



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

MORGANA DA SILVA BRITO

**DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON EM AMBIENTES RECIFAIS TROPICAIS
SOB INFLUÊNCIA ESTUARINA (TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL)**

**RECIFE
2017**

MORGANA DA SILVA BRITO

**DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON EM AMBIENTES RECIFAIS TROPICAIS
SOB INFLUÊNCIA ESTUARINA (TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ralf Schwamborn

**RECIFE
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Brito, Morgana da Silva

Distribuição do zooplâncton em ambientes recifais tropicais sob influência estuarina (Tamandaré, Pernambuco, Brasil)/ Morgana da Silva Brito- 2017.

54 folhas: il., fig., tab.

Orientador: Ralf Schwamborn

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

Recife, 2017.

Inclui referências

1. Plankton 2. Copepoda 3. Recifes e ilhas de coral I. Schwamborn, Ralf (orient.) II. Título

578.776

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2018-202

MORGANA DA SILVA BRITO

**DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON EM AMBIENTES RECIFAIS TROPICAIS
SOB INFLUÊNCIA ESTUARINA (TAMANDARÉ, PERNAMBUCO, BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre
em Biologia Animal.

Aprovada em: 31 / 10 / 2017

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Ralf Schwamborn (Orientador) – Presidente
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior – Titular Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza – Titular Interno
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof^a Dr^a Maria Eduarda Lacerda de Larrazábal da Silva – Titular Externo
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof^a Dr^a Tamara de Almeida e Silva – Suplente Externo
Universidade do Estado da Bahia – UNEB

Prof^a Dr^a Paula Braga Gomes – Suplente Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

Dedico este trabalho aos meus mestres da vida inteira, meus pais, Maria José e Oliveira, ao meu marido, companheiro e amigo, Felipe Lolaia e aos meus maiores projetos de amor, meus filhos, Felipe e Lucas.

AGRADECIMENTOS

Como é de concordância de todos, ninguém faz nada sozinho e eu nunca estive sozinha nessa caminhada.

Quero agradecer a Deus por ter me dado essa oportunidade de entrar no Mestrado e por estar ao meu lado em todos os momentos dessa jornada;

Ao meu orientador prof. Dr. Ralf Schwamborn por ter aceitado me orientar, pela paciência, pelo aprendizado, por ser solícito todas as vezes que precisei dele.

À Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal – PPGBA.

Ao Museu de Oceanografia pela infraestrutura, equipamentos e todo suporte para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado (nº do processo 134412/2016-8).

Ao INCT AmbTropic (CNPq/FAPESB/FAPEX/CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq nº do processo: 471038/2012-1) pelo financiamento do trabalho de campo e a construção das novas redes.

Ao Centro de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Nordeste - CEPENE, pelo suporte na logística, com a disponibilização das lanchas, laboratório e hospedagens em Tamandaré.

A todos os barqueiros, Rubens, Rafael, Alberto e aos ajudantes, tão gentis e trabalhadores, conhecedores das águas de Tamandaré. A Aislan que nos ajudou muito em campo com as coletas. Vocês fizeram essa pesquisa acontecer.

Às bolsas recebidas, tão gentilmente concedidas quando estava sem bolsa, provenientes da Petrobrás e do INCT, com a ajuda da Prof.^a Dr.^a Sigrid, Andrea e Xiomara, a pedido do meu orientador, sou muito grata a vocês por isso!

Aos professores da banca que aceitaram examinar meu trabalho, Prof. Dr. Mauro de Melo Jr, Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza, Prof.^a Dr.^a Maria Eduarda Lacerda de Larrazábal da Silva, Prof.^a Dr.^a Tamara de Almeida e Silva e Prof.^a Dr.^a Paula Braga Gomes.

A todos os professores do PPGBA que fizeram parte da minha formação.

Aos coordenadores Prof.^a Dr.^a Bruna Bezerra e Prof Dr. Ulisses Pinheiros, ao secretário Manoel Guimarães Jr e outros que me ajudaram todo esse período!

Aos meus colegas de turma 2015.2, pelos momentos de aprendizado e união nos momentos bons e difíceis de cada disciplina.

À Denise por sempre, desde o início, ter me incentivado a voltar a estudar, minha amiga de longa data e de sufocos nos estudos.

À Gleice, minha mãe científica, colega de batalha na Baía de Tamandaré, parceira nos trabalhos científicos, conselheira, amiga. Agradeço muito pelos ensinamentos sobre os recifes e a oceanografia, por ter me livrado e aconselhado nos sufocos da vida acadêmica. Valeu!!!

À Prof.^a Dr.^a Sigrid Neuman Leitão pelos ensinamentos e por ser solícita sempre que tinha uma dúvida sobre o zooplâncton.

A todos do Labzoo, Renata, Claudeilton (Claus), Cynthia, Igor, Simone Lira, Simone Jorge, Nathalia, Gabriela, Tamara, Dani, Patrícia, Lucas, Ralf (Tarciso), Jana, Alejandro, Glenda, Xiomara, Andrea, Kaio, Iully, Éricka, Aislan. Vocês são uma grande família que me acolheram, sempre me senti tão bem recebida, obrigada pelas boas conversas, companheirismo e ajuda nesse etapa tão importante da minha vida.

Aos meus pais, José de Oliveira Brito e Maria José Brito, que tanto se esforçaram em me educar e me ensinar os valores que hoje carrego comigo e por ter me apoiado e ajudado com meus filhos sempre que precisei. Amo vocês eternamente!

Aos meus sogros, Félix Lolaia Sobrinho Filho e Maria da Conceição da Silva Lolaia, que me apoiaram sempre que precisei cuidando dos meus filhos. Amo vocês!

Ao meu marido, Felipe Lolaia, que me apoiou 100% quando decidi fazer o Mestrado e entendeu minha ausência em muitos momentos e me ajudou com nossos filhos sempre que precisei. Amo-te eternamente.

Aos meus filhos, Felipe Filho e Lucas, a razão de eu querer sempre ser melhor, meus maiores tesouros, que entendiam que mamãe tinha que trabalhar mesmo estando em casa, dividindo o tempinho que tinha com eles com o computador. Amo vocês eternamente!

Aos meus irmãos, Jônatas e Monayra, que são meus amigos, e aos meus sobrinhos, Júlio Cesar e Melyna, que são minha alegria.

E a todos que embora não mencionei aqui fizeram parte dessa jornada e contribuíram para a realização desse trabalho.

Que bom seria se entendêssemos todos os princípios concernentes às ciências e às artes e nos tornássemos profundamente familiarizados com todo o complexo funcionamento da natureza e com todas as alterações que estão constantemente acontecendo ao nosso redor! Poderíamos perguntar: Quando deixaremos de aprender coisas novas? Dar-lhes-ei minha opinião sobre esse assunto: Nunca, nunca!

Brigham Young, 1877

RESUMO

A comunidade de zooplâncton que habita os recifes tropicais compreende diferentes tipos (holoplâncton, meroplâncton e plâncton demersal) e provém de diferentes origens (pelágica e recifal). O presente estudo tem como objetivo avaliar e comparar o zooplâncton na borda recifal e nos canais entre os recifes costeiros e avaliar a influência de grupos de origem estuarina nesse ambiente. As coletas foram realizadas em duas formações recifais que fazem parte da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, conhecidas por Ilha da Barra (área totalmente protegida) e Pirambú (área aberta à pesca e visitação), em Tamandaré (Pernambuco, Brasil), nos períodos de 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016 durante as marés vazantes noturnas. Para a realização deste estudo foram confeccionadas duas novas redes estacionárias: a Reef Edge Net e a Channel Midwater Neuston Net, que coletaram em pontos fixos na borda dos recifes (zooplâncton “lavado” do topo recifal para a borda) e em canais adjacentes aos recifes (onde ocorre o transporte do zooplâncton para mar aberto), respectivamente. Foi utilizada para este estudo a malha de 64 μm . O zooplâncton dos recifes de Tamandaré foi classificado quanto ao “tipo” (holoplâncton, meroplâncton e demersal) e “origem” (estuarina, nerítica, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida). Um total de 32 amostras foram avaliadas quanto à abundância, biomassa e origem do zooplâncton. 65 grupos taxonômicos foram identificados. Copepoda (adultos, juvenis e náuplios) foi o grupo mais abundante com contribuição de 68% para o zooplâncton total, seguido de Foraminifera, Gastropoda (larvas), Cirripedia (náuplios), *Oikopleura* e Polychaeta (larvas). As redes estacionárias coletaram altas abundâncias de zooplâncton quando comparado ao registrado em recifes de coral tropicais do Indo-Pacífico e do Caribe. Houve diferença significativa entre a borda dos recifes e os canais entre os recifes na abundância ($77.579 \pm 73.985 \text{ ind m}^{-3}$ e $9.982 \pm 11.427 \text{ ind m}^{-3}$, respectivamente) (Mann-Whitney, $p = 0,0005$) e na biomassa de carbono ($48,9 \pm 45,5 \text{ mg C m}^{-3}$ e $11,4 \pm 21,9 \text{ mg C m}^{-3}$, respectivamente) (Mann-Whitney, $p = 0,0011$), com maiores valores na borda do recife. Os organismos de origem nerítica/estuarina dominaram nos canais tanto em abundância relativa quanto em biomassa relativa (23% e 33%, respectivamente). Os organismos de origem recifal foram dominantes em abundância relativa e biomassa relativa na borda dos recifes (27% e 22%, respectivamente). A borda dos recifes apresentou maior abundância e biomassa em todas as classificações por origem. A alta abundância de organismos coletados na borda dos recifes é, provavelmente, devido à baixa cobertura de corais nesses recifes, o que causa uma baixa pressão predatória sobre o zooplâncton e à contribuição de espécies estuarinas que

realizam mecanismos de retenção próximos ao fundo. Pela primeira vez é realizado um estudo do zooplâncton em estações fixas próximas aos recifes costeiros de águas rasas com importante influência dos organismos de origem estuarina nos sistemas pelágicos aos seus entornos.

Palavras-chave: Recifes costeiros. Copepoda. Origem do zooplâncton. Biomassa do zooplâncton. Predação.

ABSTRACT

The zooplankton community of tropical reefs is composed by different types (holoplankton, meroplankton and demersal plankton) and from different origins (pelagic and reef). The present study aims to evaluate and compare the zooplankton at the reef edge and in open-water channels at coastal reefs and evaluate the influence of groups from estuarine origin in this environment. The sampling was carried out in two patch reefs within the MPA Costa dos Corais: “Ilha da Barra” (fishing and visiting prohibited) and “Pirambú” (fishing and visiting allowed), off Tamandaré (Pernambuco, Brazil) from November 10 to 12, 2015 and from March 7 to 11, 2016 during nocturnal ebb tides. Two new passive nets were used: Reef Edge Net (REN) and Channel Midwater Neuston Net (CMNN), which sampled at fixed stations in reef edges (zooplankton “washed” from the reef top towards the edge) and in channels adjacent to reefs (where the transport of zooplankton to the open sea occurs), respectively. The 64 μm mesh was used for this study. The zooplankton of Tamandaré reefs was classified by "type" (holoplankton, meroplankton and demersal) and "origin" (estuarine, neritic, reef, neritic / estuarine and unknown). A total of 32 samples were evaluated for abundance, biomass and zooplankton origin. 65 taxonomic groups were identified. Copepoda (Adults, juveniles and nauplii) was the most abundant group with a contribution of 68% for total zooplankton, followed by Foraminifera, Gastropoda (larvae), Cirripedia (nauplii), Oikopleura and Polychaeta (larvae). Passive nets sampled higher abundances of zooplankton compared to previous studies in tropical coral reefs of the Indo-Pacific and Caribbean. There was a significant difference between reef edges and channels in abundance ($77,579 \pm 73,985 \text{ ind.m}^{-3}$ and $9,982 \pm 11,427 \text{ ind.m}^{-3}$ respectively) (Mann-Whitney, $p = 0.0005$) and Carbon biomass ($48.9 \pm 45.5 \text{ mg C m}^{-3}$ and $11.4 \pm 21.9 \text{ mg C m}^{-3}$, respectively) (Mann-Whitney test, $p = 0.0011$). Organisms from neritic / estuarine environments dominated the channels in both relative abundance and relative biomass (23% and 33%, respectively). Organisms of reef origin were dominant in relative abundance and relative biomass at the reef edges (27% and 22%, respectively). The reef edges presented higher abundance and biomass in all groups based on origin. The higher abundance of organisms sampled at the reef edges is probably due to very low coral cover on these coastal reefs, which causes a low predation pressure on zooplankton, and due to contribution of estuarine species that often use retention mechanisms, staying close to the bottom. For the first time, a zooplankton study was carried out at fixed stations close to shallow coastal reefs with important influence of the organisms from estuarine origin in the surrounding pelagic systems.

Keywords: Coastal reefs. Copepoda. Origin of zooplankton. Zooplankton biomass. Predation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa da área de estudo, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil, mostrando as estações de coleta das redes Channel Midwater Neuston Net (CMNN) e Reef Edge Net (REN) nas formações recifais Ilha da Barra e Pirambú. As setas azuis indicam fluxo da corrente nos locais de coleta que durante as marés vazantes lavava os recifes e voltava por canais adjacentes aos mesmos. Adaptado de Santos *et al.* (2017).....21
- Figura 2 – Variação da temperatura e salinidade nos dias de coleta 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016, (mensurados) aferidos nos recifes de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.....23
- Figura 3 – Ilustração das redes Channel Midwater Neuston Net e Reef Edge Net. Adaptado de Santos *et al.* (2017).....25
- Figura 4 – Imagem submersa das redes A) Channel Midwater Neuston Net e B e C) Reef Edge Net.....25
- Figura 5 – Ilustração esquemática da posição das redes Channel Midwater Neuston Net (CMNN) e Reef Edge Net (REN) em relação aos recifes de Tamandaré. Figura à esquerda: a seta pontilhada mostra o sentido do fluxo da corrente durante as marés vazantes. Figura à direita: mostra a posição das redes no momento de ancoragem (maré alta) e no momento de retirada (maré baixa). Sem escala de profundidade. Adaptado de Santos *et al.* (2017).....26
- Figura 6 – Abundância relativa (%) dos principais grupos do zooplâncton e da comunidade de Copepoda coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes) nas duas estações de coleta Ilha da Barra (IDB) e Pirambú (PRB). Copepoda nos principais grupos do zooplâncton é composto por copepoditos e adultos. (J): juvenis.....32
- Figura 7 – Abundância relativa (%) dos principais grupos do zooplâncton por dia de coleta: 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016, coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).....33

Figura 8 – Abundância (ind.m^{-3}) do zooplâncton coletado pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes) nas duas estações de coleta Ilha da Barra (IDB) e Pirambú (PRB).....34

Figura 9 – Abundância e biomassa relativa (%) do zooplâncton classificados pela origem nerítica, estuarina, nerítica-estuarina, recifal e desconhecida, coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).....38

Figura 10 – Abundância (ind.m^{-3}) e biomassa (mg C m^{-3}) do zooplâncton classificados pela origem nerítica, estuarina, nerítica-estuarina, recifal e desconhecida, coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).....44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abundância (média ± desvio padrão) e abundância relativa (%) dos grandes grupos do zooplâncton (sem a comunidade de Copepoda) coletados com a Channel Midwater Neuston Net (canais) e a Reef Edge Net (borda dos recifes) nos recifes de Tamandaré (Brasil) em novembro de 2015 e março de 2016. O tipo está classificado em H: Holoplâncton, D: Demersal e M: Meroplâncton. A origem está classificada em E: Estuarino, N: Nerítico, R: Recifal, NE: Nerítico/Estuarino e U: Desconhecido. NP indica não presente. Diferenças significativas indicadas em negrito.....30

Tabela 2 – Abundância (média ± desvio padrão) e abundância relativa (%) da comunidade de Copepoda coletados com a Channel Midwater Neuston Net (canais) e a Reef Edge Net (borda dos recifes) nos recifes de Tamandaré (Brasil) em novembro de 2015 e março de 2016. O tipo está classificado em H: Holoplâncton, D: Demersal e M: Meroplâncton. A origem está classificada em E: Estuarino, N: Nerítico, R: Recifal, NE: Nerítico/Estuarino e U: Desconhecido. NP indica não presente. Diferenças significativas indicadas em negrito.....31

Tabela 3 - Média e comparação da abundância (ind.m^{-3}) e biomassa (mg C m^{-3}) entre os canais e a borda dos recifes. Os valores de “p” indicam os resultados do teste de Mann-Whitney das origens do zooplâncton classificados em Estuarina, Nerítica, Recifal, Nerítica/Estuarina e Desconhecida. Maiores valores foram encontrados na borda dos recifes. Nível de significância $p < 0,05$36

Tabela 4 - Sumário da abundância do zooplâncton (ind.m^{-3}) dos estudos nos recifes da Baía de Tamandaré e em outros recifes de corais tropicais. Constam apenas valores com malha e parâmetros (noite, período seco e coletado sem luz) semelhantes aos deste estudo. * Valores calculados a partir dos dados apresentados em tabelas e figuras.....42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	HIPÓTESE.....	19
1.2	OBJETIVOS.....	20
1.2.1	Objetivo geral.....	20
1.2.2	Objetivos específicos.....	20
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	21
2.2	CONDIÇÕES AMBIENTAIS.....	22
2.3	DESCRIÇÃO DAS NOVAS REDES ESTACIONÁRIAS.....	23
2.4	PROCEDIMENTOS EM CAMPO.....	27
2.5	PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO.....	28
2.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	29
3	RESULTADOS.....	30
3.1	COMPOSIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON.....	30
3.2	BIOMASSA SESTÔNICA, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE.....	33
3.3	BIOMASSA DO ZOOPLÂNCTON.....	35
3.4	ORIGEM DO ZOOPLÂNCTON.....	35
4	DISCUSSÃO.....	39
4.1	ABUNDÂNCIA NOS AMBIENTES DE COLETA (BORDA RECIFAL VS CANAIS ENTRE OS RECIFES).....	39
4.2	COMPOSIÇÃO E ORIGEM DO ZOOPLÂNCTON.....	40
4.3	BIOMASSA POR GRUPOS.....	43
4.4	COMPARANDO MÉTODOS DE COLETA.....	44
5	CONCLUSÕES.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Os recifes de coral são um dos ecossistemas mais produtivos do mundo e contribuem direta e indiretamente na economia, sobretudo para a pesca e para o turismo (KAY & LIDDLE, 1989; BIRKELAND, 1997; MAIDA & FERREIRA, 1997), suportando uma complexa teia alimentar (ROBERTS *et al.*, 2002). Apesar de apresentarem baixa diversidade de corais (se comparados aos do Indo-Pacífico e do Caribe), os recifes brasileiros possuem alto endemismo (MAIDA & FERREIRA, 1997; LEÃO & DOMINGUEZ, 2000; LEAO & KIKUCHI, 2005; MAYAL *et al.*, 2009).

