



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA**

ALLANA MACIEL CARDOSO DOS SANTOS

**A PRECIPITAÇÃO COMO UM FATOR-CHAVE NA ECOLOGIA DAS
POPULAÇÕES DE *PSEUDODIAPTOMUS* SPP. (COPEPODA: CALANOIDA) EM
UM ESTUÁRIO SEMIÁRIDO TROPICAL**

FORTALEZA

2016

ALLANA MACIEL CARDOSO DOS SANTOS

A PRECIPITAÇÃO COMO UM FATOR-CHAVE NA ECOLOGIA DAS POPULAÇÕES
DE *PSEUDODIAPTOMUS* SPP. (COPEPODA: CALANOIDA) 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 obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares.

Co-orientadora: Dra. Tatiane Martins Garcia

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

S232p Santos, Allana Maciel Cardoso dos.

A precipitação como um fator-chave na ecologia das populações de *Pseudodiaptomus* spp. (COPEPODA: CALANOIDA) em um estuário semiárido tropical / Allana Maciel Cardoso dos Santos – 2016.

61 p. : il. color., enc. ; 30 cm.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Curso Bacharelado em Oceanografia, 2016.

Orientação: Prof^o. Dr^o. Marcelo de Oliveira Soares.

Co-Orientação: Prof^a. Dr^a. Tatiane Martins Garcia.

1. Zooplankton. 2. Estuários - Salinidade. I. Título.

CDD 592.177 6

ALLANA MACIEL CARDOSO DOS SANTOS

A PRECIPITAÇÃO COMO UM FATOR-CHAVE NA ECOLOGIA DAS POPULAÇÕES
DE *PSEUDODIAPTOMUS* SPP. (COPEPODA: CALANOIDA) 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 obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Tatiane Martins Garcia (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Rodrigo Maggioni
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Hortência de Sousa Barroso
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser presença viva em cada passo dado, me mostrando que para Ele nada é impossível.

A meus pais, que sempre apoiaram minhas decisões, me encorajando a nunca desistir. Sou eternamente grata a minha mãe, Valderlana, que nunca mediu esforços para fazer o melhor por mim.

A todos meus familiares que me incentivaram e acreditaram no meu potencial.

Ao meu orientador, prof. Dr. Marcelo de Oliveira Soares, pela atenção, compreensão e paciência ao longo dessa caminhada. Obrigada pelos valiosos ensinamentos e contribuições.

Agradeço com muito apreço a minha co-orientadora Tatiane Martins Garcia, por seu apoio e ajuda indispensáveis. Obrigada pela gentileza e disponibilidade em todas as etapas deste estudo. Aprendi muito com você, uma pessoa exemplar e excelente profissional.

Às eternas meninas planctônicas, Alanne e Thalita por fazerem parte desta conquista. Às queridas amigas Carol, Nivia e Erika por toda ajuda, carinho e amizade nesses anos, sem contar dos momentos de descontração, viagens, alegrias e dificuldades vividos. O incentivo de vocês tornou tudo mais leve e foi essencial para mim. E a todos os amigos do Laboratório de Plâncton, Cecília, Sócrates, Livia, Talita e Ítalo que de forma direta e indireta me ajudaram na concretização desta etapa.

A todos os meus amigos, em especial à Suzane e Camila, por me apoiarem e estarem sempre presentes de coração. À Sofia e família, pela amizade leal. Vocês são um grande presente de Deus na minha vida.

Aos professores e aos colegas de turma.

À Dr^a. Maria Odete Parente pelo apoio.

Aos membros da banca examinadora, Dr^a Hortência Barroso e Prof^o Dr. Rodrigo Maggioni pelas contribuições.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão das bolsas de Iniciação Científica durante esta etapa de graduação.

A todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para a conclusão dessa etapa.

“Entrega o teu caminho ao Senhor, confia
Nele, e Ele tudo fará”.

Salmo 37

RESUMO

A subclasse Copepoda é um dos principais componentes do zooplâncton, destacando-se por sua dominância nos ambientes estuarinos. Esse ecossistema apresenta grandes variações ambientais, podendo ser modificado com a sazonalidade e mudanças climáticas. O estresse característico desse sistema impõe limitações fisiológicas para diversas espécies e poucas delas desenvolvem mecanismos para tolerar tais condições. Este trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição sazonal das populações tipicamente estuarinas de *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884 (Copepoda: Calanoida) no estuário do rio Pacoti (CE), em função do regime pluviométrico. Foram realizados arrastos subsuperficiais da comunidade do zooplâncton (120 e 300 μm) nos meses de março, abril, maio (período chuvoso), setembro, outubro e novembro (período de estiagem) de 2008. Para estudar as populações de *Pseudodiaptomus* spp. foi realizada uma triagem de todos os estágios de desenvolvimento (CI-CVI) do gênero, considerando o estágio de maturação (juvenis ou adultos) e o sexo dos adultos. Além da coleta biológica, dados de salinidade foram obtidos. Quatro espécies do gênero *Pseudodiaptomus* foram registradas no estuário do rio Pacoti (CE): *P. marshi* (Wright, 1936), *P. acutus* (F. Dahl, 1894), *P. richardi* (F. Dahl, 1894) e *P. trihamatus* (Wright, 1937). No ano de coleta houve a atuação do fenômeno “La Niña” que influenciou maiores valores de precipitação em janeiro, abril e maio do que na série histórica (1979-2015). Na área de estudo, houve uma variação sazonal da pluviosidade e salinidade. A maior precipitação, em abril (510 mm), garantiu valores de salinidade tipicamente estuarinos (27-32), ideais para maiores frequências de ocorrência, densidades totais e abundâncias relativas das populações de *Pseudodiaptomus*. Em maio, menores registros de salinidade (0-15) foram observados, em função da combinação do volume acumulado da precipitação de abril, o qual pode ter influência em menores densidades totais e abundâncias relativas para os indivíduos no período chuvoso. No período de estiagem, as variações de salinidade foram baixas, com valores acima de 37, apresentando densidades e abundâncias baixas dos indivíduos. Salinidades muito baixas (0-15) e muito altas (37-40) (níveis extremos) são prejudiciais à tolerância e sobrevivência da população de *Pseudodiaptomus* no estuário do rio Pacoti (CE). A precipitação estabelece melhores condições para o gênero uma faixa ideal de salinidade (27-32).

Palavra-chave: Ambiente estuarino. Salinidade. Pluviosidade. Copépodes.

ABSTRACT

The Copepoda subclass is a major component of the zooplankton, recognized by its dominance in estuarine environments. This ecosystem present wide environmental variations and can be modified with seasonal and climatic changes. The characteristic stress this system imposes physiological limitations for several species and a few of them develop mechanisms to tolerate such conditions. This study aimed to evaluate the seasonal distribution of typical estuarine *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884 populations (Copepoda: Calanoida) in the Pacoti river (EC), depending on the rainfall. Subsurface hauls of zooplankton community were performed (120 and 300 μm) in the months of March, April, May (rainy season), September, October and November (dry season) of 2008. To study *Pseudodiaptomus* spp. populations screening of all development stages (CI-CVI) of its kind was held, considering the maturation stage (juvenile or adult) and the sex of adults. In addition to the biological collection, salinity data were obtained. Four species of the genus *Pseudodiaptomus* were recorded in the estuary of the river Pacoti (EC): *P. marshi* (Wright, 1936), *P. acutus* (F. Dahl, 1894), *P. richardi* (F. Dahl, 1894) and *P. trihamatus* (Wright, 1937). In the year of collection, "La Niña" phenomenon has influenced higher precipitation values in January, April and May than in the time series (1979-2015). In the study area, there was a seasonal variation in rainfall and salinity. Higher precipitation in April (510 mm) ensures typically estuarine salinity (27-32), ideal for higher frequencies of occurrence, total densities and relative abundances of *Pseudodiaptomus* populations. In May, lower salinity values (0-15) were observed, as a result of cumulative rainfall in April, which may have caused lower overall densities and relative abundances in the rainy season. During the dry season, salinity variations were low, with values above 37, with low densities and abundances of individuals. Very low salinities (0-15) and very high (37-40) (extreme levels) are harmful to tolerance and survival of *Pseudodiaptomus* populations in the estuary of the river Pacoti (EC). Rainfall establish better conditions for the genre an ideal range of salinity (27-32).

Keywords: Estuarine environment. Salinity. Rainfall. Copepods.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização da bacia hidrográfica do rio Pacoti - Ceará	23
Figura 2 - Mapa da área de coleta no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil)	26
Figura 3 - Desenho esquemático das patas dos estágios de desenvolvimento (CI-CIV) de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. Os desenhos não obedecem à proporção real	28
Figura 4 - Desenho esquemático original dos estágios de desenvolvimento de CV e CVI de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. Os desenhos não obedecem à proporção real	29
Figura 5 - Somito genital maduro (seta) de fêmea de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. (100 X)	30
Figura 6 - Antênula geniculada (seta) de macho de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. (100X)	30
Figura 7 - Espermatóforo (seta) em fêmea de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. (100X)	31
Figura 8 - Urossoma de fêmea de <i>Pseudodiaptomus marshi</i> . (100X)	31
Figura 9 - Urossoma de fêmea de <i>Pseudodiaptomus acutus</i>	32
Figura 10 - Fêmea de <i>P. trihamatus</i> com destaque para os espinhos do urossoma (seta amarela) e espinhos do somito genital (seta preta)	33
Figura 11 – Indivíduo macho de <i>P. trihamatus</i>	33
Figura 12 - Urossoma de fêmea de <i>P. richardi</i>	34
Figura 13 - Variação da pluviosidade (mm) no ano de coleta (2008) e na série histórica (1979-2015)	34
Figura 14 - Box-plot (média e desvio padrão) da salinidade nos períodos chuvoso (C1, C2, C3) e de estiagem (C4, C5, C6) do estuário do rio Pacoti (CE)	35
Figura 15 - Densidade média dos estágios de desenvolvimento (CI-CVI) entre os períodos de chuva (C1, C2, C3) e estiagem (C4, C5, C6), na área de coleta no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil)	38
Figura 16 - Abundância relativa dos estágios de desenvolvimento (CI-CVI) de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. nos períodos chuvoso e de estiagem do estuário do rio Pacoti (CE)	41
Figura 17 - Abundância relativa de adultos de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. nos períodos chuvoso e de estiagem do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil)	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição <i>Pseudodiaptomus</i> spp. citadas nos estudos sobre o zooplâncton estuarino das costas Norte, Nordeste, Nordeste-Leste, Sul-Sudeste do Brasil	18
Tabela 2 - Grupos de espécies de <i>Pseudodiaptomus</i> que ocorrem no Brasil. Modificada de Walter <i>et al</i> (2006)	20
Tabela 3 - Sequência dos estágios de desenvolvimento com base na segmentação de juvenis (CI-CV) de <i>Pseudodiaptomus</i> spp	27
Tabela 4 - Densidade de fêmeas e machos de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. nos períodos de chuva e estiagem no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil). Letras diferentes mostram que há diferença estatisticamente significativa na variável	39
Tabela 5 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons de <i>Pseudodiaptomus</i> nos períodos de chuva e estiagem na área de coleta do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil)	40
Tabela 6 - Proporção sexual da população (F:M) de <i>Pseudodiaptomus</i> spp. nos períodos de chuva e estiagem, na área de coleta do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil)	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	HIPÓTESES	22
3	OBJETIVOS	22
3.1	Geral	22
3.2	Específicos	22
4	METODOLOGIA	23
4.1	Área de Estudo	23
4.1.1	<i>Caracterização da área</i>	23
4.1.2	<i>Características climáticas e hidrodinâmica</i>	24
4.2	Amostragem em campo	25
4.2.1	<i>Dados abióticos</i>	25
4.2.2	<i>Zooplâncton</i>	25
4.3	Atividades em laboratório	27
4.3.1	<i>Pseudodiaptomus Herrick, 1884</i>	27
4.3.1.1	<i>Juvenis</i>	27
4.3.1.2	<i>Adultos</i>	28
4.4	Análises estatísticas	34
5	RESULTADOS	36
5.1	Variáveis abióticas	36
5.2	Densidades de <i>Pseudodiaptomus</i> Herrick, 1884	37
5.2.1	<i>Estágios de desenvolvimento</i>	37
5.2.2	<i>Adultos</i>	36
5.3	Frequência de Ocorrência (%)	39
5.4	Abundância relativa	40
5.5	Proporção sexual (F:M) dos adultos das populações de <i>Pseudodiaptomus</i> Herrick, 1884	42
6	DISCUSSÃO	43
7	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O estuário representa um sistema com estreita interação entre a terra e o mar (CASTRO & HUBER, 2012), onde a água doce encontra o fluxo de maré, constituindo uma parte transicional e importante do ambiente aquático (KETCHUM, 1983). É vulnerável a curto e/ou longo prazo às mudanças climáticas (PRIMO *et al.* 2015), já que sua dinâmica possibilita que sofra contínuas variações dos parâmetros físicos e químicos (ESKINAZI-SANT'ANNA & TUNDISI, 1996), os quais combinados, apresentam características que regulam a estrutura e dinâmica dos organismos estuarinos (CASTRO & HUBER, 2012). Geologicamente é um ecossistema muito recente (< 5 mil anos), formado por interações do nível do mar de natureza eustática (variação do volume de água dos oceanos), isostática (variação do nível da crosta terrestre) e/ou por processos tectônicos (MIRANDA, CASTRO & KJERFVE, 2002).

Uma definição clássica foi atribuída a este ambiente por Pritchard (1967) que diz: “estuário é um corpo de água costeiro semifechado o qual tem livre conexão com o mar aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce derivada da drenagem continental”. Essa definição se aplica a ambientes temperados, sendo inadequada para bacias áridas, tropicais e subtropicais, onde a hidrodinâmica da água doce é pequena ou ausente (VALLE-LEVINSON, 2010). Exclui o limite dos estuários, tanto na fronteira terrestre quanto na marinha (KETCHUM, 1983), além dos ambientes onde águas costeiras são permanentemente isoladas (NYBAKKEN & BERTNESS, 2005) e ambientes que apresentam um fechamento periódico da foz em função do regime de pluviosidade (DAY, 1980). Assim, a definição de Day (1980) propõe que “estuário é um corpo de água costeiro parcialmente fechado que esteja permanentemente ou periodicamente aberto para o mar e dentro do qual existe uma variação mensurável da salinidade devido à mistura de água do mar com água doce derivada da drenagem continental”, levando em conta as mudanças da salinidade durante os períodos de estiagem (POTTER *et al.* 2010), que pode caracterizar muitos estuários no Nordeste do Brasil. As marés também são uma influência importante no sistema estuarino, o qual se estende até o limite efetivo de influência das marés, onde a água do mar entra por uma ou mais conexões livres com o mar aberto, ou qualquer outro corpo de água costeiro salino (PERILLO, 1995).

Com base na definição clássica de (1967), portanto, os estuários podem ser positivos (soma dos volumes que chegam ao sistema, gerados pela precipitação e descarga fluvial devem ser maiores do que o volume de água transferido para a atmosfera pelo processo de

evaporação), negativos (soma dos volumes que chegam ao sistema são menores do que da evaporação) e, neutros, em que há o equilíbrio entre o fluxo de água doce e a evaporação (MIRANDA, CASTRO & KJERFVE, 2002). Além desse enfoque, os ambientes estuarinos se classificam com base na geomorfologia, distribuição da salinidade e tipos de circulação, e todos esses critérios são interdependentes, uma vez que a geomorfologia combinada com o fluxo de corrente do rio determina o tipo de distribuição de salinidade e esta, por sua vez, determina os mecanismos dominantes que influenciam a circulação (KETCHUM, 1983).

O nordeste semiárido brasileiro é uma região com baixo volume de escoamento de água dos rios (ZANELLA, 2014). Essa singularidade decorre, principalmente, da variabilidade temporal das precipitações (CIRILO, 2008), resultando em estuários temporários (MIRANDA, CASTRO & KJERFVE, 2002). Embora o input de água doce ao estuário seja naturalmente variável, atividades humanas nas bacias hidrográficas dos rios são a principal causa para mudanças na qualidade da água doce e padrões temporais de chegada do fluxo ao ambiente costeiro (WOOLDRIDGE, 1999). Alterações incidentes no fluxo de água doce acarretam consequências físicas, químicas e biológicas importantes no sistema, as quais influenciam as interações tróficas entre os organismos (SKLAR & BROWDER, 1998).

