



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR

CURSO DE OCEANOGRAFIA

**O EFEITO DA HIPERSALINIDADE NA BIOMASSA DE COPÉPODES EM UM
ESTUÁRIO SEMIÁRIDO TROPICAL**

JOÃO VÍCTOR CABRAL DE OLIVEIRA

FORTALEZA

2019

JOÃO VICTOR CABRAL DE OLIVEIRA

**O EFEITO DA HIPERSALINIDADE NA BIOMASSA DE COPÉPODES EM UM
ESTUÁRIO SEMIÁRIDO TROPICAL**

Monografia apresentada ao Curso de Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares

Coorientadora: Dra. Tatiane Martins Garcia.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

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

D1e DE OLIVEIRA, JOÃO VICTOR.
O EFEITO DA HIPERSALINIDADE NA BIOMASSA DE COPÉPODES EM UM ESTUÁRIO SEMIÁRIDO TROPICAL / JOÃO VICTOR DE OLIVEIRA. – 2019.
36 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. MARCELO DE OLIVEIRA SOARES.

Coorientação: Prof. Dr. TATIANE MARTINS GARCIA.

1. ZOOPLANCTON. 2. AMBIENTE COSTEIRO. 3. OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA. 4. BIOVOLUME. I. Título.

CDD 551.46

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, pela força nos momentos mais complicados enfrentados durante todo esse processo.

À minha família pelo amor incondicional que recebo desde o primeiro dia de vida, em especial à minha mãe Gláucia e irmã Rebeca.

À Doutora Tatiane Martins Garcia, por toda a paciência, atenção, carinho e educação durante todos esses anos. Desde trabalhos de encontros universitários, bolsas e até o momento da conclusão do curso. Sem ela nada disso seria possível.

Ao professor Doutor Marcelo de Oliveira Soares, pelas orientações e aprendizados. Só de estar perto dele já é um aprendizado constante.

À Barbara Ponce por estar ao meu lado desde o primeiro semestre da graduação até o fim.

À Doutora Carolina Coelho, pelas ajudas, conversas, aprendizados e pelas parcerias em embarques.

À todos os colegas de laboratório de Plâncton que sempre proporcionaram um ambiente muito acolhedor (Hortência, Tallita, Cecilia, Carol Lucas, Gabriel, Mariana, Livia).

Aos professores Luis Ernesto e Cristina Rocha e a todo o laboratório de Zoobentos do Labomar, em especial ao Dr. Wilson Franklin, pela ajuda e acolhimento na utilização de microscópio.

À Dra. Erika Targino, por ter me iniciado no laboratório de Plâncton.

RESUMO

Os estuários estão entre os ambientes mais diversos do planeta, podendo abrigar em suas águas uma grande diversidade de organismos. Entre estes organismos estuarinos, destacam-se os copépodes. Os copépodes são microcrustáceos que dominam entre os organismos zooplanctônicos. O objetivo do trabalho foi avaliar como a biomassa dos copépodes mais abundantes da área de estudo (*Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp.) reage a hipersalinidade que ocorre no local. Foram realizadas coletas nos períodos de chuva (fevereiro, abril e junho) e de estiagem (agosto, outubro e dezembro) no estuário do rio Piranji (Nordeste-Brasil). As amostragens foram divididas em P1, o ponto mais distante do mar, P2 o ponto intermediário e P3 mais próximo ao mar. Para a amostragem foram utilizadas redes cilíndrico cônicas com abertura de malha de 120 μm acopladas com fluxômetro. Em laboratório as amostras foram processadas e com o auxílio de estereomicroscópio, foram identificados 20 organismos de cada um dos dois táxons dominantes do ambiente para cada mês e cada ponto amostrado. Após a triagem, imagens das visões dorsal e lateral de cada organismo foram registradas, utilizando o programa LEICA LAS. Logo com essas imagens foi possível a medição e obtenção do biovolume e assim a obtenção de uma estimativa da biomassa. O biovolume de cada táxon foi convertido em biomassa. A biomassa parcial, usando apenas 20 indivíduos (parcial), mostrou *Parvocalanus* spp. com maior biomassa que *Oithona* spp. em todos os momentos. Fato este que não se repetiu quando foi obtida a biomassa total no ambiente, onde *Oithona* spp. mesmo apresentando dimensões inferiores, apresentou biomassa superior, o que mostra como sua densidade é alta neste ambiente. Em termos quantitativos, os valores máximos de biomassa obtidos foram de $27 \pm 0,6 \text{ mg.Cm}^3$ para *Oithona* spp. e $13 \pm 0,8 \text{ mg.Cm}^3$ para *Parvocalanus* spp. Com relação às médias, as maiores foram de $11 \pm 0,8 \text{ mg.Cm}^3$ e $9 \pm 0,7 \text{ mg.Cm}^3$ respectivamente *Parvocalanus* spp. foi dominante apenas no ponto mais a jusante do estuário, com salinidades mais semelhantes a áreas costeiras, ambiente no qual este organismo possui maior preferência. Os dois táxons mostraram-se adaptados à condição hipersalina da região, não apresentando diferença de biomassa total entre os regimes.

Palavras Chave: Zooplâncton, Estuários Semiáridos, Oceanografia Biológica, Biovolume.

ABSTRACT

Estuaries are among the most diverse environments on the planet and can harbor in their waters a great diversity of organisms. Among these estuarine organisms, the copepods stand out. Copepods are microcrustaceans that dominate among zooplanktonic organisms. The objective of this work was to evaluate how the biomass of the most abundant copepods in the study area (*Oithona* spp. And *Parvocalanus* spp.) Reacts to the hypersalinity that occurs at the site. Rainfall (February, April and June) and drought (August, October and December) were collected in the Piranji River estuary (Northeast-Brazil). Samples were divided into P1, the farthest point from the sea, P2 the intermediate point and P3 closest to the sea. For the sampling were used conical cylindrical networks with mesh opening of 120 μm coupled with flowmeter. In the laboratory samples were processed and with the aid of stereomicroscope, 20 organisms from each of the two dominant taxa of the environment were identified for each month and each point sampled. After screening, images of the dorsal and lateral views of each organism were recorded using the LEICA LAS program. With these images it was possible to measure and obtain biovolume and thus obtain an estimate of biomass. Partial biomass, using only 20 individuals (partial), showed *Parvocalanus* spp. with higher biomass than *Oithona* spp. in all moments. This fact was not repeated when the total biomass in the environment was obtained, where *Oithona* spp. even presenting smaller dimensions, it presented superior biomass, which shows how high its density is in this environment. In quantitative terms, the maximum biomass values obtained were $27 \pm 0.6 \text{ mg.Cm}^3$ for *Oithona* spp. and $13 \pm 0.8 \text{ mg.Cm}^3$ for *Parvocalanus* spp. Regarding the averages, the highest were $11 \pm 0.8 \text{ mg.Cm}^3$ and $9 \pm 0.7 \text{ mg.Cm}^3$ respectively *Parvocalanus* spp. it was dominant only at the most downstream point of the estuary, with salinities more similar to coastal areas, an environment in which this organism has greater preference. Both taxa were adapted to the hypersaline condition of the region, showing no difference in total biomass between the regimes.

Keywords: Zooplankton; Coastal zone; Biovolume; Biological Oceanography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Médias históricas da precipitação na estação pluviométrica de Fortim-CE . adjacente ao estuário do rio Piraji, Nordeste/Brasil. Observa-se (ver seta) que no ano de 2015 apresentou um forte déficit hídrico. Fonte: Funceme.....	14
Figura 2: Estuário do rio Piranji, Nordeste/Brasil, destacando a barreira Spit. Fonte: LABOMAR/MPA, 2015.....	15
Figura 3: Mapa localizando o local de estudo e os pontos de coleta. Fonte: CAMPOS (2018).....	16
Figura 4: Identificação e separaçã dos copepodes do gênero <i>Oithona</i> spp. e <i>Parvocalanus</i> spp. para posterior medição.....	17
Figura 5: Ilustração das medidas utilizadas para cálculo do biovolume.....	18
Figura 6: Biomassa dos copépodes (considerando os 20 medidos) <i>Oithona</i> spp.(A) e <i>Parvocalanus</i> spp. (B) nos regimes hipo e hipersalino no P1, no Estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.....	21
Figura 7: Biomassa dos copépodes (considerando os 20 medidos) <i>Oithona</i> spp.(A) e <i>Parvocalanus</i> spp.(B) nos regimes hipo e hipersalino no P2, no Estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.....	22
Figura 8: Biomassa dos Copépodes (considerando os 20 medidos) <i>Oithona</i> spp.(A) e <i>Parvocalanus</i> spp.(B) nos regimes hipo e hipersalino no P3, no estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.....	22
Figura 9: Médias mensais de biomassa parcial dos copépodes <i>Oithona</i> spp. e <i>Parvocalanus</i> spp. no estuário do rio Piranji, no ano de 2015. Marcação em vermelho nos momentos de hipersalinidade e em azul nos de hiposalinidade. Seta indicando o mês de dezembro (salinidade=62,7)	23
Figura 10: Biomassa (mgCm ³) total dos copépodes <i>Oithona</i> spp. (A) e <i>Parvocalanus</i> spp. (B) e respectivas salinidades médias (S), nos regimes hipo e hipersalino, no estuário do rio Piranji/NE-Brasil, no ano de 2015. Dados de salinidade média obtida por Barroso et al. (2018)	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Fórmulas para o cálculo do biovolume de Copépodes.....	18
TABELA 2. Densidade dos copepodes <i>Oithona</i> spp. e <i>Parvocalanus</i> spp. durante o ano de 2015 no estuário do rio Piranji (Nordeste- Brasil). Fonte: Campos, (2018)...	19
TABELA 3: Valores referentes à biomassa dos copépodes <i>Oithona</i> spp. coletados no estuário do rio Piranji, Nordeste\Brasil, no ano de 2015.....	36
TABELA 4: Valores referentes à biomassa dos copépodes <i>Parvocalanus</i> spp. coletados no estuário do rio Piranji, Nordeste\Brasil, no ano de 2015.....	36
Tabela 5. Valores da salinidade obtidos no ano de 2015 no estuário do rio Piranji(Nordeste-Brasil).....	37