Particularmente os recifes de coral são os mais vulneráveis às ações antrópicas (KAY & LIDDLE, 1989; BIRKELAND, 1997), sendo essas as principais ameaças a esse ecossistema na costa do nordeste do Brasil, sobretudo a sobre-exploração dos recursos e o turismo desordenado (MAIDA & FERREIRA, 1997; CASTRO & PIRES, 2001). Essas ameaças ocorrem, preferencialmente, em áreas recifais de maior riqueza de espécies (ROBERTS *et al.*, 2002).

O zooplâncton associado aos recifes de corais é o principal recurso alimentar de peixes planctívoros e predadores bentônicos sésseis (EMERY, 1968; PORTER, 1974; HAMNER *et al.*, 1988; HAMNER *et al.*, 2007) e desempenha um importante papel ecológico: funciona como um *link* na teia trófica entre os produtores primários e os organismos de níveis tróficos superiores (IKEDA, 1974).

Em vista disso, a complexa e heterogênea comunidade de zooplâncton proveniente de diferentes fontes que habitam os recifes tropicais é composta de espécies residentes de recifes e de migração demersal (ALLDREDGE & KING, 1977; YOUNGBLUTH, 1982; OHLHORST, 1982; NAKAJIMA *et al.*, 2009), holoplanctônicas de origem oceânica (GLYNN, 1973; HAMNER *et al.*, 1988; HEIDELBERG *et al.*, 2004; YAHEL *et al.*, 2005; HAMNER *et al.*, 2007), e meroplanctônicas de origem oceânica e recifal (BABCOCK, 1984; BABCOCK *et al.*, 1992; FRANCINI *et al.*, 2002).

O zooplâncton demersal é composto por organismos em estágio larval e adulto, que residem dentro ou sobre os recifes durante o dia e migram verticalmente para a coluna d'água após o pôr-do-sol como comportamento de fuga de organismos planctívoros visuais diurnos e predadores bentônicos noturnos (OHLHORST, 1982; NAKAJIMA *et al.*, 2009). O meroplâncton compreende espécies em estágio mais recente de desenvolvimento ontogenético que vivem e se alimentam na coluna d'água e quando atingem maior capacidade podem pairar próximo à superfície dos recifes (HEIDELBERG *et al.*, 2004).

Algumas espécies holoplanctônicas formam manchas próximas a estruturas no fundo durante o dia e dispersam à noite (EMERY, 1968; AMBLER, 2002). A formação de manchas em Copepoda foi associada à presença de diferentes predadores planctívoros (AMBLER *et al.*, 1991) e esse comportamento ocorre para a proteção em momento de acasalamento (AMBLER, 2002).

À noite, o zooplâncton apresenta padrões claros de distribuição vertical em recifes de corais, com diminuição da abundância e biomassa nas camadas profundas, próximas aos recifes (HOLZMAN *et al.*, 2005; YAHIEL *et al.*, 2005; ALLDREDGE & KING, 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010) e esse padrão se apresenta mesmo em recifes de corais rasos (ALLDREDGE & KING, 2009). A evasão do fundo realizada por nadadores ágeis e a intensa predação por planctívoros sésseis, como corais, são as principais causas no declínio da abundância próxima aos recifes relatada por esses autores.

Entretanto, diferentemente dos recifes rasos do nordeste do Brasil, os recifes de corais tropicais oligotróficos, citados acima, são localizados distante da costa e possuem significativa cobertura de corais escleractíneos (BENAYAHU e LOYA, 1977; ARONSON *et al.*, 1994; YAHIEL *et al.*, 2005; ALLDREDGE & KING, 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010) e não possuem influência de estuários.

As áreas costeiras do nordeste do Brasil recebem fortes influências de plumas estuarinas, com aporte de nutrientes inorgânicos, matéria orgânica (esgoto doméstico), sedimentos, clorofila *a*, material particulado suspenso e espécies do fito- e zooplâncton provenientes de estuários (MAIDA & FERREIRA, 1997; MAYAL *et al.*, 2009; MACHADO *et al.*, 2014), modificando condições ambientais (MACHADO *et al.*, 2014) e favorecendo uma espécie (por exemplo, de coral) sobre outra (MAYAL *et al.*, 2009).

Os recifes brasileiros apresentam alta cobertura de algas em detrimento de corais (FIGUEIREDO *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2015). Em um estudo que comparou duas regiões de recifes na plataforma continental no estado da Bahia (nordeste do Brasil), uma delas próxima à costa (mais a norte do estado, 1-2 km da costa), outra mais distante (Abrolhos, 60 km da costa), mostrou que a cobertura total de corais vivos foi maior nos recifes distantes da costa, com valores de até 29,0% para os recifes de Abrolhos, enquanto que nos recifes próximos à costa os valores de cobertura coralínea variaram de 0,3 a 10,9% (LEAO & KIKUCHI, 2005). Nos recifes de Tamandaré a cobertura de corais é menor que 1,5% (FEITOSA & FERREIRA, 2015; SANTOS *et al.*, 2015).

A queda do nível do mar do Holoceno, que ocorreu ao longo da costa do Brasil desde 5,1 mil anos atrás, causou uma progradação do litoral, deixando os recifes mais próximos da

costa e conseqüentemente sobre intensa sedimentação derivado do continente e aumento da radiação UV, o que contribuiu pra aumentar a mortalidade de corais e a substituição de espécies por outras mais resistentes (LEAO & KIKUCHI, 2005). Essas características singulares dos recifes rasos do nordeste do Brasil e o isolamento devido a algumas barreiras biogeográficas (como a Pluma do Rio Amazonas) podem explicar o alto endemismo. Somado a isso, as atividades humanas, como a pesca, o turismo intenso e a eutrofização reduzem a sobrevivência dos corais e promovem o aumento da cobertura algal (ARONSON *et al.*, 1994; LEAO & KIKUCHI, 2005; FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

Avaliar a abundância e a biomassa do zooplâncton associado aos recifes rasos do nordeste do Brasil pode ajudar a elucidar fatores importantes referentes à origem e ao tipo de alimento disponível para a macrofauna (organismos bentônicos e pelágicos de importância ecológica e comercial) residente nos recifes. Isso é imprescindível, sobretudo em áreas protegidas, que constituem um papel importante na manutenção e no aumento da abundância, biomassa e diversidade de variadas espécies e na produção e dispersão de larvas (HALPERN, 2003; D'AGOSTINI *et al.*, 2015).

A elaboração de estratégias de amostragens adequadas para o estudo de toda a comunidade de zooplâncton ao entorno dos recifes, como redes passivas posicionadas próximo aos recifes, fez-se necessária, uma vez que o uso de arrastos tradicionais com redes de plâncton não permite uma aproximação segura ao topo recifal e redes cônicas fixadas diretamente em cima dos recifes amostram apenas o zooplâncton demersal ascendente. Ainda existem poucos conhecimentos sobre o plâncton em recifes rasos tropicais com baixa cobertura de corais, ressaltando a importância de espécies provenientes de estuários nesses ambientes.

1.1 HIPÓTESE

Este trabalho pretende testar a hipótese de que existem diferenças entre o zooplâncton lavado do topo recifal e coletado nas bordas dos recifes em relação à comunidade amostrada em áreas abertas, nos canais entre os recifes. A pergunta central é se os recifes costeiros de águas costeiras rasas são sumidouros ou fontes de zooplâncton. Uma biomassa de zooplâncton menor nas águas que são lavadas do topo recifal para a borda, se comparadas com as amostras obtidas em meia água, indicaria que há uma remoção de zooplâncton e, portanto, que o ecossistema recifal atuaria como um sumidouro de zooplâncton. Uma maior

biomassa de zooplâncton na borda do recife indicaria que este ecossistema altamente produtivo funciona como uma fonte de zooplâncton.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Descrever e comparar a comunidade do zooplâncton coletado nas bordas dos recifes em relação à comunidade amostrada em áreas abertas, nos canais entre os recifes, na APA Costa dos Corais (Tamandaré, Pernambuco, Brasil).

1.2.2 Objetivos específicos

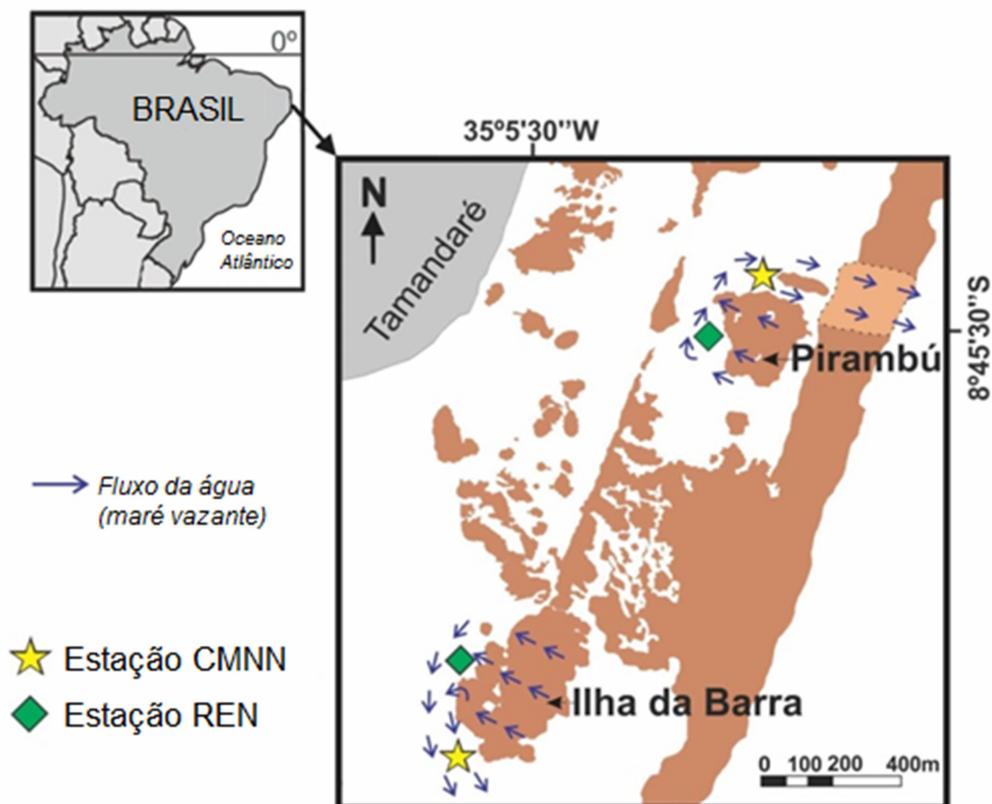
- Comparar a comunidade do zooplâncton e de Copepoda em estações fixas ao entorno dos recifes de Tamandaré: borda recifal vs canais entre os recifes de Tamandaré;
- Estimar a contribuição em abundância (ind. m^{-3}) e biomassa (mg C m^{-3}) do zooplâncton de origem estuarina, recifal, nerítica e nerítica/estuarina para as comunidades pelágicas nestas áreas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no sistema recifal localizado em Tamandaré, nordeste do Brasil, que faz parte de uma área marinha protegida, a APA Costa dos Corais, criada em abril de 1999 através de um decreto federal para a proteção dos recursos naturais. Ela é uma unidade de uso sustentável com mais de 400 mil ha de área, sendo considerada a maior unidade de conservação federal marinha do Brasil. Dentro do complexo recifal de Tamandaré encontra-se um recife totalmente fechado a todo tipo de pesca, exploração, visitação, atividades náuticas e turísticas, conhecido por “Ilha da Barra”, e apresenta proteção total em relação às áreas adjacentes (FERREIRA *et al.*, 2001) (Figura 1).

Figura 1- Mapa da área de estudo, Baía de Tamandaré, Pernambuco, Brasil, mostrando as estações de coleta das redes Channel Midwater Neuston Net (CMNN) e Reef Edge Net (REN) nas formações recifais Ilha da Barra e Pirambú. As setas azuis indicam fluxo da corrente nos locais de coleta que durante as marés vazantes lavava os recifes e voltava por canais adjacentes aos mesmos. Adaptado de Santos *et al.* (2017)



Fonte: Santos *et al.* (2017)

Os recifes encontrados na área têm uma forma de crescimento distinta. Eles desenvolvem colunas isoladas de 5 a 6 metros de altura que se expandem lateralmente no topo e criam cavernas interligadas abaixo de suas superfícies (MAIDA & FERREIRA, 1997). Ainda de acordo com Maida & Ferreira (1997), os principais construtores de coral dos recifes de Tamandaré são *Mussismilia hartii* e *Montastrea cavernosa*. Contudo não foi feita, ainda, nenhuma perfuração para estimar a composição e a espessura dessas estruturas (CASTRO & PIRES, 2001). A superfície dessas formações na Ilha da Barra (área fechada) está predominantemente coberta pelo zoantídeo *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1768), com 30,5% de cobertura, seguido da macroalga rodófito *Palisada perforata* (Bory) KW Nam com 15,9% e a alga calcárea *Halimeda opuntia* (L.) J. V. Lamour com 3,9% (SANTOS *et al.*, 2015).

2.2 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

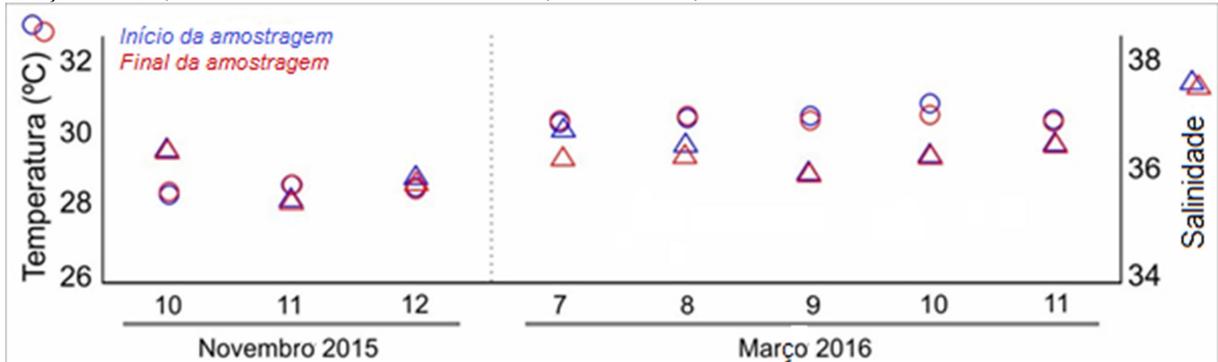
A baía de Tamandaré recebe influência dos estuários formados pelos rios Mamucaba e Ilhetas (também conhecido por rio Carro Quebrado) que desembocam ao sul e o rio Formoso que desemboca ao norte (MAIDA & FERREIRA, 1997). Também essa região recebe influência do rio Una, especialmente em períodos chuvosos e durante eventos de enxurradas extremas. Esses aportes fluviais fornecem nutrientes à área costeira e também podem ser fontes diretas de efluentes domésticos, agrícolas e industriais. Do mesmo modo, a hidrologia desses rios atua na área com contribuição dos principais grupos do zooplâncton formando um *link* entre as zonas estuarinas e os recifes (PORTO NETO, 2003).