As águas estuarinas apresentam uma diversidade biológica particular (GARRISON, 2010) ao constituírem um local vital para a reprodução e alimentação de um grande número de organismos (CASTRO & HUBER, 2012). A biota estuarina é representada por organismos marinhos, de água doce e salobra. A fauna marinha, em termo de número de espécies, é o maior grupo, o qual inclui espécies estenoalinas (incapazes ou pouco capazes de tolerar mudanças na salinidade, sendo restritas à foz dos estuários) e eurialinas (capazes de tolerar amplas variações de salinidade) (NYBAKKEN & BERTNESS, 2005). Outro componente estuarino citado pelos autores é originado da água doce, e geralmente as espécies não toleram salinidades muito acima de 5, sendo restritas, na maioria das vezes, à parte superior do estuário.

Dentre os organismos habitantes dos ecossistemas costeiros, evidencia-se o zooplâncton, o qual desempenha um importante papel na comunidade ao sustentar as cadeias alimentares dos níveis tróficos superiores (VIEIRA, GUILHERMINO; MORGADO, 2015). A comunidade reúne animais e protistas não fotossintéticos, variando desde formas unicelulares até pequenos vertebrados (PARANAGUÁ, 2004), cujo comportamento baseia-se na flutuação ou natação fraca (DAY Jr, 1989). A subclasse Copepoda é um dos componentes do zooplâncton que se destaca por sua dominância no ambiente estuarino, formada por pequenos

crustáceos holoplanctônicos, ou seja, que permanecem todo o seu ciclo de vida no plâncton (SCHMIEGELOW, 2004).

O zooplâncton estuarino é abundante, mas limitado em termos de composição de espécies adaptadas a este ecossistema de ampla variação ambiental (RILEY, 1967). Sua composição pode variar com a sazonalidade e mudanças climáticas (WINDER & SCHINDLER, 2004; SULLIVAN, COSTELLO & VAN KEUREN, 2007; SUN *et al.* 2013). O estresse característico do ambiente, diante do alto dinamismo, impõem limitações fisiológicas à biota e, apenas poucas espécies desenvolvem mecanismos para tolerar tais condições (SAIZ-SALINAS & GONZÁLEZ-OREJA, 2000), as quais manifestam estratégias adaptativas, em consequência da entrada e saída de água no ambiente (CHRISTY & STANCYK, 1982).

O regime de salinidade tem um papel importante na ocorrência e distribuição de copépodes eurialinos (SILVA *et al.* 2003), parâmetro o qual influencia na preferência ou tolerância de determinados indivíduos (UYE *et al.* 2000) de diferentes fases de vida que se distribuem no ambiente (ALBER, 2002). Copépodes podem mudar seus processos biológicos de acordo com a salinidade, considerando os diferentes usos de energia que são atribuídos para cada necessidade fisiológica (PAN *et al.* 2016). As marés também exibem uma extrema importância na comunidade do zooplâncton (KAISER *et al.* 2005), pois em combinação com a descarga fluvial, regulam a população planctônica, ao deslocar os indivíduos dentro do estuário, ou para fora do sistema (VILLATE, 1997).

Dentre as espécies tipicamente estuarinas, as quais toleram uma ampla gama de parâmetros ambientais (CHEN *et al.* 2006) encontra-se o gênero *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884. É originado, possivelmente, da região Indo-Malaia da bacia do Indo-Pacífico (WALTER, 1986b) onde se encontra a maior parte das espécies (cerca de 60) (SABIA *et al.* 2015).

Os copépodes que se enquadram nesse gênero são circumglobais, habitando desde águas doces à hipersalinas, na maioria das áreas costeiras tropicais e temperadas (WALTER, 1984; 1986a; 1989), como baías, golfos, mangues e regiões estuarinas (BJORNBERG, 1981). Essa distribuição restrita em águas estuarinas, por parte da maioria das espécies do gênero, torna o grupo um bom indicador para estudos zoogeográficos e ecológicos (GRINDLEY, 1963).

Atualmente, 79 espécies compõem o gênero (WALTER, 2015), cinco das quais (*P. sulawesiensis*, *P. terazaki*, *P. nansei*, *P. koreanus*, *P. siamensis*) foram descritas nos últimos 11 anos (NISHIDA & RUMENGAN, 2005; WALTER *et al.* 2006; SAKAGUCHI & UEDA,

2010; SOH *et al.* 2012; SRINUI, NISHIDA & OHTSUKA, 2013). Em função da ampla distribuição, diversos estudos vêm dando enfoque aos registros de espécies em localidades não endêmicas como na Ásia (MOHAMED, 2011; BRYLINSKI *et al.* 2012; SRINUI *et al.* 2013; REBELLO *et al.* 2014), América Central (JOHNSON, 1964), América do Norte (CORDELL, RASMUSSEN & BOLLENS, 2007) e América do Sul (MEDEIROS, 2006; ANDRADE DOS SANTOS *et al.* 2009). O gênero foi dividido taxonomicamente em função da similaridade morfológica (WALTER, 1986a) e características de dimorfismo sexual (WALTER 1986a, 1986b; WALTER, OHTSUKA & CASTILLO, 2006), sendo agrupado em sete grupos de espécies e em um grupo não atribuído de espécies (as quais não apresentam semelhanças entre si, logo não se enquadrando em nenhum grupo).

A dinâmica populacional também pode ser limitada às espécies que se reproduzem sexualmente, através da taxa de fertilização (KIØRBOE, 2006). O autor menciona que nos copépodes, essa taxa envolve dois processos: encontrar um companheiro, cuja capacidade depende da habilidade do indivíduo e da concentração de machos e fêmeas no ambiente, além da cópula, a qual envolve a pré-cópula e transferência de espermatozóides. As flutuações na proporção dos sexos podem estar associadas à mortalidade e longevidade das espécies (KIØRBOE, 2006), a qual está relacionada com os diferentes comportamentos de agregação de machos e fêmeas (MAUCLINE, 1998).

O comportamento reprodutivo dos copépodes pode ser afetado pelas variações dos parâmetros estuarinos, ao diminuir a probabilidade de localizar um companheiro em potencial (TITELMAN, 2007). Estudos sobre as populações dos copépodes dependem de amostras representativas, no entanto, as diferenças comportamentais dos machos e fêmeas podem dificultar a obtenção dessas amostras (MAUCLINE, 1998). Fêmeas de *Pseudodiaptomus annandalei* transmitem sinais químicos a fim de anunciarem sua presença no ambiente, facilitando assim o encontro com potenciais companheiros (DUR *et al.* 2011), enquanto os machos tendem a agarrar suas parceiras através de suas antênulas geniculadas por longos períodos com o propósito de assegurá-las (TITELMAN, 2007).

Muitos desses comportamentos pré-copulatórios podem ter efeitos sobre a dinâmica populacional de várias espécies, principalmente naquelas que não apresentam receptáculo seminal, como *Pseudodiaptomus* (KIØRBOE, 2006). Espécies retentoras (MAUCLINE, 1998) apresentam taxas reprodutivas mais baixas que as dispersoras (KIØRBOE & SABATINI, 1994), pois as fêmeas retentoras têm uma eficiência alimentar menor (PAFFENHÖFER, 1993) e uma taxa de mortalidade relativamente alta, em função dos ovos ficarem mais expostos aos predadores visuais (KIØRBOE & SABATINI, 1994; 1995). Para

compensar altas mortalidades dos adultos, possuem a capacidade de produzir ovos de resistência, nos quais, sua produção em situações desvantajosas e condições atípicas do ambiente, podem ser favoráveis à manutenção da população no estuário (KIORBOE, 2006).

Como o gênero não possui receptáculo seminal, os indivíduos necessitam copular várias vezes durante sua fase reprodutiva, a fim de fertilizar os ovos, diferentemente das espécies que possuem essa estrutura (MAUCHLINE, 1998). Espécies retentoras possuem densidades similares entre machos e fêmeas (KIORBOE, 2006), e estudos de composição das assembleias de copépodes relatam uma proporção de 1:1 (GUSMÃO & MCKINNON, 2009). A proporção sexual varia consideravelmente dentro de uma determinada população durante todo o ano (IRIGOIEN *et al.* 2000; DEVREKER *et al.* 2010). A Razão Sexual Operacional (RSO) ou “Operational Sex Ratio (OSR)” é a proporção de machos e fêmeas que estão prontos para copular (sexualmente ativos) numa população e ao mesmo tempo (KVARNEMO, 1996). As variações que ocorrem nos adultos dentro das populações podem influenciar uma mudança na RSO, logo, variando a proporção sexual (KODRIC-BROWN, 1988; CARROLL & SALAMON, 1995).

No Brasil, *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884 é considerado um dos mais importantes gêneros de copépodes em sistemas estuarinos, sendo registrado ao longo da costa do país, onde 4 espécies *P. gracilis* (Dahl F., 1894), *P. acutus* (F. Dahl, 1894), *P. marshi* (Wright, 1936) e *P. richardi* (F. Dahl, 1894) que são encontradas desde a desembocadura do rio Amazonas até o extremo sul (BJÖRNBERG, 1981) (TABELA 1). No fim da década de 70, *Pseudodiaptomus trihamatus* (Wright, 1937) foi acidentalmente introduzida no Nordeste do Brasil, proveniente da importação de camarão marinho, *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798), adquirido nas Filipinas (MEDEIROS, 1991 *apud* MEDEIROS, 2006).

Tabela 1. Distribuição *Pseudodiptomus* spp. citadas nos estudos sobre o zooplâncton estuarino das costas Norte, Nordeste, Nordeste-Leste, Sul-Sudeste do Brasil.

	<i>P. acutus</i>	<i>P. gracilis</i>	<i>P. marshi</i>	<i>P. richardi</i>	<i>P. trihamatus</i>					
Estuários da Costa Norte	Estuário do rio Caeté (PA), rio Quatipuru (PA), estuário rio Paracauari (PA), furo Muriá (PA).	(Magalhães <i>et al.</i> 2006), (Reis, 2011), (Costa <i>et al.</i> 2013), (Costa <i>et al.</i> 2011), (Leite <i>et al.</i> 2009).	Rio Xingú (PA), Lago Arari (PA) e rio Arama (PA), Santarém (PA), estuário Paracauari (PA), estuário de Guajará-Miri (PA), rio Sucuriju (AP).	(Matsumura-tundisi e Tundisi, 2007), Matsumura-Tundisi <i>et al.</i> 2015), (Wright, 1928), (Costa <i>et al.</i> 2013), (Nascimento <i>et al.</i> 2011).	Rio Quatipuru (PA), estuário do rio Caeté (PA), estuário Taperaçú (PA), estuário Paracauari (PA), rio Sucuriju (AP), furo Muriá (PA).	(Reis, 2011), (Perez, 1999), (Magalhães <i>et al.</i> 2009), (Magalhães <i>et al.</i> 2010), (Costa <i>et al.</i> 2013), (Costa <i>et al.</i> , 2011), (Nascimento <i>et al.</i> 2011), (Leite <i>et al.</i> 2009).	Estuário do rio Caeté (PA), rio Quatipuru (PA), estuário de Guajará-Miri (PA), estuário Paracauari (PA), furo Muriá (PA).	(Magalhães <i>et al.</i> 2006), (Reis, 2011), (Ramos, 2007), (Costa <i>et al.</i> 2013), (Costa <i>et al.</i> 2011), (Leite <i>et al.</i> 2009).	-	-
Estuários da Costa Nordeste Semiárida	Laguna de Guaraíras (RN), Canal de Santa Cruz (PE), rio Siriji (PE), rio Carrapicho (PE) e rio Botafogo (PE), barra Orange, Canal de santa cruz (PE), rio Pacoti (CE), rio Jaguaribe (CE).	(Almeida, 2006), (Almeida <i>et al.</i> 2012), (Porto Neto <i>al.</i> , 1999), (Lucas <i>et al.</i> 2008), (Santos, Gusmão <i>et al.</i> , 2009), (Melo <i>et al.</i> 2008), (Garcia, 2012), (Fonsênc e Klein 1976).	-	-	Canal de Santa Cruz (PE), Laguna de Guaraíras (RN)	(Silva <i>et al.</i> , 2003), (Almeida <i>et al.</i> , 2012)	Rio Siriji (PE), Canal de Santa Cruz (PE), rio Pacoti (CE), Laguna de Guaraíras (RN).	(Lucas, <i>et al.</i> 2008), (Porto Neto, <i>al.</i> 1999), (Garcia, 2012), (Almeida e Silva <i>et al.</i> 2003), (Almeida <i>et al.</i> 2012).	Rio Pontengi (RN), laguna estuarina de Guaraíras (RN), rio Pacoti (CE).	(Medeiros <i>et al.</i> 2006), (Almeida, 2006), (Almeida <i>et al.</i> 2012) (Garcia, 2012).

Estuários da Costa Nordeste-Leste	Bacia do Pina (PE), rio Ipojuca (PE), Baía de Suape (PE), rio Sergipe (SE), rio Caravelas (BA), rio Maraú (BA), barra das Jangadas (PE), estuário do rio dos Passos (PE), estuário rio Formoso (PE), rio Tabatinga (BA), rio Itapicuru (BA).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Pessoa <i>et al.</i> , 2008), (Santos, 2008), (Cabral, 2009), (Araújo, Nascimento-Vieira <i>et al.</i> 2008), (Santos, 2007), (Eskinazi-Sant'anna e Tundisi, 1996), (Pessoa, Neumann-Leitão <i>et al.</i> 2009), (Dias <i>et al.</i> 2009), (Cavalcanti, Neumann-Leitão <i>et al.</i> , 2008), (Oliveira <i>et al.</i> , 2007), (Figuerêdo <i>et al.</i> 2014), (Lima <i>et al.</i> 2012), (Marcolin <i>et al.</i> 2010).	-	-	rio Sergipe (SE), Bacia do Pina (PE), Rio Ipojuca (PE), rio São Francisco (AL/SE), estuário do rio dos Passos (PE), estuário rio Formoso (PE), barra de Jangada (PE).	(Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Santos, 2008), (Neumann-et al. 1996), (Neumann-Leitão <i>et al.</i> 1999), (Figuerêdo <i>et al.</i> 2014), (Lima <i>et al.</i> 2012), (Pessoa <i>et al.</i> 2008).	Rio Maraú (BA), rio Sergipe (SE), Bacia do Pina (PE), barra de Jangada (PE), estuário do rio dos Passos (PE), estuário rio Formoso (PE), rio Tabatinga (BA), rio Itapicuru (BA).	(Santos, 2007), (Araújo, 2006), (Pessoa, 2009), (Pessoa <i>et al.</i> , 2008), (Araújo, Nascimento-Vieira <i>et al.</i> 2008), (Cavalcanti, Neumann-Leitão <i>et al.</i> 2008), (Oliveira <i>et al.</i> 2007), (Figuerêdo <i>et al.</i> 2014), (Lima <i>et al.</i> 2012), (Marcolin <i>et al.</i> 2010).	Bacia do Pina (PE) e rio Maraú (BA), estuário rio Formoso (PE)	(Santos, 2008), (Santos, 2007), (Andrade dos Santos <i>et al.</i> 2009), (Lima <i>et al.</i> 2012)
Estuários da Costa Sul-Sudeste	Complexo estuarino de Paranaguá (PR), rio Itajaí-Açu (SC), estuário do rio Paraíba do Sul (RJ), Cananéia (SP).	(Lopes <i>et al.</i> 1998), (Veado <i>et al.</i> 2010), (Sterza, 2006), (Tundisi e Tundisi, 1968)	-	-	-	-	C. estuarino de Paranaguá (PR), rio Itajaí-Açu (SC), rio Paraíba do Sul (RJ), rio Itanhaém (SP), sistema estuarino da baía de Vitória	(Lopes <i>et al.</i> 1998), (Veado <i>et al.</i> 2010), (Sterza, 2006), (Souza-Pereira <i>et al.</i> 2004), (Sterza e Fernandes, 2006).	-	-

Dentre as cinco espécies ocorrentes no país, as mais citadas em estudos sobre as comunidades zooplanctônicas são *Pseudodiaptomus acutus* e *Pseudodiaptomus richardi*, principalmente no norte e nordeste do Brasil, onde se concentram as maiores produções bibliográficas.

Várias espécies do gênero são endêmicas das costas norte e sul americanas, as quais fazem parte do grupo americano, esse dividido em dois subgrupos, com membros de ambas assembleias presentes em águas costeiras norte e/ou sul americanas e do Pacífico (WALTER, 1986a). As espécies registradas no Brasil fazem parte dos grupos: Nudus, Americano e Hialino (TABELA 2).

