerando a densidade por espécie/grupo, Cirripedia apresentou a maior densidade (29,33 org.m^{-3}).

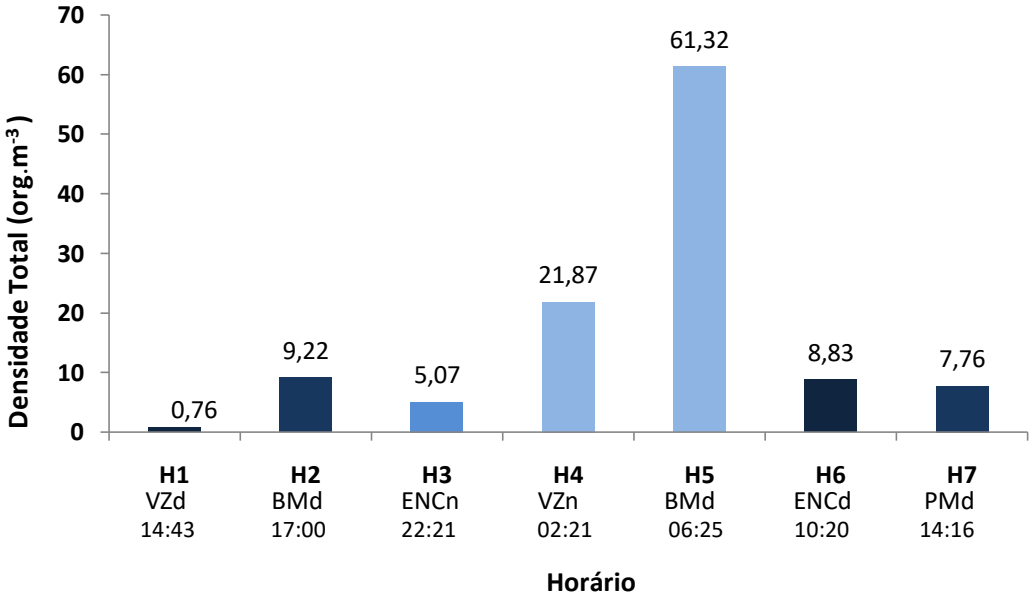

Figura 16 - Densidade (org.m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2009. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Para o ano de 2010 (figura 17), o valor mínimo de densidade para cada horário foi de 0,17 org.m^{-3} na preamar diurna e máximo de 22,96 org.m^{-3} na vazante diurna. Em relação à espécie/grupo com maior densidade na amostra também foi Cirripedia (17,23 org.m^{-3}). No ano de 2010, não foi possível obter amostra na preamar noturna, afetando a densidade total registrada para o ano, bem como, a distribuição temporal dos grupos.

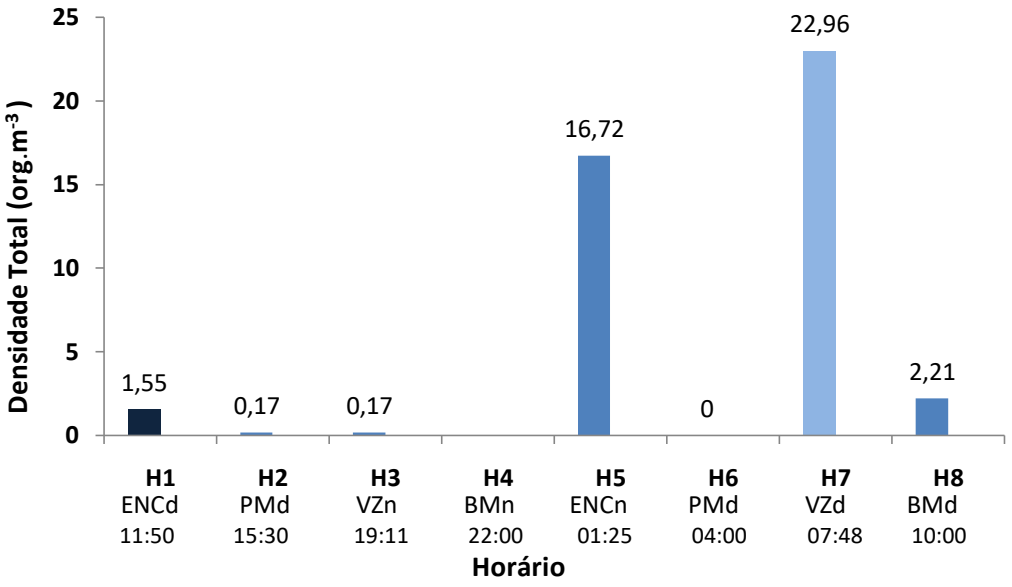

Figura 17 - Densidade (org.m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2010. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

No ano de 2011 (figura 18), o valor mais baixo foi encontrado na baixa-mar diurna do final da tarde (1 org.m^{-3}) e máximo na baixa-mar diurna do dia seguinte (32,74 org.m^{-3}). Assim como nos anos anteriores, foi novamente observada uma densidade alta de Cirripedia (96,07 org.m^{-3}).

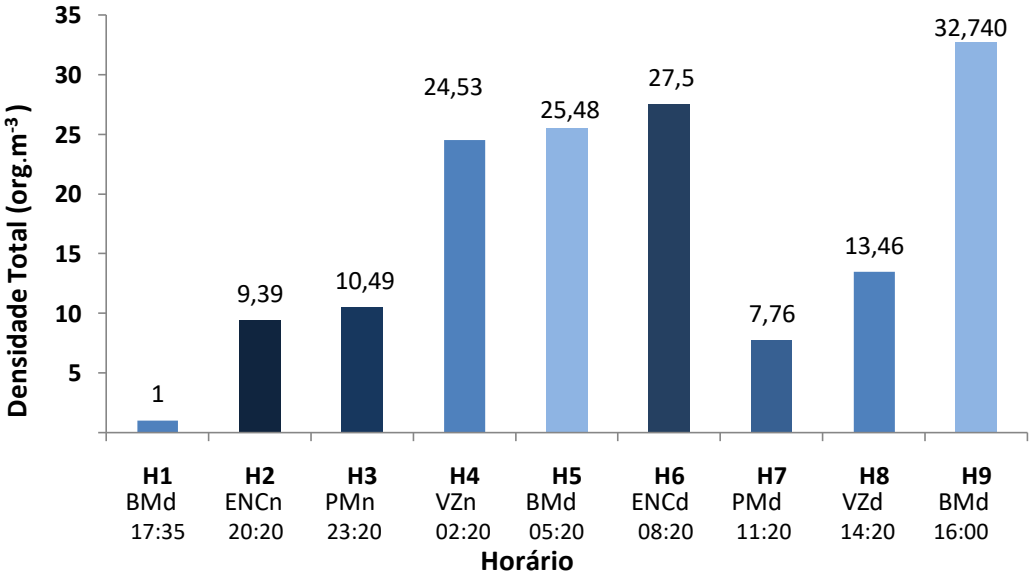

Figura 18 - Densidade (org.m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2011. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Quando comparado aos anos anteriores, em 2012 (figura 19) houve valores mais elevados de densidade em cada horário de coleta, sendo mínimo de 1,19 org.m^{-3} na

baixa-mar diurna e máximo de 123,52 org.m^{-3} na preamar diurna.Cirripedia sp. permanece como a espécie/grupo dominante (270,84 org.m^{-3}), assim como nos anos anteriores.