Para o período seco (março/2016), a média de clorofila *a* no entorno dos recifes de Tamandaré foi de $0,12 \text{ mg m}^{-3}$, com mínima de $0,01$ e máxima de $0,35 \text{ mg m}^{-3}$. Com base apenas nesses valores de biomassa primária esse ambiente pode ser caracterizado como oligotrófico, com valores de clorofila *a* extremamente baixos (abaixo de 1 mg m^{-3}) no período. A biomassa fitoplanctônica nos recifes de Tamandaré tem uma correlação direta com a precipitação pluviométrica, com maiores valores no período chuvoso (MOURA & PASSAVANTE, 1995).

A precipitação média no período de coleta de novembro de 2015 foi de $0,7 \text{ mm}^3$, que ocorreu apenas no primeiro dia de coleta. No período de março de 2016 a precipitação média nos dias de coleta foi de $0,36 \text{ mm}^3$ e esteve muito abaixo da média para aquele mês ($8,8 \text{ mm}^3$). A temperatura da água foi mais baixa em novembro quando comparada com março variando de $28,36$ a $28,71 \text{ }^\circ\text{C}$ e de $30,20$ a $30,67 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente. A salinidade variou de $35,35$ a $36,24$ em novembro e de $35,83$ a $36,69$ em março (Figura 2). A amplitude de maré foi

de 1,9 m e 2,4 m em novembro e março, respectivamente. Os dados de precipitação foram obtidos pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). As variáveis físicas e químicas da água, profundidade, temperatura e salinidade foram mensuradas no local com o uso do YSI CastAway CTD (SonTek, San Diego, CA, USA) no início e no final de cada amostragem.

Figura 2 – Variação da temperatura e salinidade nos dias de coleta 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016, aferidos nos recifes de Tamandaré, Pernambuco, Brasil.



Fonte: Morgana Brito, 2017.

As coletas de zooplâncton foram realizadas em duas formações de recifes chamadas “Pirambú” (PRB, área aberta a pesca e visitação controlada) e “Ilha da Barra” (IDB, área totalmente protegida) ($8^{\circ}45'36''$ a $8^{\circ}47'20''$ S e $35^{\circ}03'45''$ a $35^{\circ}06'45''$ W) (Figura 1). Foram utilizados dois novos sistemas de redes estacionárias confeccionados com o objetivo de realizar amostragem de organismos em pontos fixos, próximos aos recifes. Vale salientar que esse tipo de amostragem não seria possível usando métodos tradicionais de coleta como o uso de redes de arrasto, devido à perigosa navegação noturna próxima aos recifes. Por isso, os novos sistemas, que são leves e de fácil manuseio em campo, foram desenvolvidos (SANTOS *et al.*, 2017).

2.3 DESCRIÇÃO DAS NOVAS REDES ESTACIONÁRIAS

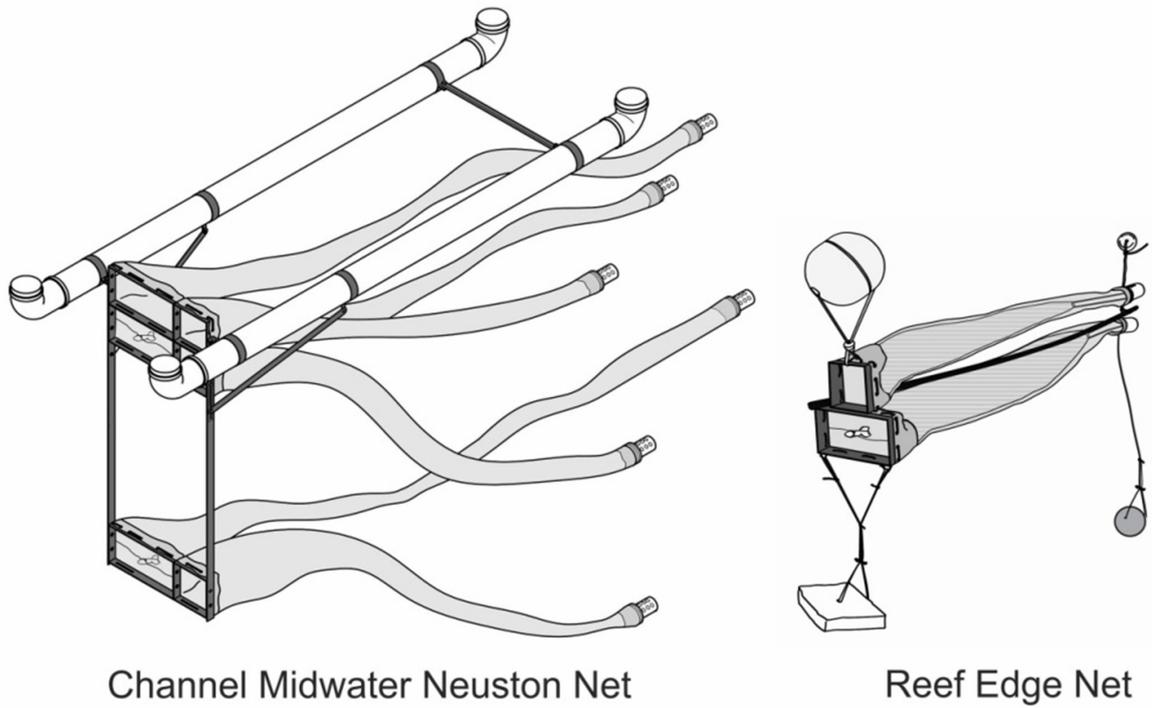
Com o propósito de analisar tanto larvas quanto organismos adultos do zooplâncton, foram utilizados apenas os dados coletados com as redes de 64 μ m no presente estudo. Para isso dois tipos de redes fixas foram confeccionados, Channel Midwater Neuston Net, que foi fixada em canais adjacentes aos recifes e a Reef Edge Net, que foi fixada na borda dos recifes.

A **Channel Midwater Neuston Net (CMNN)** consiste em um conjunto de 6 redes cônicas de plâncton, que permite a realização da coleta em três profundidades: Epineuston (0 -

0.075 m), interface ar-água, onde a superfície da água é amostrada na metade da abertura da rede; Hiponeuston (0.075 - 0.225 m), região subsuperficial da linha d'água, abaixo do Epineuston; e uma terceira camada (0.925 - 1.075 m) localizada há 1 m abaixo do Hiponeuston. Em cada profundidade estão presentes 2 pares de rede de diferentes aberturas de malha: 64 μm (área da boca: 0,15 X 0,15 m; comprimento: 1,5 m) e 300 μm (área da boca: 0,30 X 0,15 m; comprimento: 2,5 m). O conjunto de redes é acoplado em barras de aço conectadas a dois tubos de PVC, utilizados para manter o sistema flutuando na superfície da água (Figuras 3 e 4). A posição em relação ao fundo, durante o período de amostragem, variou de acordo com a amplitude de maré em cada dia de coleta (Figura 5). Em alguns dias de amostragem, as redes de 64 μm do Epineuston e do Hiponeuston da CMNN enrolaram. Foi observado que as correntes dos canais, em alguns momentos, estavam contrárias à direção do vento local e esse fator exerceu uma forte influência na posição das redes superficiais e gerou valores de volume filtrado duvidosos. Devido a este problema operacional, apenas as redes de 1 m da CMNN foram consideradas para as análises no presente estudo.

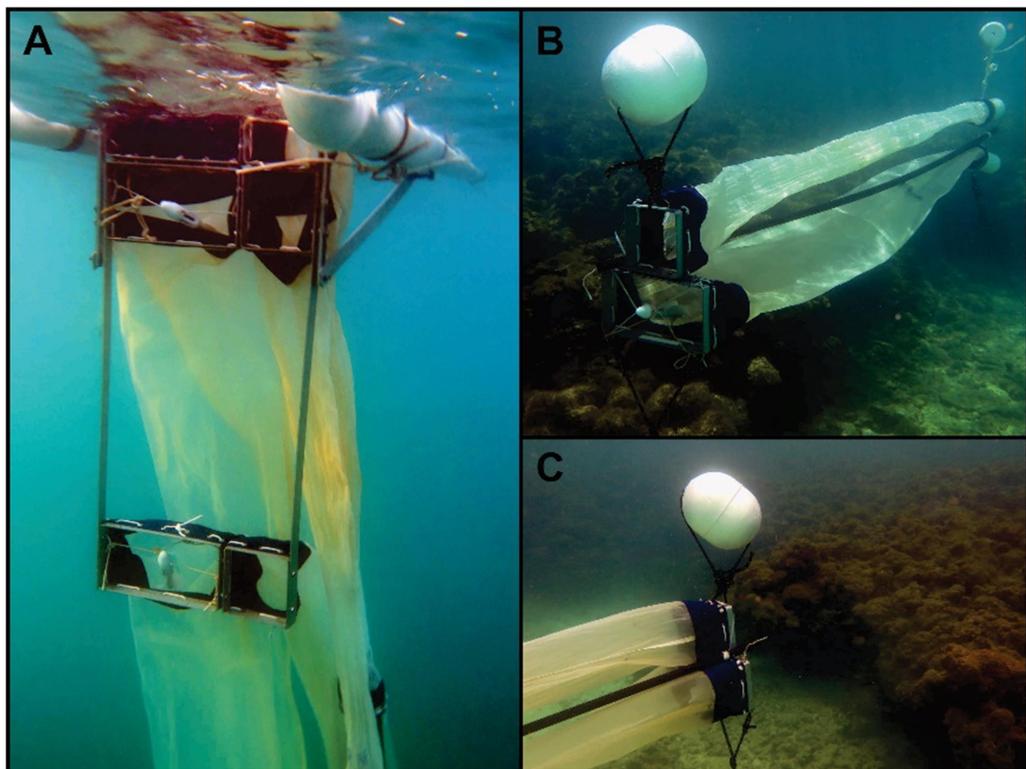
A Reef Edge Net (REN) consiste num conjunto de duas redes cônicas de plâncton de 2,5 m de comprimento e abertura de malha de 64 μm (área da boca: 0,15 X 0,15 m) e 300 μm (área da boca: 0,30 X 0,15 m) com redes internas “anti-refluxo” de mesma abertura de malha para dificultar o retorno de organismos de maior mobilidade. Na abertura do copo coletor da rede de 64 μm , usada neste estudo, foi colocada uma malha de 1 mm para evitar a entrada de animais maiores (isopodas, larva de peixe e pós larvas de camarão) e, portanto, a potencial predação do zooplâncton presente no copo coletor. O conjunto de redes permaneceu esticado na posição horizontal por meio de cano estreito de PVC e foi mantido submerso com a boca da rede voltada para a borda dos recifes por dois pesos (boca da rede: 20 kg, copo coletor: 3 kg) e duas bóias (boca da rede: 5 litros de flutuabilidade, copo coletor: 0,5 litros de flutuabilidade) (Figuras 3 e 4). A posição da REN em relação ao fundo foi fixa (Figura 5), mas variou em relação aos dois pontos de coleta (2,2 m na Ilha da Barra e 1,9 m no Pirambú), devido à altura dos recifes em relação ao fundo.

Figura 3 – Ilustração das redes Channel Midwater Neuston Net e Reef Edge Net. Adaptado de Santos *et al.* (2017).



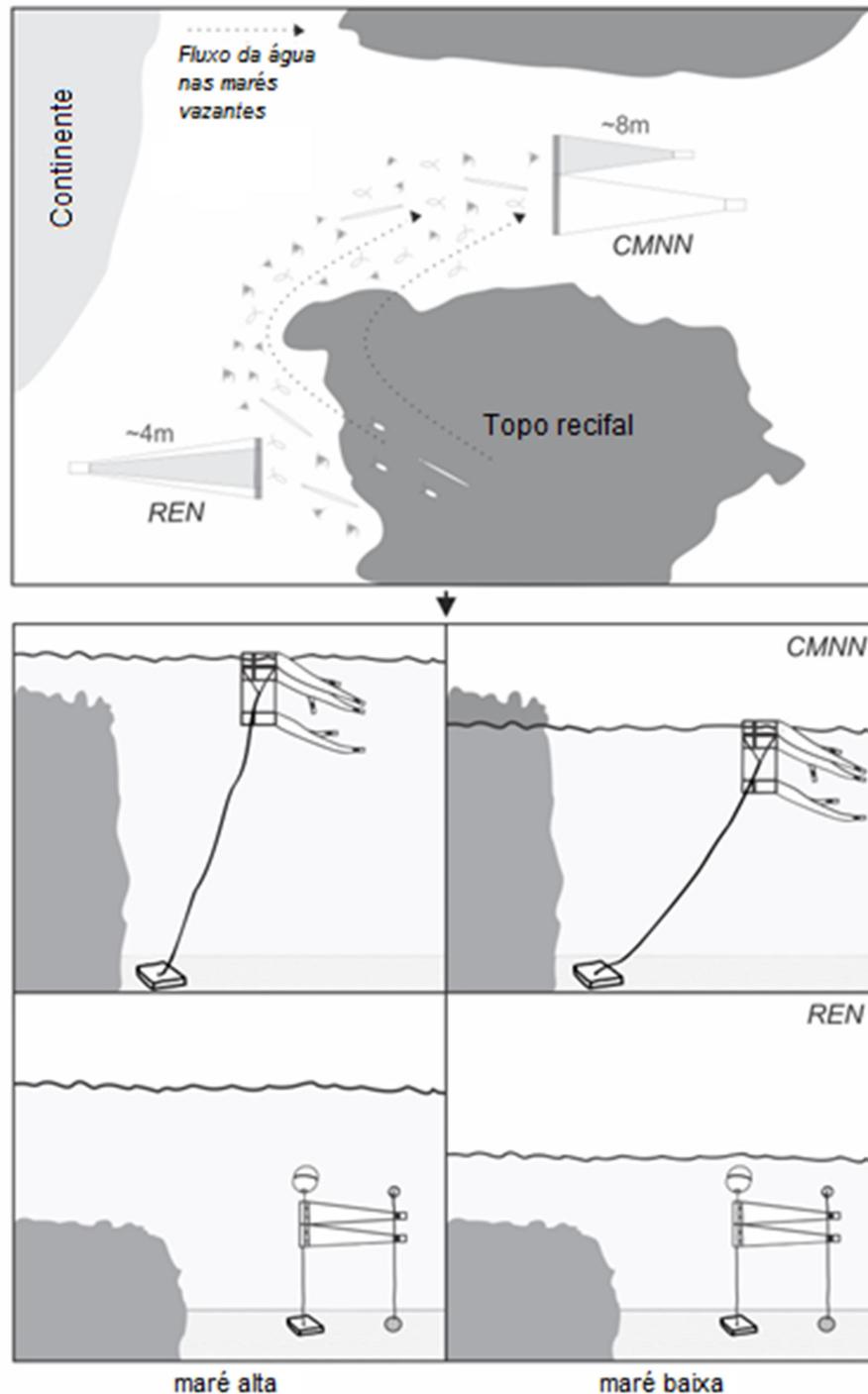
Fonte: Santos *et al.*, (2017)

Figura 4 – Imagem submersa das redes A) Channel Midwater Neuston Net e B e C) Reef Edge Net.



Fonte: Santos *et al.*, (2017)

Figura 5 – Ilustração esquemática da posição das redes Channel Midwater Neuston Net (CMNN) e Reef Edge Net (REN) em relação aos recifes. Figura à esquerda: a seta pontilhada mostra o sentido do fluxo da corrente durante as marés vazantes. Figura à direita: mostra a posição das redes no momento de ancoragem (maré alta) e no momento de retirada (maré baixa). Sem escala de profundidade. Adaptado de Santos *et al.* (2017).