Tabela 2 - Grupos de espécies de *Pseudodiaptomus* que ocorrem no Brasil. Modificada de Walter *et al* (2006).

Grupo de espécies		
Americano	Hialino	Nudus
Subgrupo <i>acutus</i> :	Subgrupo <i>trihamatus</i>	
<i>P. acutus</i> (F. Dahl, 1894)		<i>P. gracilis</i> (F. Dahl, 1894).
<i>P. richardi</i> (F. Dahl, 1894)	<i>P. trihamatus</i> (Wright, 1937)	
<i>P. marshi</i> Wright, 1936		

No mundo, estudos sobre o gênero *Pseudodiaptomus* abordam o desenvolvimento dos estágios de desenvolvimento (GRICE, 1969; JERLING & WOOLDRIDGE, 1989; GOLEZ *et al.* 2004); comportamento natatório em função da salinidade (MICHALEC *et al.* 2012) e dos estágios reprodutivos (DUR *et al.* 2010); comportamento reprodutivo (JACOBY AND YOUNGBLUTH, 1983; DUR *et al.* 2011); efeito da salinidade (ISLA E PERISSINOTTO, 2004; CHEN *et al.* 2006; OHS *et al.* 2010) e temperatura (ISLA E PERISSINOTTO, 2004; RHYNE *et al.* 2009; LI *et al.* 2009) na reprodução e sobrevivência; além da seletividade das redes de amostragem na assembleia de copépodes (OHMAN E SMITH, 1995; LAM-HOAI *et al.* 2006).

No Brasil, o zooplâncton estuarino vem sendo estudado em diversas regiões, sob diferentes abordagens. Muitos estudos dão enfoque à variabilidade espacial e temporal das assembleias de copépodes (ESKINAZI-SANTANA E TUNDISI, 1996; SILVA *et al.* 2003; ARA, 2001a, 2004), aspectos de produtividade secundária (ARA 2001a, 2001b, 2002, 2004); ou relacionados com atividades antrópicas (SOUZA-PEREIRA & CAMARGO, 2004). Todavia, apesar do reconhecido papel do *Pseudodiaptomus* para o ambiente estuarino, poucos trabalhos específicos do gênero vêm sendo realizados no país, dentre os quais abordam distribuição espacial e temporal (MAGALHÃES *et al.*

2006); registro de espécies (MEDEIROS, 2006; MATSUMURA-TUNDISI, TUNDIDI, 2007; ANDRADE DOS SANTOS *et al.* 2009); efeitos da salinidade e dieta alimentar (KAMINSKI, BERSANO & AMARAL, 2009). Um dos recursos menos abordados ao se estudar as assembleias de copépodes é a determinação do sexo dos indivíduos, estudo que traz implicações importantes para o entendimento do sucesso reprodutivo das populações naturais e a produtividade das assembleias (MAUCHLINE, 1998). No Estado do Ceará poucos são os trabalhos que abordam a ecologia de comunidades e populações de copépodes, tendo destaque os de Fonsêca e Klein (1976) e Garcia (2012).

O conhecimento da dinâmica sazonal da estrutura das populações de *Pseudodiaptomus* em estuários semiáridos tropicais é de grande relevância, por entender o comportamento dos estágios de desenvolvimentos dos indivíduos diante variações ambientais, como a precipitação pluviométrica e os longos períodos de estiagem. Pouco se sabe acerca da composição, densidade, abundância relativa e frequência de ocorrência do gênero em costas semiáridas tropicais, o qual apresenta uma grande importância ecológica. O conhecimento da caracterização de cada estágio de desenvolvimento e da proporção sexual dos adultos é importante, pois está diretamente relacionado ao tamanho e sucesso da população. Assim, esta pesquisa visa analisar a ecologia das populações de *Pseudodiaptomus* spp. em um estuário tropical semiárido (Pacoti, costa do Ceará, Nordeste do Brasil).

2 HIPÓTESES

- A pluviosidade influencia a distribuição sazonal e a dinâmica populacional temporal de *Pseudodiaptomus* spp em um estuário semiárido tropical;
- A proporção (Fêmea:Macho) dos adultos das populações de *Pseudodiaptomus* varia ao longo dos períodos de estiagem e chuvoso.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

- Avaliar a distribuição sazonal das populações de *Pseudodiaptomus* spp. (COPEPODA: CALANOIDA) no estuário do rio Pacoti (CE), em função do regime pluviométrico (período chuvoso e de estiagem);

3.2 Específicos

- Relacionar a densidade, a frequência de ocorrência e a abundância relativa dos estágios de desenvolvimento de *Pseudodiaptomus* spp. com os períodos chuvoso e de estiagem;
- Quantificar a proporção sexual (Fêmea:Macho) dos adultos das populações de *Pseudodiaptomus*;
- Relacionar a densidade das espécies de *Pseudodiaptomus* com a salinidade nos períodos de chuva e estiagem;

METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

4.1.1 Caracterização da área

O estuário do rio Pacoti está localizado na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Ceará, Nordeste do Brasil (FIGURA 1) entre as latitudes $3^{\circ} 53' 15''$ S e $3^{\circ} 55' 0''$ S e longitudes $38^{\circ} 22' 30''$ W e $38^{\circ} 26' 5''$ W (LACERDA *et al.* 2007). É o maior dos cursos d'água que atravessam a região metropolitana da capital, tendo sua nascente na vertente-oriental da Serra de Baturité, no município de Pacoti, apresentando, aproximadamente, 150 km de extensão até desembocar no mar, entre os municípios de Fortaleza e Aquiraz (SEMACE).

Figura 1 - Mapa da Região Metropolitana de Fortaleza, com destaque ao ponto de coleta.



Fonte: Modificada de IPECE (2007).

Segundo a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), a maior parte do estuário compreende a "APA do Estuário Pacoti", uma Área de Proteção Ambiental, a qual abrange cerca de 2.9 mil hectares. Esta área de proteção foi criada por meio do Decreto Estadual nº 25.778, de 15 de Fevereiro de 2000, em face da riqueza e relevância dos ecossistemas presentes, como manguezal, cordão de dunas e mata de tabuleiro e ciliar.

O rio Pacoti possui um armazenamento máximo de 380 milhões de m³ e compõe o sistema integrado de abastecimento Riachão-Pacoti-Gavião tendo como contribuintes de maior porte, os riachos Baú e Água Verde (COGERH, 2007). Esse sistema é a principal fonte hídrica de abastecimento dos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, e Eusébio (ANA, 2010).

A bacia de drenagem do rio Pacoti é em grande parte regularizada pela construção de açudes ao longo dela (MOLISANI, CRUZ & MAIA, 2006). O aproveitamento das águas fluviais para a formação de um reservatório está associado à geração de uma série de alterações fluviais, vindo a causar significativas mudanças na foz dos rios (PINHEIRO & MORAIS, 2010). Apesar do barramento ao longo do rio, existem áreas fora da influência das barragens, que não são alteradas por estas, sendo reguladas pelo clima (SCHETTINI, BEZERRA & TRUCCOLO, 2014). A vazão fluvial média estimada nos períodos de chuva é de 19 m³/s, a qual é controlada pela afluência do açude Pacoti durante o período chuvoso e, durante a estiagem é de 1 m³/s⁻¹, podendo chegar a ser nula. (MOLISANI *et al.* 2006).

4.1.2 Características climáticas e hidrodinâmica

Com base no sistema de classificação climática de Köppen (KÖPPEN, 1918) o clima da Região Metropolitana de Fortaleza é do tipo tropical chuvoso (Aw'). Esse tipo climático corresponde a um clima quente e úmido, apresentando uma temperatura média do mês mais frio superior a 18°C, com uma estação invernal ausente e chuvas de verão-outono. A média histórica (1975-2015) de precipitação se aproxima de 1.370 mm (FUNCEME), distribuída em um verão chuvoso (fevereiro a junho) e estação seca (julho a janeiro) (LACERDA *et al.* 2007).

De acordo com a FUNCEME (2002), as chuvas ocorrentes no primeiro semestre são influenciadas pela presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é o principal ocasionador da pluviosidade no Norte-Nordeste do Brasil. Esse sistema atua por meio da convergência dos ventos alísios entre os hemisférios, provocando movimentos ascendentes do ar quente e úmido, conduzindo a formação de nuvens e intensa atividade convectiva e precipitação (CAMPOS & STUDART, 2003; FERREIRA & MELLO, 2005).

Outros sistemas que podem atuar no Estado do Ceará são “El Niño”, “La Niña”, e Dipolos do Atlântico Tropical, os quais modificam a circulação atmosférica de grande

escala, causando alterações nas totais pluviométricas do Estado e mantendo influências sobre os sistemas atmosféricos locais (MAGALHÃES & ZANELLA, 2011).

O regime térmico da região exibe uma temperatura anual média de 26°C (FORTALEZA, 2006). Essa característica se dá em função da localização próxima ao Equador da RMF, a qual é favorecida com uma intensa insolação ao longo do ano, o que possibilita temperaturas elevadas com baixas amplitudes térmicas (MAGALHÃES & ZANELLA, 2011).

O regime eólico pode ser definido por ventos fortes e predomínio de ventos alísios, podendo variar sazonalmente ao longo do ano, predominando mais intensamente no segundo semestre, a partir de agosto a outubro (MAIA, 1998; CAMPOS & STUDART, 2003). No que diz respeito ao regime de evaporação, altas taxas são observadas (1.649 mm), o que acarreta significativas perdas das reservas de água acumuladas, contribuindo para o déficit hídrico na bacia (CAMPOS & STUDART, 2003).

Em relação à hidrodinâmica do estuário, as marés têm um regime semidiurno (duas preamares e duas baixa-mares), apresentando variações de 1,5 a 3,0 m entre as marés de quadratura e de sizígia, respectivamente (SCHETTINI *et al.* 2011). A região que consiste entre a desembocadura do Estuário do rio Pacoti e o setor oeste da zona costeira do Estado apresenta-se exposta às ondas, com um estágio morfodinâmico variando entre intermediário a dissipativo (MARINO & FREIRE, 2013).

4.2 Amostragem em campo

4.2.1 Dados abióticos

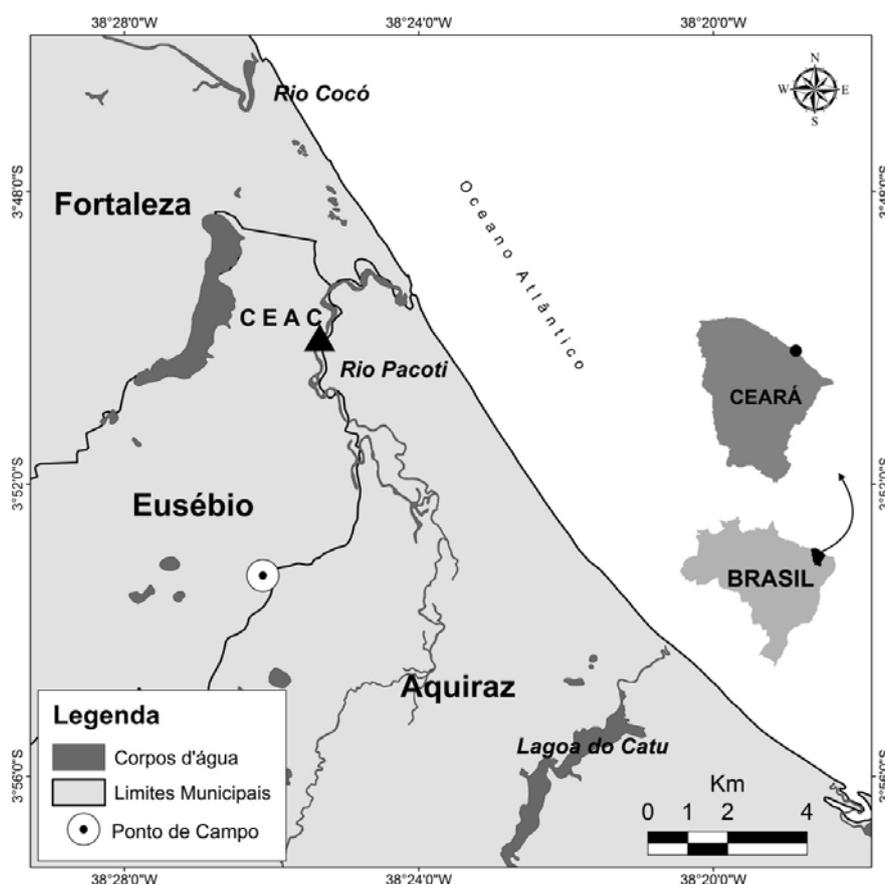
A salinidade foi obtida por meio de um refratômetro *Atago*. Os dados de precipitação pluviométrica (mm) para o ano de 2008, bem como a série histórica (1979-2015) de precipitação (estação de Aquiraz) foram obtidos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

4.2.2 Zooplâncton

Amostras de superfície foram coletadas com auxílio de duas redes cilindro-cônicas de malhas de 120 µm e 300 µm. Para um melhor entendimento das populações de *Pseudodiaptomus* os resultados das duas redes foram agrupados (densidades,

frequência de ocorrência e abundância relativa). Arrastos horizontais foram realizados a uma distância de 3 km da foz do estuário do rio Pacoti (CE) com finalidade de conseguir uma influência intermediária entre as marés e água doce (FIGURA 2). Um fluxômetro *General Oceanics* foi acoplado nas redes a fim de se determinar o volume de água filtrado. Em campo, as amostras foram imediatamente fixadas com formalina 4% tamponadas com tetraborato de sódio (5 g.L^{-1}), de acordo com as técnicas descritas por OMORI & IKEDA (1984).

Figura 2 - Mapa da área de coleta no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil).



Fonte: Garcia (2012).

A amostragem foi realizada em um ponto fixo nas marés de sizígias (lua nova) vazante, baixa-mar, enchente e preamar diurnas, durante os períodos de chuva (março - C1, abril - C2 e maio - C3) e de estiagem (setembro - C4, outubro - C5 e novembro - C6) no ano de 2008. As amostras encontravam-se depositadas na coleção Profa. Mariana Ferreira de Menezes do Laboratório de Plâncton do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará.

4.3 Atividades em laboratório

Cada amostra foi triada em placa de contagem com auxílio de estereomicroscópio, a fim de selecionar os organismos do gênero *Pseudodiptomus* Herrick, 1884. Para a análise quantitativa, um número mínimo de 100 indivíduos de um mesmo táxon foi contado, exceto nas amostras que não continham essa quantidade determinada. Amostras com maiores densidades foram quarteadas com subamostrador do tipo Motoda (OMORI & IKEDA, 1984). As espécies dos indivíduos adultos foram identificadas por meio de microscópio óptico de acordo com bibliografia especializada (BOLTOVSKOY, 1981; 1999) e com artigos referentes aos estágios de desenvolvimento do gênero, como os de Grice (1969), Jerling & Wooldridge (1989) e Mauchline (1998).

A contagem e identificação dos espécimes foram realizadas considerando o estágio de maturação (juvenis ou adultos). O sexo foi observado apenas nos indivíduos adultos.