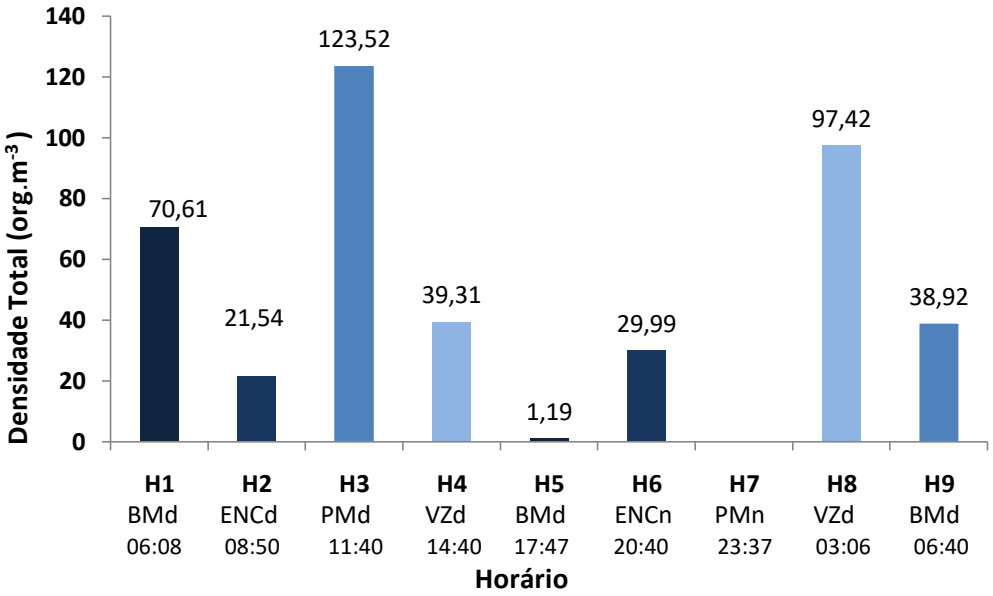

Figura 19 - Densidade (org.m^{-3}) do zooplâncton para cada horário de coleta em 2012. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Em trabalhos realizados em regiões próximas como o de Moraes (2014), foram encontrados valores mais altos de densidade(4217,9 org.m^{-3}). Diferentemente do presente estudo, a coleta foi realizada no período chuvoso e no infralitoral.

O presente estudo foi realizado no período seco, ocorrendo maior intrusão salina na região; é possível observar um maior número de espécies estuarinas e polihalinas, como Cirripedia, *Pseud. richardi* e *Pseud. marshi*. Bulger *et al*. (1993) identificou a salinidade como principal fator na intrusão de Cirripedia em ambientes estuarinos. Além disso, também foi relatado que há outras variáveis ao qual afetam a distribuição das Cirripedia, como substrato e turbidez da água.

4.2.5 Abundância relativa das espécies

A abundância relativa do zooplâncton encontrado na praia do Chapéu Virado é mostrada nas figuras 20, 21, 22 e 23. O grupo Crustacea apresentou maior abundância durante todos os anos de coleta, representado por Cirripedia, copepoditos de *Pseudodiaptomus*, copepoditos de *Oithona*, *Oncaea sp2*, *Pseudodiaptomus richardi* e *Acartia tonsa*.

Em estudos feitos por Nahum (2002) e Melo (2004) foi constatado que o grupo de Copepoda predomina em águas costeiras da região norte, sendo possível observar o mesmo resultado no presente trabalho. Além de copépodas, há também predominância de cirripédias, possivelmente associados a estruturas de madeira e substratos duros de regiões próximas à praia.

No ano de 2009, há uma alteração na ordem de abundância relativa com uma menor participação de cirripédias (cerca de 25%) e maior participação de *Oithona bjornbergae*, se comparado aos anos posteriores.

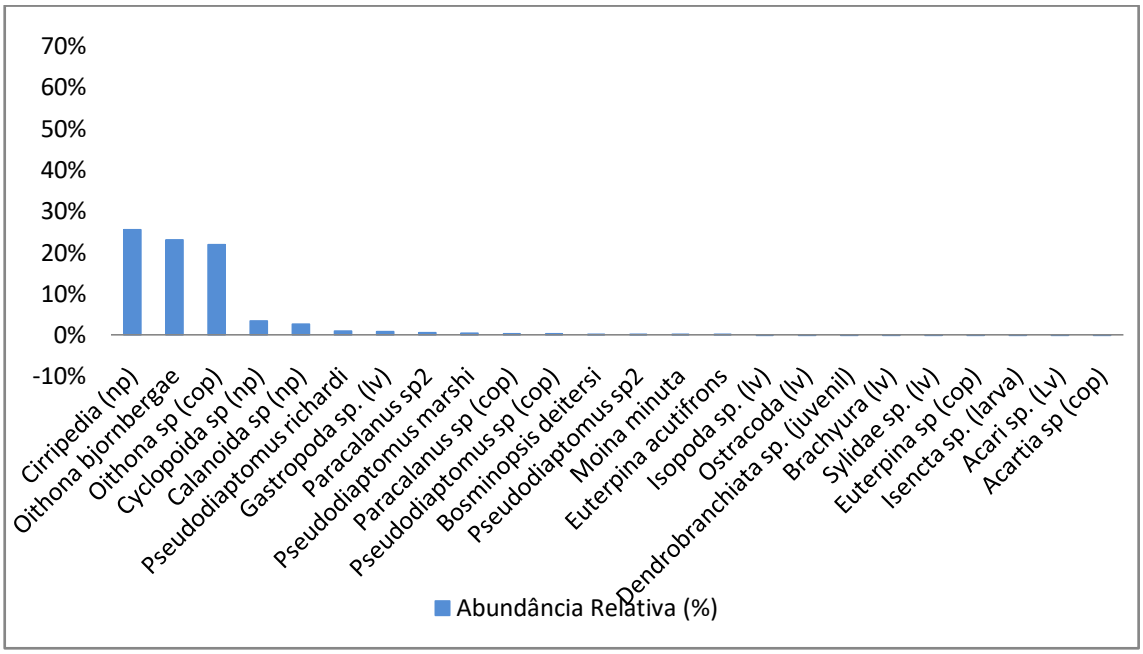

Figura 20 - Abundância relativa das espécies em 2009.

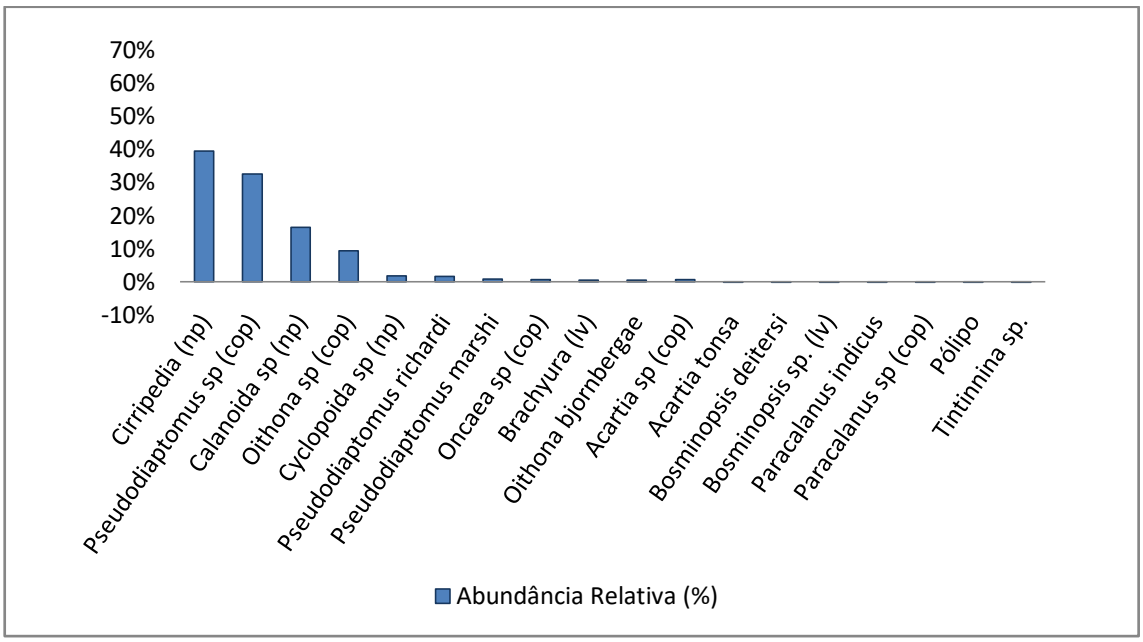

Figura 21 - Abundância relativa das espécies em 2010.