Fonte: Santos *et al.* (2017)

As redes coletaram em diferentes ambientes, em estações fixas próximo aos recifes. A Reef Edge Net coletou na borda dos recifes, o que permitiu a amostragem dos organismos presentes próximo ao substrato recifal, ou seja, o zooplâncton “lavado” pelas correntes de

maré vazante. A Channel Midwater Neuston Net coletou a aproximadamente 1 m abaixo da superfície, em canais entre os recifes, onde ocorre o transporte do zooplâncton do sistema recifal em direção à plataforma continental adjacente.

Os organismos retidos na peneira de 1 mm foram fixados juntamente com os capturados no copo coletor, mais tarde eles foram retirados, quantificados, pesados e separados do restante da amostra.

Na boca das redes de 300 µm dos dois conjuntos de redes estacionárias foram acoplados fluxômetros (*Hydro-Bios*) para calcular o volume de água filtrada durante o período de amostragem (Figura 2) e posteriormente os valores foram transformados de acordo com a área da boca das redes de 64 µm. Para maiores detalhes das redes vide Santos *et al.* (2017).

2.4 PROCEDIMENTOS EM CAMPO

As amostragens foram realizadas ao longo do período seco em duas campanhas intensivas: 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016, durante a lua nova, nas marés vazantes noturnas.

Em cada estação fixa, ou seja, na Ilha da Barra (IDB) e no Pirambú (PRB) dois conjuntos de redes passivas (CMNN e REN) foram presos a âncoras a aproximadamente 5 metros de distância contra o fluxo da corrente vazante (a CMNN em canais entre recifes e a REN próximo à borda dos recifes). O horário de ancoragem das redes passivas nas suas respectivas estações fixas variou de 15:00 e 16:30 h (em momentos de preamar). Todas as redes foram recolhidas no final da vazante noturna (permaneceram no mar por aproximadamente 4,5 horas). Foram realizadas coletas simultâneas nas duas estações fixas. A média de profundidade local das estações fixas dos canais (onde as CMNN foram ancoradas) foi de 9,7 e 4,6 m no período de ancoragem e de recolhimento das redes, respectivamente. A média de profundidade das estações localizadas na borda dos recifes (onde as REN foram ancoradas) variou de 4,7 e 2,1 m no momento da ancoragem e no recolhimento das redes, respectivamente.

Após a coleta as amostras foram acondicionadas em potes plásticos etiquetados contendo formalina a 4% (concentração final em água do mar), neutralizado com Tetraborato de sódio ($0,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$).

2.5 PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

A biomassa sestônica (parte orgânica e inorgânica) foi aferida através da metodologia do peso úmido, que consistiu em acumular o conteúdo de cada amostra em peneiras de 20 μm previamente pesadas em balança analítica. As peneiras com as amostras foram lavadas em água filtrada e colocadas sobre papel toalha para a retirada do excesso de água. Posteriormente, cada peneira (contendo a amostra) foi pesada novamente. Os valores de biomassa sestônica ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) foram obtidos através da diferença entre os pesos das peneiras com e sem as amostras de plâncton. Todo procedimento seguiu as recomendações de Wiebe *et al.* (1975).

Para a quantificação do zooplâncton, as amostras foram diluídas em becker com volume que variou de toda a amostra a 1000 ml, dependendo do tamanho da amostra. De cada becker, foram retiradas três subamostras de 1 ml com auxílio de pipeta tipo Stempel e cada subamostra foi vertida em lâmina Sedgwick-Rafter. Posteriormente foi obtida a média das contagens das 3 subamostragens (para cada amostra). Foram observados aproximadamente de 200 a 700 indivíduos por subamostragem com auxílio do microscópio composto Zeiss Axiostar Plus.

Os organismos foram identificados ao menor nível taxonômico possível através de literatura especializada (HUYS *et al.*, 1996; BOLTOVSKOY, 1999; YOUNG, 2006). As espécies de Copepoda encontradas foram medidas (comprimento total) em cada amostra (10 organismos para cada espécie). Appendicularia e nauplius foram medidos 30 indivíduos por amostra. Outros grupos menos frequentes pertencentes aos filos Ciliophora, Foraminifera, Cnidaria, Nematoda, Annelida, Mollusca, Crustacea e Chordata também foram medidos (aproximadamente 100 organismos de cada grupo em todas as amostras analisadas). Os grupos identificados foram classificados quanto ao “tipo” (holoplâncton, meroplâncton e demersal) baseado nas seguintes literaturas: Sorokin (1990); Walters (1991); Ambler (2002); Rios-Jara e González (2000); Melo *et al.* (2010). No tocante à “origem” (estuarina, nerítica, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida) a classificação das espécies foi baseada nas seguintes literaturas: Heidelberg *et al.* (2004); Bakker e Phaff (1976); Boltovskoy (1999); Dalal e Goswami (2001) e Porto Neto (2003). As espécies classificadas como “nerítica/estuarinas” são comumente encontradas tanto no ambiente nerítico quanto estuarino. Na categoria “desconhecida” (presente na classificação dos organismos em relação à “origem”) se encontram os táxons que não se sabe de fato a origem (por exemplo, os táxons

Monstrilloida e Ectinosomatidae) e grupos com estágios iniciais do desenvolvimento ontogenético como náuplios de Copepoda.

Para estimar a biomassa do zooplâncton foram utilizadas as seguintes regressões, de acordo com Heidelberg *et al.* (2004): LN (Logaritmo neperiano) Biomassa de Copepoda = $1,82 * \text{LN}(S) + 1,28$, onde LN é o Natural Log e S o tamanho total do corpo em mm ($r^2 = 0,893$; DF= 16; F = 125; sig = $1,12 \times 10^{-8}$), para os outros táxons do zooplâncton foi utilizado LN Biomassa de Outros = $1,46 * \text{LN}(S) + 1,03$ ($r^2 = 0,733$; DF = 16; F = 80,7; sig. = $3,47 \times 10^{-7}$). Após as regressões os valores obtidos em LN foram retransformados em valores absolutos e os valores médios de carbono de cada táxon foram multiplicados pela sua abundância em cada amostra, obtendo-se a biomassa total em $\mu\text{g C m}^{-3}$. Um total de 32 amostras foram analisadas (8 noites x 2 redes x 2 áreas).

2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados de abundância total (ind m^{-3}), abundância relativa (%), biomassa (mg C m^{-3}) e biomassa sestônica (mg m^{-3}) foram transformados em Log (X+1) e testados quanto à normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney, para dados sem distribuição normal, para verificar diferenças significativas na comunidade do zooplâncton entre as áreas amostradas (IDB e PRB) e entre as redes (CMNN – canais e REN – bordas do recife). Também foi utilizada como fator a origem (estuarina, nerítica, nerítica/estuarina, recifal e desconhecida) quanto a abundância total e relativa. A diversidade de Shannon (1948) (H' ; Log 2) foi calculada para a comunidade de Copepoda. As análises foram realizadas usando os programas PRIMER 6 e STATISTICA 8, considerando o nível de significância $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

3.1 COMPOSIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON

Um total de 65 taxa do zooplâncton foram identificados (Tabela 1 e 2). Copepoda foi o grupo mais abundante, com abundância relativa média de 68% (adultos, juvenis e náuplios), contribuindo com até 89% do zooplâncton total, seguido de Foraminifera, Gastropoda (larvas), Cirripedia (náuplios), *Oikopleura*, Polychaeta (larvas) e outros que compõem os filos Ciliophora, Cnidaria, Nematoda, Mollusca, Crustacea, Chaetognatha e Chordata (Figura 6).

Tabela 1 – Abundância (média \pm desvio padrão) e abundância relativa (%) dos grandes grupos do zooplâncton coletados com a Channel Midwater Neuston Net (canais) e a Reef Edge Net (borda dos recifes) nos recifes de Tamandaré (Brasil) em novembro de 2015 e março de 2016. O tipo está classificado em H: Holoplâncton, D: Demersal e M: Meroplâncton. A origem está classificada em E: Estuarino, N: Nerítico, R: Recifal, NE: Nerítico/Estuarino e U: Desconhecido. NP indica não presente. Diferenças significativas indicadas em negrito.

Táxons	Tipo	Origem	Canais		Borda dos recifes		Valor p
			(ind m ⁻³)	%	(ind m ⁻³)	%	
CILIOPHORA							
<i>Tintinnopsis fimbriata</i> Meunier (1919)	H	E	2 \pm 8	<0.1	12 \pm 33	<0.1	0.5024
<i>Favella ehrenbergii</i> Jorgensen (1924)	H	E	96 \pm 127	0.9	272 \pm 438	0.3	0.5452
FORAMINIFERA	HR	R	198 \pm 274	1.9	18,921 \pm 31,914	24.3	0.0000
CNIDARIA							
Hydromedusae	H	N	15 \pm 25	0.1	82 \pm 133	0.1	0.1527
NEMATODA	D	R	<1 \pm 1	<0.1	97 \pm 126	0.1	0.0078
ANNELIDA							
Polychaeta (larvas)	HM	U	134 \pm 143	1.3	1074 \pm 1357	1.3	0.0041
MOLLUSCA							
Gastropoda (veliger)	M	NE	714 \pm 681	7.1	6,525 \pm 6,413	8.4	0.0047
Bivalve (veliger)	M	NE	159 \pm 287	1.5	502 \pm 478	0.6	0.0011
Bivalve	M	NE	14 \pm 37	0.1	20 \pm 31	<0.1	0.8561
CRUSTACEA							
Copepoda (adulto e juvenil)	DH		3,249 \pm 4,155	32.5	17,537 \pm 17,767	21.8	0.0013
Copepoda (náuplios)	HR	U	4,631 \pm 6,616	46.3	28,523 \pm 29,770	36.7	0.0029
Cirripedia (náuplios)	M	NE	78 \pm 68	0.7	1,643 \pm 2,459	2.1	0.0028
Cirripedia (cyprid)	M	NE	4 \pm 15	<0.1	21 \pm 56	<0.1	0.5058
Ostracoda	D	R	<1 \pm 1	<0.1	159 \pm 263	0.2	0.0036
Decapoda (náuplios)	M	U	4 \pm 10	<0.1	NP		0.0737
Decapoda (larvas)	M	R	14 \pm 28	0.1	284 \pm 350	0.3	0.0001
Stomatopoda (larvas)	M	R	10 \pm 20	0.1	64 \pm 135	<0.1	0.8043
Porcellanidae (zoea)	M	R	<1 \pm 2	<0.1	19 \pm 59	<0.1	0.2511
Brachiura (zoea)	M	NE	18 \pm 39	0.1	115 \pm 171	0.1	0.0424
Amphipoda	D	R	1 \pm 2	<0.1	24 \pm 51	<0.1	0.9620
Cumacea	D	R	11 \pm 37	0.1	1 \pm 5	<0.1	0.0914
Isopoda (larva manca)	D	R	40 \pm 41	0.4	541 \pm 663	0.6	0.0000
CHAETOGNATHA	H	NE	1 \pm 5	<0.1	1 \pm 4	<0.1	0.3093
CHORDATA							
APPENDICULARIA							

<i>Oikopleura sp.</i>	H	NE	550 ± 1,133	5.5	783 ± 569	1.0	0.0102
Teleostei (ovos)	M	R	18 ± 22	0.1	23 ± 51	<0.1	0.2077
Teleostei (larvas)	M	R	8 ± 28	<0.1	325 ± 646	0.4	0.0027
TOTAL			6,732 ± 7,851	100	60,042 ± 60,808	100	0.0005

Fonte: Morgana Brito, 2017

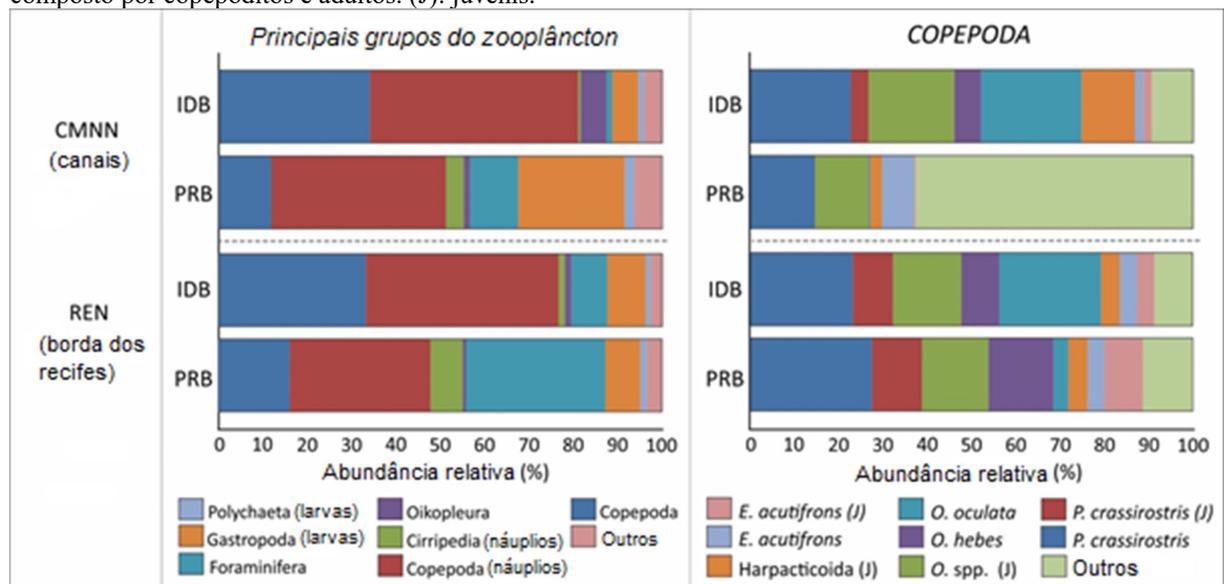
Tabela 2 – Abundância (média ± desvio padrão) e abundância relativa (%) da comunidade de Copepoda coletada com a Channel Midwater Neuston Net (canais) e a Reef Edge Net (borda dos recifes) nos recifes de Tamandaré (Brasil) em novembro de 2015 e março de 2016. O tipo está classificado em H: Holoplâncton, D: Demersal e M: Meroplâncton. A origem está classificada em E: Estuarino, N: Nerítico, R: Recifal, NE: Nerítico/Estuarino e U: Desconhecido. NP indica não presente. Diferenças significativas indicadas em negrito.