4.3.1. *Pseudodiptomus* Herrick, 1884

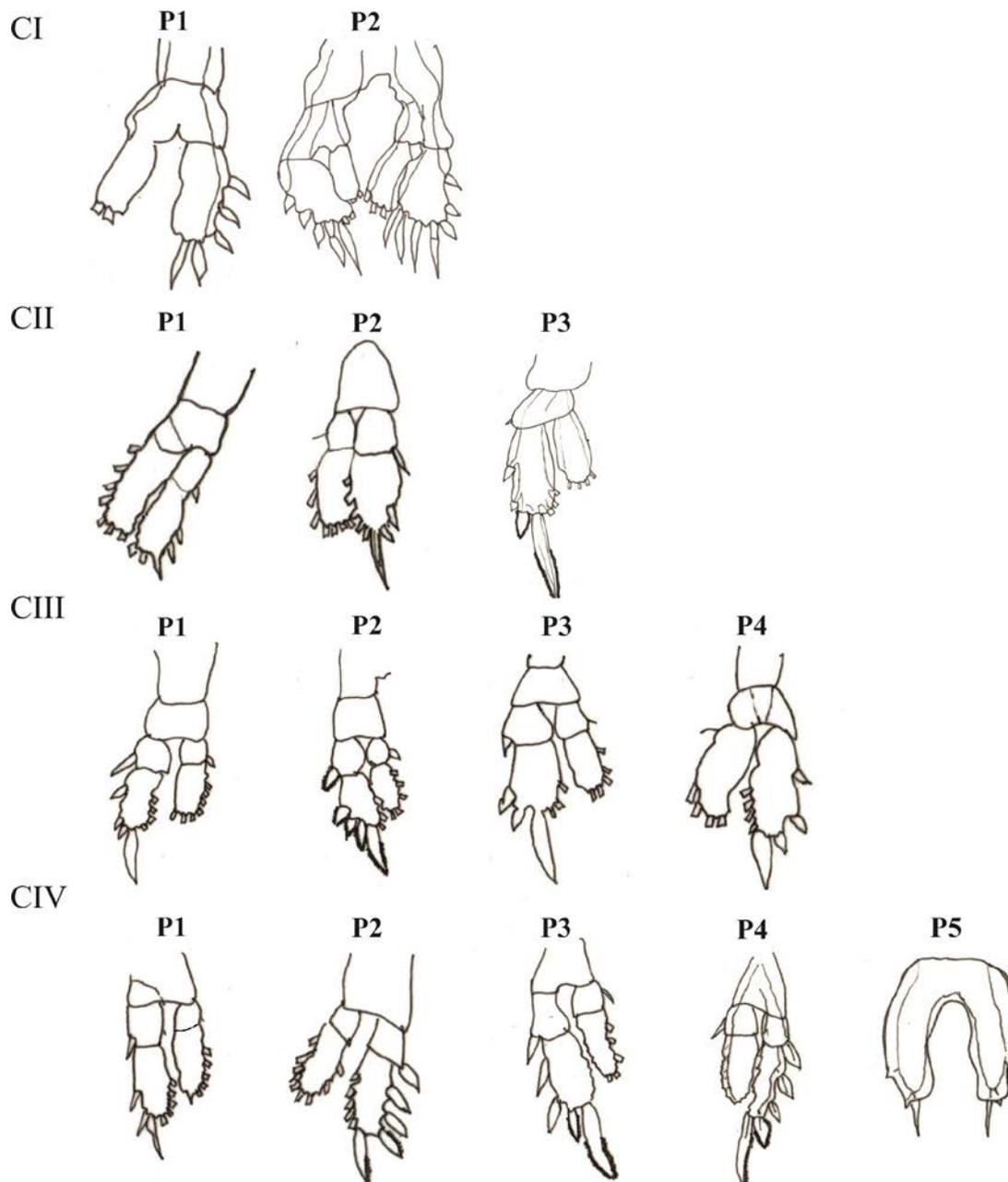
4.3.1.1 *Juvenis*

Apresentam seis estágios de desenvolvimento CI-CVI correspondente aos juvenis, em que CVI é o organismo adulto. As fases sequenciais se diferenciam através do desenvolvimento progressivo da segmentação do corpo até o adulto, aumentando a diferenciação dos apêndices, e sucessivos aumentos no tamanho do corpo (MAUCHLINE, 1998) (TABELA 3, FIGURA 3).

Tabela 3 - Sequência dos estágios de desenvolvimento com base na segmentação de juvenis (CI-CV) de *Pseudodiptomus* spp.

Estágios de desenvolvimento	Nº de patas	Segmentos no metassoma	Segmentos no urossoma
CI	2	3	2
CII	3	4	2
CIII	4	5	2
CIV	5	5	3
CV	5	5	3;4
CVI	5	5	3;4;5

Figura 3 - Desenho esquemático das patas dos estágios de desenvolvimento (CI-CIV) de *Pseudodiaptomus* spp. Os desenhos não obedecem à proporção real.

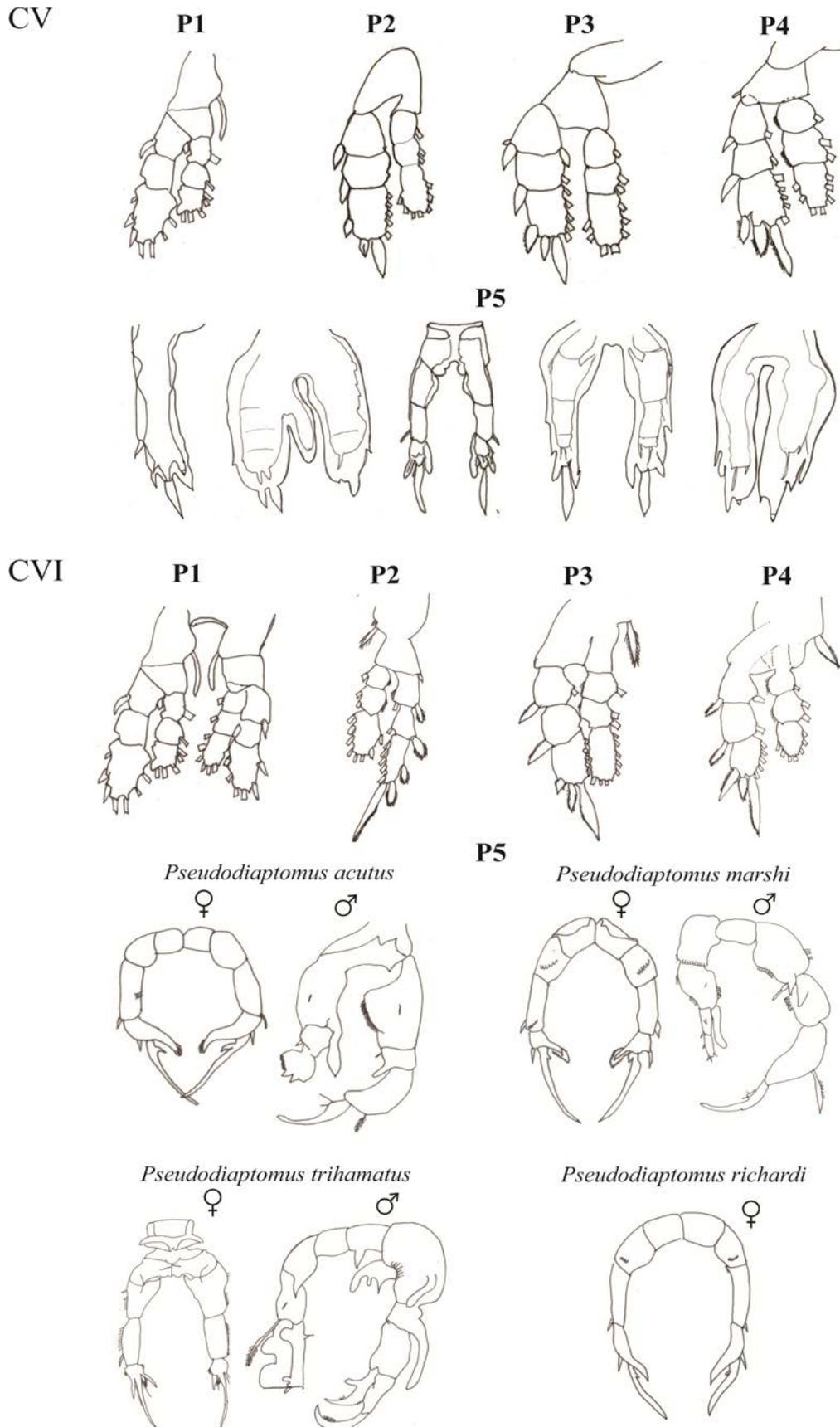


Fonte: autora. (P (pata) P1-P3 de CI-CIV baseadas em Grice, 1969).

4.3.1.2 Adultos

Espécies e grupo de espécies em *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884 podem ser distintos primeiramente pela presença ou ausência do endopodito na quinta pata (P5) direita e esquerda do macho, através da P5 da fêmea, além do hábito de ambos, que funciona como um papel secundário na determinação das espécies (WALTER, 1986a). A diferenciação da P5 se inicia nos estágios CIV dos juvenis ao se distinguirem dos outros pares de patas de natação (P1-P4) (GRICE, 1969) (FIGURA 4).

Figura 4: Desenho esquemático original dos estágios de desenvolvimento de CV e CVI de *Pseudodiaptomus* spp. Os desenhos não obedecem à proporção real.



Fonte: autora.

Grupos de várias espécies, dentre os quais está incluído o grupo americano, apresenta a antênula (A1) da fêmea com 21 segmentos, a (A1) direita do macho geniculada, com 20 segmentos e a (A1) esquerda do macho com 22 segmentos (WALTER, 1987). Fêmeas adultas, quando maduras, apresentam o somito genital protuberante (FIGURA 5) (BJORNBERG, 1981).

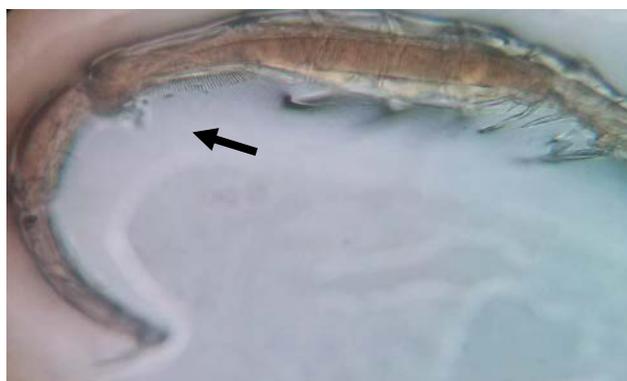
Figura 5 - Somito genital maduro (seta) de fêmea de *Pseudodiaptomus* spp. (100 X).



Fonte: autora.

Na morfologia de muitos copépodes Calanóides, uma das antênulas do macho (habitualmente a direita) é modificada (geniculada) (FIGURA 6) para agarrar a fêmea, além do quinto par de patas de natação (P5) serem modificados em quelas, para agarrar a fêmea e/ou transferência de espermatóforos (FIGURA 7) (GILBERT & WILLIAMSON, 1983).

Figura 6 - Antênula geniculada (seta) de macho de *Pseudodiaptomus* spp. (100X).



Fonte: autora.

Figura 7 - Espermatóforo (seta) em fêmea de *Pseudodiaptomus* spp. (100X).



Fonte: autora.

As diagnoses das espécies em estudo foram descritas com base em Bjornberg (1981), Boltovskoy (1999) e Walter (1984).

Pseudodiaptomus marshi (Wright, 1936)

Diagnose:

Fêmea: Prossoma sem espinhos. Segmento genital com duas protuberâncias laterais cerdas. Urossoma com 3 somitos, com separação entre os somitos 2 e 3 indistintos (FIGURA 8).

Macho: Urossoma com 5 somitos. Endopodito esquerdo da P5 quase atinge a extremidade distal do exopodito.

Figura 8 - Urossoma de fêmea de *Pseudodiaptomus marshi*. (40X)



Fonte: autora.

Pseudodiaptomus acutus (F. Dahl, 1894)

Diagnose:

Fêmea: Prossoma com espinhos. Urossoma pouco simétrico, com 4 somitos (FIGURA 9). Somito genital é comprido com a combinação dos outros 3 somitos. P5 assimétrica formada cada por 4 segmentos desiguais sendo o exopodito esquerdo mais curto que o direito e apresenta 6 espinhos finos laterais externos, 2 espinhos distais externos e uma garra terminal curta com um espinho externo e uma prolongação plumosa interna.

Macho: Urossoma com 5 somitos. P5 com assimetria, sendo a esquerda mais curta que a direita. Segmento 2 da pata esquerda com 6 espinhos laterais externos e um endopodito delgado com cerdas curtas, segmento 3 pequeno com 2 espinhos laterais externos e 3 distais.

Figura 9 - Urossoma de fêmea de *Pseudodiaptomus acutus* (100X).



Fonte: autora.

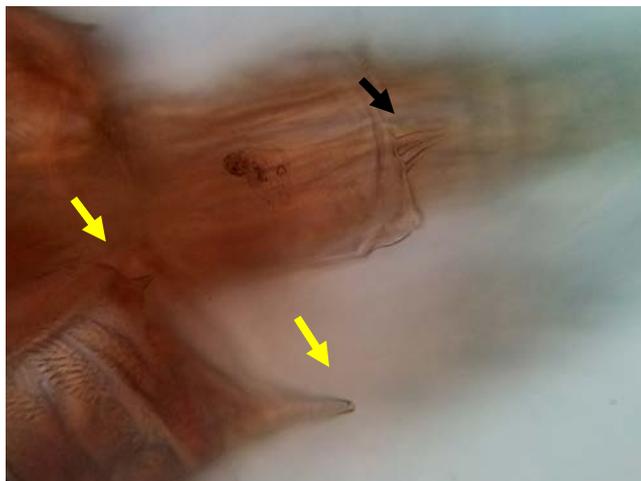
Pseudodiaptomus trihamatus (Wright, 1937)

Diagnose:

Fêmea: Somito genital apresenta dois espinhos póstero-laterais na superfície dorsal, além de um par ventral de espinhos longos no final do prossoma (FIGURA 10).

Macho: Prossoma com espinho (FIGURA 11). Urossoma assimétrico, dilatado em ambas as margens laterais, com finas cerdas. Ramo caudal cerca de três vezes mais comprido do que largo.

Figura 10 - Fêmea de *P. trihamatus* com destaque para os espinhos do urossoma (seta amarela) e espinhos do somito genital (seta preta) (100X).



Fonte: autora.

Figura 11 – Indivíduo macho de *P. trihamatus* (40X).



Fonte: autora.

Pseudodiaptomus richardi (F. Dahl, 1894)

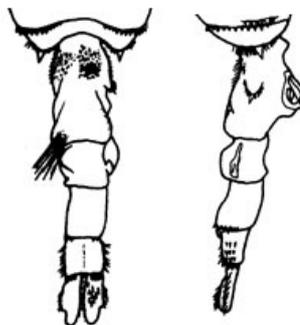
Diagnose:

Fêmea: Prossoma com espinhos. Urossoma altamente assimétrico e irregular no somito 2 (FIGURA 12). Urossoma com 4 somitos. Somito genital quase igual em comprimento aos outros somitos combinados, assimétrico em vista lateral, com somito 2 do urossoma irregular.

Macho: Prossoma com espinhos. Somito genital quase igual em comprimento

com a junção dos outros somitos. Segmento terminal da P5 esquerda serrado na parte externa sobre a borda distal com um espinho longo sobre o ângulo interno distal.

Figura 12 - Urossoma de fêmea de *P. richardi*.



Fonte: copepodes.obs-banyuls.fr.

4.4 Análises estatísticas e tratamento de dados

A densidade (ind.m³) dos organismos de *Pseudodiaptomus* spp. foi dada pela fórmula: $D = N/V$, onde:

N = número total de cada táxon na amostra;

V = volume de água filtrado (m³).

O volume filtrado foi calculado através de $V (m^3) = A \cdot R \cdot C$, onde:

A = área da boca da rede (m²);

R = número de rotações do fluxômetro durante o arrasto;

C = fator de aferição do fluxômetro. As densidades encontradas pelas redes de 120 e 300 µm foram somadas.

OBS: Cada táxon é cada estágio de desenvolvimento (CI-CVI) e cada espécie (fêmea ou macho).

A abundância relativa (%) de *Pseudodiaptomus* spp. foi calculada através da fórmula: $Ar = (N/N_a) \times 100$, onde:

N = número total de organismos de cada táxon na amostra;

N_a = número total de organismos do gênero na amostra.

A classificação foi dada como: Dominante - 70%;

Abundante: 70%|- 40%;

Pouco abundante: 40% |-10% e

Raro: <10%.

Para verificar a frequência de ocorrência (%) de cada estágio de desenvolvimento de *Pseudodiaptomus* foi empregada a fórmula: $Fo = (ta/TA) \times 100$, onde:

ta = número de amostras em que o táxon ocorreu,

TA = número total de amostras.