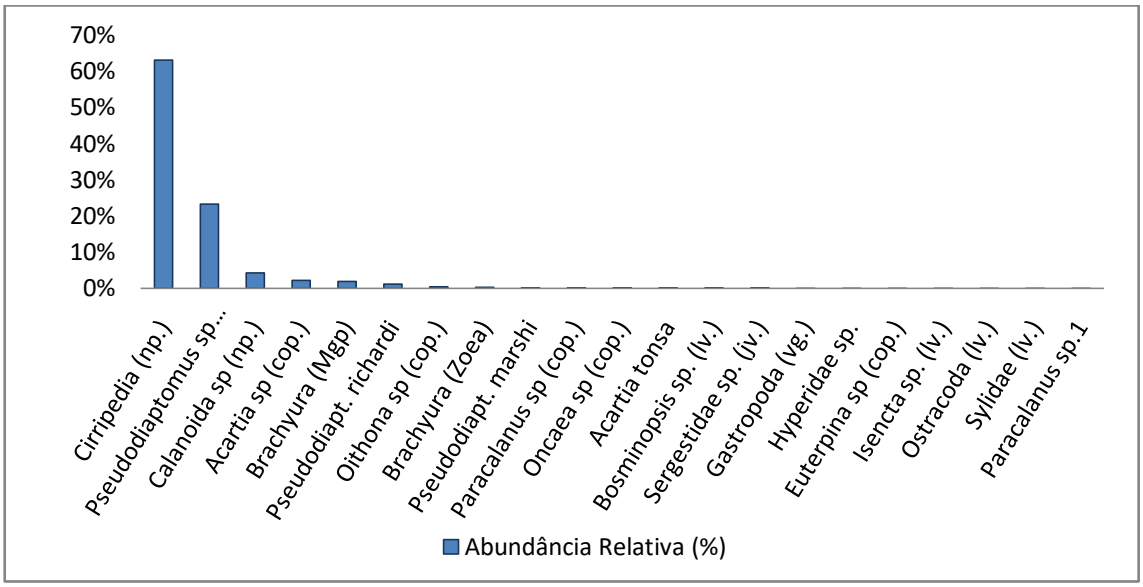

Figura 22 - Abundância relativa das espécies em 2011.

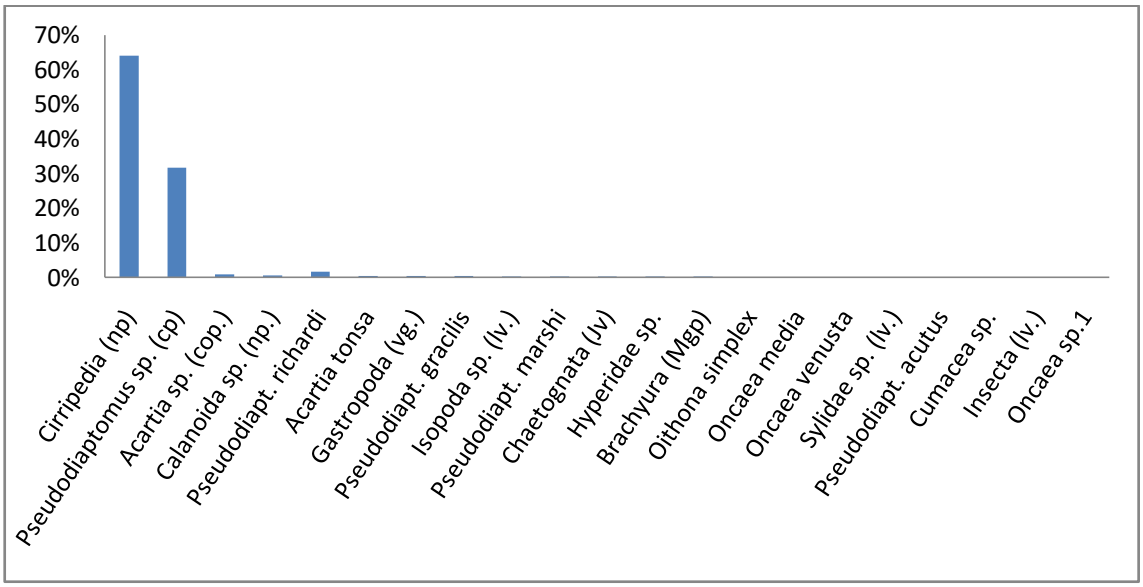

Figura 23 - Abundância relativa das espécies em 2012.

4.2.6 Espécies Holo e Meroplanctônicas

A proporção das espécies holo e meroplanctônicas encontradas em cada horário durante os anos de estudo são apresentadas nas figuras 24 a 27.

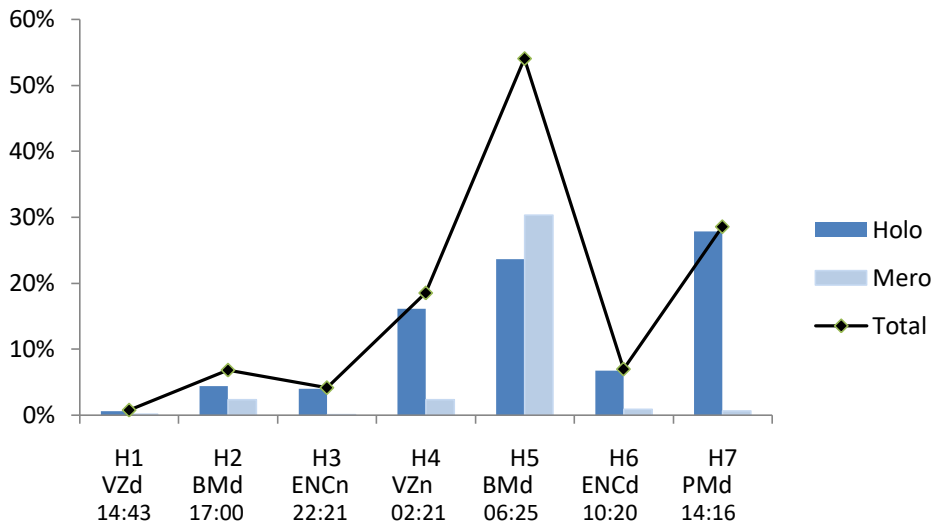

Figura 24 –Proporção de espécies Holo e Meroplanctônicas para cada horário em 2009.Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