Táxons	Tipo	Origem	Canais		Borda dos recifes		Valor p
			(ind m ⁻³)	%	(ind m ⁻³)	%	
Paracalanidae Giesbrecht, 1892 (J)	H	NE	37 ± 124	1.1	216 ± 320	1.2	0.0110
<i>Paracalanus aculeatus</i> Giesbrecht, 1888	H	N	<1± <1	<0.1	69 ± 107	0.3	0.0250
<i>Paracalanus quasimodo</i> Bowman, 1971	H	N	7 ± 17	0.2	65 ± 118	0.3	0.1892
<i>Paracalanus</i> spp. Boeck, 1865 (J)	H	N	38 ± 79	1.1	140 ± 165	0.8	0.1081
<i>Parvocalanus crassirostris</i> (Dahl F., 1894)	H	E	726 ± 1,541	22.3	4,386 ± 4,481	25.0	0.0001
<i>Parvocalanus crassirostris</i> (Dahl F., 1894) (J)	H	E	125 ± 272	3.8	1,756 ± 2,394	10.0	0.0010
<i>Acrocalanus</i> spp. Giesbrecht, 1888	H	N	NP		0.8 ± 3	<0.1	0.3173
<i>Acrocalanus longicornis</i> Giesbrecht, 1888	H	N	1 ± 5	<0.1	5 ± 20	<0.1	0.9641
<i>Centropages velificatus</i> (Dana, 1849)	H	N	NP		1 ± 4	<0.1	0.3173
<i>Centropages</i> spp. (Dana, 1849) (J)	H	N	NP		< 1 ± 1	<0.1	0.3173
<i>Pseudodiaptomus acutus</i> (Dahl F., 1894)	D	E	20 ± 39	0.6	253 ± 312	1.4	0.0002
<i>Pseudodiaptomus</i> spp. Herrick, 1884 (J)	D	E	18 ± 40	0.5	74 ± 89	0.4	0.1308
<i>Temora stylifera</i> (Dana, 1849)	H	N	NP		0.9 ± 3	<0.1	0.3173
<i>Temora turbinata</i> (Dana, 1849)	H	E	1 ± 4	<0.1	20 ± 56	0.1	0.4191
<i>Temora</i> Baird, 1850 (J)	H	U	8 ± 21	0.2	13 ± 33	<0.1	0.5687
<i>Labidocera</i> spp. Dahl F, 1894	H	U	< 1	<0.1	9 ± 37	<0.1	0.9641
<i>Labidocera</i> spp. Dahl F, 1894(J)	H	U	36 ± 92	1.1	443 ± 857	2.5	0.0232
<i>Acartia (odontacartia) lilljeborgi</i> Giesbrecht, 1889	H	E	54 ± 75	1.6	88 ± 176	0.5	0.6422
<i>Acartia</i> spp. Giesbrecht, 1889 (J)	H	E	5 ± 14	0.1	5 ± 13	<0.1	0.7153
<i>Oithona hebes</i> Giesbrecht, 1891	H	E	187 ± 287	5.7	1,996 ± 3,474	11.3	0.0004
<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1893	H	E	86 ± 221	2.6	194 ± 163	1.1	0.0015
<i>Dioithona oculata</i> (Farran, 1913)	H	NE	712 ± 1,196	21.9	2,293 ± 4,065	13.0	0.0174
<i>Oithona simplex</i> Farran, 1913	H	N	NP		< 1 ± 2	<0.1	0.3173
<i>Oithona oswaldocruzi</i> Oliveira, 1945	H	E	2 ± 5	<0.1	2 ± 7	<0.1	0.0358
<i>Oithona</i> spp. Baird, 1843 (J)	H	E	615 ± 718	18.9	2,629 ± 2,663	14.9	0.0032
Harpacticoida Sars M., 1903	DH	U	2 ± 6	<0.1	10 ± 25	<0.1	0.0358
Harpacticidae Dana, 1846	D	R	10 ± 19	0.3	97 ± 91	0.5	0.0013
Longipediidae Boeck, 1865	D	R	4 ± 8	0.1	41 ± 38	0.2	0.0013
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847)	H	E	65 ± 99	2.0	656 ± 693	3.7	0.0000
<i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1847) (J)	H	E	60 ± 118	1.8	1,082 ± 1,678	6.1	0.0123
Laophontidae Scott T., 1904	D	R	3 ± 11	<0.1	7 ± 29	<0.1	0.0539
Porcellidiidae Boeck, 1865	D	R	4 ± 15	0.1	17 ± 36	0.1	0.5148

Tegastidae Sars G.O., 1904	D	R	7 ± 28	0.2	50 ± 117	0.2	0.0920
Tisbidae Stebbing, 1910	D	R	1 ± 3	<0.1	6 ± 19	<0.1	0.3173
Ectinosomatidae Sars G.O., 1903	DH	U	11 ± 14	0.3	45 ± 61	0.2	0.1281
Thalestridae Sars G.O., 1905	D	R	< 1 ± 2	<0.1	19 ± 50	0.1	0.4658
<i>Macrosetella gracilis</i> (Dana, 1847)	H	N	8 ± 19	0.2	< 1 ± 3	<0.1	0.0371
Harpacticoida (J)	DH	U	379 ± 1,033	11.6	742 ± 652	4.2	0.0011
Monstrilloida Dana, 1849	DH	U	NP		4 ± 16	<0.1	0.3173
<i>Ditrichocorycaeus amazonicus</i> (Dahl F., 1894)	H	N	< 1	<0.1	1 ± 5	<0.1	0.6019
<i>Onychocorycaeus giesbrechti</i> (Dahl F., 1894)	H	N	1 ± 2	<0.1	< 1 ± 3	<0.1	0.3416
<i>Corycaeus</i> spp. Dahl F., 1894 (J)	H	U	6 ± 11	0.1	80 ± 174	0.4	0.1702
<i>Farranula</i> spp. Wilson C.B., 1932	H	U	< 1 ± < 1	<0.1	1 ± 6	<0.1	0.6019
<i>Farranula</i> spp. Wilson C.B., 1932 (J)	H	U	NP		1 ± 6	<0.1	0.3173
Total			3,249 ± 4,155	32.5	17,537 ± 17,767	21.8	0.0013

Fonte: Morgana Brito, 2017

Figura 6 – Abundância relativa (%) dos principais grupos do zooplâncton e da comunidade de Copepoda coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes) nas duas estações de coleta Ilha da Barra (IDB) e Pirambú (PRB). Copepoda nos principais grupos do zooplâncton é composto por copepoditos e adultos. (J): juvenis.



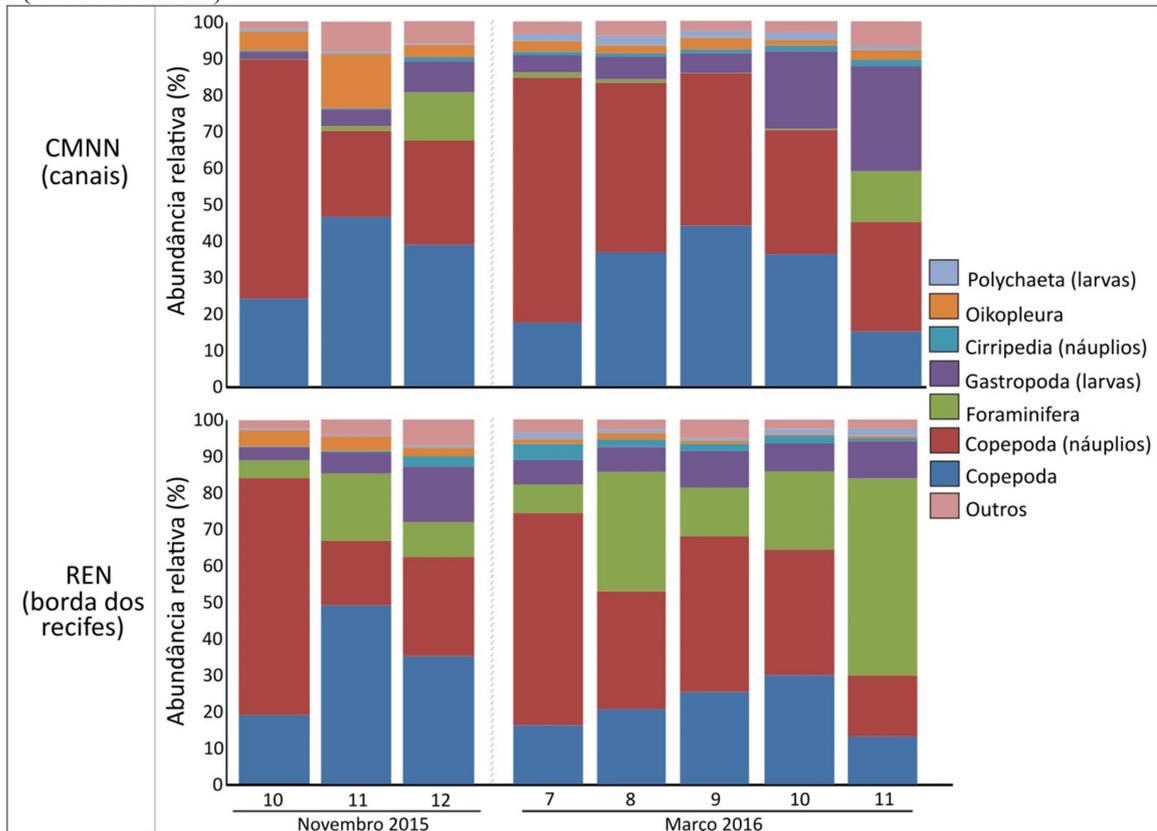
Fonte: Morgana Brito, 2017

Na classe Copepoda, os táxons *Parvocalanus crassirostris* (adultos e copepoditos), *Dioithona oculata*, *Oithona hebes*, *Oithona* (juvenis), e *Euterpina acutifrons* (adultos e juvenis) foram os mais abundantes, com média de 69% nas amostras coletadas ao entorno dos recifes (Figura 6). Os Harpacticoida bentônicos contribuíram com 9% para o grupo dos Copepoda, com maior abundância das famílias Harpacticidae, Longipediidae e Tegastidae.

Foi observado na campanha de março de 2016 que os Foraminifera e náuplios de Copepoda tiveram um aumento substancial na abundância na REN, contribuindo para o

elevado aumento da abundância total do zooplâncton na borda dos recifes, chegando a representar 58% no dia 7 para náuplios de Copepoda e 54% no dia 11 para Foraminifera (Figura 7).

Figura 7 – Abundância relativa (%) dos principais grupos do zooplâncton por dia de coleta: 10 a 12 de novembro de 2015 e 7 a 11 de março de 2016, coletados pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).



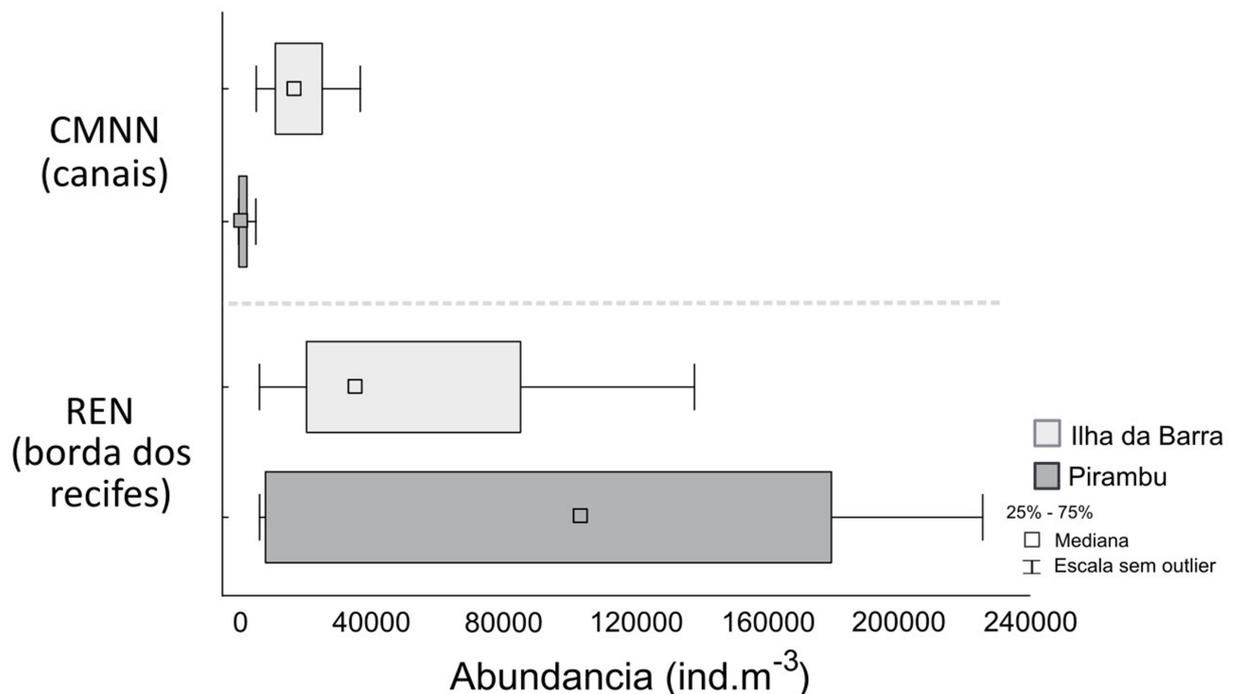
Fonte: Morgana Brito, 2017

3.2 BIOMASSA SESTÔNICA, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE

A biomassa sestônica (mg m^{-3}) apresentou diferença significativa entre os dois ambientes de coleta (Mann Whitney, $p = 0,0001$), com média de $339 \pm 445 \text{ mg m}^{-3}$ para os canais entre os recifes e $2807 \pm 4135 \text{ mg m}^{-3}$ para as bordas dos recifes. A abundância do zooplâncton apresentou valores médios de $35.922 \pm 38.063 \text{ ind m}^{-3}$ para a Ilha da Barra e de $51.638 \pm 80.379 \text{ ind m}^{-3}$ para o Pirambú. Houve diferença significativa entre as duas áreas de coleta, considerando-se apenas a abundância do zooplâncton coletado nos canais (Mann-Whitney, $p = 0,0009$). Não houve diferenças entre campanhas (novembro de 2015 e março de 2016) para a abundância total do zooplâncton.

A borda dos recifes apresentou uma maior abundância de zooplâncton total ($77.579 \pm 73.985 \text{ ind m}^{-3}$) em comparação com os canais ($9.982 \pm 11.427 \text{ ind m}^{-3}$) (Mann-Whitney, $p = 0,000526$) (Figura 8). Os táxons mais abundantes, como, por exemplo, Copepoda (náuplios), Foraminifera, Gastropoda (véliger), *P. crassirostris*, *D. oculata* e *O. hebes*, apresentaram maiores abundâncias na borda dos recifes do que nos canais (Tabelas 1 e 2). Houve apenas diferenças significativas quanto à abundância relativa (maiores valores na borda dos recifes) para *Favella ehrenbergii* (Mann-Whitney, $p = 0,010$), Ostracoda ($p = 0,046$), larvas de Decapoda ($p = 0,035$) e larvas de peixe ($p = 0,038$) e para a comunidade de Copepoda foram Paracalanidae ($p = 0,030$), *P. aculeatus* ($p = 0,042$), *P. crassirostris* (adulto e juvenil) ($p = 0,023$ e $p = 0,006$, respectivamente), *P. acutus* ($p = 0,031$), *A. lilljeborgi* ($p = 0,044$), *O. hebes* ($p = 0,010$), Laophontidae ($p = 0,028$) e *M. gracilis* ($p = 0,010$) entre os ambientes de coletas (canais e bordas dos recifes).

Figura 8 – Abundância (ind.m^{-3}) do zooplâncton coletado pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes) nas duas estações de coleta Ilha da Barra (IDB) e Pirambu (PRB).



Fonte: Morgana Brito, 2017

Os resultados dos testes com a diversidade de Shannon indicaram que a comunidade de Copepoda apresentou valores maiores de diversidade na borda dos recifes em relação aos canais (Mann Whitney, $p = 0,0009$). Os valores foram de 2,75 a 4,36 bits ind⁻¹ para os canais e 3,85 a 4,46 bits ind⁻¹ para a borda dos recifes. De acordo com a classificação de Valentin *et al.* (1991) a diversidade do zooplâncton nos recifes de Tamandaré é considerada alta.

3.3 BIOMASSA DO ZOOPLÂNCTON

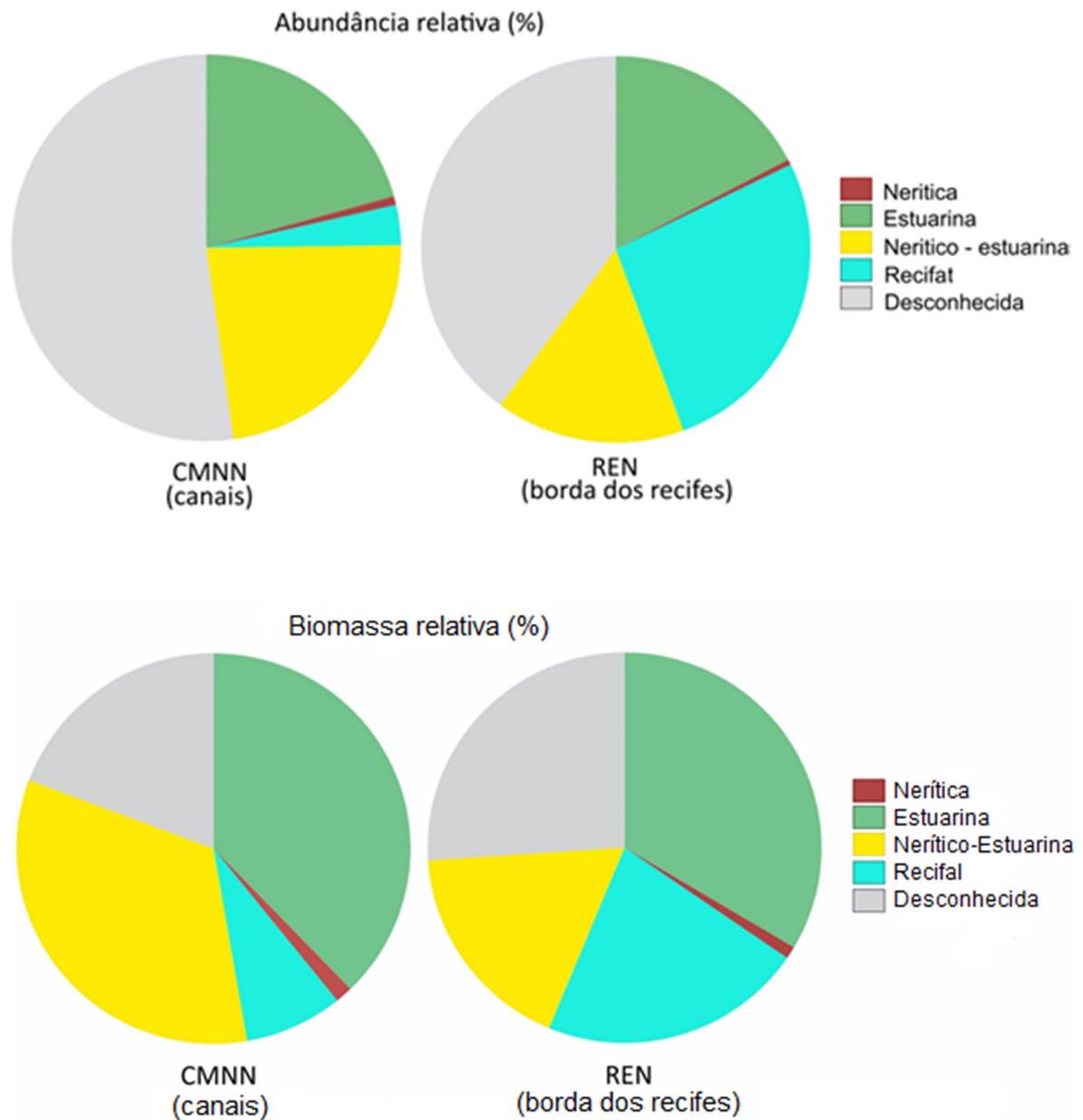
A comunidade de Copepoda contribuiu com 52% para a biomassa do zooplâncton dos recifes de Tamandaré. Embora os náuplios tenham contribuído com 37% para a abundância total, a contribuição desse grupo em termos de biomassa foi de apenas 12%.