A frequência de ocorrência de cada estágio de desenvolvimento seguiu os critérios:

Muito frequente: > 70%

Frequente: 70% |- 40%

Pouco frequente: 40% |- 10%

Esporádica: < 10%

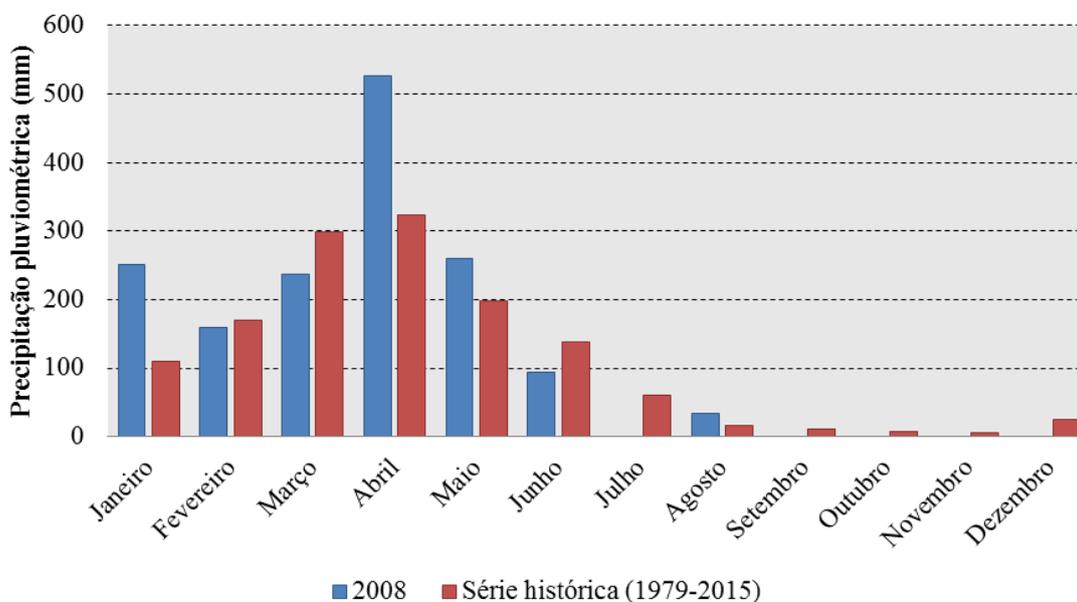
Foram utilizadas as médias dos quatro regimes de marés coletados (vazante, baixa mar, enchente, preamar) para cada mês, em vez dos dados de cada maré. Para verificar a proporção sexual dos adultos foram utilizadas suas densidades do período de chuva e estiagem. O teste não paramétrico Mann-Whitney foi empregado para examinar a diferença estatística para as densidades de cada estágio de desenvolvimento do gênero *Pseudodiaptomus* spp., entre os períodos chuvoso e estiagem. Para testar diferenças significativas ($p < 0,05$) do período chuvoso e de estiagem cada espécie foi realizado o teste Kruskal-Wallis ANOVA. Ambos os testes foram realizados no programa Statistica 7.0.

5 RESULTADOS

5.1 Variáveis abióticas

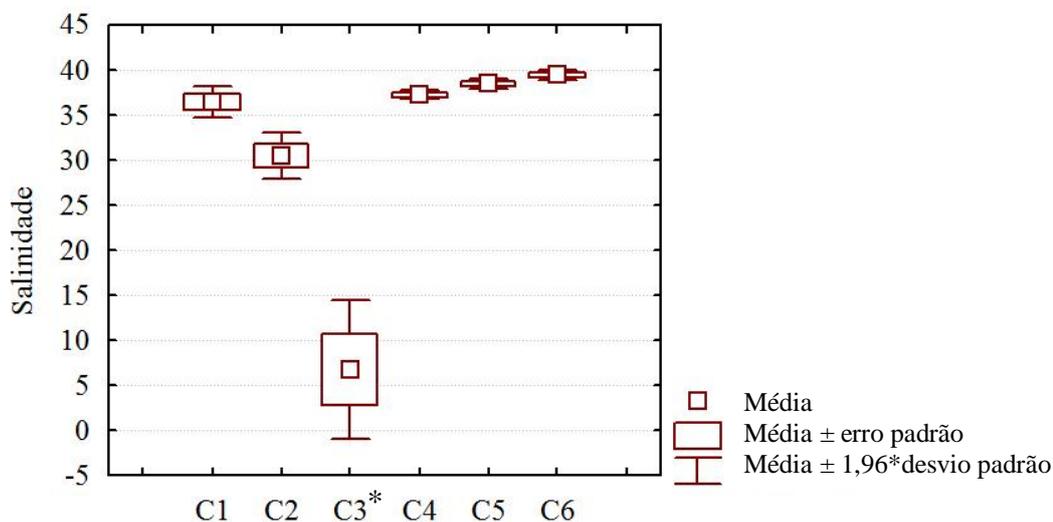
As maiores ocorrências de precipitação pluviométrica (mm) no ano de estudo foram registradas entre os meses de janeiro a maio, com destaque para o mês de abril (527 mm). No ano de coleta do presente estudo (2008) houve atuação do fenômeno “La Niña” que influenciou em maiores volumes de precipitação para janeiro, abril e maio, os quais apresentam pluviosidade mais acentuada que na série histórica (1979-2015) (FUNCEME) (FIGURA 13).

Figura 13 - Variação da pluviosidade (mm) no ano de coleta (2008) e na série histórica (1979-2015).



A salinidade apresentou variações médias de $24,4 \pm 15,0$ (chuvoso) a $38,4 \pm 1,1$ (estiagem) ao longo do período de estudo, sendo registrados valores de 0 a 38, no período chuvoso (C1, C2 e C3), enquanto que, na estiagem (C4, C5, C6), de 37 a 40. Em maio (C3), diferenças significativas foram observadas (teste Kruskal-Wallis $p \leq 0,05$) ao serem constatados menores valores (0-15) de salinidade no período chuvoso (FIGURA 14). No período de estiagem, as médias de salinidade não apresentaram amplas variações, mantendo-se acima de 37.

Figura 14- Box-plot (média e desvio padrão) da salinidade nos períodos chuvoso (C1, C2, C3) e de estiagem (C4, C5, C6) do estuário do rio Pacoti (CE) em 2008. *Indica valer significativamente diferente.



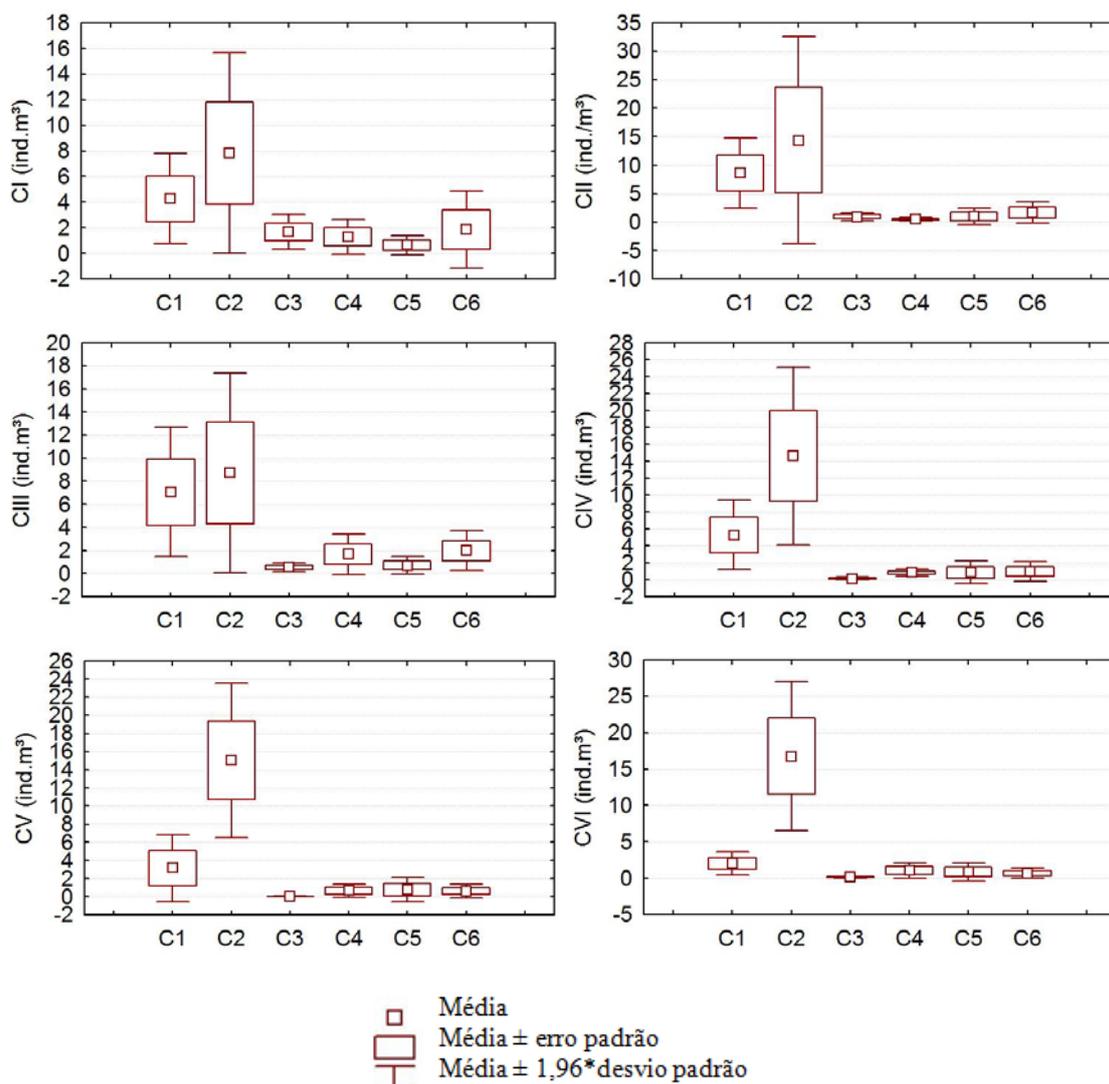
Fonte: autora.

5.2 Densidades de *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884

5.2.1 Estágios de desenvolvimento

As densidades dos estágios de desenvolvimento apresentaram variações entre os períodos chuvoso e de estiagem (FIGURA 15). Entre os períodos, o chuvoso apresentou as maiores densidades para todas as fases de desenvolvimento. Os meses de março (C1) e abril (C2) apresentaram maiores densidades, com destaque para abril, enquanto que em maio (C3) mínimos valores de densidade foram registrados, menores até do que na estiagem. Os estágios CII, CIII, CIV, CV e CVI apresentaram diferenças significativas entre os dois períodos ($p < 0,05$).

Figura 15 – Densidade média dos estágios de desenvolvimento (CI-CVI) entre os períodos de chuva (C1, C2, C3) e estiagem (C4, C5, C6), na área de coleta no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil).



Fonte: autora.

5.2.2 Adultos

O estuário do rio Pacoti (CE) esteve composto por quatro espécies congênericas: *Pseudodiaptomus acutus* (F. Dahl, 1894), *Pseudodiaptomus richardi* (F. Dahl, 1894), *Pseudodiaptomus marshi* (Wright, 1936), e *Pseudodiaptomus trihamatus* (Wright, 1937).

Entre os períodos, todas as espécies (fêmeas e machos) ocorrentes no estuário do rio Pacoti (CE) apresentaram baixas densidades no período de estudo. Apenas *P. marshi* e *P. trihamatus* apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), notadas no período

chuvoso em C2 e C3, respectivamente (TABELA 4). Ambas apresentaram maiores densidades para os machos, em abril, e somente nas fêmeas de *P. marshi*. Fêmeas de *P. richardi* foram encontradas apenas durante o período chuvoso, em abril (C2).

Tabela 4 – Densidade média (\pm DP) de fêmeas e machos de *Pseudodiaptomus* spp. nos períodos de chuva e estiagem no estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil). Letras diferentes mostram que há diferença estatisticamente significativa na variável.

	Chuvoso			Estiagem		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<i>P. marshi</i> fêmea	0,38 \pm 0,46 ^a	3,69 \pm 2,7 ^b	0,06 \pm 0,07 ^a	0,16 \pm 0,2 ^a	0,08 \pm 0,07 ^a	0,07 \pm 0,07 ^a
<i>P. marshi</i> macho	0,58 \pm 0,38 ^a	11,18 \pm 8,96 ^b	0,07 \pm 0,05 ^a	0,56 \pm 0,52 ^a	0,61 \pm 0,91 ^a	0,35 \pm 0,42 ^a
<i>P. acutus</i> fêmea	0,13 \pm 0,16	0,01 \pm 0,01	0,01 \pm 0,01	0,09 \pm 0,10	0,03 \pm 0,04	0,07 \pm 0,09
<i>P. acutus</i> macho	0,16 \pm 0,20	0	0	0,07 \pm 0,10	0,04 \pm 0,06	0,04 \pm 0,06
<i>P. trihamatus</i> fêmea	0,41 \pm 0,41	0,92 \pm 1,03	0,01 \pm 0,01	0,09 \pm 0,10	0,08 \pm 0,13	0,05 \pm 0,06
<i>P. trihamatus</i> macho	0,39 \pm 0,31 ^a	0,88 \pm 0,61 ^a	0,00 ^b	0,07 \pm 0,06 ^a	0,04 \pm 0,00 ^a	0,10 \pm 0,00 ^a
<i>P. richardi</i> fêmea	0	0,08 \pm 0,16	0	0	0	0
<i>P. richardi</i> macho	0	0	0	0	0	0

Fonte: autora.

5.3 Frequência de ocorrência (%)

Evidenciou-se com a análise que todos os estágios de juvenis (CI-CV) de *Pseudodiaptomus*, além de *P. marshi* (fêmea e macho) foram muito frequentes ($\geq 70\%$) em todo o período de estudo no estuário do rio Pacoti (CE) (TABELA 5). As maiores frequências registradas para *P. acutus* fêmea e macho foram no período de estiagem, com 67% e 59%, respectivamente. *P. trihamatus* apresentou maior frequência no chuvoso, com as fêmeas (92%) e, no período de estiagem, com os machos (92%). A única ocorrência para a espécie *P. richardi* foi observada para as fêmeas, exclusivamente, nos meses chuvosos (C1 e C2).

Tabela 5 - Frequência de ocorrência (%) dos táxons de *Pseudodiptomus* nos períodos de chuva e estiagem na área de coleta do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil).

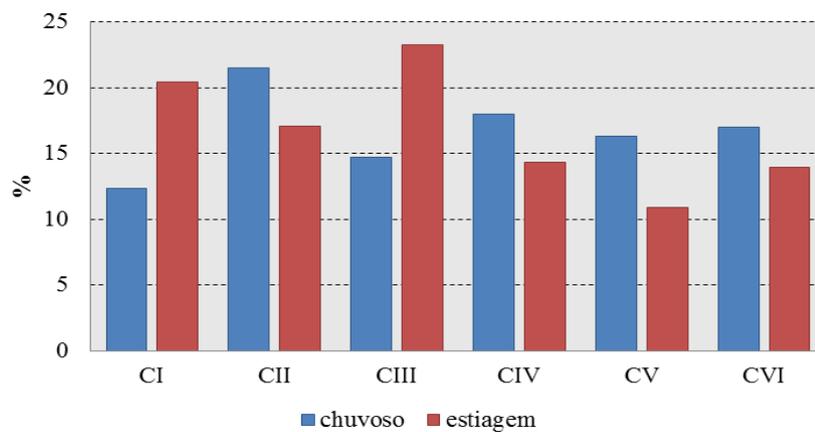
	Principais táxons do período de chuva	Principais táxons do período de estiagem
	CI-CV	CI-CV
Muito frequente (> 70%)	<i>P. marshi</i> fêmea	<i>P. marshi</i> fêmea
	<i>P. marshi</i> macho	<i>P. marshi</i> macho
	<i>P. trihamatus</i> fêmea	<i>P. trihamatus</i> macho
Frequente (70% - 40%)	<i>P. acutus</i> fêmea	<i>P. acutus</i> fêmea
	<i>P. trihamatus</i> macho	<i>P. acutus</i> macho
Pouco frequente (40% -10%)	<i>P. richardi</i> fêmea	<i>P. trihamatus</i> fêmea
	<i>P. acutus</i> macho	
Esporádico (< 10%)	-	-
Não ocorreu		<i>P. richardi</i> fêmea
	<i>P. richardi</i> macho	<i>P. richardi</i> macho

Fonte: autora.