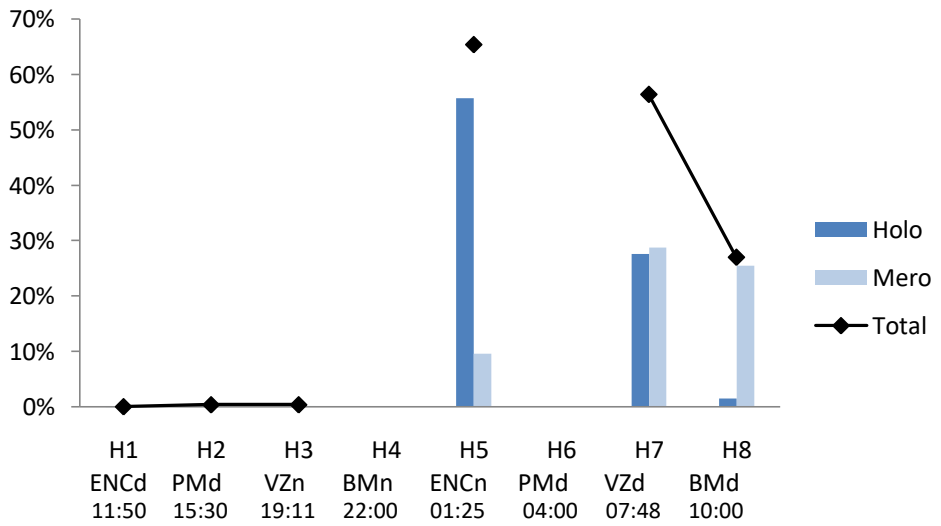

Figura 25 - Proporção de espécies Holo e Meroplanctônicas para cada horário em 2010. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

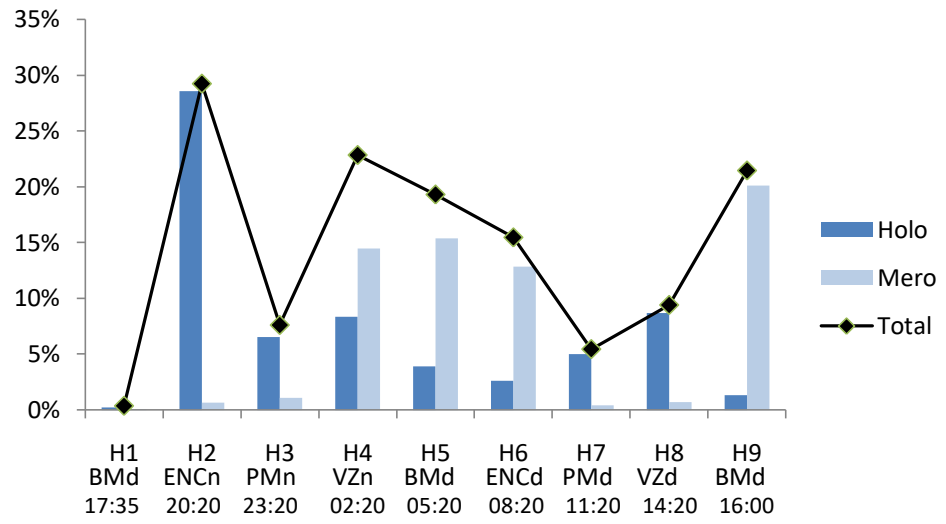

Figura 26 - Proporção de espécies Holo e Meroplanctônicas para cada horário em 2011. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

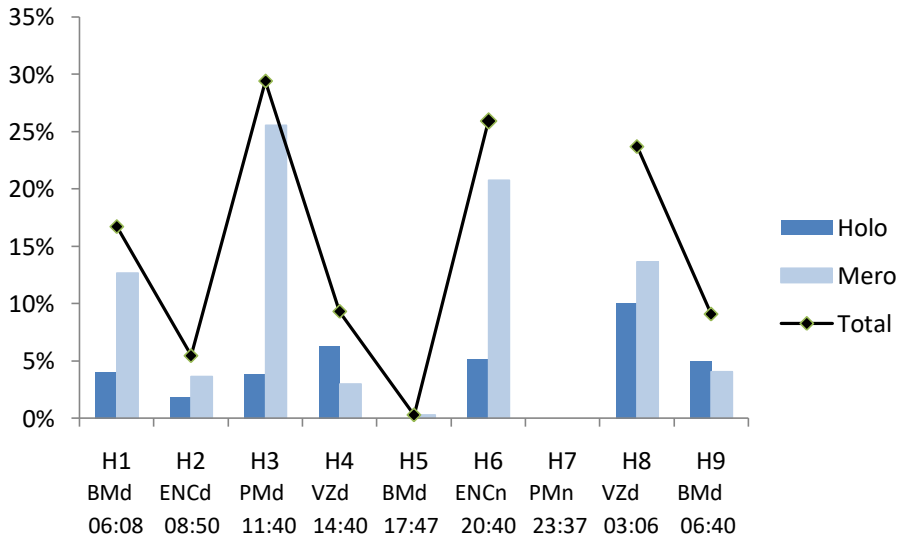

Figura 27 - Proporção de espécies Holo e Meroplanctônicas para cada horário em 2012. Legenda: d = diurna, n = noturna, VZ = vazante, BM = baixa-mar, PM = Preamar e ENC= enchente.

Desse modo, é possível observar uma dominância de organismos holoplanctônicos durante as coletas em 2009 e 2010, enquanto nos anos seguintes (2011 e 2012), há dominância de organismos meroplanctônicos.

4.2.7 Correlação entre as variáveis abióticas e os parâmetros ecológicos

Os dados das correlações entre as variáveis abióticas (condutividade, temperatura, precipitação e pH) e os parâmetros ecológicos (densidade, riqueza e

diversidade) são apresentados na Tabela 2. A correlação de Spearman determina o grau de associação entre as variáveis (Zar 1996), no qual valores entre -1,0 a 1,0 indicam forte correlação, e valores próximos de 0 indicam correlações mais fracas.

Tabela 2- Dados da correlação de entre os parâmetros abióticos e bióticos.

Parâmetros	Densidade	p-valor	Diversidade	p-valor	Riqueza	p-valor
Condutividade	0,0967	0,5984	-0,1334	0,4666	-0,0157	0,9321
Temperatura	**-0,2334**	0,1985	-0,0597	0,7456	-0,172	0,3464
Precipitação	-0,0191	0,2949	-0,0222	0,904	-0,1675	0,3595
ENOS	0,1611	0,3783	**0,2114**	0,2455	**0,2486**	0,1701
pH	**-0,3113**	0,0827	-0,0697	0,7045	-0,0917	0,6178

Os valores encontrados mostram correlações fracas entre todos os parâmetros abióticos e os valores de densidade, riqueza e diversidade. A condutividade, por exemplo, apresenta uma correlação fraca e positiva com a densidade e negativa com a riqueza e diversidade. Porém não são significativas (p= 0,5984 , p=0,4666 e p=0,9321, respectivamente).

Valores levemente mais altos e negativos são encontrados entre temperatura e pH da água e a densidade de organismos planctônicos. Por outro lado, há uma correlação fraca e positiva entre a intensidade do ENOS e a riqueza e a diversidade do zooplâncton.

Organismos do gênero *Pseudodiaptomus* foram frequentes em todas as amostras, evidenciando sua dominância e adaptação às variações ambientais durante as coletas. Magalhães *et al.*(2006) relataram que *Pseudodiaptomus richardi* é uma espécie euri-polihalina.

Espécies do gênero *Oithona* também se destacaram nas amostras. Estas são abundantes na região costeira da América do Sul. *Oithona bjornbergae* comumente é encontrada em habitats de água doce sujeitas a influência das marés, em temperaturas variando de 27° a 30,8°C e pH de 6,0 a 7.0 (Rocha 1985).