A média da biomassa nos ambientes de estudo (canais e borda dos recifes) foi de 30,2 ± 39,7 mg C m⁻³. A biomassa do zooplâncton foi maior na borda dos recifes em relação aos canais, com valores médios de 48,9 ± 45,5 e 11,4 ± 21,9 mg C m⁻³, respectivamente (Mann Whitney, $p = 0,0011$).

3.4 ORIGEM DO ZOOPLÂNCTON

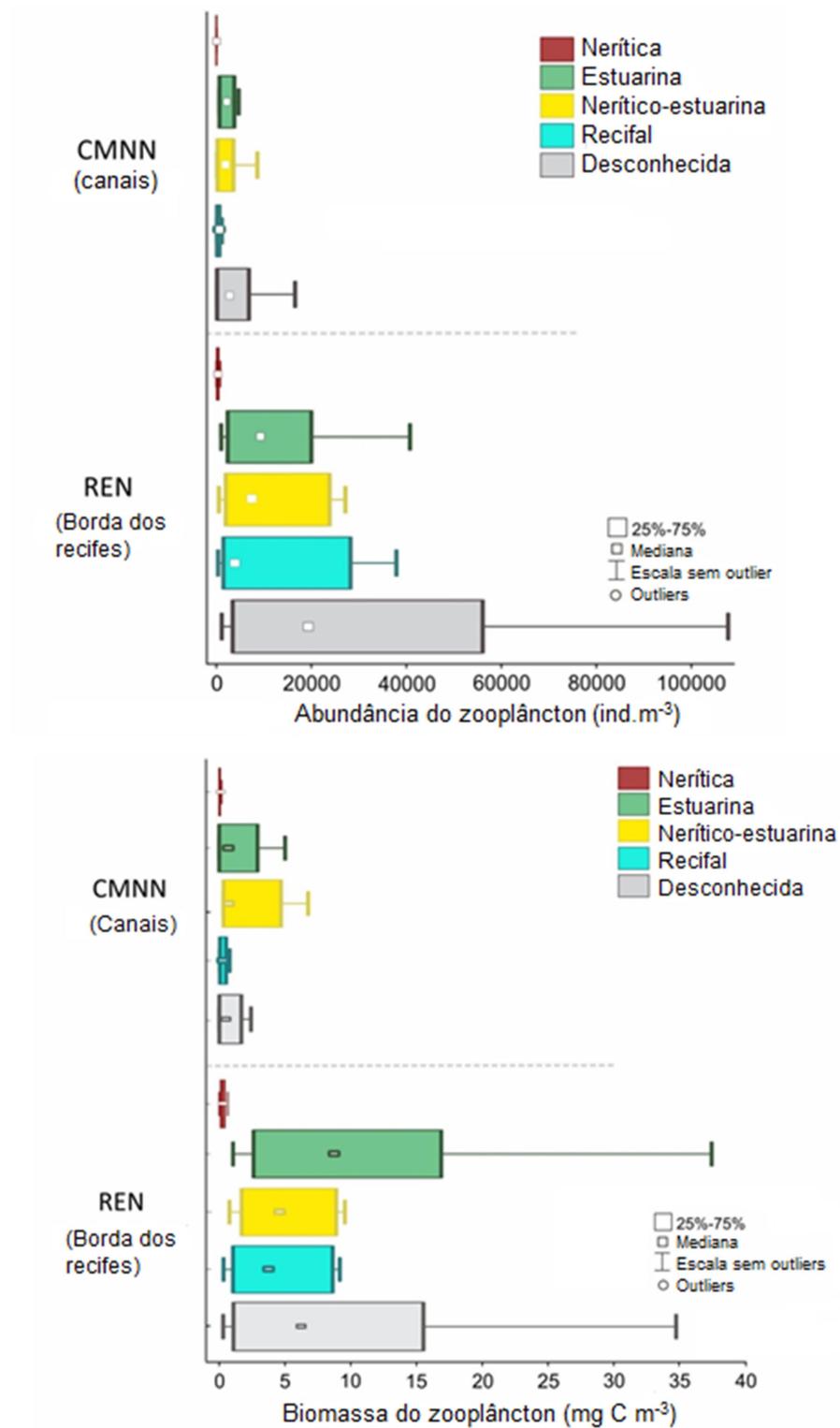
Os organismos de origem estuarina (vide Tabela 1 e 2) compreenderam 21% e 38% em abundância relativa e biomassa relativa, respectivamente, nos canais e 17% e 34% na borda dos recifes. Os de origem nerítica/estuarina dominaram nos canais tanto em abundância quanto em biomassa relativa (23% e 33%, respectivamente) quando comparado com a borda dos recifes (16% e 18%). Os organismos de origem recifal foram dominantes em abundância relativa e biomassa relativa na borda dos recifes (27% e 22%, respectivamente) em comparação com os canais (3% e 8%). Os organismos de origem exclusivamente nerítica tiveram valores de abundância e biomassa muito baixas em ambos os ambientes (1% e 1% canais e < 1% e 1% borda dos recifes, respectivamente), por outro lado os valores de origem desconhecida foram altos (52% e 19% canais e 40% e 26% borda dos recifes, respectivamente) (Figura 9). Essas porcentagens podem variar, considerando a junção aos de origem estuarina as Nerítica/estuarinas que também foram mais abundantes relativamente tanto em abundância quanto em biomassa nos canais. A borda dos recifes apresentou maiores abundância (ind m⁻³) e biomassa (mg C m⁻³) de espécies de origem estuarina, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida (Figura 10; Tabela 3). Contudo, não houve diferenças quanto à abundância relativa das origens entre canais e bordas dos recifes.

Figura 9 – Abundância relativa e biomassa relativa (%) do zooplâncton classificado pela origem estuarina, nerítica, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida, coletado pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).



Fonte: Morgana Brito, 2017

Figura 10 – Abundância (ind.m^{-3}) e biomassa (mg C m^{-3}) do zooplâncton classificado pela origem estuarina, nerítica, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida, coletado pelas redes Channel Midwater Neuston Net (canais) e Reef Edge Net (borda dos recifes).



Fonte: Morgana Brito, 2017

Tabela 3 – Média e comparação da abundância (ind.m⁻³) e biomassa (mg C m⁻³) entre os canais e a borda dos recifes. Os valores de “p” indicam os resultados do teste de Mann-Whitney das origens do zooplâncton classificadas em estuarina, nerítica, recifal, nerítica/estuarina e desconhecida. Maiores valores foram encontrados na borda dos recifes. Nível de significância $p < 0,05$.

Origem	Média /Canais vs Borda dos recifes/valor de p					
	Abundância total			Biomassa total		
	Canais	Borda dos recifes	valor de p	Canais	Borda dos recifes	valor de p
Estuarino	2067	13431	0,0011	1,95	12,69	0,0004
Nerítico	72	371	0,0011	0,07	0,39	0,0021
Recifal	335	20604	0,0000	0,41	8,22	0,0000
Nerítico/Estuarino	2294	14846	0,0029	1,73	7,58	0,0026
Desconhecido	5213	30951	0,0029	1,00	9,85	0,0008

Fonte: Morgana Brito, 2017

Náuplios de Copepoda tiveram a maior contribuição na classificação de origem “desconhecida”. Partindo do princípio de que as espécies de Copepoda de origem estuarina (*P. crassirostris* e *O. hebes*) foram as mais abundantes, a maior parte da abundância de nauplius, provavelmente, pertenciam a essas espécies, podendo assim aumentar o percentual da categoria Estuarina.

4 DISCUSSÃO

O presente estudo é o primeiro a revelar a existência de comunidades específicas de micro- e mesozooplâncton exportadas dos topos recifais de um ecossistema recifal tropical raso. Um dos principais aspectos inovadores deste trabalho foi o uso de sistemas de redes passivas adaptadas para a coleta do zooplâncton em pontos específicos do ambiente recifal. O desenho amostral do presente trabalho permitiu a coleta do zooplâncton associado aos recifes e dos organismos transportados pelos canais entre os recifes em uma profundidade próxima à superfície, bem como a avaliação da biomassa de zooplâncton disponível como fonte de alimento para níveis tróficos superiores.

4.1 ABUNDÂNCIA NOS AMBIENTES DE COLETA (BORDA RECIFAL VS CANAIS ENTRE OS RECIFES)

As altas abundâncias na borda dos recifes em comparação com as amostras coletadas em profundidade próxima à superfície, nos canais entre os recifes, apresentaram um padrão oposto ao encontrados em estudos prévios realizados (com aberturas de malha entre 40 e 125 μm) em recifes de corais, onde a maior abundância do zooplâncton encontrou-se sempre próximo à superfície (HOLZMAN *et al.*, 2005; YAHEL *et al.*, 2005; ALLDREDGE & KING, 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010).

Nos recifes de coral, os cnidários escleractíneos são considerados predadores vorazes de zooplâncton em períodos noturnos (ODUM & ODUM, 1955; PORTER, 1974; SEBENS & DERIEMER, 1977; SEBENS *et al.*, 1998). Devido a essa alta pressão predatória próxima ao fundo, os organismos que vivem em recifes com alta cobertura de corais apresentam uma marcante migração vertical, onde é observado um evidente enriquecimento de zooplâncton na superfície e uma baixa abundância próxima ao recife (HOLZMAN *et al.*, 2005; YAHEL *et al.*, 2005; ALLDREDGE & KING, 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010).

Por outro lado, os recifes do nordeste do Brasil apresentam uma baixa cobertura de corais (COSTA *et al.*, 2001; RAMOS *et al.*, 2010; FEITOSA & FERREIRA, 2015; SANTOS *et al.*, 2015), o que pode implicar uma baixa pressão predatória sobre a comunidade zooplancônica presente próximo ao fundo. Portanto, os resultados da presente pesquisa sugerem que nos recifes tropicais do nordeste do Brasil existe, provavelmente, uma baixa predação de zooplâncton no período noturno por parte dos planctívoros bentônicos.

4.2 COMPOSIÇÃO E ORIGEM DO ZOOPLÂNCTON

A grande contribuição das espécies eurialinas e mesohalinas estuarinas na comunidade do zooplâncton ao entorno dos recifes de Tamandaré mostra que os estuários formados pelos rios que desembocam na baía exercem uma influência relevante nos recifes costeiros de Tamandaré, mesmo sem eventos de chuvas, como no momento das amostragens. Dentre essas espécies, destacam-se: *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona hebes*, *O. nana*, *Pseudodiaptomus acutus*, *Euterpina acutifrons*, *Temora turbinata*, *Favella ehrenbergii*, *Oithona oswaldocruzi*, *Acatia liljeborgi* e *Tintinnopsis fimbriata*. As altas abundâncias de espécies de origem estuarina coletadas na borda do recife podem estar relacionadas ao comportamento que as mesmas realizam, conhecido como mecanismo de retenção (ROGERS, 1940; GRINDLEY, 1964; WOOLDRIDGE & ERASMUS, 1980).

Nos estuários, o zooplâncton apresenta estratégias de migração vertical em função dos ciclos de maré. Os organismos migram para o fundo com a chegada de água de baixa salinidade no estuário, durante a vazante, que avança em direção ao mar. Essa massa d'água de origem continental permanece próximo à superfície. A retenção do zooplâncton próximo ao fundo previne que esses organismos sejam levados para o mar pela massa de água continental, uma vez que os organismos são transportados para as áreas costeiras pelas correntes superficiais (ROGERS, 1940; GRINDLEY, 1964; WOOLDRIDGE & ERASMUS, 1980). Durante a maré vazante, a água marinha passa a sair do estuário trazendo para o ambiente nerítico os organismos estuarinos que migraram para o fundo. Esse mecanismo de retenção acontece também em períodos noturnos (GRINDLEY, 1964). Conforme foi observado no presente estudo, esse mecanismo de retenção mantém-se mesmo no ambiente recifal e permitiu que uma significativa parte dos organismos permanecesse próximo aos recifes e não fosse levada para o mar através dos canais adjacentes.

Outro tipo de mecanismo de retenção realizado pelo zooplâncton também foi observado por Genin *et al.* (2005) no Golfo de Aqba, Mar Vermelho, no qual os organismos mantêm-se na mesma profundidade nadando contra a corrente vertical, formando agregações em locais de correntes verticais persistentes próximo à costa. Esse comportamento é, provavelmente, estratégia para evitar uma deriva passiva para profundidades não favoráveis, também para manter-se em camadas com alta concentração de alimento e para aumentar a probabilidade de encontrar parceiros (COWLES *et al.*, 1998; GENIN *et al.*, 2005).

As espécies estuarinas encontradas neste estudo são comumente observadas em regiões com influência de estuários ao longo da costa brasileira (SILVA *et al.*, 2004; DIAS &

BONECKER, 2008; MILSTEIN, 1979). A espécie mais abundante, *P. crassirostris* foi considerada por Björnberg (1963) como boa indicadora de águas costeiras, contudo essa espécie possui maior abundância próxima à costa quando comparada com áreas mais distante, como Abrolhos, e as outras espécies citadas neste trabalho como estuarinas não foram observadas nessa região (EKAU, 1999; VALENTIN & MONTEIRO-RIBAS, 1993). Esse fato demonstra que essas espécies são de fato de origem estuarina embora se adaptem muito bem às águas costeiras.

Os Copepoda herbívoros *P. crassirostris*, *D. oculata* e *O. hebes* foram os mais abundantes na borda do recife, entretanto a produção primária fitoplanctônica é geralmente considerada baixa acima dos recifes de corais (ROMAN *et al.*, 1990) porque o consumo do fitoplâncton não é feito apenas por herbívoros pelágicos como também ele pode ser efetivamente realizado pela comunidade bentônica e pelo microzooplâncton e nanoflagelados heterotróficos (YAHIEL *et al.*, 1998; NAKAJIMA *et al.*, 2017). A Baía de Tamandaré é considerada uma área oligotrófica no período seco, com valores de clorofila *a* abaixo de 1 mg m⁻³ (MOURA & PASSAVANTE, 1995). Contudo o que sustentaria uma abundância tão alta de herbívoros na borda do recife? Essa questão constitui um paradoxo do zooplâncton recifal, onde há mais zooplâncton que biomassa fitoplanctônica (NAKAJIMA *et al.*, 2017). Os detritos, um relevante componente pelágico acima dos recifes de corais, são formados também por tufo de algas que se fragmentam, tornando-se parte do material particulado e consequentemente um importante recurso alimentar de Copepoda e outros organismos do zooplâncton (MARSHALL, 1965; GERBER & MARSHALL, 1974). Esse recurso alimentar alternativo também incluem agregados de muco produzido por corais e produção microbiana (bactérias) que se torna com tamanho disponível para a alimentação do zooplâncton através de agregação e pela cadeia alimentar de protozoários igualmente abundantes nos recifes de corais (GERBER & MARSHALL, 1974; NAKAJIMA *et al.*, 2017). Roman *et al.* (1990) observaram que uma potencial ingestão de detritos pelo zooplâncton foi igual ou maior que a ingestão de carbono fitoplanctônico nos recifes de Davis, Austrália. Os recifes de Tamandaré possuem uma cobertura significativa de macroalgas. Na área protegida (Ilha da Barra), a cobertura de macroalgas corresponde a 30% do substrato (SANTOS *et al.*, 2015). Esse fato também pode explicar a elevada abundância das espécies predominantemente herbívoras do zooplâncton na borda do recife, onde o recurso desse alimento “alternativo” é mais abundante.