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	9
2.OBJETIVOS.....	12
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3.HIPÓTESE.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	13
4.2 AMOSTRAGENS.....	16
5.RESULTADOS.....	21
6.DISSCUSSÃO.....	25
7.CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	29
APENDICE A.....	35
ANEXO A.....	36

1.INTRODUÇÃO

Os estuários constituem um dos mais importantes ambientes costeiros, sendo estes caracterizados principalmente como uma região de encontro entre as águas continentais e marinhas (MIRANDA et al. 2002). Estes ecossistemas possuem também um importante papel socioeconômico, tendo em vista, que muitas das maiores cidades se desenvolvem em áreas próximas à estuários (VALLE-LEVINSON, 2010). Os estuários costumavam ser definidos com base em características de ambientes temperados, localizados principalmente no hemisfério norte, onde normalmente são hiposalinos (salinidade inferior à do mar adjacente). Nessas regiões devido ao significativo aporte de água doce a salinidade tende a ser menor e o ambiente apresentar salinidades inferiores. Logo não eram levados em consideração as características dos ambientes tropicais e subtropicais, entre elas: a presença do ecossistema manguezal, o fechamento periódico da foz e a possível hipersalinidade (POTTER et al., 2010) devido à reduzida entrada de água doce em zonas áridas e semiáridas quentes.

Tendo como base a salinidade, os estuários podem ser classificados como clássicos ou invertidos. Os clássicos, são assim denominados, pois apresentam um considerável aporte de água doce, seja por chuva, derretimento de gelo, ou influência de águas costeiras que superem as taxas de evaporação (MIRANDA et al. 2002). Sua salinidade aumenta conforme a influência da água do mar se aproxima, sendo menor que a do mar adjacente e decrescente conforme se aproxima do continente (ODUM, 2007). Nos estuários invertidos, nota-se o comportamento oposto, a entrada de água doce se mostra menor e menos intensa, podendo até ser inexistente, e muitas vezes apresentam um padrão de salinidade aumentando no sentido oposto, conforme se distancia do mar, podendo até se tornar hipersalino (POTTER ET ALL., 2010). A hipersalinidade ocorre principalmente em regiões onde o aporte de água doce é insatisfatório, seja por rios de baixa competência ou pouca ocorrência de chuva, além de possuírem taxas de evaporação elevadas (VALLE-LEVINSON, 2010).

Dentro dos estuários, é comum que as águas sejam mais produtivas do que nas zonas adjacentes, pois no seu interior ocorre uma grande retenção de nutrientes devido sua estrutura semifechada e, conseqüentemente, a produção primária é

estimulada (MIRANDA ET AL., 2002). Por essa elevada produtividade, os estuários se destacam como um local ideal para alimentação de muitos organismos e como berçário para diversas espécies, sejam elas tipicamente estuarinas ou que vão para este ambiente apenas para reprodução, principalmente as que não possuem cuidado parental e a biota destes ambientes é em geral adaptadas as suas variações ambientais. (ELLIOTT & MCLUSKY, 2002).

Um dos grupos de maior destaque no ambiente estuarino é o zooplâncton; que enquadra os indivíduos cuja capacidade de locomoção é insuficiente para vencer a força das correntes (LENZ, 2000). Estes pequenos animais podem passar toda sua vida na coluna d'água como plâncton (holoplâncton) ou apenas parte do seu ciclo de vida neste ambiente (meroplâncton) (BRUSCA, BRUSCA, 2007). Dentre os organismos zooplanctônicos, destacam-se os copépodes como os principais representantes, tanto em abundância, biomassa e densidade, pois podem representar mais de 70% dessa comunidade (BONECKER, 2006). Os copépodes são microcrustáceos abundantes nos ambientes aquáticos (BRANDINI, 1997). Um dos motivos para tal sucesso do grupo, se dá no grande potencial adaptativo desses organismos, sendo capazes de tolerar variações altas de temperaturas, e salinidade, podendo ir da água doce até águas hipersalinas (ROCHA; KIHARA, 2011). Possuem também uma grande variedade alimentar, destacando-se as formas filtradoras, carnívoras e detritívoras (BARNES, 1996). Por serem um intermediário no fluxo de energia entre o fitoplâncton e níveis superiores, alterações na comunidade planctônica causariam severas mudanças estruturais no ecossistema aquático, incluindo a biomassa (BRANDINI et al., 1997).

O estudo deste grupo é de fundamental importância, pois eles possuem papel crítico no equilíbrio das teias tróficas de ambientes aquáticos, atuando como o principal elo, se alimentando dos produtores primários (fitoplâncton) e servindo de alimento para animais maiores, como peixes e mamíferos marinhos (LENZ, 2000). Os copépodes, mesmo com suas dimensões microscópicas conseguem se destacar, pois representam a maior biomassa animal marinha e são o grupo pluricelular mais abundante do planeta (LOPES; VALE; BRANDINI, 2013). A Biomassa pode ser definida como o total de massa corpórea dos organismos que compõem um grupo (GONÇALVES et al., 2015). Logo, com a biomassa dos copépodes, é possível

quantificar a matéria orgânica (alimento) que estará disponível para os níveis tróficos superiores (ALCARAZ, et al., 2003).

Dentre os estuários hipersalinos na zona semiárida do planeta se destacam os do Nordeste do Brasil que podem servir como modelo para entender o funcionamento destes sistemas únicos. Em um deles (estuário do rio Piranji, Ceará), o zooplâncton é constituído, principalmente por copépodes das ordens Calanoida e Cyclopoida, sendo *Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp. as dominantes em termos de densidade (CAMPOS, 2018). Estes organismos, principalmente *Oithona* spp. são comumente registrados como resistentes e dominantes em ambientes com condições salinas (RODRIGUES, 1998). E em demais condições do mundo, estando entre os mais importantes copepodes conhecidos (DAHMS; TSENG; HWANG, 2015). O estuário do rio Piranji, por apresentar características hipersalinas em um determinado momento do ano, pode servir de modelo para entender os efeitos das altas salinidades sobre a biomassa de copépodes estuarinos e quais impactos isso poderá gerar em níveis tróficos superiores.

A presença da hipersalinidade pode atuar como um fator limitante e estressante para muitos organismos zooplânctônicos (SERPE et al., 2010) como consequência, podem apresentar alterações principalmente no equilíbrio osmótico de organismos menos resistentes, assim podendo prejudicar o metabolismo, crescimento, sucesso da desova e até levá-los à morte (PATUREJ AND GUTKOWSKA, 2015). Em geral, os organismos zooplânctônicos, podem tolerar sobreviver em salinidades de no máximo 60 (TWEEDLEY ET AL., 2019). Não se conhece os limites máximos e mínimos de salinidade suportado especificamente por *Oithona* spp e *Parvocalanus* spp, mas sabe-se que *Oithona* spp é o copépode que melhor se adapta a diferentes condições ambientais, entre elas a hipersalinidade (TURNER, 2004).

A compreensão da influência da hipersalinidade nas teias tróficas é de fundamental importância, tendo em vista que perspectivas futuras mostram que anos de secas prolongadas e elevadas temperaturas serão mais comuns devido às mudanças climáticas globais (MARENGO ET AL., 2017). A combinação destes fatores causaria aumento nos índices de evaporação e, conseqüentemente, aumentariam a salinidade em estuários. Além disso, impactos em escala local, como a construção de barragens e açudes, também podem influenciar na manutenção de

condições hipersalinas no estuário por mais tempo. Entretanto, o efeito destes impactos locais e globais na biomassa planctônica é pouco entendido. Portanto, analisar este estudo de caso no Rio Piranji pode auxiliar nas predições dos futuros cenários diante das mudanças ambientais.

2. OBJETIVOS

Verificar possíveis alterações na biomassa dos copépodes dos gêneros *Parvocalanus* spp. e *Oithona* spp. em um estuário tropical sob influência da hipersalinidade (rio Piranji, Nordeste do Brasil).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1.1. Verificar as possíveis diferenças sazonais da biomassa parcial e total entre períodos de hipo e hipersalinidade.

2.1.2 Verificar as possíveis diferenças espaciais de biomassa parcial e total ao longo do estuário.

3. HIPÓTESE

A ocorrência do fenômeno da hipersalinidade na área de estudo pode afetar negativamente a biomassa de copépodes diminuindo nos períodos mais secos, quando a hipersalinidade atinge maiores níveis.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estuário do rio Piranji ($4^{\circ}41'S$; $38^{\circ}41'W$) está localizado no litoral leste do Ceará a cerca de 110 km da cidade de Fortaleza, nas proximidades do município Beberibe. Essa região apresenta um clima tipicamente semiárido quente, sem grandes variações intraanuais ($1,2^{\circ}C$) em sua temperatura, tendo em média os meses de dezembro e janeiro ($27,9^{\circ}C$, em dezembro e $28,1^{\circ}C$, janeiro) com as maiores temperaturas (MARIA, 2012). Este estuário possui profundidade média de 3 m e cerca de 20 km de extensão (Barroso et al., 2018).