5.4 Abundância relativa (%)

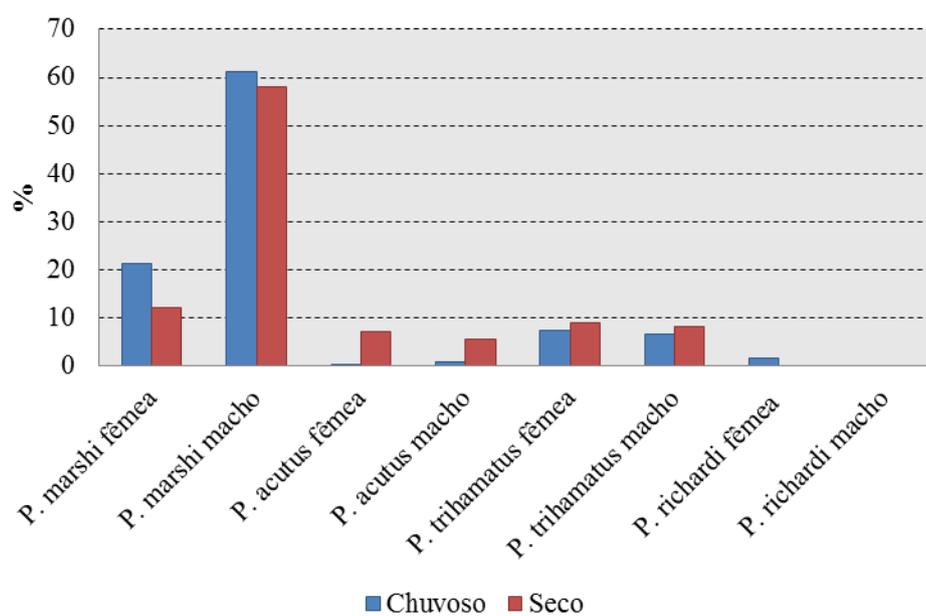
De acordo com a classificação adotada, entre os estágios de desenvolvimento, todos os juvenis (CI-CV) foram pouco abundantes, apesar de ocorrerem em todo o período de estudo (FIGURA 16). Os estágios iniciais CI e CIII foram maiores na estiagem, enquanto (CII, CIV, CV e CVI) tiveram valores maiores no período chuvoso. A abundância relativa apresentou variações para cada espécie (FIGURA 17). *P. marshi* foi mais abundante, em relação aos demais, nos dois períodos de estudo com os machos, enquanto as fêmeas, pouco abundantes. *P. acutus* e *P. trihamatus* apesar de baixas abundâncias relativas, apresentaram maiores valores na estiagem.

Figura 16 - Abundância relativa dos estágios de desenvolvimento (CI-CVI) de *Pseudodiaptomus* spp. nos períodos chuvoso e de estiagem do estuário do rio Pacoti (CE).



Fonte: autora.

Figura 17 - Abundância relativa de adultos de *Pseudodiaptomus* spp. nos períodos chuvoso e de estiagem do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil).



Fonte: autora.

5.5 Proporção sexual (F:M) dos adultos das populações de *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884

Em todo o período de estudo *P. marshi* (F:M) apresentou proporção com vantagem aos machos, com exceção em maio (C3). Para *P. acutus* e *P. trihamatus* a proporção observada foi de 1:1. *P. richardi* foi favorável às fêmeas, pois apenas estas ocorreram no período chuvoso. Na estiagem, *P. acutus* apresentou maior proporção em novembro (C6), sendo favorável às fêmeas, enquanto *P. trihamatus* apresentou uma proporção variável (TABELA 6).

Tabela 6 - Proporção sexual da população (F:M) de *Pseudodiaptomus* spp. Nos períodos de chuva e estiagem, na área de coleta do estuário do rio Pacoti (Ceará, Brasil).

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
<i>P. marshi</i>	1:2	1:3	1:1	1:3	1:7	1:6
<i>P. acutus</i>	1:1	-	-	1:1	1:1	2:1
<i>P. trihamatus</i>	1:1	1:1	-	1:1	2:1	1:2
<i>P. richardi</i>	1:0	1:0	-	-	-	-

Fonte: autora.

6 DISCUSSÃO

No estuário do rio Pacoti (CE), a sazonalidade foi definida pelo regime pluviométrico, com dois períodos distintos e bem característicos, ao ocorrer maior pluviosidade nos meses de janeiro a maio, sendo o volume observado quatro vezes maior que no período de estiagem. Em alguns meses do período chuvoso, as precipitações foram mais acentuadas do que na série histórica (1979-2015), o que gerou um maior aporte de água doce no estuário. Esse fato ocorreu pela influência da atuação do sistema “La Niña” que garantiu a precipitação no início da quadra chuvosa (MAGALHÃES & ZANELLA, 2011). Com um maior volume de pluviosidade em março e abril percebeu-se uma mudança sazonal no sistema. Eventos chuvosos pontuais podem influenciar no fluxo de descarga das bacias hidrográficas e as respostas estuarinas para esses episódios podem ter efeitos de curta duração no ambiente, ou efeitos mais prolongados, de meses a anos, dependendo das variações na frequência dos eventos de pluviosidade (JORDAN *et al.* 1991).

A variação sazonal das populações de *Pseudodiaptomus* no estuário do rio Pacoti (CE) foi regulada, provavelmente, por fatores hidrológicos, por apresentar maiores densidades no período chuvoso ao invés da estiagem. Variações no padrão hidrológico e, por conseguinte, mudanças no regime de escoamento de água doce e a sazonalidade da salinidade induzem variações na densidade do zooplâncton estuarino (PRIMO *et al.* 2009). Alterações no fluxo de água doce modificam o regime hidrodinâmico do sistema estuarino, de modo que a baixa descarga de água doce aumenta o poder da maré sobre o padrão de circulação do meio, o qual pode se tornar bem misturado (ALBER, 2002).

O registro de todas as fases de desenvolvimento de juvenis (CI-CV), em ambos os períodos, indica que a população se reproduz ao longo do ano, no entanto, obtendo preferência em meses específicos, os quais apresentam diferentes tolerâncias às variações de salinidade. As maiores densidades e abundâncias de *Pseudodiaptomus* foram observadas em maiores precipitações (abril). Duas hipóteses podem ser firmadas para explicar essa observação: (1) a alta produtividade fitoplanctônica associada às condições de chuva. (2) o volume de precipitação foi o suficiente para diminuir a salinidade a uma taxa específica de tolerância da população, a qual reflete preferência às condições de salinidade do sistema.

A produtividade primária pode ser acelerada, particularmente, quando um maior nível de nutrientes está disponível no sistema, oriundo do fluxo de água doce (GARCÍA

& LÓPEZ, 1989). Inputs de nutrientes exógenos podem ter um efeito de fertilização imediatamente ou após um intervalo de tempo que entraram no sistema (JORDAN *et al.* 1991). Barroso (2014) no estuário do rio Pacoti (CE) observou que maiores níveis de clorofila correspondem ao período chuvoso. Nesses períodos, a abundância do zooplâncton é maior que em períodos de seca (CARRASCO & PERISSINOTTO, 2012). Maiores abundâncias de *Pseudodiaptomus cokeri* foram observadas após eventos de maior precipitação mensal, ao verificar altos valores de clorofila-a, sugerindo que a abundância dos copépodes também pode estar condicionada pela disponibilidade de alimento (JARA, 1998).

Espera-se que, em períodos de maior pluviosidade os valores de salinidade sejam baixos, uma vez que o aporte fluvial influencia na dissolução dos sais. O maior fluxo de água doce, em abril, ocasionou águas com salinidades (28-34), permitindo maior densidade dos copépodes para todos os estágios de desenvolvimento, os quais têm preferência a essa faixa de salinidade. Experimentos realizados com *Pseudodiaptomus pelagicus* mostram que os indivíduos possuem um intervalo de salinidade mais eficiente para sobrevivência e maturação entre 15 e 25 (OHS, 2010). Em zonas estuarinas, as mudanças sazonais na salinidade são usualmente resultado das variações na evaporação, fluxo de água doce, ou ambos, podendo apresentar altos valores em áreas onde a descarga de água doce é reduzida ou ausente a maior parte do ano (NYBAKKEN & BERTNESS, 2005).

As chuvas fortes de abril possivelmente reduziram a salinidade em maio (0-15), acarretando os valores mais baixos de densidades dos copépodes no estudo. Populações de copépodes diminuem quando a salinidade se aproxima dos níveis de água doce, criando uma hipótese de que há correlação negativa entre níveis mais baixos de salinidade e aumento das taxas de mortalidade dos copépodes (HARRIS, 2007). Por a salinidade ter apresentado grandes flutuações, o ambiente apresenta condições mixohalinas, com valores de 0,5 (limnético) a 40 (eurihalino), como observado também no estuário do rio Caeté (PA), com valores de 0 a 37 (MAGALHÃES *et al.* 2010).

Apesar dos estágios de desenvolvimento terem ocorrido também na estiagem, baixas densidades foram observadas, possivelmente em função das salinidades mais altas, as quais podem ter prejudicado o desenvolvimento dos organismos. A salinidade e o fornecimento alimentar são importantes fatores que influenciam as populações de copépodes calanóides no sistema estuarino (LAWRENCE, VALIELA & TOMASKY, 2004). Altos níveis de salinidade podem ocasionar uma redução da produtividade

primária, de tal modo que possa vir a interferir nos níveis tróficos superiores e comprometer o funcionamento do ecossistema (BARROSO, 2014). Níveis extremos de salinidade (5 e 35) podem afetar a capacidade de eclosão dos ovos, a mortalidade, capacidade de reprodução e taxa de sobrevivência dos indivíduos de *Pseudodiaptomus annandalei* que tem a faixa de tolerância mais favorável à espécie de 15 a 20 (CHEN, 2006). Diante disso, possivelmente o gênero tem uma limitação bem menor à água doce do que às águas mais salinas. Assim, copépodes estuarinos podem ser bons indicadores de mudanças climáticas, devido à rápida resposta do sistema às alterações de temperatura e precipitação, apesar de muitos estuários suportarem grandes concentrações e atividades humanas que podem interferir na resposta dos organismos (INTXAUSTI *et al.* 2012). Entender como mudanças hidrológicas afetam os ecossistemas pode revelar a importância do papel ecológico desempenhado por eventos de mudanças climáticas na estrutura das assembleias de copépodes ou populações específicas (MARQUES *et al.* 2007).

A salinidade é um importante fator que regula a composição e a densidade das espécies de *Pseudodiaptomus* (COLLINS & WILLIAMS, 1981). *P. marshi* apresentou maiores abundâncias relativas, em relação às outras espécies, no período chuvoso e densidades em salinidades entre 28-32. Tem dominância, especialmente, nos meses de estação chuvosa, quando a salinidade diminui, preferindo condições salinas baixas à intermediárias e, durante o estio, diminui em abundância (MAGALHÃES *et al.* 2015). A espécie tem preferência por regimes oligohalinos-mesohalinos (MAGALHÃES *et al.* 2010), embora seja capaz de sobreviver e até mesmo reproduzir em águas hipersalinas (MEDEIROS *et al.* 2006). É numerosa em vários estuários do norte e nordeste do Brasil, em águas de baixa-mares (BJÖRNBERG, 1981), como na Ilha de Itamaracá (PE) (SILVA *et al.* 2003) e no rio Sucuruji (PA) (NASCIMENTO *et al.* 2011).

Somente fêmeas de *P. richardi* ocorreram no período chuvoso, apresentando uma baixa frequência da espécie, como observado também por Pessoa (2009). Em outros estuários brasileiros apresenta maiores densidades e frequências no período seco (MAGALHÃES *et al.* 2006; STERZA & FERNANDES, 2006; VEADO, SANT'ANA & RESGALLA, 2010). É numerosa em águas de baías e manguezais, tendo preferência por águas pouco salinas (BJÖRNBERG 1981), ocorrendo desde a Lagoa dos Patos, sul do Brasil (KAMINSKI, BERSANO & AMARAL, 2009) ao estuário do rio Caeté, na região Amazônica (MAGALHÃES *et al.* 2006).

P. acutus apresentou baixas densidades no rio Pacoti (CE), como observado no rio dos Passos (PE) por Figueirêdo *et al.* (2014). Os machos foram mais frequentes em um regime eurihalino (estiagem), ao ocorrerem em salinidades mais altas do que nos meses de maior precipitação, em que o fluxo de água doce diminuiu o nível da salinidade. A espécie apresenta uma correlação positiva e significativa com a salinidade (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1968). Em estuários brasileiros é considerada muito abundante (ARA, 2004; MAGALHÃES *et al.* 2006; LIMA *et al.* 2012).

P. trihamatus, nativo das águas costeiras do Indo-Pacífico (WALTER, 1984) teve seu registro pela primeira vez no Brasil em viveiros de camarão ao longo das margens do estuário do rio Potengi (RN) (MEDEIROS, 2006). No estuário do rio Pacoti (CE), apesar de baixa densidade, apresenta ocorrência de >50% em todo o período de estudo, mostrando tolerância em uma ampla gama de salinidade. A espécie é amplamente distribuída em todas as águas estuarinas e costeiras do Nordeste a partir de Canguaretama (RN) à Barroquinha (CE) (MEDEIROS *et al.* 2006), mostrando tolerância para uma ampla variação de salinidade, a qual parece conferir um benefício adicional para o sucesso de dispersão da espécie. Sua presença na bacia do Pina, em Pernambuco amplia a ocorrência da espécie no Nordeste do Brasil (ANDRADE DOS SANTOS *et al.* 2009). Apresenta um caráter eurihalino, sendo registrada em salinidades 6,5-9,9 e apesar de baixa abundância, não parece competir com as outras espécies congênicas (ANDRADE DOS SANTOS *et al.* 2009). Estudos recentes sobre a comunidade zooplancônica no norte (COSTA *et al.* 2013; COSTA *et al.* 2011; NASCIMENTO *et al.* 2011; MATSUMURA-TUNDISI *et al.* 2015) e sul (VEADO, SANT'ANA & RESGALLA, 2010) do país não registraram ocorrência da espécie.

A proporção sexual que parte do esperado de 1:1 foi observada ao longo do período de estudo, porém as diferenças entre as proporções foram mais frequentes. Tais flutuações podem estar associadas ao efeito do habitat sobre a população (GUSMÃO & MC KINNON, 2009). Variações nas densidades muitas vezes impõem mudanças entre os sexos, o que será importante nos aspectos de busca por um (a) companheiro (a), escolha mútua entre ambos, e cuidado parental (KOKKO & RANKIN, 2006). *P. marshi* foi favorável aos machos na maior parte do estudo. A proporção macho:fêmea é alta para as espécies quando preferem águas quentes (MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, 1969), quando há uma baixa abundância de fêmeas ou quando a população é menos densa (MAUCLINE, 1998). Na RSO de tendência masculina, a baixa densidade de fêmeas faz com que elas se tornem mais seletivas, devido uma maior oferta e

oportunidade na escolha de seus companheiros (SOUROUKIS & MURRAY, 1995). Geralmente com os machos, em que o sucesso reprodutivo é limitado, em função da disponibilidade de gametas do sexo oposto, a seleção favorece estratégias que melhorem este caso, onde os machos apresentam características e exposição de traços físicos que atraem as fêmeas (KOKKO & RANKIN, 2006).

Quando a proporção sexual é vantajosa para as fêmeas é devido à ausência ou baixa ocorrência de machos nas amostras (MAUCHLINE, 1998). Essa singularidade foi observada para *P. acutus* e *P. trihamatus*, na estiagem, quando as fêmeas ocorreram em maiores densidades ou quando na ausência de machos. Em uma tendência feminina as fêmeas relaxarão na seletividade em busca de um companheiro (JIROTKUL, 1999), ou seja, com uma baixa densidade observada de machos, as fêmeas têm uma dificuldade para encontrar um companheiro alternativo, de maneira que a mesma irá acasalar indiscriminadamente (DUR, 2012). A diminuição da taxa de encontro, em uma proporção com tendência feminina pode estar associada ao fato de que as fêmeas são menos móveis do que os machos (DUR *et al.* 2010).

À medida que proporção sexual aumenta e se aproxima do equilíbrio a taxa de encontro de um parceiro aumenta, sem afetar o crescimento da população (DUR *et al.* 2012). Logo, sugere-se que em proporções diferentes, principalmente quando há baixas densidades de machos, o sucesso da reprodução pode ser afetado, intervindo no crescimento das populações de *Pseudodiaptomus* spp.. A baixa taxa de produtividade e a necessidade de copular várias vezes no ciclo reprodutivo podem ser fatores negativos à manutenção das populações do gênero, porém, sugere-se que a condição do gênero de produzir ovos de resistência, pode ser um benefício adaptativo, diante da oscilação da salinidade e da suposta menor produtividade durante o período de estiagem, que podem ser fatores prejudiciais aos copépodes. Portanto, os ovos de resistência são como uma fonte potencial de reserva, especialmente em ambientes com alta variabilidade (BROCK *et al.* 2003).