Dentre os organismos associados aos recifes estão os formadores de manchas, que foi abundantemente representado pela espécie *D. oculata*, que é encontrada habitando tanto estuários (manguezais) quanto recifes (EMERY, 1968; HAMNER & CARLETON, 1979;

AMBLER *et al.*, 1991) e também em camas de algas (UEDA *et al.*, 1983). A formação de manchas nessa espécie tem como característica a permanência próxima a estruturas no fundo durante o dia e dispersão à noite (EMERY, 1968; AMBLER, 2002). A *D. oculata* consegue manter-se em formação no mesmo local, mesmo em correntes de marés persistentes, entretanto à noite, sem a formação em manchas, os copepoda são incapazes de manter suas posições (BUSKEY *et al.*, 1996) e podem ser levados pelas correntes da maré vazante. Contudo, como foi observada neste estudo, apenas uma parcela significativamente menor (3 vezes menos) dessa espécie foi transportada pelos canais para fora do ambiente recifal, mostrando um comportamento de retenção próximo ao substrato.

Outro grupo associado aos recifes está o demersal, que neste estudo somaram até 14,6% do zooplâncton total (Tabelas 1 e 2). Há estudo relatando que os organismos demersais migram verticalmente a curtas distâncias. Alldredge e King (1985) observaram que 80% da fauna demersal total, sobretudo os de menores tamanhos (< 2 mm), permaneceram a 30 cm do fundo, o que se deve provavelmente a outro tipo de pressão seletiva mais importante que a predação, tais como alimentação na coluna d'água, reprodução e dispersão (ALLDREDGE & KING, 1985). Em relação à dispersão, migrar curtas distâncias impede que os demersais sejam levados para mar aberto durante a maré vazante, onde o alimento é escasso e não há abrigo.

A contribuição de origem nerítica/estuarina nos canais entre os recifes foi alta. Esse resultado encontrado neste estudo se deveu ao fato dessas espécies serem encontradas em diferentes tipos de ambientes costeiros, com variadas características físicas e químicas, como variação de salinidade, temperatura e regime de marés. Em contrapartida, os organismos de origem recifal foram, como esperado, mais abundantes na borda dos recifes.

O zooplâncton exibe comportamento distinto de acordo com o ambiente em que se encontra e a classificação por origem no entorno dos recifes nem sempre pode ser facilmente distinguido, sobretudo espécies que habitam tanto o ambiente nerítico quanto o estuarino. Devido a isso, estudos sobre o aporte efetivo dos organismos provenientes dos estuários para os recifes rasos costeiros são necessários para entender como essa influência ocorre. Avaliar o quanto de biomassa o ambiente estuarino insere nos recifes, compreender a dinâmica do zooplâncton que habita os recifes tropicais rasos do nordeste do Brasil configura um importante conhecimento sobre os processos que regem os recifes rasos costeiros e gera implicações sobre os recursos para a fauna planctívora residente, que como observado nesse estudo, esses recursos são altamente abundantes.

4.3 BIOMASSA POR GRUPOS

A maior porcentagem da biomassa nos recifes de Tamandaré foi constituída de grupos de origem estuarina e grupos que vivem tanto no ambiente nerítico quanto no estuarino (nerítico/estuarino), constituindo uma importante fonte de carbono para os níveis tróficos superiores nos recifes de Tamandaré.

A significativa diferença da biomassa que permanece próximo ao recife do que é transportado para o mar pelos canais, permite-nos concluir que os recifes tropicais rasos do nordeste do Brasil são importantes fontes e retentoras de recursos para os níveis tróficos superiores.

A biomassa do zooplâncton em recifes de coral é significativamente maior à noite (YAHIEL *et al.*, 2005). Isso devido ao comportamento dos organismos demersais, que migram após o anoitecer, ao zooplâncton pelágico que entram nos recifes vindos do mar aberto, à desova de alguns grupos, como os corais e a cessação da predação por parte de planctívoros visuais, como peixes (GLYNN, 1973; ALLDREDGE & KING, 1977; YOUNGBLUTH, 1982; OHLHORST, 1982; BABCOCK, 1984; HAMNER *et al.*, 1988; BABCOCK *et al.*, 1992; FRANCINI *et al.*, 2002; HEIDELBERG *et al.*, 2004; YAHIEL *et al.*, 2005; HAMNER *et al.*, 2007; NAKAJIMA *et al.*, 2009). Contudo, nos recifes rasos de Tamandaré, a contribuição de organismos demersais e do zooplâncton do ambiente nerítico, este último que correspondeu a 1% da biomassa total, foi muito baixa.

Entretanto, os valores de biomassa total encontrados neste estudo foram maiores que estudos com bomba (malha de 40 μm) posicionadas próximo aos recifes à noite para o mar do Caribe no verão (3,4 mg C m^{-3}) e para os recifes ao sul da Flórida (11,8 mg C m^{-3}) (HEIDELBERG *et al.*, 2004; HEIDELBERG, *et al.*, 2010). Estes locais, diferentemente dos recifes de Tamandaré, não possuem influência estuarina.

Os organismos holoplanctônicos foram relevantes nos recifes de Tamandaré, ressaltado pela grande abundância de Copepoda, que é uma comunidade importante em recifes de corais (HEIDELBERG *et al.*, 2004; NAKAJIMA *et al.*, 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010), entretanto eles contribuíram com apenas 52,0% da biomassa total nos recifes de Tamandaré quando comparado com recife do mar do Caribe que foi de 67,7% do total (HEIDELBERG *et al.*, 2004). Isso ocorreu porque as espécies abundantes nos recifes de Tamandaré, como *P. crassirostris*, *D. oculata* e *O. hebes* possuem tamanhos muito pequenos (500 a 600 μm), quando comparadas com espécies comumente encontradas em outros recifes de corais. Os animais de tamanhos maiores contribuem com maior biomassa (NAKAJIMA *et*

al., 2009; HEIDELBERG, *et al.*, 2010). Organismos de tamanho menores (100 – 200 μm) não apresentaram diferenças na biomassa na variação dia/noite nos recifes tropicais do Mar Vermelho e os resultados parecem obscuros nos recifes da Malaysia (YAHIEL *et al.*, 2005; NAKAJIMA *et al.*, 2009)

Os altos valores de biomassa encontrados na borda dos recifes se deveu a maior participação de grupos de origem recifal, como Foraminifera que em geral são capturados em ressuspensão (YAHIEL *et al.*, 2005) causadas pelas correntes de maré que batem nos recifes. Outro fator foi um possível evento de “desova” de náuplios de Copepoda, que embora fossem abundantes nos locais de coleta, contribuem muito pouco para a biomassa (HEIDELBERG *et al.*, 2004; FRANGOULIS *et al.*, 2016).

4.4 COMPARANDO MÉTODOS DE COLETA

A abundância de zooplâncton capturado pelas novas redes, Channel Midwater Neuston Net e Reef Edge Net, apresentaram valores geralmente muito maiores aos encontrados em outros estudos (Tabela 4). A REN apresentou abundância superior a estudos realizados nos recifes de Tamandaré e em outros ambientes tropicais do Pacífico, Atlântico e Índico utilizando redes de arrasto (PORTO NETO, 2003; NAKAJIMA *et al.*, 2009; FIGUEIRÊDO, 2014), redes passivas e bombas (HEIDELBERG *et al.*, 2004; HEIDELBERG, *et al.*, 2010; SILVA, 2003).

Tabela 4 – Sumário da abundância do zooplâncton (ind m^{-3}) dos estudos nos recifes da Baía de Tamandaré e em outros recifes de corais tropicais. Constatam apenas valores com malha e parâmetros (noite, período seco e coletado sem luz) semelhantes aos deste estudo. * Valores calculados a partir dos dados apresentados em tabelas e figuras.

Local	Abundância (ind m^{-3})	Método de coleta	Profundidade de coleta (m)	Tamanho da malha (μm)	Fonte
Baía de Tamandaré, Brasil	9,982	1m CMNN	1 m da superfície	64	Presente estudo
Baía de Tamandaré, Brasil	77,579	REN	Borda do recife	64	Presente estudo
Baía de Tamandaré, Brasil	~13,000*	Arrasto	Superfície	65	Figueirêdo, 2014
Baía de Tamandaré, Brasil	3,300	Arrasto	Superfície	64	Porto Neto, 2003
Baía de Tamandaré, Brasil	24,916*	Armadilha de plâncton demersal	Topo do recife	125	Silva, 2003
Ilha Tioman, Malásia	1,948*	Arrasto	1 m do topo	100	Nakajima <i>et al.</i> , 2009
Baía Discovery, Jamaica	3,140	Bombas	Topo do recife	40	Heidelberg <i>et al.</i> , 2004
Florida Keys, EUA	4,396	Bombas	Topo, 0,5, 1, 2	40	Heildeberg <i>et al.</i> ,

Eilat, Israel	22,418*	Bombas	m e superfície 0.25, 0.75, 1.25, 2.25 e 5.25 m acima do topo	100	2010 Holzman <i>et al.</i> , 2005
---------------	---------	--------	---	-----	---

Fonte: Morgana Brito, 2017

Pela primeira vez, foram confeccionadas redes passivas para coletar em canais adjacentes aos recifes com malhas de 64 μm . Estudos prévios feitos com redes para coletar em canais possuíam malhas com aberturas muito maiores (0,8 a 2 mm) e tinham por objetivo capturar pós-larvas de camarão, larvas de peixes e decápodos em estágio de assentamento (SHENKER *et al.*, 1993; THORROTD *et al.*, 1994; ANDERSON, 2002; CRIALES *et al.*, 2002; CRIALES *et al.*, 2003; CRIALES, 2010).

As novas redes passivas utilizadas no presente trabalho capturaram organismos residentes dos recifes (demersais), larvas de invertebrados e zooplâncton, por um longo período de tempo na maré vazante, o que tornou possível avaliar o zooplâncton disponível como fonte de alimento para a fauna bentônica sésil (corais, zoantideos e etc) e nectônica (peixes planctívoros que se alimentam à noite), independente das variações naturais, como horários de migração dos organismos demersais (YOUNGBLUTH, 1982; OHLHORST, 1982; NAKAJIMA *et al.*, 2009), período de desova dos invertebrados (BABCOCK *et al.*, 1992; FRANCINI *et al.*, 2002) e período de dispersão de manchas em Copepodas (AMBLER *et al.*, 1991; BUSKEY *et al.*, 1996; AMBLER, 2002). As redes tiveram uma boa representação dos grupos do zooplâncton quando comparadas com as redes de arrasto e com a grande vantagem de serem de fácil manuseio e apresentarem menos risco a navegação à noite perto dos recifes (SANTOS *et al.*, 2017). As novas redes apresentam-se como um subsídio alternativo importante no estudo das comunidades do zooplâncton de recifes tropicais rasos e de áreas marinhas protegidas.

5 CONCLUSÕES

A baixa cobertura de corais nos recifes de Tamandaré, e conseqüentemente, a baixa predação é, provavelmente, um dos fatores determinantes para a alta abundância do zooplâncton na borda dos recifes quando comparado com canais entre os recifes a 1 m da superfície.

Somado a isso, a grande abundância de organismos de origem estuarina nos recifes de Tamandaré mantém-se próximo ao substrato dos recifes devido a um mecanismo de retenção comum a essas espécies estuarinas, comportamento esse que permite não serem levados para o mar aberto através dos canais adjacentes aos recifes.

As novas redes, Channel Midwater Neuston Net e a Reef Edge Net, permaneceram por mais tempo nos ambientes de coleta e capturaram o zooplâncton ao entorno dos recifes de maneira eficaz, com valores acima dos encontrados em outros recifes tropicais com diferentes métodos de coleta, amostrando o zooplâncton tanto residente dos recifes quanto pelágicos. Esses novos métodos de coleta possibilitaram conhecer o zooplâncton disponível para a fauna zooplancívora dos recifes costeiros rasos de Tamandaré.

REFERÊNCIAS

ALLDREDGE, A. L.; KING, J. M. Distribution, abundance, and substrate preferences of demersal reef zooplankton at Lizard Island Lagoon, Great Barrier Reef. **Marine Biology**, v. 41, n. 4, p. 317-333, June 01 1977. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF00389098> >. Acesso em: 15 out. 2015.

_____. The distance demersal zooplankton migrate above the benthos: implications for predation. **Marine Biology**, v. 84, n. 3, p. 253-260, January 01 1985. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF00392494> >. Acesso em: 3 mar. 2016.

_____. Near-surface enrichment of zooplankton over a shallow back reef: implications for coral reef food webs. **Coral Reefs**, v. 28, n. 4, p. 895-908, December 01 2009. ISSN 1432-0975. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00338-009-0534-4> >. Acesso em: 3 mar. 2016.

AMBLER, J. W. Zooplankton swarms: characteristics, proximal cues and proposed advantages. **Hydrobiologia**, v. 480, n. 1, p. 155-164, July 01 2002. ISSN 1573-5117. Disponível em: < <https://doi.org/10.1023/A:1021201605329> >. Acesso em: 15 out. 2015.

AMBLER, J. W.; FERRARI, F. D.; FORNSHELL, J. A. Population structure and swarm formation of the cyclopoid copepod *Dioithona oculata* near mangrove cays. **Journal of Plankton Research**, v. 13, n. 6, p. 1257-1272, 1991. ISSN 0142-7873. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/13.6.1257> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

ANDERSON, T. W., BARTELS, E., BARTELS, C.T., CARR, M.H., SHENKER, J.M., HIXON, M.A. Current velocity and catch efficiency in sampling settlement-stage larvae of coral-reef fishes. **Fishery Bulletin**, v. 100, p. 404-413, 2002.

ARONSON, R. et al. Large-scale, long-term monitoring of Caribbean coral reefs: Simple, quick, inexpensive techniques. **Atoll Research Bulletin**, n. 421, p. 1-19. 1994. Disponível em: < <https://doi.org/10.5479/si.00775630.421.1> >. Acesso em: Acesso em: 2 jul. 2017.

BABCOCK, R. et al. Predictable and unpredictable spawning events: in situ behavioural data from free-spawning coral reef invertebrates. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 22, n. 1-3, p. 213-227, 1992/12/01 1992. ISSN 0792-4259. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/07924259.1992.9672274> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

BABCOCK, R. C. Reproduction and distribution of two species of *Goniastrea* (Scleractinia) from the Great Barrier Reef province. **Coral Reefs**, v. 2, p. 187-195, 1984.

BAKKER, C.; PHAFF, W. J. Tintinnida from coastal waters of the S.W.-Netherlands I. The genus *Tintinnopsis* stein. **Hydrobiologia**, v. 50, n. 2, p. 101-111, August 01 1976. ISSN 1573-5117. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF00019812> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

BENAYAHU, Y.; LOYA, Y. Space partitioning by stony corals soft corals and benthic algae on the coral reefs of the northern Gulf of Eilat (Red Sea). **Helgoländer wissenschaftliche**

Meeresuntersuchungen, v. 30, n. 1, p. 362-382, August 01 1977. ISSN 1438-3888. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF02207848> >. Acesso em: 3 mar. 2016.

BIRKELAND, C. **Life and death of coral reefs**. New York: Chapman and Hall 1997.

BJÖRNBERG, T. K. S. On the marine free-living copepods off Brazil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 13, p. 03-142, 1963. ISSN 0373-5524. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-5241963000100001&nrm=iso >. Acesso em: 25 jul. 2017.

BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. In: (Ed.). **Copepoda**. Leiden, The Netherlands: Backhuys Publishers, p.869 - 1098. 1999.

BUSKEY, E. J.; PETERSON, J. O.; AMBLER, J. W. The swarming behavior of the copepod *Dioithona oculata*: In situ and laboratory studies. **Limnology and Oceanography**, v. 41, n. 3, p. 513-521, 1996. ISSN 1939-5590. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1996.41.3.0513> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. **Bulletin of Marine Science**, v. 68, p. 1-15, 2001.

COSTA, O. et al. **Benthic macroalgal distribution in coastal and offshore reefs at Porto Seguro Bay, Brazilian Discovery Coast**. 2001. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/237135411_Benthic_macroalgal_distribution_in_coastal_and_offshore_reefs_at_Porto_Seguro_Bay_Brazilian_Discovery_Coast > Acesso em: 17 maio 2017.