O local apresenta chuvas concentradas em um período bem definido do ano (entre os meses de fevereiro, março, abril e maio) apresentando quase nenhuma precipitação nos meses restantes do ano (MARIA; SILVA, 2012). Essa sazonalidade no regime das chuvas da região, se deve principalmente pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (MOLION.; BERNARDO, 2007), pois esse sistema se forma pela confluência dos ventos alísios de Nordeste e Sudeste, causando nebulosidade e bastante chuva na região (OLIVEIRA SILVA, 2012). Tendo como base a estação pluviométrica de Fortim, ponto de registro de chuvas mais próximo do local de estudo, foi registrado que no ano de 2015, quando foram realizadas as amostragens, o volume de chuva observado foi 690.6 mm (Figura 1) (FUNCEME, 2019). Como agravante, o ano de 2015 estava inserido na maior seca enfrentada na região desde o ano de 1951 (MARENGO et al., 2017). Portanto, as amostragens deste projeto foram realizadas em um período de forte déficit hídrico e, com tendência à hipersalinidade.

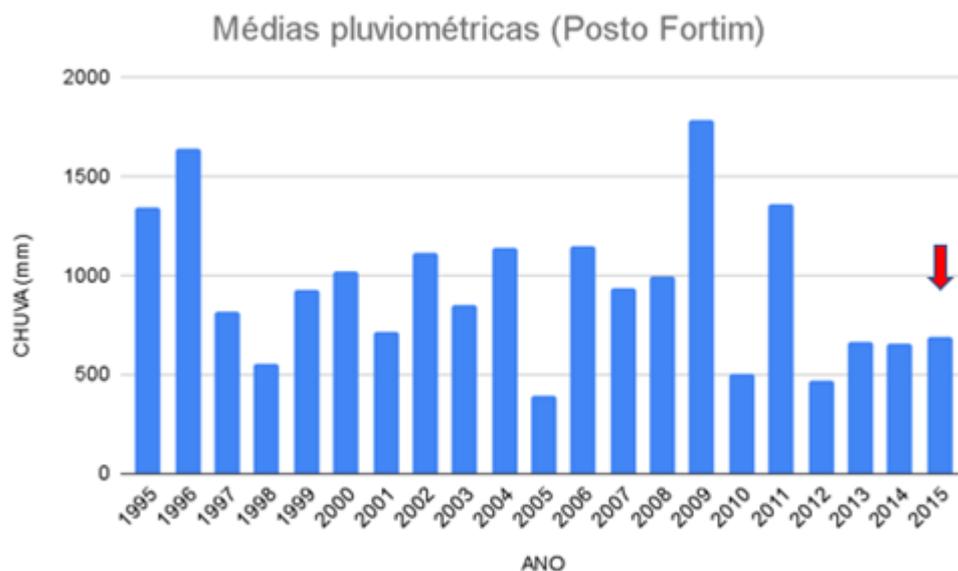


Figura 1: Médias históricas da precipitação na estação pluviométrica de Fortim-CE, adjacente ao estuário do rio Piranji, Nordeste\Brasil. Observa-se (ver seta) que o ano de 2015 apresentou forte déficit hídrico.

Fonte: FUNCEME

Na foz do rio Piranji nota-se a presença de uma barreira arenosa do tipo *spit* com medidas de 3,2 km de comprimento e 230 m de largura localizada em posição paralela ao rio (Figura 2) (MARIA, 2012). Os principais fatores para a formação de barreira arenosa são a abundância de sedimentos, a morfologia que possibilite sua acumulação bem como a ação combinada de ondas, marés, correntes longitudinais e ventos (CLAUDINO-SALES; PEULVAST, 2003). A barreira do tipo *spit* é comum em litorais cujo aporte de sedimentos é realizado predominantemente pela corrente longitudinal e por ondas. A presença da barra arenosa no local ocasiona um atraso nos momentos que a maré enche e seca (OTVOS, 2012).

4.2 AMOSTRAGENS

As amostras de zooplâncton foram coletadas nos meses de fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro do ano de 2015. Deles, o estuário comportou-se de maneira hipersalina nos meses de fevereiro, agosto, outubro e dezembro. E como hiposalino nos meses de abril e junho. As coletas foram realizadas em três pontos (P1, P2 e P3) do estuário do rio Pirangi. P1 está localizado mais distante do mar, P2 o intermediário e P3 o mais próximo ao mar (Figura 3). Em cada um dos pontos, foi realizado um arrasto subsuperficial de 3 minutos de duração utilizando uma rede de plâncton com 120 μm de tamanho na abertura de malha e com fluxômetro General Oceanics acoplado para medir o volume de água filtrado. O material coletado foi imediatamente fixado a bordo com solução de formaldeído 4%, tamponada com tetraborato de sódio (0,5 g\L).

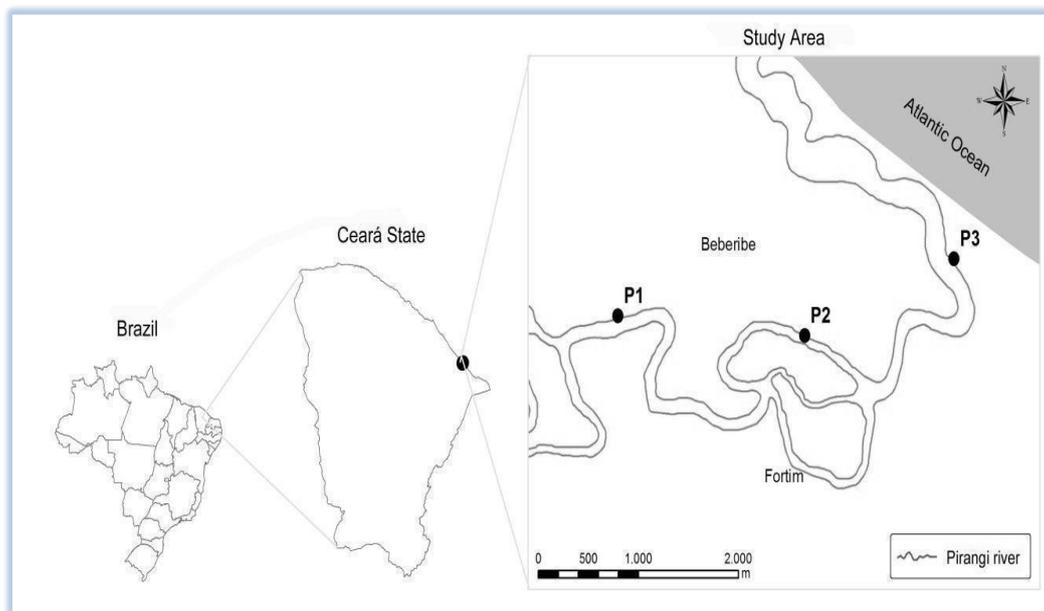


Figura 3: Mapa destacando o local de estudo e as estações de coleta.

Fonte: CAMPOS. (2018)

Em laboratório, alíquotas das amostras foram retiradas e transferidas para placa de Petri para que, com um estereomicroscópio, fossem identificados e separados vinte copépodes dos gêneros mais abundantes no estuário do rio Pirangi, sendo eles *Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp. Este procedimento foi realizado para todos os meses e pontos amostrados. Após a triagem, imagens das visões dorsal e

lateral de cada copépode foram registradas, utilizando o programa LEICA LAS com câmera DMC 4500 (Figura 4).



Figura 4: Identificação e separação dos copépodes do gênero *Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp. para posterior medição.

Fonte: O autor

Posteriormente, utilizando o software Axiovision 482, foi realizada a medição de todos os organismos registrados, com a medição de comprimento, largura e espessura, de acordo com o exemplo (Figura 5). Estas medidas foram feitas para que fossem aplicados na fórmula descrita por Neumann-Leitão (1995) (Tabela 1) com a qual é possível calcular o biovolume dos organismos zooplanctônicos. A aplicação da fórmula baseia-se em associar o formato corporal dos organismos à uma forma geométrica que mais se assemelhe a cada grupo. Para os copépodes das ordens Calanoida e Cyclopoida, foi assumido o formato elíptico cilíndrico como referência e aplicada na sua fórmula correspondente.

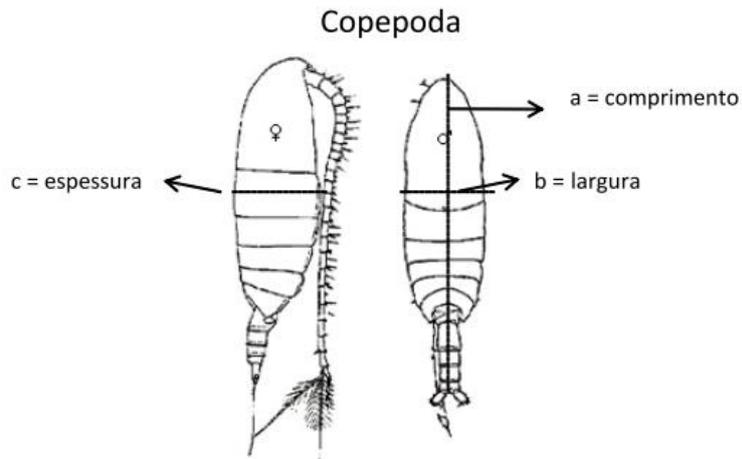


Figura 5: Ilustração das medidas utilizadas para cálculo do biovolume.

Fonte: Neumann-Leitão, 1995

FORMA E TÁXONS CORRESPONDENTES	FÓRMULA GEOMÉTRICA
vc = volume do corpo	a=comprimento b=largura c=altura(μm)
Elíptica cilíndrica Calanoida (<i>Parvocalanus</i> spp.) (apêndices=5%vc), Cyclopoida (<i>Oithona</i> spp.) (apêndices=3%vc)	$r1.r2. \pi h$ a=2r2 b=2r1 c=h

Tabela 1: Fórmulas para o cálculo do biovolume associando o formato corporal dos organismos à uma forma geométrica elíptica cilíndrica.