O gênero *Acartia* ocorreu em todas as amostras, mesmo que sua abundância tenha sido baixa. *Acartia tonsa* é capaz de suportar altas variações de salinidade e temperatura no ambiente, sendo considerada uma espécie eurihalina (Cervetto*et al*. 1999). Além disso, sua abundância varia em decorrência da capacidade de filtrar

alimentos no ambiente. Gomes *et al. (*2018) relata que *A. tonsa* e *A. lilljeborgi*são frequentemente encontradas na região norte e nordeste do Brasil.

Os cladóceros foram encontrados em densidades e frequências baixas. Segundo Garibian *et al.* (2021), *Bosminopsis deitersi* habita ambientes de água quentes, principalmente encontrados na América Central. *Moina minuta*, por sua vez, foi encontrada em menor densidade, ocasionado pela vazão e mistura de água que ocorre devido à hidrodinâmica local. Dentre os principais efeitos no qual a concentração de alimento e temperatura tem sobre a reprodução de cladóceros tem-se a alteração da fecundidade, mediante mudanças no número e/ou tamanho dos ovos e variação do tamanho e idade em que as fêmeas atingem a maturidade (Keppeler & Hardy, 2002).

Euterpina acutifrons são encontradas em amplitudes de temperatura entre 10° a 25°C, assim, sua distribuição está sujeita a variação desse parâmetro (Carlotti & Sciandra 1989). No presente trabalho, sua menor abundância pode estar relacionada aos valores de temperatura alta, diminuindo sua concentração no ambiente.

O. venusta e *O. media* possuem papéis importantes nos fluxos biogênicos e dinâmica trófica consideravelmente (Nishibe *et al.* 2009).

Chaetognatha tem grande importância frente ao zooplâncton, ao atuar como competidores, predadores e presas; além de atuarem como indicadores de massas d'águas (Castro & Huber, 2005). Chaetognatha foram frequentes nas amostras, mesmo que em menor abundância.

Dentre os organismos que compõe o meroplâncton, a predominância é de larvas de Cirripedia e Decapoda. Também houve presença de larvas de Amphipoda, Cumacea, Chaetognatha, Gastropoda, Isopoda, Ostracoda, Insecta e Tintininna. Larvas de Cirripedia e Brachyura apresentaram uma frequência alta, tendo em vista que a região estuarina é local de reprodução (Pessoa 2009).

Em relação às diferenças temporais de curta e média duração do zooplâncton, foi observado devido às flutuações do ambiente e das variáveis ambientais, mudanças nas concentrações dos organismos em diferentes horários durante cada ciclo nictemeral. Apesar da praia do Chapéu Virado ser caracterizada como ambiente banhado por águas oligohalinas, a exemplo das baías do Guajará e Marajó, que a influenciam, os ciclos de marés, o período menos chuvoso e os eventos de El Niño devem favorecer a ocorrência de espécies euri-polihalinas.

Os fatores abióticos (pH, temperatura, salinidade, condutividade e maré), portanto,influenciaram a distribuição do zooplâncton. Principalmente a salinidade baixa,

que limitam a presença de gêneros euri-polihalinos na região, conforme observado nos anos de maior pluviosidade.

A condutividade e a salinidade estão correlacionadas, sendo índices de influência dos oceanos sobre o ambiente estuarino. A condutividade elétrica em períodos de alta pluviosidade apresenta valores baixos em regiões estuarinas (Guimarães 2013). Como esperado, no ano de 2010 e 2011, a condutividade apresentou valores baixos causados pela alta pluviosidade em decorrência da La Niña. A ocorrência do El Niño em 2009, provavelmente permitiu a maior intrusão de águas oceânicas e um leve aumento da condutividade.

Fenômeno semelhante ocorreu no ano de 2012, no qual os valores de condutividade foram mais elevados, mesmo sem ocorrência de evento ENOS. De acordo com dados obtidos para a estação A201 (nas proximidades da ilha), os índices de pluviosidade foram baixos, sendo assim, a condutividade sofreu maior influência de águas oceânicas.

Tendo em vista os resultados obtidos através da correlação de Spearman, observa-se uma correlação das variáveis abióticas com as variáveis bióticas. Os valores encontraram próximos à zero, mostrando correlação fraca e diluída, ocorrendo o aumento dos parâmetros abióticos e o oposto aos bióticos. A condutividade, mostrou correlação mais efetivas com a densidade. Os períodos de ENOS talvez sejam mais importantes do que o detectado para o sistema.

A equitabilidade e diversidade dos organismos da praia do Chapéu Virado apresentaram valores baixos, muitas vezes encontrados neste tipo de ecossistema.

Os gêneros *Acartia*, *Pseudodiaptomus*, *Oithona* e *Oncaea* forma considerados muito frequentes nas amostras.

A exceção do ocorrido em 2010, quando os valores mais altos de densidade ocorrem na vazante (16,72 org.m^{-3}) e enchente (22,96 org.m^{-3}), e menores densidades na baixa-mar (1,55 org.m^{-3}) e preamar (0 org.m^{-3}), nos anos de 2009, 2011 e 2012, a densidade do zooplâncton na praia do Chapéu Virado, foi maior na baixa-mar e preamar, variando entre 70,61 org.m^{-3} a 123,52 org.m^{-3}. Esse padrão pode estar relacionado aos pulsos hidrodinâmicos provenientes, respectivamente, do rio e do oceano, que trazem espécies oligo e eurihalinas em alternância e são compatíveis, porém mais baixos do que os encontrados por Melo (2004) para regiões afetadas pelo rio Pará/rio Amazonas, de 24 org.m^{-3} e 1.219,8 org.m^{-3}, respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Foi possível conhecer o comportamento dos fatores abióticos na área de estudo, como também, a composição da comunidade zooplanctônica da praia do Chapéu Virado no período menos chuvoso.

A temperatura, condutividade e pH tiveram comportamento bastante estável no período menos chuvoso em cada ano, porém com variações mais acentuadas entre anos diferentes, com destaque para a condutividade e pH.

Os grupos Cirripedia, *Pseudodiaptomus* e *Oithona* foram dominantes durante todas as coletas nictemerais, evidenciando que mesmo em períodos secos é possível encontrar uma alta densidade de organismos desses grupos na praia.

Os gêneros *Pseudodiaptomus, Paracalanus, Acartia, Oithona* e *Oncaea* foram considerados muito frequentes nas amostras. Dentre os organismos que compõe o meroplâncton, a predominância foi de larvas de Cirripedia e Decapoda. Também houve presença de larvas de Amphipoda, Cumacea, Chaetognatha, Gastropoda, Isopoda, Ostracoda, Insecta e Tintininna.

A riqueza foi mais baixa quando comparada a regiões próximas, como com a de Colares. Em relação à diversidade e a densidade dos organismos, comparada a períodos menos chuvosos, apresentou-se valores baixos, muitas vezes encontrados neste tipo de ecossistema.

Diferenças temporais de curta duração ocorreram principalmente em 2009 e 2011, com destaque para a riqueza durante a baixa-mar e a vazante diurnas. Em relação as diferenças de média duração, são observadas nos anos de 2009 e 2011, com destaque para riqueza e densidade em 2011, período em que ocorreram intensas chuvas.

Pode-se notar, através da correlação de Spearman, que os parâmetros abióticos possuem correlações baixas sobre os índices ecológicos monitorados. Os fatores abióticos, como maré, temperatura, condutividade e pH podem afetar a distribuição do zooplâncton, mas seus efeitos mostram-se diluídos. Pode-se considerar que as baixas salinidades afetam a ocorrência das espécies, determinando o domínio de espécies oligohalinas.