COWLES, T.J.; DESIDERIO R.A.; CARR, M.-E. Small-scale planktonic structure: Persistence and trophic consequences. **Oceanography**, v. 11, n. 1, p. 4–9. 1998. <http://dx.doi.org/10.5670/oceanog.1998.08>.

CRIALES, M. M., ROBBLEE, M.B., BROWDER, J.A., CÁRDENAS, H., JACKSON, T.L. . Nearshore concentration of pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*) postlarvae in Northern Florida Bay in relation to nocturnal flood tide. **Bulletin of Marine Science**, v. 86, n. 1, p. 53–74, 2010.

CRIALES, M. M. et al. Larval supply of fishes, shrimps, and crabs into the nursery ground of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. **Caribbean Journal of Science**, v. 38, n. 1-2, p. 52-65, 2002.

CRIALES, M. M. et al. Variation of oceanographic processes affecting the size of pink shrimp (*Farfantepenaeus duorarum*) postlarvae and their supply to Florida Bay. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 457–468, 2003.

D'AGOSTINI, A.; GHERARDI, D. F. M.; PEZZI, L. P. Connectivity of marine protected areas and its relation with total kinetic energy. **Plos One** p. 1-19, 2015.

DALAL, S. G.; GOSWAMI, S. C. Temporal and Ephemeral Variations in Copepod Community in the Estuaries of Mandovi and Zuari—West Coast of India. **Journal of**

Plankton Research, v. 23, n. 1, p. 19-26, 2001. ISSN 0142-7873. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/23.1.19> >. Acesso em: 20 jun. 2017

DIAS, C. D. O.; BONECKER, S. L. C. Inter-annual variability of planktonic copepods in a tropical bay in southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 531-542, 2008. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-9132008000400011&nrm=iso >. Acesso em: 5 jan. 2017

EKAU, W. Topographical and hydrographical impacts on macrozooplankton community structure in the Abrolhos Bank region, East Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.**, v. 47, n. 2/3, p. 307-320 1999.

EMERY, A. R. PRELIMINARY OBSERVATIONS ON CORAL REEF PLANKTON1. **Limnology and Oceanography**, v. 13, n. 2, p. 293-303, 1968. ISSN 1939-5590. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1968.13.2.0293> >. Acesso em: 20 jun. 2017

FEITOSA, J. L. L.; FERREIRA, B. P. Distribution and feeding patterns of juvenile parrotfish on algal-dominated coral reefs. **Marine Ecology**, v. 36, n. 3, p. 462-474, 2015. ISSN 1439-0485. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/maec.12154> >. Acesso em: 2 jan. 2017

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M.; CAVA, F. **Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Costa dos Corais. Anais do II Congresso de Unidades de Conservação. II Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação.** Minas Gerais: 11 p. 2001.

FIGUEIRÊDO, L. G. P. **Estrutura da comunidade e produção dos Copepoda do microzooplâncton da Apa Costa dos Corais, Tamandaré, PE, Brasil.** 2014. 66 (Mestrado). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

FIGUEIREDO, M. A. D. O. et al. Benthic marine algae of the coral reefs of Brazil: A literature review. **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 2, p. 258-269, 2008.

FRANCINI, C. L. B.; CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. First record of a reef coral spawning event in the Western South Atlantic. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 42, p. 17-19, 2002.

FRANGOULIS, C. et al. Expanding zooplankton standing stock estimation from meso- to metazooplankton: A case study in the N. Aegean Sea (Mediterranean Sea). **Continental Shelf Research**, 2016/10/18/ 2016. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278434316305532> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

GERBER, R. P.; MARSHALL, N. Ingestion of detritus by the lagoon pelagic community at Eniwetok Atoll. **Limnology and Oceanography**, v. 19, n. 5, p. 815-824, 1974. ISSN 1939-5590. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1974.19.5.0815> >. Acesso em: 2 jan. 2017.

GLYNN, P. W. Ecology of a Caribbean coral reef. The Porites reef-flat biotope: Part II. Plankton community with evidence for depletion. **Marine Biology**, v. 22, n. 1, p. 1-21,

September 01 1973. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF00388905> >. Acesso em: 7 out. 2015.

GRINDLEY, J. R. Effect of Low-salinity Water on the Vertical Migration of Estuarine Plankton. **Nature**, v. 203, n. 4946, p. 781-782, 1964. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1038/203781a0> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

HALPERN, B. The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? **Ecological Applications**, v. 13, n. 1, p. S117-S137. 2003.

HAMNER, W. M.; CARLETON, J. H. Copepod swarms: Attributes and role in coral reef ecosystems. **Limnology and Oceanography**, v. 24, n. 1, p. 1-14, 1979. ISSN 1939-5590. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1979.24.1.0001> >. Acesso em: 5 out. 2015.

HAMNER, W. M. et al. Zooplankton, Planktivorous Fish, and Water Currents on a Windward Reef Face: Great Barrier Reef, Australia. **Bulletin of Marine Science**, v. 42, n. 3, p. 459-479, 1988. Disponível em: < <http://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/1988/00000042/00000003/art00010> >. Acesso em: 2 jun. 2016.

HEIDELBERG, K. B. et al. Vertical distribution and diel patterns of zooplankton abundance and biomass at Conch Reef, Florida Keys (USA). **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 1, p. 75-91, January 1, 2010. Disponível em: < <http://plankt.oxfordjournals.org/content/32/1/75.abstract> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

HEIDELBERG, K. B.; SEBENS, K. P.; PURCELL, J. E. Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. **Coral Reefs**, v. 23, n. 2, p. 263-276, 2004. ISSN 1432-0975. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s00338-004-0375-0> >. Acesso em: 5 out. 2015.

HOLZMAN, R. et al. Near-bottom depletion of zooplankton over a coral reef II: relationships with zooplankton swimming ability. **Coral Reefs**, v. 24, n. 1, p. 87-94, March 01 2005. ISSN 1432-0975. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00338-004-0450-6> >. Acesso em: 5 out. 2015.

HUYS, R. et al. Marine and Brackish Water Harpacticoid Copepods. In: CROTHERS, R. S. K. B. A. J. H. (Ed.). **Synopses of the British Fauna (New Series)**. London: The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association, v.51, 1996. cap. Part 1, p.114.

IKEDA, T. Nutritional Ecology of Marine Zooplankton. **Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.**, v. 22, n. 1, p. 1-97. 1974.

YOUNGBLUTH, M.J. Sampling demersal zooplankton: A comparison of field collections using three different emergence traps. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 61, n. 2, p. 111-124, 1982/05/21/ 1982. ISSN 0022-0981. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098182900016> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

KAY, A. M.; LIDDLE, M. J. Impact of human trampling in different zones of a coral reef flat. **Environmental Management**, v. 13, n. 4, p. 509-520, 1989.

LEAO, Z.; KIKUCHI, R. A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, n. 5-7, p. 599-611. 2005.

LEÃO, Z. M. A. N.; DOMINGUEZ, J. M. L. Tropical Coast of Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 41, n. 1, p. 112-122, 2000/01/01/ 2000. ISSN 0025-326X. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X00001053> >. Acesso em: 5 mar. 2017.

HAMNER, W. M.; COLIN, P. L.; HAMNER, P. P. Export-import dynamics of zooplankton on a coral reef in Palau. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 334, p. 83-92. 2007.

MACHADO, R. C. D. A. et al. Phytoplankton Productivity and Hydrology of Porto de Galinhas Reef Ecosystem (Pernambuco, Brazil). **Journal of Coastal Research**, p. 371-378, 2014. Disponível em: < <http://www.jcronline.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-13-00007.1> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Coral reefs of Brazil: an overview**. Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium. 1: 263-274 p. 1997.

MARSHALL, N. Detritus Over the Reef and Its Potential Contribution to Adjacent Waters of Eniwetok Atoll. **Ecology**, v. 46, n. 3, p. 343-344, 1965. ISSN 1939-9170. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2307/1936340> >. Acesso em: 5 mar. 2017.

MAYAL, E. M. et al. Hydrology, plankton, and corals of the Maracajaú reefs (Northeastern Brazil): an ecosystem under severe thermal stress. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 665-678, 2009. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132009000300019&nrm=iso >. Acesso em: 5 mar. 2017.

MELO, P. A. M. C. et al. Demersal zooplankton communities from tropical habitats in the southwestern Atlantic. **Marine Biology Research**, v. 6, n. 6, p. 530-541, 2010/11/01 2010. ISSN 1745-1000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/17451000903426557> >. Acesso em: 20 jun. 2017.

MILSTEIN, A. Vertical distribution of *Paracalanus crassirostris* (Copepoda, Calanoidea): analysis by the general linear model. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 28, p. 65-78, 1979. ISSN 0373-5524. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-55241979000200008&nrm=iso >. Acesso em: 2 jan. 2017.

MOURA, R. T.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa Fitoplanctônica da Baía de Tamandaré, Rio Formoso-Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 23, n. 1, p. 1 - 15, 1995. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/TROPICALOCEANOGRAPHY/article/view/2674/2195> >. Acesso em: 9 jun. 2016.

NAKAJIMA, R. *et al.* Diel variation of zooplankton in the tropical coral-reef water of Tioman Island, Malaysia. **Aquatic Ecology**, v. 43, p. 965-975, 2009.

NAKAJIMA, R. *et al.* Planktonic trophic structure in a coral reef ecosystem - grazing versus microbial food webs and the production of mesozooplankton, **Progress in Oceanography**. 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2017.06.007> > Acesso em: 5 mar. 2017.

ODUM, H. T.; ODUM, E. P. Trophic Structure and Productivity of a Windward Coral Reef Community on Eniwetok Atoll. **Ecological Monographs**, v. 25, n. 3, p. 291-320, 1955. ISSN 1557-7015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2307/1943285> >. Acesso em: 5 mar. 2017.

OHLHORST, S. L. Diel migration patterns of demersal reef zooplankton. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 60, n. 1, p. 1-15, 1982/01/01 1982. ISSN 0022-0981. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022098181901763> >. Acesso em: 5 mar. 2017.

PORTER, J. Zooplankton feeding by the Caribbean reef-building coral *Montastrea cavernosa*., Proc 2nd Int Symp on Coral Reefs, Great Barrier Reef Committee on board the M.V. Marco Polo cruising in the waters of the Great Barrier Reef Province, 1974, Australia. June 1973. p.111-125.

PORTO NETO, F. F. **Zooplankton as bioindicator of environmental quality in the Tamandaré reef system (Pernambuco - Brazil): Anthropogenic influences and interaction with mangroves**. 2003. 131 (Doctor). Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Bremen, Bremen, Germany.

RAMOS, C. A. C. *et al.* Quantification of reef benthos communities and variability inherent to the monitoring using video transect method. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 162, n. 1, p. 95-101, March 01 2010. ISSN 1573-2959. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0778-z> >. Acesso em: 5 maio 2018.

RIOS-JARA, E.; GONZÁLEZ, J. G. Effects of Lunar Periodicity on The Emergence Behavior of the Demersal Copepod *Pseudodiaptomus Cokeri* In Phosphorescent Bay, Puerto Rico. **Bulletin of Marine Science**, v. 67, n. 3, p. 887-901, 2000. Disponível em: < <http://www.ingentaconnect.com/content/umrsmas/bullmar/2000/00000067/00000003/art00003> >. Acesso em: 22 mar. 2016.

ROBERTS, C. M. *et al.* Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. **Science**, v. 295, p. 1280-1284, 2002.

ROGERS, H. M. Occurrence and Retention of Plankton Within the Estuary. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, v. 5a, n. 2, p. 164-171, 1940/02/01 1940. ISSN 0015-296X. Disponível em: < <https://doi.org/10.1139/f40-016> >. Acesso em: 13 out. 2017.

ROMAN, M. R.; FURNAS, M. J.; MULLIN, M. M. Zooplankton abundance and grazing at Davies Reefs, Great Barrier Reef, Australia. **Marine Biology**, v. 105, p. 73 - 82, 1990.

SANTOS, G.; BRITO-LOLAIA, M.; SCHWAMBORN, R. Two new methods for sampling zooplankton and larval assemblages in tropical reef ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 491, p 27-37. 2017.

SANTOS, G. S. et al. The Impact of Trampling on Reef Macrobenthos in Northeastern Brazil: How Effective are Current Conservation Strategies? **Environmental Management**, v. 56, n. 4, p. 847-858, October 01 2015. ISSN 1432-1009. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0552-7> >. Acesso em: 5 mar. 2017.

SANTOS, T.A. **Zooplâncton demersal na área de proteção ambiental de Tamandaré (APA Costa dos Corais Pernambuco Brasil)**. 2003. 104 f (Doutorado). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SEBENS, K. P.; DERIEMER, K. Diel cycles of expansion and contraction in coral reef anthozoans. **Marine Biology**, v. 43, n. 3, p. 247-256, September 01 1977. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF00402317> >. Acesso em: 13 out. 2017.

SEBENS, K. P. et al. Water flow and prey capture by three scleractinian corals, *Madracis mirabilis*, *Montastrea cavernosa* and *Porites porites*, in a field enclosure. **Marine Biology**, v. 131, n. 2, p. 347-360, May 01 1998. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s002270050328> >. Acesso em: 23 ago. 2016.

SHANNON, C. E. A mathematical theory of communication. **Bell System Technical Journal**, v. 27, p. 379 - 423, 1948.

SHENKER, J. et al. Onshore transport of settlement-stage Nassau grouper *Epinephelus striatus* and other fishes in Exuma Sound, Bahamas. **Mar. Ecol. Prog. Ser**, v. 98, n. 1/2, p. 31-43. 1993.

SOROKIN, Y. I. **Plankton in the reef ecosystems**. Ecosystems of the World, 25. Coral Reefs DUBINSKY, Z. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishing Company, v. 550 p. 291 – 327. 1990.

SILVA, A. P. et al. Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 485-493, 2004. ISSN 1516-8913. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132004000300020&nrm=iso >. Acesso em: 13 out. 2017.

THORROLD, S. R. et al. Temporal patters in the larval supply of summer-recruiting reef fishes to Lee Stocking Island, Bahamas. **Mar. Ecol. Prog. Ser**, v. 112, n. 1/2, p. 75-86. 1994.

UEDA, H. et al. Underwater observations on copepod swarms in temperate and subtropical waters. **Mar. Ecol. Prog. Ser**, v. 11, p. 165 - 171, 1983.

VALENTIN, J. L. et al. Diversidade específica para análise das sucessões fitoplanctônicas. Aplicação ao ecossistema da ressurgência de Cabo frio (Rio de Janeiro-Brasil). **Nerítica**, v. 6, n. 1/2, p. 7-26, 1991.

VALENTIN, J. L.; MONTEIRO-RIBAS, W. M. Zooplankton community structure on the east-southeast Brazilian continental shelf (18–23°S latitude). **Continental Shelf Research**, v.

13, n. 4, p. 407-424, 1993/04/01/ 1993. ISSN 0278-4343. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0278434393900586> >. Acesso em: 21 out. 2015.

WALTERS, K. Influences of abundance, behavior, species composition, and ontogenetic stage on active emergence of meiobenthic copepods in subtropical habitats. **Marine Biology**, v. 108, n. 2, p. 207-215, June 01 1991. ISSN 1432-1793. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF01344335> >. Acesso em: 13 out. 2017.

WIEBE, P. H.; BOYD, S.; COX, J. L. Relationships between zooplankton displacement volume, wet weight, dry weight, and carbon. . **Fishery Bulletin**, v. 73, n. 4, p. 777-786, 1975.

WOOLDRIDGE, T.; ERASMUS, T. Utilization of tidal currents by estuarine zooplankton. **Estuarine and Coastal Marine Science**, v. 11, n. 1, p. 107-114, 1980/07/01/ 1980. ISSN 0302-3524. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0302352480800338> >. Acesso em: 3 mar. 2016.

YAHIEL, G. et al. Phytoplankton distribution and grazing near coral reefs. **Limnology and Oceanography**, v. 43, n. 4, p. 551-563, 1998. ISSN 1939-5590. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1998.43.4.0551> >. Acesso em: 13 out. 2017.

YAHIEL, R.; YAHIEL, G.; GENIN, A. Near- bottom depletion of zooplankton over coral reefs: I: diurnal dynamics and size distribution. **Coral Reefs**, v. 24, n. 1, p. 75-85, March 01 2005. ISSN 1432-0975. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00338-004-0449-z> >. Acesso em: 25 nov. 2015.

YOUNG, C. M. **Atlas of Marine Invertebrate Larvae**. Elsevier Ltd., 626 p. 2006.