7 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A variação sazonal da pluviosidade influencia a distribuição das populações de *Pseudodiaptomus* (estágios de desenvolvimento CII-CVI) no estuário do rio Pacoti (CE) ao registrar maiores densidades no período chuvoso.

- Maior volume de precipitação (abril) contribui para maiores densidades dos adultos de *Pseudodiaptomus marshi* porque estabelece melhores condições para as populações, possivelmente por favorecer salinidades mais baixas que a água do mar e por induzir uma maior produtividade do ecossistema e, portanto, de alimento, aumentando as taxas reprodutivas.

- A salinidade, regulada pela precipitação na quadra chuvosa, influencia a dinâmica das populações de *Pseudodiaptomus* spp. no estuário.

- As proporções sexuais de *P. marshi*, *P. acutus* e *P. trihamatus* apresentam alterações com a sazonalidade, em função de maiores ou menores densidades.

A presença de *P. trihamatus* no estuário demonstra que esta espécie exótica encontra condições para se estabelecer, logo, torna-se necessário um acompanhamento mais profundo da sua ocorrência e distribuição a fim de compreender o hábito da espécie e potenciais impactos que possam surgir às espécies nativas.

A produtividade primária e os nutrientes podem influenciar na estrutura das populações de *Pseudodiaptomus*, logo a coleta de dados futuros é importante, bem como a verificação de parâmetros abióticos (temperatura, oxigênio dissolvido, turbidez).

REFERÊNCIAS

- ALBER, M. A Conceptual Model of Estuarine Freshwater Inflow Management. *Estuaries*, v. 25, n. 6B, p. 1246–1261, Dec., 2002.
- ALMEIDA, L. R. **Avaliação espaço-temporal do zooplâncton da laguna estuarina de Guaraíras (RN, Brasil)**. 2006. Dissertação. (Mestrado em Bioecologia Aquática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- ALMEIDA, L. R.; COSTA, I. S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil. *Braz. J. Biol.*, v. 72, n. 1, p. 13-24, 2012.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Atlas Brasil. **Abastecimento urbano de água**, 2010. Disponível em: < <http://goo.gl/rZleET> > Acesso em: 17. Jan. 2016.
- ANDRADE DOS SANTOS, D.; GARCIA-DIAZ, X.; GUSMÃO, L. M. O.; SCHWAMBORN, R. Registro do copepoda exótico *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 no estado de Pernambuco (Brasil). *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v. 4, n. 1, jan. 2009.
- ARA, K. Temporal variability and production of the planktonic copepods in the Cananeia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. II. *Acartia lilljeborgi*. *Plankton Biol. Ecol.*, v. 48, n. 1, p. 35-45, 2001a.
- ARA, K. Length-weight relationships and chemical content of the planktonic copepods in the Cananeia Lagoon estuarine system, Sao Paulo, Brazil. *Plankton Biol. Ecol.*, v. 48, n. 2, p. 121-127, 2001b.
- ARA, K. Temporal variability and production of *Temora turbinata* (Copepoda: Calanoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. *Sci. Mar.*, v. 66, n. 4, p. 399-406, 2002.
- ARA, K. Temporal Variability and Production of the Planktonic Copepod Community in the Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brazil. *Zoological Studies*, v. 43, n. 2, p. 179-186, 2004.
- ARAÚJO, H. M. P. O zooplâncton do estuário do rio Sergipe. In: ALVES, J. D. P. H. (Ed.). **Rio Sergipe: importância, vulnerabilidade e preservação**: Editora UFS, 2006. p.70-86.
- ARAÚJO, H. M. P.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A.; NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; LUCAS, A. P. O E ALVES, J. P. H. Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, n. 4, p. 751-762, 2008.
- BARROSO, H. S. **Estrutura das assembleias de bacterioplâncton, arqueoplâncton e fitoplâncton em estuários sob estresses antropogênicos (NE – Brasil)**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Centro de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 2014.

- BJÖRNBERG, T. K. S. Copepoda. In: Boltovskoy, D. (ed.) **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Publ. Esp. INIDEPE, Mar del Plata, p. 587-679, 1981.
- BOLTOVSKOY, D. Atlas del zooplancton **del Atlantico Sudoccidental y métodos de con el zooplancton marino**. Mar del Plata: INIDEP, p. 936, 1981.
- BOLTOVSKOY, D. **South Zooplankton**. Backhuys Publishers, Leiden, v. 2, p. 869-1706, 1999.
- BRADFORD-GRIEVE, J.M.; MARKHASEVA, E.L.; ROCHA, C.E.F.& ABIAHY, B. Copepoda In: Boltovskoy, D.(ed.). **South Atlantic Zooplancton**. Leiden: Backhuys Publishers, p. 869-1098, 1999.
- BROCK, M. A., NIELSEN, D. L., SHIEL, R. J., GREEN, J. D.; LANGLEY, J. D. Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1207-1218, 2003.
- BRYLINSKI, J.M.; ANTAJAN, E.; RAUD, T.; VINCENT, D. First record of the Asian copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) in the southern bight of the North Sea along the coast of France. in press. **Aquatic Invasions**, v. 7, 2012.
- CABRAL, C. R. **Análise da estrutura e transporte do zooplâncton no estuário do rio Caravelas (Bahia-Brasil) através do uso do zooscan**. 2009. Dissertação. (Mestrado em Bioecologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.
- CASTRO, P.; HUBER, M. E. Estuários: onde os rios encontram o mar. In: _____. **Biologia Marinha**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH. Cap. 12. p . 268-286, 2012.
- CAMPOS, J. N. & STUDART, T. M. C. Climatologia. In: CAMPOS, A. A *et al.* **A zona costeira do Ceará – Diagnóstico para a gestão integrada**. Fortaleza: AQUASIS, 2003.
- CARRASCO, N. K.; PERISSINOTO, R. Development of a Halotolerant Community in the St. Lucia Estuary (South Africa) during a Hypersaline Phase. **Plos one**. v. 7, Issue 1, e29927. doi:10.1371/journal.pone.0029927 Jan.2012.
- CARROLL, S. P.; SALAMON, M. H. Variation in sexual selection on male body size within and between populations of the soapberry bug. **Anim. Behav.**, v. 50, 1995.
- CAVALCANTI, E. A. H.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VIEIRA, D. A. N. Mesozooplâncton do sistema estuarino de Barra das Jangadas, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 3, p. 436-444, 2008.
- CHEN, Q.; SHENG, J.; LIN, Q.; GAO, Y.; LV, J. Effect of salinity on reproduction and survival of the copepod *Pseudodiaptomus annandalei* Sewell, 1919. **Aquaculture**, v. 258, p. 575-582, 2006.
- CHRISTY, J. H.; STANCYK, S. E. Timming of larval production and flux of

- invertebrate larvae in a well-mixed estuary. IN: V.S. Kennedy (ed.). **Estuarine comparisons**. Academic Press, N.Y. p.489-503, 1982. Disponível em: <<http://goo.gl/goH9c8>>. Acesso em: 23. Jan. 2016.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estud. av.** [online], v.22, n.63, p. 61-82. ISSN 1806-9592. 2008.
- COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Plano de Gerenciamento das bacias Metropolitanas**. Fortaleza, 2007.
- COLLINS, N. R.; WILLIAMS, R. Zooplankton Communities in the Bristol Channel and Severn Estuary. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 9, p. 1-11, 1982.
- CORDELL, J. R.; RASMUSSEN, M.; BOLLENS, S. M.; Biology of the introduced copepod *Pseudodiaptomus inopinatus* in a northeast Pacific estuary. **Marine Ecology Progress Series**, v. 333, p. 213-227, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/jCkbbo/>>. Acesso em: 23. Jan. 2016.
- COSTA, R. M.; ATIQUÉ, P.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, 2011.
- COSTA, K.G., BESSA, R.S.C., PEREIRA, L.C.C., COSTA, R.M. Short and medium-term changes of *Pseudodiaptomidae* copepods in the Amazonian Mangrove Coast: the Paracauari River estuary. In: Conley, D.C., Masselink, G., Russell, P.E. and O'Hare, T.J. (eds.), Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), **Journal of Coastal Research**, Special Issue 65, 2013. Disponível em: <http://ics2013.org/papers/Paper3857_rev.pdf>. Acesso em: 19. Jan. 2016.
- CHRISTY, J. H. & STANCYK, S. E. Timing of larval production and flux of invertebrate larvae in a well-mixed estuary. In Kennedy, V.S., ed. **Estuarine Comparisons**, Academic Press, New York. pp. 489-503, 1982. Disponível em: <<http://goo.gl/FMzFti>> Acesso em: 19. Jan. 2016.
- DAY, J. H. What is an estuary? **South African Journal of Science**, v. 76, p. 198, 1980.
- DAY Jr. J. W. *et al.* Zooplankton, the Drifting Consumers. **Estuarine Ecology**. A Wiley-Interscience publication. John Wiley & Sons. Cap 8. pp.311-337, p. 558, 1989. ISBN0471062634. Disponível em: <<https://goo.gl/etlpca>>. Acesso em: 23. Jun. 2015.
- DEVREKER, D.; SOUSSI, S.; MOLINERO, J. C.; BEYREND-DUR, D.; GOMEZ, F.; FORGET-LERAY, J. Tidal and annual variability of the population structure of *Eurytemora affinis* in the middle part of the Seine Estuary during 2005. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 89, p.245-255, 2010.
- DIAS, C. O.; ARAUJO, A. V.; BONECKER, S. L. C. Seasonal variability of planktonic copepods (Copepoda: Crustacea) in a tropical estuarine region in Brazil. **Zoologia (Curitiba, Impresso)**, v. 26, p. 705-715, 2009.

- DUR G.; SOUISSI, S.; SCHMITT, S.; CHENG, S-H.; HWANG, JS. The different aspects in motion of the three reproductive stages of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda, Calanoida). **Journal Plankton Research**, v. 32, n. 4, p. 423-440, 2010.
- DUR, G.; SOUISSI, S.; SCHMITT, FG.; BEYREND-DUR, D.; HWANG, J. S. Mating and mate choice in *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda Calanoida). **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.**, v. 402, p. 1-11, 2011.
- DUR, G.; SOUISSI, S.; SCHMITT, F. G.; CHENG, S-H.; HWANG, J-S. Sex Ratio and Mating Behavior in the Calanoid Copepod *Pseudodiaptomus Annandalei*. **Zoological Studies**, v. 51, n. 5, p. 589-597, 2012.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; TUNDISI, J. G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Brazilian Journal of Oceanography**. ISSN 1679-8759. v. 44, n.1, p. 23-33, 1996. Disponível em: <<http://goo.gl/PMF5Hd>>. Acesso em: 22 jun. 2015.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da SILVA. 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**, São Paulo, v.1, n.1, p.15-28, dez. 2005.
- FIGUEIRÊDO, L. G. P.; FIDELIS, V. T. P.; AQUINO, E. P.; NEUMANN-LEITÃO, S. PASSAVANTE, J. Z. O. Mesozooplâncton do estuário do rio dos Passos, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 41, n. especial, p. 46-58, 2014.
- FONSECA, V. G.; KLEIN, V. L. M. Estudo sobre a composição do plâncton, no estuário do rio Jaguaribe (Ceará, Brasil). **Arq. Ciê. Mar.**, v. 16, n. 1, p. 1-8, 1976.
- FORTALEZA. Prefeitura de. **Plano de Gestão Integrada da Zona Marítima: Pojeto Orla**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2006.
- FUNCEME. Disponível em: <<http://goo.gl/rcf1fQ>>. Acesso em: 10. Jan. 2016
- FUNCEME. Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil. 2002. Disponível em:<<http://goo.gl/hXYhu3>>. Acesso em 10. Jan. 2016.
- GARCIA, T. M. **Ecologia do mesozooplâncton de um estuário semiárido tropical**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- GARCÍA, J. R & LÓPEX, J.M. Seasonal patterns of phytoplankton productivity, zooplankton abundance and hydrological conditions in Laguna Joyuda, Puerto Rico, p. 625-631. In J.D. Ros (ed.). Topics in Marine Biology. **Scientia Marina**, v. 53, 1989.
- GARRISON, T. **Fundamentos de Oceanografia**. 4. ed. Cengage Learning. São Paulo, p.426, 2010.
- GILBERT J. J.; WILLIAMSON, C. E. Sexual dimorphism in zooplankton (Copepoda, Cladocera, and Rotifera). **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 14: 1-33. 1983. Disponível em:<<http://goo.gl/LOCJQY>>. Acesso em: 20. Jan. 2016.

GOLEZ, M. S. N., TAKAHASHI, T.; ISHIMARU, T.; OHNO, A. Post-embryonic development and reproduction of *Pseudodiaptomus annandalei* (Copepoda: Calanoida). **Plankton Biol. Ecol.**, v. 51, n. 1, p. 15-25, 2004.

GRICE, G. D. The developmental stages of *Pseudodiaptomus coronatus* Williams (Copepoda, Calanoida). **Crustaceana**, v.16, n. 3, p.291-301, 1969.

GRINDLEY, J.R. The *Peudodiaptomidae* (Copepoda: Calanoida) of Southern African waters, including a new species, *Pseudodiaptomus charteri*. **Annals of the South African Museum**, v. 46, p. 373-391, 1963.

GUSMÃO, L. F. M & MCKINNON, A. D. *Acrocalanus gracilis* (Copepoda: Calanoida) development and production in the Timor Sea. **Journal of Plankton Research**, v.31, n.9, p.1089-1100, 2009. Disponível em: <<http://goo.gl/e5qPCh>>. Acesso em: 29. Jun. 2015.

HARRIS, M. Surface zooplankton abundance and diversity, and the salinity tolerances of the subclass copepoda and crustacean nauplii in Mo'orea, French Polynesia. **Stud. Resear. Papers**, Fall 2007, UCB Moorea Class: Biology and Geomorphology of Tropical Islands. UC Berkeley, 2007. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/15d994df>>

IPECE. Mapa da Região Metropolitana de Fortaleza - RMF. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará**, 2007. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/125x.htm>>. Acesso em: 22. Fev. 2016.

IRIGOIEN, X.; OBERMULLER, B.; HEAD, R. N.; HARRIS, R. P.; REY, C.; HANSEN, B. W.; HYGUM, B. H.; HEATH, M. R.; DURBIN, E. G. The effect of food on the determination of sex ratio in *Calanus* spp.: evidence from experimental studies and field data. **Journal of Marine Science**, v. 57, p. 1752-1763, 2000.

ISLA, J. A. PERISSINOTTO, R. Effects of temperature, salinity and sex on the basal metabolic rate of the estuarine copepod *Pseudodiaptomus hessei*. **Journal of Plankton Research**, v. 26, n. 5, p. 579-583, 2004.

INTXAUSTI, L.; VILLATE, F.; URIARTE, I.; IRIARTE, A.; AMEZTOY, I. Size-related response of zooplankton to hydroclimatic variability and water-quality in an organically polluted estuary of the Basque coast (Bay of Biscay). **Journal of Marine Systems**, v. 94, p. 87-96, 2012.

JACOBY, C. A.; YOUNGBLUTH, M. J. Mating behavior in three species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida). **Marine Biology**, v. 76, p. 77-86, 1983.

JARA, E. R. Seasonal abundance of the demersal copepod *Pseudodiaptomus cokeri* (Calanoidea: *Pseudodiaptomidae*) in a Caribbean estuarine environment. **Rev. biol. Trop.**, v. 46, n.3 San José Sep, 1998.

JERLING, H. L & WOOLDRIDGE, T. H. The developmental stages of *Pseudodiaptomus hessei* (Copepoda: Calanoida). **South African Journal of Zoology**. v. 24, n. 2, p. 139-145, 1989. DOI: 10.1080/02541858.1989.11448145. Disponível em: <<http://goo.gl/TRRGYI>>. Acesso em: 06. Jan. 2016.