A partir disso, percebe-se a necessidade de continuar e intensificar os estudos na ilha de Mosqueiro para avaliar a oscilação do zooplâncton tanto em médio prazo (períodos chuvoso e menos chuvoso), como para melhor avaliar os efeitos de longo prazo.

REFERÊNCIAS

Adler P. B. & Drake J. M. 2008. Environmental variation, stochastic extinction, and competitive coexistence. *The American Naturalist*, **172**: 186-195.

Alves M.A.M.S. 1999. *Caracterização sedimentológica e geomorfológica da plataforma e parte superior do talude continental do Estado do Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 114p.

Alves M. A. M. S., El-Robrini M., Sousa-Filho P. W. M., Farias D. R., França C. F. 2005. Morfodinâmica das praias de mesomacromarés da zona costeira do estado do Pará. *In*: ABEQUA, 10ºCongresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Guarapari, ES. *Resumos expandidos*, 1 CD-ROM (nº 0258).

Ara K. 2004. Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Zoological Studies*, **43**: 179-186.

Barbosa D. F. 2010. *Ecologia do mesozooplâncton de um estuário semiárido tropical*. MS Dissertation, Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco. 78p.

Belúcio L.F., Morais L. S., Rodrigues M. S., Pereira J. M., Silva L.R. P., Veiga G. D. 2017. Zooplâncton da praia do Murubira, Distrito de Mosqueiro (Belém, PA): variações nos ciclos nictemeral e de marés. *In*: 17ºCongresso Latino-Americano de Ciências do Mar. Balneário de Camboriu-SC, *Anais de resumos*[...] p.1068-1070.

Björnberg T.K.S. 1963. On the marine free-living copepods of Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, **13**(1): 3-142.

Björnberg T.K.S. 1965. The study of planktonic copepods in the South West Atlantic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Supplement,**37**: 219-230.

Björnberg T.K.S. Copepoda. 1981.*In*: Boltovskoy D. (ed.).*Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com el zooplancton marino*. Mar Del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.p. 587-679.

Boltovskoy D. (ed.) 1981. *Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo com El zooplancton marino*. Mar del Plata, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

Boltovskoy D. 1999. *South Atlantic Zooplankton,*The Netherlands, Leiden, Backhuys Publisher,v.2, p. 869-1706.

Boltovskoy A. 1995. Taxonomía y morfología de los dinoflagelados: metódos de trabajo.*In:*AlvealK., FerrarioM. E., OliveiraE. C., SarE. (ed.). *Manual de métodos ficológicos*. Concepción, Univ. de Concepción. p. 55-82.

Bonecker C. C., Simões N. R., Minte-Vera C. V., Lansac-Tôha F. A., Velho L. F. M, Agostinho Â. A. 2013.Temporal changes in zooplankton species diversity in response to environmental changes in anal luvial valley. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters,* **43**:114-121.

Bulger A. J., Hayden B. P., Monaco M. E., Nelson D. M., McCormick-Ray M. G. 1993. Biologically-based estuarine salinity zones derived from a multivariate analysis. *Estuaries,***16(**2): 311-322.

Cavalcanti E. A. H., Neumann-Leitão S., Vieira D. A. N. 2008. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia,***25** (3): 436-444.

Castello J. P.& Krug L. C. 2015. *Introdução às ciências do mar*. Pelotas,Editora Textos, p. 265-269.

Castro P. & Huber M. 2005.*Marine biology*.[Trad.] 5. ed. New York,The McGraw-Hill Companies, p. 207.

Carlotti F. & Sciandra A. 1989. Population dynamics model of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) coupling individual growth and larval development. *Marine Ecology Progress Series,* **56**(3): 225-242.

Correia M. D. & Sovierzoski H. H. 2005. *Ecossistemas marinhos*: recifes, praias e manguezais. Alagoas, Edufal, 55 p.

Costa K. G., Bezerra T. R., Monteiro M. C., Vallinoto M., Berrêdo J. F., Pereira L. C. C., Costa R. M. 2013. Tidal-Induced Changes in the Zooplankton Community of an Amazon Estuary. *Journal of Coastal Research*, **29**(4):756-765.

Cevertto G., Gaudy R., Pagano M. 1999. Influence of salinity on the distribution of Acartia tonsa (Copepoda, Calanoida). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **239**: 33-45.

Dai Z., Fagherazzi S., Gao S., Mei X, Ge Z, Wei W. 2018. Scaling properties of estuarine beach. *Marine Geology,* **404**: 130-136. ISSN 0025-3227.

David V., Sautour B., Chardy P. 2007. Successful colonization of the calanoid copepod *Acartia tonsa* in the oligo-mesohaline area of the Gironde estuary (SW France) Natural or anthropogenic forcing?.*Estuarine, Coastal and Shelf Science,***71**: 429-442.

Diniz F. R., Iwabe C. M. N., Piacenti-Silva M. 2018. Valuation of the human thermal discomfort index for the Five Brazilian regions in the period of El Niño Southern Oscillation (ENSO). *International Journal of Biometeorology*.**63**(11), 1507-1516.

Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). *Tábua das marés*. Marinha do Brasil. 2021. Disponível em: http://www.mar.mil.br. Acesso em: 03 maio, 2021.

Duarte A. K. & Silva A. R. 2008. Conhecendo o zooplâncton. *Cadernos de Ecologia Aquática*, FURG, **3**(2): 43-62.

Dussart B. H. & Defaye D. 2001. *Introduction to the Copepoda*. 2ª ed. Leiden, The Netherlands, Backhuys Publisher. 344p. (Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, 16).

Elmoor-Loureiro L. M. A. 1997. Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil. Brasília,DF, Universa, 155 p.

Fernandes V. & Ramaiah N. 2009. Mesozooplankton community in the Bay of Bengal (India): spatial variability during the summer monsoon. *Aquatic Ecology*. **43**:951–963.

Ferreira H. L. D. 2010. *Expansão urbana e periferização em áreas de interesse turístico: o caso da Ilha do Mosqueiro (Belém – Pará)*. MS Dissertation, Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano da Universidade da Amazônia, Belém, 154p.

França C. F. 2003. *Morfologia e mudanças costeiras da margem leste da Ilha de Marajó-PA*. PhD Theses, Geologia, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 144p.

Froneman P. W. 2004. Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science,* **60**: 125-132.

Garcia T. M. 2012. *Ecologia do mesozooplâncton de um estuário semiárido tropical*. PhD Theses, Pós-graduação em Ciências Marinhas e Tropicais, Universidade Federal do Ceará, 119p.

Garibian P. G., Karabanov D. P., Neretina A. N., Taylor D.J., Kotov A. A. 2021. Bosminopsis deitersi (Crustacea: Cladocera) as na ancient species group: a revision. *PeerJ*9:e11310 https://doi.org/10.7717/peerj.11310.

Gomes C. M., Costa K. G., Ferreira G. S., Costa R. M., Asp N. E., Barros B., Vallinoto M. 2018. Hidden diversity in cryptic Brazilian lineages of *Acartia* (Copepoda, Calanoida, Acartiidae). *Journal of Sea Research*, **141**:21–25. doi:10.1016/j.seares.2018.08.005.

Green J. 1971. *The biology of estuarine animals.* University of Washington.Seattle and London,Sidgwick and Jackson **5**: 81-110.

Guimarães R. H. E., Campos R. C. B., El-Robrini M., Baia L. P. 2013. Comportamento físico-químico das águas dos furos da Laura e do rio Guajará-Mirim durante o período chuvoso, baía do Marajó – Pará. *In*: SBG, 13º Simpósio de Geologia da Amazônia, *Recursos minerais e sustentabilidade territorial na Amazônia*: resumos expandidos. Belém, SBG. Núcleo Norte, Cap. 10, p. 860-862. Disponível em: http://13sga.sbgno.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=2. Acesso em janeiro de 2014.