Fonte: Neumann-Leitão, 1995

Após a aplicação da forma e obtenção do biovolume corporal de cada organismo individualmente, este parâmetro foi convertido para biomassa, considerando que o biovolume que $1 \mu\text{m}^3 = 3.5 \times 10^{-13} \text{ gC}$ e que de acordo com suas respectivas fórmulas para cálculo, os calanóides apresentam 5% do seu volume corporal em apêndices e os ciclopóides, 3% (BOTTRELL et al., 1976).

Para o cálculo da Biomassa total do ambiente, foram utilizados os dados de densidade obtidos por Campos (2018) (Tabela 2). Com esses dados foi feita uma associação com as biomassas parciais obtidos pelos 20 organismos medidos. Essa associação foi feita pois como obteve-se a biomassa de vinte indivíduos e também era conhecida sua densidade, bastou uma simples regra de três para que se chegasse em uma estimativa da biomassa total do ambiente.

Foi utilizado como plataforma para as análises estatísticas, o programa STATISTICA 7, onde foi realizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Em seguida, foi aplicado o teste ANOVA one way para verificar se existiria diferença significativa entre os períodos de hipo e hipersalinidade.

		<i>Oithona</i> .spp	<i>Parvocalanus</i> spp.
Fevereiro	P1	360,2367	6,061674972
	P2	209,7335	11,6518622
	P3	58,17494	563,6950707
Abril	P1	56,53219	14,6766269
	P2	1217,475	18,83470615
	P3	281,243	494,8453408
Junho	P1	264,9698	4,035073616
	P2	93,27967	39,65782212
	P3	493,155	306,2333446
Agosto	P1	1206,095	24,81479178
	P2	930,3265	41,11000457
	P3	346,6759	432,8901748
Outubro	P1	1429,825	0,616303723
	P2	1242,468	1,848911168
	P3	282,5338	609,2135269
Dezembro	P1	321,8964	0,900829382
	P2	452,1132	9,578670504
	P3	74,10012	243,1410348

Tabela 2. Densidade (ind/m³) dos copepodes *Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp. durante o ano de 2015 no estuário do rio Piranji (Nordeste- Brasil). Fonte: Campos, (2018)

5 RESULTADOS

5.1 Biomassa Parcial

O gênero *Parvocalanus* spp. apresentou média de biomassa parcial superior a *Oithona* spp ($p < 0,05$) e com suas maiores médias concentradas no período hiposalino (Figura 6). Com relação à *Oithona* spp. houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os regimes apenas nos pontos P2 e P3 com maior biomassa no hiposalino (Figura 7A e 8A). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os regimes hipo e hipersalinos para o gênero *Parvocalanus* spp., considerando a biomassa parcial, em nenhum dos pontos de coleta do estuário do rio Piranji (Figura 6B, 7B e 8B). Considerando apenas os 20 organismos medidos.

Analisando as variações ao longo dos meses de coleta, apenas o mês de dezembro possuiu diferenças significativas ($P < 0,05$) de biomassa para ambos os gêneros de copépodes. Em dezembro, a condição de hipersalinidade foi extrema, atingindo valor igual a 62 (Figura 9).

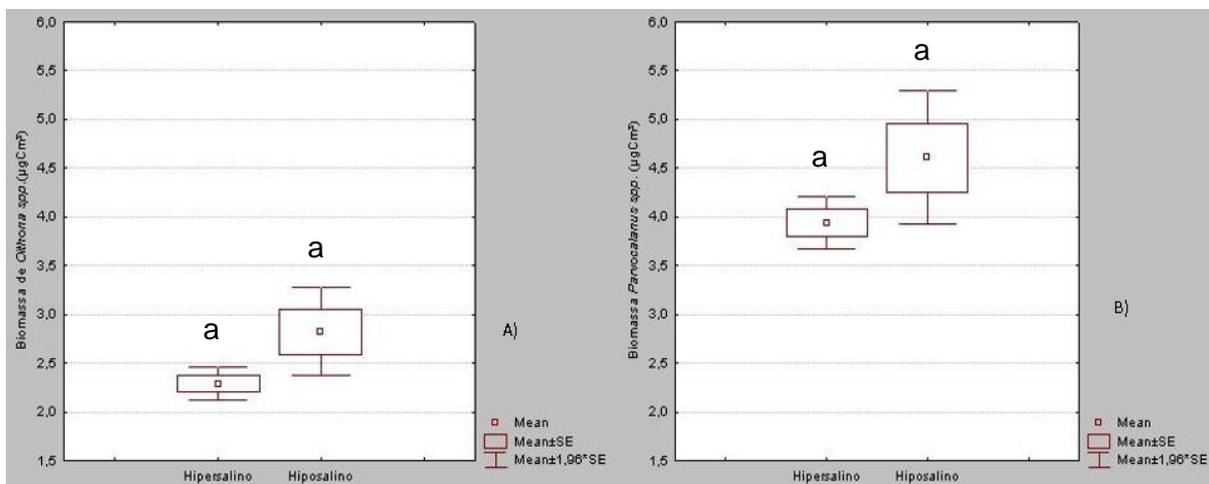


Figura 6: Biomassa ($\mu\text{gC.m}^3$) parcial dos copépodes (considerando 20 indivíduos) *Oithona* spp. (A) e *Parvocalanus* spp. (B) nos regimes hipo e hipersalino no P1, do Estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.

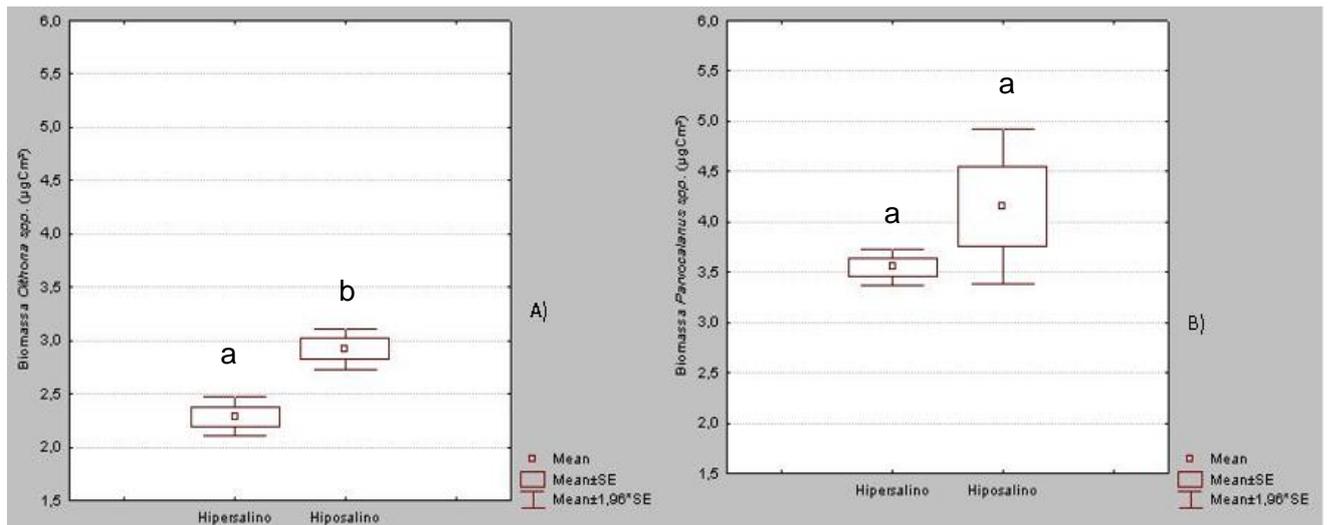


Figura 7: Biomassa ($\mu\text{gC}\cdot\text{m}^3$) parcial dos copépodes (considerando 20 indivíduos) *Oithona* spp. (A) e *Parvocalanus* spp. (B) nos regimes hipo e hipersalino no P2, do Estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.

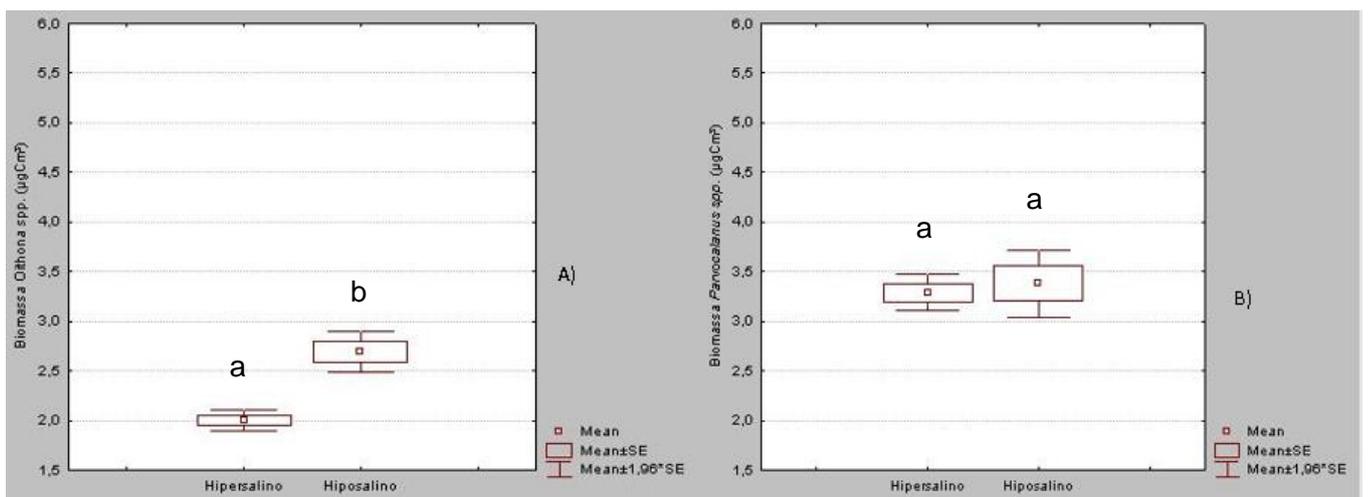


Figura 8: Biomassa ($\mu\text{gC}\cdot\text{m}^3$) parcial dos copépodes (considerando 20 indivíduos) *Oithona* spp. (A) e *Parvocalanus* spp. (B) nos regimes hipo e hipersalino no P3, do estuário do rio Piranji/NE-Brasil, durante o ano de 2015.