Herbst H. V. 1967. Copepoda and Cladocera (Crustacea) aus Südamerika. *Gewässer und Abwässer*, **44**/**4**5: 96-108.

Inoue P. A., Ferreira Junior A. L., Vidolin D., Christo S. W. 2018. Occurrence of crustacea and larvae in mouth of the Paranaguá Estuarine Complex, Paraná state (Brazil). *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, **47** (3-4): 143-155.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE.*Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos*. Disponível em: http://bancodedados2.cptec.inpe.br/. Acesso em: 05 fev 2022.

Keppeler E. C. & Hardy E. R. 2002. Estimativas do tamanho das fêmeas com ovos de *Moina minuta* Hanses, 1899 (Cladocera, Crustacea) no lago Amapá, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. *Acta Scientiarum. Meringa*, **24**(2): 321-328.

Krumme U. & Liang T. H. 2004. Tidal-induced changes in a copepod-dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in Northern Brazil. *Zoological Studies*, **43**: 404–414.

Lawrence D., Valiela I., Tomasky G. 2004. Estuarine calanoid copepod abundance in relation to season, salinity, and land derived nitrogen loading, Waquoit Bay, MA. *Estuary Coastal Shelf Science*,**61**: 547-557.

Li K. Z., Yin J.Q., Huang L.M., Tan Y.H. 2006.Spatialand temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River Estuary, China. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, **67**: 543–552.

Lobato C. M. C., Belúcio L. F., Silva L. R. P., Costa E.G.da. 2009. Análise do Zooplâncton da Baía do Guajará junto ao furo do Maguary (Belém - Pará -Brasil) em diferentes condições pluviométricas. *In:* 3º Congresso Latino Americano de Ecologia e 9º Congresso de Ecologia do Brasil., 2009, São Lorenço/MG. *Anais*[...].

Longhurst A. 1985. The structure and evolution of plankton communities. *Progress in Oceanography*, **15**: 1-35.

Lopes R. M., Vale R., Brandini F. P. 1998. Zooplankton composition, abundance and spatial distribution in the estuarine complex of Paranaguá during winter 1993 and summer 1994. *Revista Brasileira de Oceanografia*, **46**(2):195-211.

Machado W. L., Littlepage J. L., Costa F. P. 1980. Sobre a biomassa, densidade e distribuição do zooplâncton marinho na região nordeste do Brasil. *Arquivo Ciências Marinhas*,**20**(1/2): 43-54.

Magalhães A., Leite N. R., Silva J. G. S., Pereira L. C. C., Costa R. M. 2009. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary, Northern Brazil. *Biological Sciences. Anais da Academia Brasileira de Ciências.* **81**(2):187-197.

Magalhães, A., Costa, R. D., Liang, T. H., Pereira, L. C. C., Ribeiro M. J. S. 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**(2A): 421-430.

Matteucci S. D. & Colma A. 1982. *Metodologia para el estudio de la vegetación.* Monografia. Washington, Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos - Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 22, 168p.(Serie de Biologia).

Melo N. F. A. C. 2004. *Biodiversidade e biomassa do macrozooplâncton, com ênfase nos Copepoda (Crustacea), na Plataforma Continental Norte brasileira*. MS Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. 125p.

Melo N. F. A. C., Paiva R. S., Silva M. M. T. 2006. Considerações ecológicas sobre o zooplâncton do lago Bolonha, Belém, Pará, Brasil. *Bol. Museu Paraense Emílio Goeldi*. Ciências Naturais, Belém, **1**(1): 115-125.

Mesquita E. M. C., Silva L. R. P., Costa E. G., Belúcio L. F. 2007. Levantamento do zooplâncton do furo do Combú (Pará, Brasil) em diferentes períodos de maré. *In:* 19º Semana Nacional de Oceanografia. Rio Grande (RS). *Anais*[...]. Rio Grande: 1 CDROM.

Miranda J. F. A., Guedes R. S., Lima D. A., Silva L. R. P., Belúcio L.F. 2010 Composição do Zooplâncton na Praia Grande (Belém, Pará, Brasil) em Maré Vazante. *In*: Semana Nacional de Oceanografia, 2010, Itanhaém (SP). *Anais*[...]. Itanhaém,1CD-ROM.

Miranda M. V. T., Santos M. L. S., Pereira J. A. R., Mesquita K. F. C. 2015. Índices de qualidade da água da Ilha de Mosqueiro-PA. *Revista DAE*. DOI 10.4322/dae.2015.005.

Monteiro R. C. P., Mello L. H., Silva L. R. P., Silva E. H. N., Belúcio L F. 2011. Levantamento do zooplâncton da praia do Chapéu Virado (Mosqueiro- Pará- Brasil) em períodos de maré vazante. *In*: 14º Congresso Latino Americano de Ciências do Mar2011. Balneário Camboriú-SC. *Anais*[...]. Balneário Camboriú. 1 CD-ROM

Montú M & Cordeiro T. A. 1988. Zooplancton del complexo estuarial de la bahia de Paranaguá. I. Composición, dinámica de las especies, ritmos reproductivos y acción de los factores ambientales sobre la comunidad. *Nerítica,* **3:** 61-83.

Montú M. A. & Gloeden I. M. 1998. Maxillopoda – Copepoda, Marine Planktonic Calanoida. *In*: Young P.S. (ed). *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Rio de Janeiro, Museu Nacional. p. 167-200. (Série Livros n. 6).

Morais L. S., Silva L. R. P., Belúcio L. F. 2018. Composição e distribuição do zooplâncton da praia do Chapéu Virado (Distrito de Mosqueiro, Belém, Pará). *In:* 2º SBPAe 11º Encogerco. *Anais*[...].Florianópolis, SC, UFRGS. p. 528-531.

Moraes A. N. M. 2014. *Variação nictemeral do zooplâncton próximo à Ilha de Colares, Baía do Marajó*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, xiii, 48p.

Mota D. C. 2018. *Resposta do zooplâncton aos eventos climáticos extremos (El Niño e La Niña) e ao aumento de temperatura em uma planície de inundação neotropical.*MS

Dissertation, Biodiversidade e Conservação, Universidade Federal do Pará, Altamira. iv, 35p.

Nahum H. R. M. 2002. *Copépodos (Crustacea) planctônicos – uma contribuição para o conhecimento da biodiversidade da ZEE Norte sob influência do rio Amazonas, Belém, Pará*. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 54p.

Nishibe Y., Hirota Y., Ueda H. 2009. Community structure and vertical distribution of oncaeid copepods in Tosa Bay, southern Japan. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom,***89**(3):491-498.

National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA.–Índice de intensidade da Índice Oceânico o El Niño (ONI) referente ao ENOS. Disponível em: https://www.noaa.gov/about-our-agency. Acesso em: 10 nov. 2021.

Palomares-García R., Silva R.de, Martínez A., Funes R., Carballido A., Avendaño R., Hinojosa A., López Ibarra G. A. 2003. Biological effects of El Niño 1997/98, in a shallow subtropical ecosystem. *Geofísica Internacional*.**42**(3): 455-466.

Palomares-García R., Silva R. de, Martínez A., Hinojosa A., Avendaño R., Funes R. 2001. El evento El Niño 1997- 1998 y su impacto sobre el zooplâncton em Bahía Magdalena B.C.S. *In:*Escobar-Briones E. *et al.* (ed). *Los efectos Del fenómeno El Niño en México1997-1998*. [S.l.], Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología,v.1, p.192-198.