S= 45 S=9,4 S=35,9

S=45 S=25,9 S=37

S=39 S=37,4 S=37,6

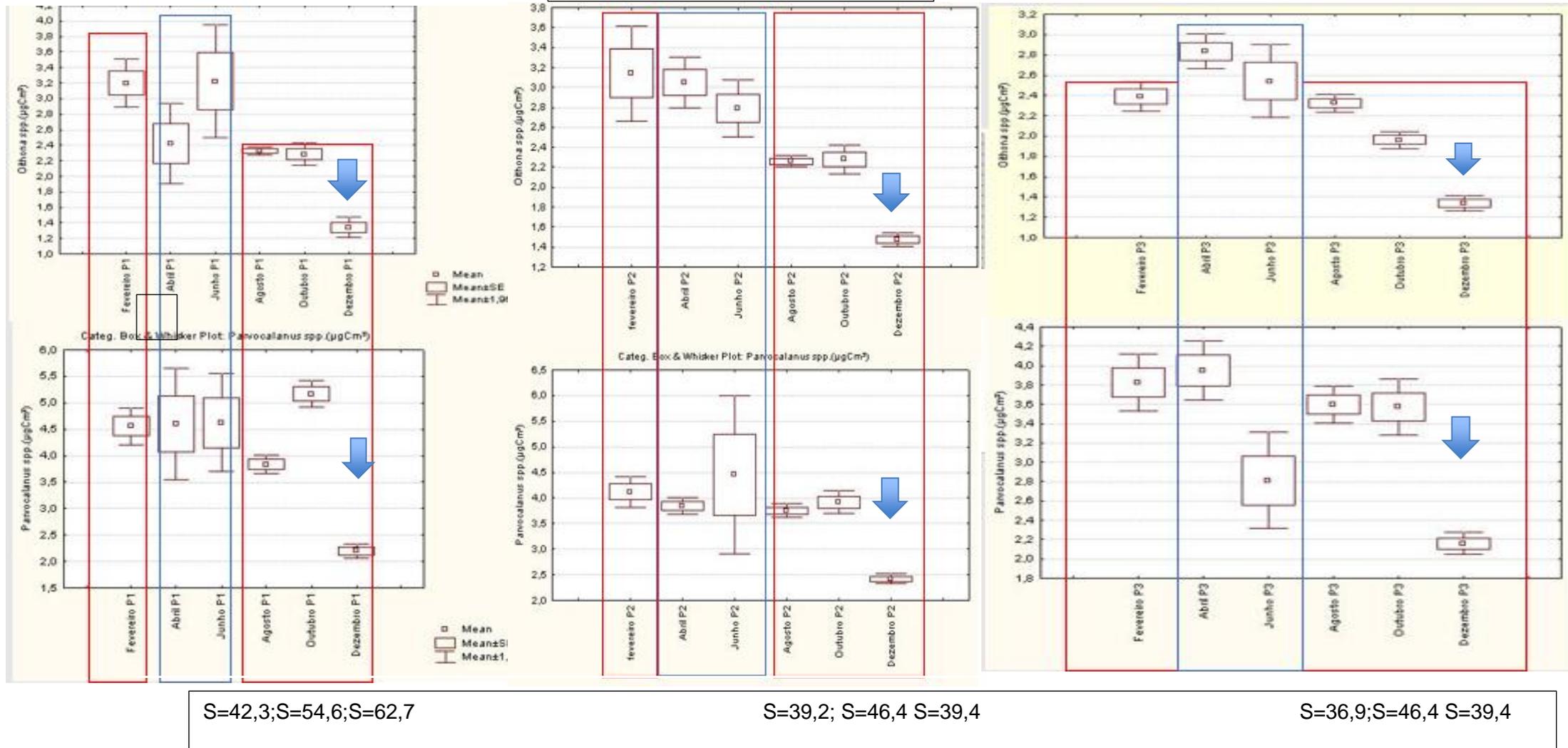


Figura 9. Médias mensais de biomassa parcial dos copépodes *Oithona* spp. e *Parvocalanus* spp. no estuário do rio Piranji, no ano de 2015. Marcação em vermelho nos momentos de hipersalinidade e em azul nos de hiposalinidade. Seta indicando o mês de dezembro (salinidade=62,7) e S indicando valores de salinidade de casa mês.

5.2 Biomassa total das assembleias de copépodes

Considerando a biomassa total de *Oithona* spp., não houve variação significativa ($P > 0,05$) entre os regimes (hipo e hipersalino) nem entre os pontos P1, P2 e P3. (Figura 11). Para *Parvocalanus* spp., a biomassa total apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) apenas no ponto P3 (mais próximo ao mar), mas não diferença entre os regimes de hipo e hipersalinidade ($p > 0,05$) (Figura 11). *Oithona* spp. apresentou maior biomassa total que *Parvocalanus* spp. em alguns momentos, exceto, em P3 durante a hipersalinidade (Figura 11 A).

Em termos quantitativos, os valores máximos obtidos foram de $27 \pm 0,6$ mg.Cm³ para *Oithona* spp. e $13 \pm 0,8$ mg.Cm³ para *Parvocalanus* spp. Com relação às médias, as maiores foram de $11 \pm 0,8$ mg.Cm³ e $9 \pm 0,7$ mg.Cm³ respectivamente (Tabela 3 e 4).

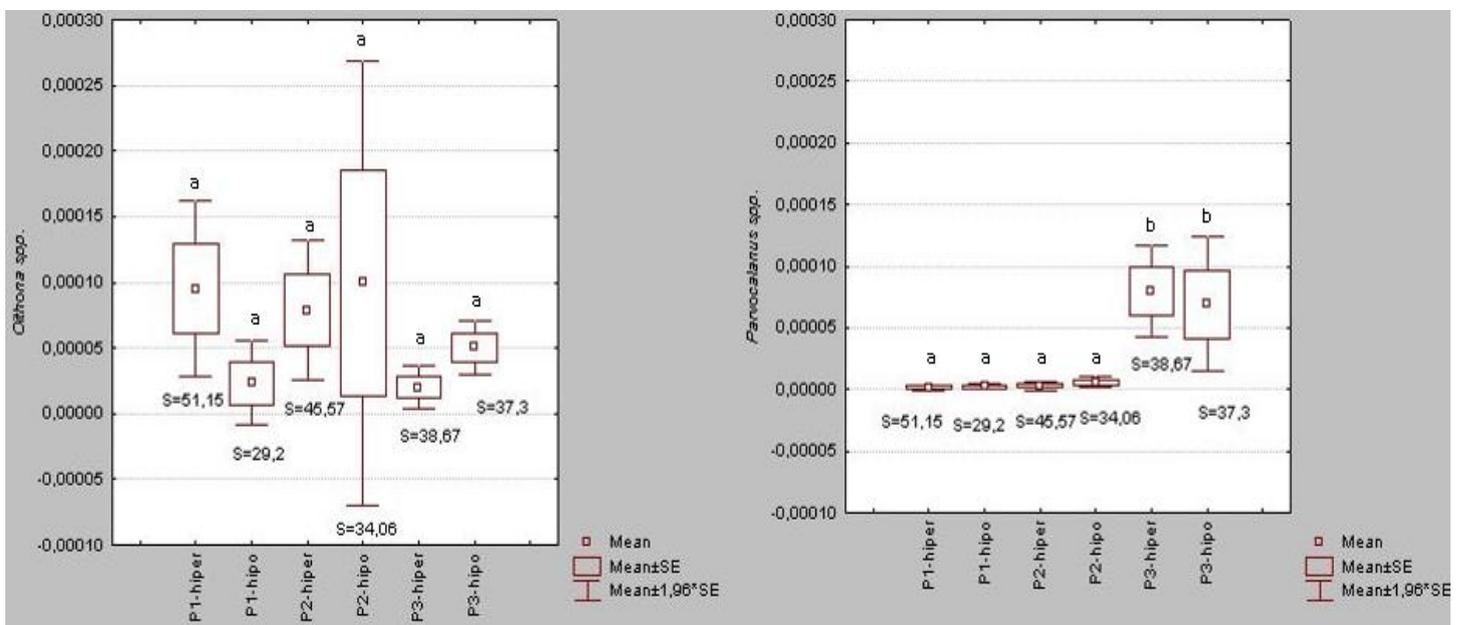


Figura10. Biomassa (mgCm³) total dos copépodes *Oithona* spp. (A) e *Parvocalanus* spp. (B) e respectivas salinidades médias (S), nos regimes hipo e hipersalino, no estuário do rio Piranji/NE-Brasil, no ano de 2015. Dados de salinidade média obtida por Barroso et al. (2018).

6. DISCUSSÃO

A biomassa dos copépodes dos gêneros *Parvocalanus* spp. e *Oithona* spp. no estuário do rio Piranji (Nordeste do Brasil) apresentou uma variação intraanual que foi descrita de acordo com a condição de hipersalinidade. O gênero *Oithona* spp. apresentou maiores médias de biomassa total, principalmente, nos momentos de hipersalinidade, quando comparado à *Parvocalanus* spp. Apenas quando a média de salinidade foi mais baixa ou quando a salinidade ultrapassou limites de tolerância conhecido para copépodes (salinidade=60) (TWEEDLEY et al., 2019), a biomassa deste gênero também teve tendência de diminuição. Já *Parvocalanus* spp, apresentou suas maiores médias em momentos onde a salinidade foi próxima de valores registrados em regiões costeiras considerando a média de salinidade zona costeira=35 (SCHMIEGELOW, 2004) e com baixa biomassa em momentos de hipo ou de hipersalinidade. No ponto mais longe do mar (P1) foram registradas as maiores amplitudes de salinidade, tanto nos regimes de hipo como de hipersalinidade, forçando estes organismos a viverem em condições de limite.