Peres A. C. 1999. *A comunidade zooplanctônica em um canal de maré no estuário do rio Caeté, Bragança (Pará, Brasil)*. MS Dissertation, Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, UFPA/MPEG. 87p.

Pessoa V. T. 2009. *Mesozooplâncton da Bacia do Pina, Recipe, Pernambuco, Brasil.*MS Dissertation, PPGO – UFPE, xiii, 41p.

Pinheiro R. V. L. 1987. *Estudo hidrodinâmico e sedimentológico do estuário Guajará-Belém (PA)*. MSDissertation, Centro de Geociências,Universidade Federal do Pará,Belém, 164p.

Organização Mundial de Meteorologia-OMM. *Dados Metereológicos.* Disponível em: https://www.marinha.mil.br/dhn/?q=pt-br/node/31. Acesso em: 10 out. 2021.

Raymont J.E.G. 1983. Plankton and productivity in the oceans. *In*: Raymont J.E.G. *Zooplankton.* Oxford, Pergamont. v.2, 824p.

Ré P. M. A. B. 2005. *Ecologia do plâncton marinho e estuarino*. 1ed. Lisboa, Sabenta, 108p.

Reis L. T. L. *Assembleias fitoplanctônica em uma praia estuarina amazônica (Chapéu Virado, Belém, PA)*: variações nictemerais. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, 2019, 50p.

Robertson B. A. & Hardy E. R. 1984. Zooplankton of Amazonian lakes and drivers. *In:* Junk W. *The Amazon limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Townsville MC.,Harald Sioli. p. 337-352.

Rocha C. E. F. 1985. Freshwater copepods of the Genus *Oithona* Baird, 1843 from the Amazonian Region (Brazil). *Revista Hidrobiológica Tropical,***18** (3):213-220.

Rodrigues M. S., Costa E.G. da, Belúcio L.F. 2008. Levantamento do Zooplâncton da Baía do Guajará (Pará-Brasil). *In:* 3º Congresso Brasileiro de Oceanografia; Congresso Ibero-Americano de Oceanografia, Fortaleza/CE. *Anais*[...]. Fortaleza, 1 CD-ROM.

Rodrigues W. C. 2021. Referências deste Guia. DivEs - Diversidade de Espécies v.4.16 (AntSoft Systems On Demand) - Guia do Usuário. Disponível em: https://dives.ebras.bio.br. Acesso em: 30/06/2021.

Roman C. T. & Nordstrom K. F. 1996. Environments, processes and interactions of estuarine shores. *In:* Roman C.T. & Nordstrom K.F. *Estuarine shore*s: evolution, environments and human alterations. England, John Wiley and Sons, p.1-12.

Salvador B. 2012. *Abundância e composição zooplanctônica no complexo estuarino de Paranaguá - PRdurante o verão de 2012*. Monografia apresentada à disciplina de Estágio Supervisionado I como requisito parcial à conclusão do Curso de Oceanografia com Habilitação em Pesquisa Oceanográfica, Setor Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 61p.

Sarkar S. K. &Choudhury A. 1998.Distribution of inshore copepod of the Bay of Bengal off Sagar Island: a multivariate analysis. *Tropical Ecology*, **29**: 146-158.

Shannon C. E. 1948. A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal,***27:** 379-423.

Short A. D. & Hesp P. A. 1993. Wave, beach and due interaction in Southeastern Austrália. *Marine Geology*,(48):259-284.

Shurin J. B., Winder M., Adrian R., Keller W. B., Matthews B., Paterson A. M., Yan N. 2010. Environmental stability and lake zooplankton diversity – contrasting effects of chemical and thermal variability. *Ecology Letters,***13**: 453–463.

Silva L. R. P., Mesquita E. M. C., Costa G. da E., Belúcio L. F. 2008. Composição do Zooplâncton do Furo do Combú, Belém - PA. *In:* 3º Congresso Brasileiro de Oceanografia; Congresso Ibero-Americano de Oceanografia, 2008, Fortaleza/CE. *Anais*[...]. Fortaleza, 1CD-ROM

Silva T. C., Porto Y. P. S. R., Rolim G. B., Belúcio L. F. 2010. Levantamento preliminar do zooplâncton da praia Grande em Mosqueiro (Belém, Pará, Brasil). *In*: 4º Congresso Brasileiro de Oceanografia, Rio Grande RS. *Anais*[...]. Rio de Janeiro, 1 CD-ROM

Simões N. R., Lansac-Tôha F. A., Bonecker C. C. 2013. Drought disturbances increase temporal variability of zooplankton community structure in floodplains. *International Review of Hydrobiology*, **98:** 24-33.

Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000. *Referência da localização da Ilha de Mosqueiro*. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-

geodesico/sirgas/16257-centro-de-analise-ibge.html?edicao=16998&t=centro-de-processamento-sirgas-ibge.Acesso em: 20 fev. 2021.

Soetaert K. & Rijswijk P. V. 1993. Spatial and temporal patterns of the zooplankton in the Westerschel de Estuary. *Marine Ecology Progress Series*. **97**: 47-59.

Tundisi J. G. 1970. O plankton estuarino. *Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*, p.1-22. (Série Oceanografia Biológica,19).

Tregouboff G. & Rose M. 1957. *Manuel de planctonologi e Mediterranèenne*.Paris, Centre Nacionale de La Recherche Scientifique, 2.

Ueda H & Reid J. W. 2003. *Copepoda Cyclopoida. Genera Mesocyclops* a*nd Thermocyclops.*Leiden, The Netherlands, Backhuys Publisher, 318p.(Guides to the identification of the microinvertebratesof the continental waters of the world, 20).

Uriarte I. & Villate F. 2005. Differences in the abundance and distribution of copepods in two estuaries of the Basque coast (Bay of Biscay) in relation to pollution. *Journal of Plankton Research,***27:** 863-874.

Valentin J. L. 1991. A diversidade específica para a análise das sucessões fitoplanctônica. Aplicação 66 ao ecossistema da ressurgência de Cabo Frio (RJ). *Nerítica*, Curitiba, **1-2**(6): 7-26.

Viana I. G. S. 2013. *Estrutura e fisiologia da paisagem da praia do Areião, Ilha de Mosqueiro (Belém-PA)*. MS Dissertation, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém,73p.

Vega-Perez L. M. 1993. Estudo do zooplâncton da região de Ubatuba, Estado de São Paulo. P*ublicação Esp. Inst. Oceanogr*., São Paulo, (10): 65-84.

Vega-Perez L. M. & Hernandes S. 1997. Composição e distribuição da família Paracalanidae (Copepoda: Calanoida) ao largo de São Sebastião, Estado de São Paulo - Brasil, com ênfase em três espécies de *Paracalanus*. *Revista Brasileira de Oceanogr*afia, **45**(1/2): 61-75.

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): 173–188.

Wang L., Du F., Wang X., Li Y., Ning J.2017.Distribution and role of the genus *Oithona* (Copepoda: Cyclopoida) in the South China Sea. *Oceanologia*,**59**(3): 300–310. doi:10.1016/j.oceano.2017.03.009.

Wishner K. F., Gowing M. M., Gelfman C. 1998. Mesozooplankton biomass in the upper 1000 m in the Arabian Sea: overall seasonal and geographic patterns, and relationship to oxygen gradients. *Deep-Sea Res*. Pt. II, **45**: 2405–2432.

World register of Marine Species-WORMS.Disponível em: https://www.marinespecies.org/. Acesso em: 16 out 2020.

Zar J. H. 1996. *Biostatistical analysis*. Third editions. New Jersey, Prentice-Hall International Editions.