A ordem Cyclopoida, a qual pertence *Oithona* spp., é caracterizada por organismos de menor tamanho corpóreo que a ordem Calanoida, a qual pertence *Parvocalanus* spp. Por isso, quando a biomassa parcial (considerando 20 indivíduos) foi comparada, *Parvocalanus* spp. apresentou biomassa superior a *Oithona* spp. Entretanto, quando a biomassa total foi calculada, *Oithona* spp. atingiu, mesmo com tamanho inferior, maiores valores de biomassa que *Parvocalanus* spp. no período hipersalino. A alta densidade de *Oithona* spp. demonstra importância dos pequenos copépodes nas teias tróficas aquáticas, sendo estes organismos os mais abundantes do mundo, conseguindo superar os organismos de maior porte em termos de densidade e biomassa (MADSEN; NIELSEN; HANSEN, 2008). *Oithona* spp. faz parte de um agrupamento chamado “small copepods”, estes foram durante muito tempo subestimados e subamostrados por não serem capturados por redes de malha maiores (a partir de 200 µm) devido seus diminutos tamanhos (HWANG ET AL., 2006). Logo, este grupo apresenta um papel mais fundamental na transferência de biomassa aquática (DAHMS; TSENG; HWANG, 2015).

Em condições hipersalinas a biomassa de *Oithona* spp. apresentou uma estabilidade, mostrando sua capacidade de suportar a hipersalinidade. Fato este foi comprovado pela não ocorrência de diferença significativa deste táxon nem entre os regimes nem entre os pontos mostrando que ela consegue se adaptar às variadas condições impostas pelo estuário do rio Piranji. Em outros ambientes com características hipersalinas, *Oithona* spp. também se apresenta como uma das espécies dominantes (RODRIGUES, 1998). É também citada como a única permanente em um estuário do nordeste brasileiro sendo dominante em condições mais secas (SANT'ANNA, 2000). Porém em um ambiente estuarino do norte do Brasil, que apresentou condições clássicas e hiposalinas, *Oithona* spp. foi considerada esporádica, mostrando frequência abaixo de 10% (CAJUEIRO; PEREIRA, 2009). Porém neste citado, as salinidades foram mais baixas e duradouras quando comparadas às do estuário do rio Piranji, o que pode justificar sua manutenção mesmo na hiposalinidade.

O táxon *Oithona* spp. apresenta certas características que contribuem para seu sucesso em distintas condições ambientais (CASTELLANI ET AL., 2007) incluindo a hipersalinidade, como a encontrada no estuário do rio Piranji. Entre essas adaptações destaca-se capacidade de manter-se imóvel por bastante tempo, movimentando-se apenas para a alimentação, e mesmo este movimento ocorre de maneira bastante eficiente (LAMPITT; GAMBLE, 1982). Outra característica que favorece o sucesso, trata-se de sua baixa taxa de respiração, que permite que possa economizar energia, que será otimizada para fins de alimentação e reprodução (TURNER, 2004).

O gênero *Parvocalanus* spp. têm sido considerado como um importante componente dos ambientes marinhos costeiros, e em águas subtropicais em geral, e destacando-se um dos mais abundantes (AVILA; PEDROZO; BERSANO, 2009). Apesar desta preferência, o gênero *Parvocalanus* spp. apresenta-se também como uma espécie eurihalina, logo consegue tolerar variações de salinidades, sendo esta característica fundamental para a vida em um ambiente tão dinâmico como os estuários (ALMEIDA; COSTA; ESKINAZI-SANT'ANNA, 2012). Este organismo também é comumente citado como frequente em ambientes lagunares e costeiros, no Brasil (SERPE et al., 2010) e no mundo. Esta condição também ocorre no estuário do rio Piranji, quando este apresenta sua maior biomassa justo na estação P3,

localizada próximo a foz do estuário, onde apresenta domínio de águas costeiras e salinidades típicas destas águas.

No contexto geral, os estuários hipersalinos possuem uma fauna específica e bem adaptada a suas condições, assim conseguem manter, mesmo em condições mais adversas, suas funções de berçário e zona de alimentação de espécies (CARRASCO AND PERISSINOTO, 2012). Entretanto desde essa condição hipersalina não seja maior que o limite de 60, que foi observado por TWEEDLEY et al., (2019). Em um estuário hipersalino na África do sul, os valores de salinidades podem atingir o extremo de 90 em alguns períodos em que a boca do rio é fechada. Valores de salinidade tão elevados tornam-se praticamente inabitáveis para organismos planctônicos, resistindo apenas alguns organismos que mantiveram-se concentrados em regiões periféricas do local, sendo menos impactadas. Quando este local apresenta a boca aberta, registra-se 69 táxons, contra apenas 27 nas condições extremas, e estes restantes mantiveram-se em regiões menos impactadas durante a fase fechada de salinidade 90 (CARRASCO; PERISSINOTTO; PILLAY, 2010).

Os valores de biomassa zooplânctônica em estuários são, em sua maioria, maiores quando comparados a ambientes marinhos (FRONEMAN 2004). Apesar da importância do zooplâncton no fluxo de biomassa nas cadeias alimentares estuarinas e marinhas adjacentes (SILVA; LIRA; SCHWAMBORN, 2017), comparações entre valores de biomassa focados em copépodes em diferentes estuários é difícil devido às variações metodológicas e escassez de trabalhos com esse foco (MELO JUNIOR, et al., 2007).

Em geral, analisando estudos de biomassa em estuários, percebe-se que por se tratar de um ambiente bastante dinâmico, a biomassa também é afetada e acaba sofrendo variações, sejam elas sazonais ou espaciais (PEREIRA, 2010) tendendo a apresentar maiores biomassas em locais de menor salinidade e/ou com presença de chuvas. Assim como ocorre em outros ambientes hipersalinos (CARRASCO; PERISSINOTTO, 2012), os copépodes do estuário do rio Piranji, mostraram-se resilientes e adaptados às condições naturalmente impostas neste local, aliando suas capacidades adaptativas previamente citadas, com a ausência de competidores.

7. CONCLUSÃO.

Os copepodes analisados (*Parvocalanus* spp. *Oithona* spp.) no estuário do rio Piranji (Nordeste-Brasil) mostraram-se adaptados às condições hipersalinas que naturalmente ocorrem na região, tendo em vista que não apresentaram diferenças quando analisados os momentos de hipo e hipersalinidade, isso mostra que este estresse não afetou a biomassa total destes organismos que mantivera-se estáveis nas diferentes condições.

O táxon *Oithona* spp. apresentou maior biomassa total do que o copépode *Parvocalanus* spp. devidos sua grande densidade no ambiente, tendo em vista que mesmo possuindo tamanho corporal menor sua biomassa foi maior. Foram registradas algumas variações entre os regimes hipo e hipersalinos quando foi analisada a biomassa parcial, entretanto, isso não se manteve quando foi calculada a biomassa total. Apenas a biomassa total de *Parvocalanus* spp. variou espacialmente, com seus maiores valores no ponto P3, que se localizou mais próximo ao mar.

A hipótese testada pra o estudo não foi aceita, tendo em vista que esta acreditava que os organismos apresentariam variações entre os regimes de hipo e hipersalinidade. Porém, com os testes e cálculos de biomassa realizados, foi observado que não ocorreu variação significativa entre estes regimes de hipo e hipersalinidade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.; COSTA, I.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 12–24, 2012.
- ANDRADE, J. A. DE et al. **Caracterização Fisiográfica E Geoambiental Da Zona Costeira Do Estado Do Ceará. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 4, n. 0, p. 144, 2017.
- BRANDINI, F. E. A. A Planctonologia na Plataforma Continental do Brasil: Diagnose e Revisão Bibliográfica. **Phytoplankton**, n. January, p. 196, 1997.
- DAHMS, H. U.; TSENG, L. C.; HWANG, J. S. Biogeographic distribution of the cyclopoid copepod genus *Oithona* - from mesoscales to global scales. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 467, p. 26–32, 2015.
- LOPES, R. M.; VALE, R. DO; BRANDINI, F. P. Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 46, n. 2, p. 195–211, 2013.
- MOLION., L. C. B.; BERNARDO, S. DE O. DINÂMICA DAS CHUVAS NO NORDESTE BRASILEIRO. **Journal of Experimental Psychology: General**, v. 136, n. 1, p. 23–42, 2007.
- SERPE, F. R. et al. COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA EM UM ESTUÁRIO HIPERSALINO NO NORDESTE DO BRASIL Os estuários são zonas de transição entre os ambientes de água doce e o mar , sofrendo influência destes dois ambientes e , por isso , podem ser considerados como ecótonos (Odum , . v. 5, n. 3, p. 51–73, 2010.
- ALCARAZ, M., Saiz, E., Calbet, A., Trepas, I., Broglio, E., 2003. **Estimating zooplankton biomass through image analysis**. *Mar. Biol.* 143, 307–315
- ALMEIDA, L.; COSTA, I.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. **Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil**. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 12–24, 2012.
- ARAUJO, A. V.; DIAS, C. O.; BONECKER, S. L. C. Effects of environmental and water quality parameters on the functioning of copepod assemblages in tropical estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 194, p. 150–161, 2017.
- AVILA, T. R.; PEDROZO, C. S.; BERSANO, J. G. F. **Varição temporal do zooplâncton da Praia de Tramandaí, Rio Grande do Sul, com ênfase em Copepoda**. **Iheringia - Serie Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 18–26, 2009.
- BARNES, R. S. K. et al. **Os invertebrados: uma síntese** . 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 495 p. ISBN 9788574541051 (broch.).
- BARROSO, H. de S. **Estrutura das assembléias de bacterioplâncton, arqueoplâncton e fitoplâncton em estuários sob estresses antropogênicos (NE-Brasil)**. 2014. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- BARROSO, H. DE S. et al. **Intra-annual variability of phytoplankton biomass and nutrients in a tropical estuary during a severe drought**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 213, n. August, p. 283–293, 2018.
- BINGGELI, C.; WARING, A.; FACULTY, T. M. **Methods for Determining New Biovolumes for Copepods and Cladocerans**. **Scientia Discipulorum**, v. 5, p. 25–33, 2011.

- BJÖRNBERG, T.K.S. **Developmental stages of some tropical and subtropical planktonic marine copepods.** Stud. Fauna Curaçao Other Caribb. Is., v. 40, p. 1-185, 1972.
- BONECKER, ACT. BONECKER, SLC. BASSANI, C., 2002. **Plankton marinho capítulo 6 biologia marinha** organizadores Renato Crespo Pereira e Abilio Soares-Gomes editora interciencia.
- BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.** Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2006. 232.,
- BOTTRELL, H.H.; DUNCAN, A.; GLIWICZ, Z. M.; GRYGIEREK, E.; HERZIG, A.; HILLBRICHT-ILKOWSKA, A.; KURASAWA, H.; LARSSON, P.; WEGLENSKA, T. **Are view of some problems in zooplankton production studies.** Norwegian Journal of Zoology, v.24, p.19-456, 1976
- BRANDINI, F. P. et al. **Planctologia na plataforma continental do Brasil. Diagnose e revisão bibliográfica.** Rio de Janeiro: MMA-CIRM-FEMAR, 1997. 196
- BROGLIO, E., Saiz, E., Trepal, I., Alcaraz, M., & Calbet, A. (2003). **Estimating zooplankton biomass through image analysis.** *Marine Biology*, 143(2), 307–315. doi:10.1007/s00227-003-1094-8
- BRUSCA, R. & Brusca, G.J. 2007. **Invertebrados. 2ª ed.** Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 968 p.
- CABRAL, C. R. **Análise da estrutura e transporte do zooplâncton no estuário do rio Caravelas (Bahia-Brasil) através do uso do zooscan.** Departamento de Oceanografia e Limnologia, p. 135, 2009.
- CAJUEIRO, L.; PEREIRA, C. **Variação temporal da composição , ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu , Pará , Brasil** **Temporal variation in composition , occurrence and distribution of Copepoda (Crustacea) from Taperaçu estuary , Pará , Brazil.** p. 133–148, 2009
- CAMPELO, Renata Polyana de Santana. BEZERRA, Luis Ernesto Arruda (orientador). LEITÃO, Sigrid Neumann (coorientadora). MELO JUNIOR, Mauro de (coorientador). **Ecological aspects of mesozooplankton in protected marine area of the tropical southwestern atlantic. 2019.** 171f.: Tese de doutorado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Fortaleza - CE. 2019.
- CAMPOS, C. C. **Qual o efeito da hipersalinidade na distribuição de copépodes em um estuário tropical?.** 85 f. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018
- CAMPOS, J. N. B & MORAIS, J. O. **Avaliação do uso potencial de áreas estuarinas a partir da identificação e caracterização do comportamento de variáveis hidroclimáticas, oceanográficas e ambientais – estudo de caso: rio Pirangi-CE.** . 219 p. Relatório final, Fortaleza, 09 de Janeiro de 2007.
- CARRASCO, N. K.; PERISSINOTTO, R. **Development of a halotolerant community in the St. Lucia Estuary (South Africa) during a hypersaline phase.** **PLoS ONE**, v. 7, n. 1, 2012.
- CARRASCO, N. K.; PERISSINOTTO, R.; PILLAY, D. **Zooplankton of the St. Lucia Estuary during the current drought cycle: A comparison between open- and closed-mouth conditions.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 399, n. Begg 1978, p. 157–171, 2010.
- CASTELLANI, C. et al. **Regional and temporal variation of Oithona spp. biomass, stage structure and productivity in the Irminger Sea, North Atlantic.**

Journal of Plankton Research, v. 29, n. 12, p. 1051–1070, 2007.

CAVALCANTI, E. A. H.; LARRAZÁBAL, M. E. L. DE. **Macrozooplâncton da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste do Brasil (segunda expedição oceanográfica - REVIZEE/NE II) com ênfase em Copepoda (Crustacea)**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 21, n. 3, p. 467–475, 2004.

CEARÁ. SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO SUPERIOR. **Avaliação do uso potencial de áreas estuarinas a partir da identificação e caracterização do comportamento de variáveis hidro-climáticas, oceanográficas e ambientais – Estudos de caso: rio Pirangi-CE**. 2007, 219 p. Disponível em: <<http://www.funceme.br/documents/Projetos/Pirangi.pdf>>.

CONCEIÇÃO, L. R. da; SOUZA, C. S. de; MAFALDA JUNIOR, P. de O. **Comunidade zooplanctônica da plataforma continental de Salvador, Bahia**. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 50, n. 1, p. 94-106, jan./jul. 2017.

COSTA, Diógenes Félix, de Medeiros Rocha, Renato, Cestaro, Luiz Antonio, **ANÁLISE FITOECOLÓGICA E ZONAÇÃO DE MANGUEZAL EM ESTUÁRIO HIPERSALINO**. Mercator - Revista de Geografia da UFC [en línea] 2014, 13 (Enero-Abril) : [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273630615010>> ISSN

DAHMS, H. U.; TSENG, L. C.; HWANG, J. S. **Biogeographic distribution of the cyclopoid copepod genus Oithona - from mesoscales to global scales**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 467, p. 26–32, 2015

DI MAURO, R. et al. **Using Zoolmage automated system for the estimation of biovolume of copepods from the northern Argentine Sea**. Journal of Sea Research, v. 66, n. 2, p. 69–75, 2011.

DIAS, C. D. O.; ARAUJO, A. V. DE; BONECKER, S. L. C. **Composição e Distribuição da Comunidade de Copépodes (Crustacea) na Região do Estuário do Rio Caravelas (Bahia – Brasil)**. VII Congresso de Ecologia do Brasil, p. 1–2, 2005.

ELLIOTT, D. T.; TANG, K. W. **Simple staining method for differentiating live and dead marine zooplankton in field samples**. Limnology and Oceanography: Methods, v. 7, n. 8, p. 585–594, 2009

ELLIOTT, M.; MCLUSKY, D. S. **The Need for Definitions in Understanding Estuaries**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 55, n. 6, p. 815-827, 2002/12/01/ 2002.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; TUNDIST, J. G. **Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal**. Revista Brasileira de Oceanografia, v. 44, n. 1, p. 23–33, 2013.

FERREIRA, A. G. F.; MELLO, N. G. da S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e Atlântico no clima da região**. Revista Brasileira de Climatologia, vol.1, nº 1, 2005

FRONEMAN, P. W. **Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 60, n. 1, p. 125–132, 2004.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Base de dados pluviométricos**. Fortaleza: FUNCEME. Disponível em . Acesso em 5 de março de 2019.

GARCIA, T. M. **Ecologia do mesozooplâncton de um estuário semiárido tropical**. 2012. 107 Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no Estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas.** 2015. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GONÇALVES, D. A. et al. **Mesozooplankton biomass and copepod estimated production in a temperate estuary (Mondego estuary): Effects of processes operating at different timescales.** *Zoological Studies*, v. 54, n. AUGUST, 2015.

GROSS, M. G.; GROSS, E. **Oceanography, a view of earth.** Prentice Hall. New Jersey, 472p. 1996.

KAMINSKI^{1*}, S. M. . B.; AMARAL¹, J. G. F. & W. J. A. **EFEITOS DA SALINIDADE E DIETA ALIMENTAR SOBRE OS COPÉPODES PSEUDODIAPTOMUS RICHARDI E NOTODIAPTOMUS INCOMPOSITUS EM ESTUDOS DE LABORATÓRIO.** v. 13, n. 1, p. 25–36, 2009.

LABOMAR/MPA, **Relatório Preliminar de Impactos no Meio Ambiente do projeto de dragagem no estuário do Pirangi (Ceará, Nordeste do Brasil),** 2015

LAMPITT, R. S.; GAMBLE, J. C. **Diet and respiration of the small planktonic marine copepod *Oithona nana*.** *Marine Biology*, v. 66, n. 2, p. 185–190, 1982

LARGIER, J. **Low-inflow estuaries: hypersaline, inverse, and thermal scenarios.** 2010. 247-272.

LEANDRO, S. M. et al. **Temporal changes of abundance, biomass and production of copepod community in a shallow temperate estuary (Ria de Aveiro, Portugal).** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 74, n. 1–2, p. 215–222, 2007.

LENZ J. 2000. Chapter 1 : **Introduction.** In: Harris RP, Wiebe PH, Lenz J, Skjoldal HR, Huntley M(eds). **ICES Zooplankton Methodology Manual.** Academic Press San Diego, p 1-32,

LOPES, R. M.; VALE, R. DO; BRANDINI, F. P. **Composição, abundância e distribuição espacial do zooplâncton no complexo estuarino de Paranaguá durante o inverno de 1993 e o verão de 1994.** *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 46, n. 2, p. 195–211, 2013

MADSEN, S. D.; NIELSEN, T. G.; HANSEN, B. W. **Annual population development and production by small copepods in Disko Bay, western Greenland.** *Marine Biology*, v. 155, n. 1, p. 63–77, 2008.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. **Drought in Northeast Brazil—past, present, and future.** *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, n. 3–4, p. 1189–1200, 2017.

MARIA OLIVEIRA SILVA, Juliana; VICENTE DA SILVA, Edson. **ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGI – CE.** *REVISTA GEONORTE*, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 593 - 605, nov. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1973>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

MELO JUNIOR, M.; PARANAGUÁ, M. N.; SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; EKAU, W. **Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in Northeastern Brazil.** *Brazilian Journal of Oceanographic*, v. 55, n. 4, p. 239-249, 2007.

MENDONÇA, F. A. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. . **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil.** 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2007. v. 1. 208p .

MIRANDA, L. B. et al. **Princípios de Oceanografia Física dos Estuários.** São Paulo: Editora da USP, 2002.

MIYASHITA, L. K.; DE MELO JÚNIOR, M.; LOPES, R. M. **Estuarine and oceanic**

influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. *Journal of Plankton Research*, v. 31, n. 8, p. 815–826, 2009.

MOLION., L. C. B.; BERNARDO, S. DE O. **DINÂMICA DAS CHUVAS NO NORDESTE BRASILEIRO.** *Journal of Experimental Psychology: General*, v. 136, n. 1, p. 23–42, 2007.

MOTA, E. M. T. **Ictioplâncton em um estuário tropical sob influência da hipersalinização.** 2017. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

NEUMANN-LEITÃO, S. **Resenha literária sobre zooplâncton estuarino no Brasil.** **25-53** *Trab.Oceanog.Univ. Fed. PE*, 1995.

NEUMANN-LEITÃO, S.; L.M.O. GUSMÃO; T.A. SILVA; D.A. NASCIMENTO- VIEIRA & A.P. SILVA. 1999. **Mesozooplankton biomass and diversity in coastal and oceanic waters off North-Eastern Brazil.** *Archives Fisheries Marine Research, Jena*, 47 (2-3): 153-165

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de ecologia.** Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA SILVA, Juliana Maria; VICENTE DA SILVA, Edson. **ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGI/CE.** *REVISTA GEONORTE*, [S.l.], v. 3, n. 8, p. 346 – 358, out. 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2365>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

OTVOS, E. G. **Coastal barriers – nomenclature, processes, and classification issues.** *Geomorphology*, v. 139–140, p. 39–52, 2012.

PATUREJ, E.; GUTKOWSKA, A. **The effect of salinity levels on the structure of zooplankton communities.** *Archives of Biological Sciences*, v. 67, n. 2, p. 483-492, 201

PAULA, D. P.; PINHEIRO, L.S.; MORAIS, J. O.; DIAS, C. B. **A hidrodinâmica do estuário do rio Pirangi, Ceará-Brasil: implicações para o Manejo e Uso Sustentável.** In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 6, 2007, Belém. Anais... Belém: Universidade Federal do Pará, 2007, p. 1-3.

PAYNE, M. ., & Rippingale, R. . (2001). **Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*.** *Aquaculture*, 201(3-4), 251–262. doi:10.1016/s0044-8486(01)00609-3

PEREIRA, F. B. **Modelagem trófica de um estuário hipersalino com intervenção antrópica (Ceará, Brasil).** 2018. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PEREIRA, J. B. **Composição, distribuição, biomassa e produção secundária do zooplâncton do sistema estuarino de Santos, São Paulo, Brasil.** *Ph.D. Thesis*, p. 276, 2010.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. **Formas Litorâneas: Barreiras no litoral do estado do Ceará, Nordeste do Brasil.** In: SILVA, J. B. da et al. (Org.). *Litoral e sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro.* Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 383-389.

PINHEIRO, Rodrigo Dantas. **Análise do comportamento hidrodinâmico e sedimentológico no estuário do rio Pirangi–CE (NE/Brasil).** 2003. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003

- PONTES, T. M. **Caracterização da atividade e percepções dos associados do projeto de carcinicultura familiar da associação comunitária de produtores de Parajuru**. 2016. 43 f. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- POTTER, I. C. et al. **The concept of an estuary: A definition that incorporates systems which can become closed to the ocean and hypersaline**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 87, n. 3, p. 497–500, 2010.
- RÉ, P. 2000. **Biologia marinha**. Lisboa: Universidade de Lisboa - Faculdade de Ciências.
- ROCHA, C.; KIHARA, T. C. **BIODIVERSIDADE E ECOSSISTEMAS BENTÔNICOS MARINHOS DO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO SUDESTE DO BRASIL**. In: ANTONIA CECILIA ZACAGNINI AMARAL, S. A. H. N. (Ed.). [s.l.] UNICAMP, 2011. p. 189–202.
- RODRIGUES, C. L. **O Zooplâncton Da Laguna Hipersalina De Araruama (Rj) Com Ênfase Na Biologia De (Cyclopoida, Copepoda)**. v. 1945, p. 130, 1998
- ROSSI, S.; SOARES, M. O. **Effects of el niño on the coastal ecosystems and their related services**. *Mercator*, v. 16, 2017. ISSN 1984-2201.
- SANT'ANNA, E. E. **Zooplankton abundance and biomass in a tropical estuary (Pina estuary-Northeast Brazil)**. *Tropical Oceanography*, v. 28, n. 1, p. 21–34, 2000.
- SANTIAGO, M. F.; GONÇALVES, G. **CARACTERIZAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS , QUÍMICOS E BIOLÓGICO EM AMBIENTE HIPERSALINO , ESTUÁRIO DO RIO PISA SAL (GALINHOS , RIO GRANDE DO NORTE , BRASIL)**. Characterization of physical , chemical and biological parameters in environment hyperhaline , rio P. *Analysis*, p. 39–55, 2005.
- SCHMIEGELOW, João Marcos Miragai. 2004. **O planeta azul: Uma introdução às ciências marinhas**. Interciência Ltda, Rio de Janeiro, 202p.
- SILVA, N. L.; LIRA, S. M. D. A.; SCHWAMBORN, R. **Estimativa Da Biomassa, Abundância, Densidade E Biovolume Do Zooplâncton Estuarino E Marinho Tropical Através De Análise De Imagem**. *Tropical Oceanography*, v. 44, n. 2, p. 53–65, 2017.
- TANG, K.W.; BICKEL, S.L.; DZIALLAS, C.; GROSSART, H.P. **Microbial activities accompanying decomposition of cladoceran and copepod carcasses under different environmental conditions**. *Aquatic Microbial Ecology*, v. 57, p. 89–100, 2009.
- TANG, K.W.; GLADYSHEV, M.I.; DUBOVSKAYA, O.P.; KIRILLIN, G.; GROSSART, H.P. **Zooplankton carcasses and non-predatory mortality in freshwater and inland sea environments**. *Journal of Plankton Research*, v. 36, p. 597–612, 2014.
- TURNER, J. T. **The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs**. *Zoological Studies*, v. 43, n. 2, p. 255–266, 2004.
- TURNER, J. T. **The importance of small planktonic copepods and their roles in pelagic marine food webs**. *Zoological Studies*, v. 43, n. 2, p. 255–266, 2004.
- TWEEDLEY, J. R. et al. **Hypersalinity: Global Distribution, Causes, and Present and Future Effects on the Biota of Estuaries and Lagoons**. [s.l.] Elsevier Inc., 2019.
- VALLE-LEVINSON, A. **Classification of Estuarine Circulation**. [s.l.] Elsevier Inc., 2012. v. 1

APÊNDICE A- MÉDIAS, VALORES MÁXIMO E MINIMO DE BIOMASSA DOS COPÉPODES *OITHONA* SPP. E *PARVOCALANUS* SPP. NO ESTUÁRIO DO RIO PIRANJI (NORDESTE, BRASIL) NO ANO DE 2015

	Período Hiposalino			Período Hipersalino		
	Média ± Desvio	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio	Mínimo	Máximo
P1	3,82 ± 1,4	1,32	7,39	2,94 ± 0,7	1,47	6,46
P2	2,91 ± 0,6	1,47	4,08	2,28 ± 0,8	1,14	5,05
P3	2,68 ± 0,6	1,34	4,67	2,09 ± 0,4	1,04	3,12

Tabela 3: Biomassa parcial dos copépodes *Oithona* spp. (Média e desvio padrão, mínimo e máximo), nos regimes hipo e hipersalino, no estuário do rio Piranji, Nordeste\Brasil, no ano de 2015.

	Período Hiposalino			Período Hipersalino		
	Média ± Desvio	Mínimo	Máximo	Média ± Desvio	Mínimo	Máximo
P1	4,61 ± 0,8	1,66	7,63	4,01 ± 1,2	1,47	6,46
P2	4,15 ± 0,6	1,41	8,54	3,55 ± 0,8	2,04	5,41
P3	3,38 ± 0,9	1,34	4,67	3,28 ± 0,8	5,12	1,77

Tabela 4: Biomassa parcial dos copépodes *Parvocalanus* spp. (Média e desvio padrão, mínimo e máximo), nos regimes hipo e hipersalino, no estuário do rio Piranji, Nordeste\Brasil, no ano de 2015.

ANEXO A- VALORES DE SALINIDADE OBTIDOS NO ANO DE 2015 NO ESTUÁRIO DO RIO PIRANJI (NORDESTE-BRASIL)

	P1	P2	P3
FEVEREIRO	45	45	39
ABRIL	9,4	25,9	37,4
JUNHO	35,9	37,1	37,6
AGOSTO	42,3	39,2	36,9
OUTUBRO	54,6	46,4	39,4
DEZEMBRO	62,7	51,7	39,4

Tabela 5. Valores da salinidade obtidos no ano de 2015 no estuário do rio Piranji(Nordeste-Brasil).