- JIROTKUL, M. Operational sex ratio influences female preference and male–male competition in guppies. **Animal behaviour**, v. 58, p. 287–294 1999.
- JOHNSON, M. W. On a new specie of *Pseudodiaptomus* from the west coast of Mexico, Costa Rica and Ecuador (Copepoda), **Crustaceana**, v. 7, n. 1, p. 33-41, 1964.
- JORDAN, T. E; CORRELL, D. R.; MIKLAS, J. & WELLER, D. E. Long-term trends in estuarine nutrients and chlorophyll, and short-term effects on variations in watershed discharge. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 75, p.121-132, 1991.
- KAISER, M. J. *et al.* **Marine Ecology: Processes, Systems, and Impacts**. Oxford University Press Inc., New York, p. 557, 2005.
- KVARNEMO, C. & AHNESJO, I. The dynamics of operational sex ratios and competition for mates. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 11, n. 10, pp. 404-408, 1996.
- KAMINSKI, S. M.; BERSANO, J. G. F.; AMARAL, W. J. A. Efeitos da salinidade e dieta alimentar sobre os copépodes *Pseudodiaptomus richardi* e *Notodiaptomus incompositus* em estudos de laboratório. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 13, n. 1, p. 25-36, jul. 2009.
- KETCHUM, B. H. Estuarine Characteristics. In: _____. **Ecosystems of the world: Estuaries and Enclosed seas**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company. Cap. 1. p.1-14, 1983.
- KIØRBOE, T.; SABATINI, M. Reproductive and life cycle strategies in egg-carrying cyclopoid and free-spawning calanoid copepods. **J. Plankton Res.**, v. 16, p. 1353-1366, 1994.
- KIØRBOE, T.; SABATINI, M. Scaling of fecundity, growth and development in marine planktonic copepods. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 120, p. 285-298,1995.
- KIØRBOE, T. Sex, sex-ratios, and the dynamics of pelagic copepod populations. **Oecologia**, v. 148, n. 1, p. 40-50, 2006.
- KODRIC-BROWN, A. Effects of sex-ratio manipulation on territoriality and spawning success of male pupfish, *Cyprinodon pecosensis*. **Anim. Behav.**, v. 36, p. 1136-1144, 1988.
- KOKKO, H & RANKIN, D. J. Lonely hearts or sex in the city? Density-dependent effects in mating systems. **Phil. Trans. R. Soc. B.**, v. 361, pp. 319-334, 2006.
- KÖPPEN, W. Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahresablauf. **Petermanns Geogr. Mitt.**, v. 64, (193-203), p. 243-248, 1918.
- LACERDA, L. D.; MENESES, M. O. T.; MOLISANI, M. M. Changes in mangrove extension at the Pacoti River estuary, CE, NE Brazil due to regional environmental changes between 1958 and 2004. **Biota Neotropical**. [online]. v.7, n.3, p.67-72, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/30GTzV>>. Acesso em: 6. Jan. 2016.
- LAM-HOAI T, GUIRAL D AND ROUGIER C. Seasonal change of community

structure and size spectra of zooplankton in the Kaw River estuary (French Guiana). **Est Coast Shelf Sci**, v. 68, p. 47–61, 2006.

LAWRENCE, D.; VALIELA, I.; TOMASKY, G. Estuarine calanoid copepod abundance in relation to season, salinity, and land-derived nitrogen loading, Waquoit Bay, MA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, p. 547–557, 2004.

LEITE, N. R.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Nat., Belém**, v. 4, n. 2, p. 149-164, maio-ago, 2009.

LI, C.; LUO, X.; HUANG, X.; GU, B. Influences of temperature on development and survival, reproduction and growth of a Calanoid Copepod (*Pseudodiaptomus dubia*). **The Scientific World Journal**, v. 9, p. 866–879, 2009.

LIMA, B. F. R.; PESSOA, V. T.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P.; NEUMANN-LEITÃO, S. Mesozooplâncton do estuário do rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 40, n. 1, p. 158-166, 2012.

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

LUCAS, A. P. O.; SEVERI, W.; MELO-COSTA, W.; MELO-COSTA, W. Variação sazonal do macrozooplâncton do estuário do rio Siriji, litoral norte de Pernambuco - Brasil. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 36, n. 1-2, p. 28-39, 2008.

MAGALHÃES, A.; COSTA, R. M.; LIANG, T. H.; PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two *Pseudodiaptomus* species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon region - North of Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 2A, p.421- 430, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/vo9icM>>. Acesso em: 29. Jun. 2015.

MAGALHÃES, A.; BESSA, R. S. C.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Variação temporal da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do Taperaçu, Pará, Brasil. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Cienc. Nat., Belém**, v. 4, n. 2, p. 133-148, maio-ago, 2009.

MAGALHÃES, A. PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. J. S.; LIANG, T-H.; COSTA, R. M. Populational dynamics of *Pseudodiaptomus marshi* (Crustacea: Copepoda) in the Caeté estuary (Brazil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 38, n. 2, p. 165-174, 2010.

MAGALHÃES, G. B & ZANELLA, M. E. Comportamento Climático da região Metropolitana de Fortaleza. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 129-145, 2011. Disponível em: < <http://goo.gl/Fvls2T>>. Acesso em: 7. Jan. 2016.

MAIA, L. P. **Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE-BRASIL): implicaciones para uma gestão adecuada de la zona litoral**. Universitat de Barcelona. Tesis Doctoral. 1998.

- MARCOLIN, C. R.; CONCEIÇÃO, B. L.; NOGUEIRA, M. M.; JUNIOR, P; M.; JOHNSON, R. Mesozooplankton and Ichthyoplankton composition in two tropical estuaries of Bahia, Brazil. **Check List**, v. 6, n. 2, 2010.
- MARQUES, S. C.; AZEITEIRO, U. M.; MARTINHO, F.; PARDAL, M. A. Climate variability and planktonic communities: The effect of an extreme event (severe drought) in a southern European estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 73. pp. 725-734, 2007.
- MARINO, M. T. R. D & FREIRE, G. S. S. Análise da evolução da linha de costa entre as praias do Futuro e Porto das Dunas, região metropolitana de Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**. v. 13, n. 1, p. 113-129, 2013. Disponível em: < <http://goo.gl/i8vBbr>>. Acesso em: 6. Jan. 2016.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. & TUNDISI, J.G. Occurrence of *Pseudodiaptomus gracilis* (F. Dahl, 1894), Copepoda, Calanoida in Amazonian fresh waters. **Brazilian Journal of Biology** [online] v.67, n.3, p.585-586, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/Q3PVOY>>. Acesso em: 24. Jun. 2015.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; SOUZA-SOARES, F.; TUNDISI, J. E. M. Zooplankton community structure of the lower Xingu River (PA) related to the hydrological cycle. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 75, n. 3, supl. 1, p. 47-54, Aug. 2015. Disponível em: < <http://goo.gl/vMDoqd>>. Acesso em: 19. Jan. 2016.
- MAUCLINE, J. Advances in marine biology. **The biology of calanoid copepods**. Series editors. J. H. Blaxter, A. J. Southward & P. A. Tyler. v. 99, 1998.
- MEDEIROS, G. F.; MEDEIROS, L. S.; HENRIQUES, D. M. F.; LIMA E CARLOS, M. T.; FAUSTINO, G. V. B. S.; LOPEZ, R. M. Current distribution of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 along the northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 241-245, 2006.
- MEDEIROS, G. F.; ROCHA, C. E. F. & SILVA, M. L. A note on the occurrence of *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 (Crustacea Copepoda) in Natal, Brazil. **Bolm. Dep. Oceanogr. Limnol. Univ. Fed. Rio Grande do Norte**, v. 8, p. 113, 1991. IN: MEDEIROS, G. F.; MEDEIROS, L. S.; HENRIQUES, D. M. F.; LIMA E CARLOS, M. T.; FAUSTINO, G. V. B. S.; LOPEZ, R. M. Current distribution of the exotic copepod *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 along the northeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 241-245, 2006.
- MELO, P. A. M. C.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO NETO, F. F. Variação nictemeral do macrozooplâncton na Barra Orange – Canal de Santa Cruz, estado de Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n. 2, p. 30-49, 2008.
- MICHALEC, F. G.; HOLZNER, M. J-S.; SOUISSI, S. Three dimensional observation of salinity-induced changes in the swimming behavior of the estuarine calanoid copepod *Pseudodiaptomus annandalei*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 438, p. 24-31, 2012.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física**

de Estuários. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. ISBN: 978-85-314-0675-1. 2002.

MOHAMED, H. H. First record of the Marine Calanoid Copepod *Pseudodiaptomus* c.f. *ardjuna* from Shatt Al-Arab River, Iraq, **Mesopot. J. Mar. Sci.**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 2011.

MOLISANI, M. M.; CRUZ, A. L. V.; MAIA, L. P. Estimativas das descargas fluviais para os estuários do Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 53-60, 2006.

MORAITOU-APOSTOLOPOULOU, M. Variability of some morphoecological factors in six pelagic copepods from the Aegean Sea. **Marine Biology**, v. 3, p.1-3, 1969.

NASCIMENTO, A. M.; PALHETA, G. D. A.; DA SILVA, R. S.; DA SILVA, A. C.; DE MELO, N. F. A. C. Dinâmica nictemeral da assembléia zooplanctônica no estuário do rio Sucuriçu Amapá-Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 11, n. 1, p. 9-19, 2011.

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Variação diurna e sazonal do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca, PE (Brasil). **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 24, p. 103-133, 1996.

NEUMANN-LEITÃO, S.; SOUZA, M. R. M.; PORTO NETO, F. F.; MOURA, M. C. O.; SILVA, A. P.; GUSMÃO, L. M. O. Zooplâncton do estuário do rio São Francisco, nordeste do Brasil. **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, Recife, v. 27, n.1, p. 33-54, 1999.

NISHIDA, S., RUMENGAN, I.F.M. A new species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) from the coastal waters of Sulawesi, Indonesia. **Plankton Biology and Ecology**, v. 52, p. 27-32, 2005.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. Estuaries and salt marshes. In: _____. **Marine Biology: An Ecological Approach**. 6 Ed. Pearson Benjamin Cummings. 2005.

OHMAN, M. D.; SMITH, P. E. A comparison of zooplankton sampling methods in the calcofi time series. **California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports**, v. 36, p. 153-158, 1995.

OHS, C. L.; RHYNE, A. L.; GRABE, S. W. DIMAGGIO, M. A.; STENN, E. Effects of salinity on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. **Aquaculture**, v. 307, p. 219-224, 2010.

OLIVEIRA, G. C.; GUSMÃO, L. M. O.; PORTO NETO, F. F. Macrozooplâncton do complexo estuarino da Baía do Pina (Recife - PE). **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, 23 a 28 de Setembro de 2007, Caxambu – MG, 2007.

OMORI, M.; IKEDA, T. **Methods in marine zooplankton ecology**. Wiley-interscience Publication, New York, pp. 331, 1984.

PAFFENHÖFER, G-A. On the ecology of marine cyclopoid copepods (Crustacea, Copepoda). **J. Plankton Res.**, v. 15, n. 1, p. 37-55, 1993.

PAN, Y.; SOUISSI A.; SOUISSI, S.; HWANG, J. Effects of salinity on the reproductive performance of *Apocyclops royi* (Copepoda, Cyclopoida). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**.v. 475, p. 108-113, 2016.

PARANAGUÁ, M. N. *et al.* Estrutura da comunidade zooplânctônica. In: _____. **Oceanografia, um cenário tropical**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2004.

PERES, A. C. **A comunidade zooplânctônica em um canal de maré no estuário do rio Caeté, Bragança (Pará, Brasil)**. 2009. Dissertação. (Mestrado em Zoologia), Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

PERILLO, G. M. E. Definitions and Geomorphologic Classifications of Estuaries. In: _____. (Ed.). **Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Development in Sedimentology**: Elsevier Science, v. 53, p. 17-47, 1995.

PESSOA, V. T.; MELO, P. A. M. C.; PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S.; HAZIN, F. H. V. Zooplâncton de Barra de Jangada, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 3, n.3, 2008.

PESSOA, V. T. **Mesozooplâncton da Bacia do Pina, Recife, Pernambuco - Brasil**. 2009. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

PESSOA, V. T.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; SILVA, A. P.; PORTO-NETO, F. F. Comunidade zooplânctônica na Baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil). **Rev. Bras. Enga. Pesca**, v. 4, n.1, jan. 2009.

PINHEIRO, L. S.; MORAIS, J. O. Interferências de barramentos no regime hidrológico do Estuário do Rio Catú – Ceará – Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 237-250, ago. 2010.

PORTO NETO, F. F. *et al.* Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 27, n. 2, p. 43-58, 1999.

POTTER, I. C.; CHUWEN, B. M.; HOEKSEMA, S. T.; ELLIOTT, M. 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, ISSN 0272-7714, 2010.

PRIMO, A. L., AZEITEIRO, U. M., MARQUES, S. C., MARTINHO, F., PARDAL, M.A. Changes in zooplankton diversity and distribution pattern under varying precipitation regimes in a southern temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 82, p. 341–347, 2009.

PRIMO, A. L., KIMMEL, D. G., MARQUES, S. C., MARTINHO, F., AZEITEIRO, U. M., & PARDAL, M. A. Zooplankton community responses to regional-scale weather variability: a synoptic climatology approach. **Climate Research**. v. 62, n.3, p. 189. 2015.

PRITCHARD, D. W. Basic Considerations. What is an estuary: Physical viewpoint. In: LAUFF, G. H. (Ed.). **Estuaries**. American Association for the advancement of science, Washington, D. C, n. 83, p. 3-5, 1967.

REBELLO, V.; NARVEKAR, J.; GADI. P.; VERENKAR, A.; GAUNS, M.; KUMAR, P. First Record of the Calanoid Copepod *Pseudodiaptomus serricaudatus* (Scott, T. 1894), (Copepoda: Calanoida: *Pseudodiaptomidae*) in the Equatorial Indian Ocean, **Asian Fish. Sci.**, v. 27, n. 2, p. 149-159, 2014.

REIS, S. H. O. **Variação espaço-temporal do zooplâncton no estuário do rio Quatipuru-Pará**. 2011. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.

RHYNE, A. L.; CORTNEY L. OHS, C. L.; STENN, E. Effects of temperature on reproduction and survival of the calanoid copepod *Pseudodiaptomus pelagicus*. **Aquaculture**, v. 292, p. 53–59, 2009.

RILEY, G. A. Microbiota. The Plankton of Estuaries. In: LAUFF, G. H. **Estuaries**. American Association for the advancement of science, Washington, D. C, n. 83, 1967.

SABIA, L., ZAGAMI, G., MAZZOCCHI, M. G., ZAMBIANCHI, E., & UTTIERI, M. Spreading factors of a globally invading coastal copepod. **Mediterranean Marine Science**, v.16, n. 1, p.460-471, 2015. DOI: 10.12681/mms.1154.

SAIZ-SALINAS, J. I.; GONZÁLEZ-OREJA, J. A. Stress in estuarine communities: lessons from the highly-impacted Bilbao estuary (Spain). **J. Aquat. Ecosyst. Stress Recovery.**, v. 7, p. 43–55, 2000.

SAKAGUCHI, S.O., HUEDA, H. A new species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda:Calanoida) from Japan, with notes on the closely related *P. inopinus* Burckhardt, 1913 from Kyushu Island. **Zootaxa**, v. 2623, p. 52-68, 2010.

SANTOS, V. G. **Distribuição espaço-temporal do zooplâncton no estuário do rio Maraú, Baía de Camamu - BA**. 2007. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2007.

SANTOS, D. A. **O zooplâncton como indicador da qualidade ambiental do parque dos manguezais-Pernambuco**. 2008. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

SANTOS, T. G.; GUSMÃO, L. M. O.; NEUMANN-LEITÃO, S.; CUNHA, A. G. Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá - PE. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, p. 41-56, 2009.

SCHETTINI, C. A. F.; MAIA, L. P.; TRUCCOLO, E. C. Análise da variabilidade do

nível da água na costa de Fortaleza, Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 44, n.1, p. 27-32, 2011.

SCHETTINI, C. A. F.; BEZERRA, L. J. C.; TRUCCOLO, E. C. **Distribuição longitudinal da salinidade em estuários de baixo influxo no Ceará**. XII Simpósio de recursos hídricos do nordeste. RN-Natal, 2014.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul**. Uma introdução às Ciências Marinhas. Rio de Janeiro: Interciência, pp.202, 2004.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://goo.gl/52PN1z>>. Acesso em: 6. Jan. 2016.

SILVA, T. A. NEUMANN-LEITÃO, S.; SCHWAMBORN, R.; GUSMÃO, L. M. O.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. Diel and seasonal changes in the macrozooplankton community of a tropical estuary in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n.3, p. 439-446, setembro, 2003.

SKLAR, F. H. & BROWDER, J. A. Coastal Environmental Impacts Brought About by Alterations to Freshwater Flow in the Gulf of Mexico. **Environmental Management**, v. 22, n. 4, p. 547-562, 1998.

SOH, H. Y.; KWON, S. W; LEE, W.; & YOON, Y. H. A new *Pseudodiaptomus* (Copepoda, Calanoida) from Korea supported by molecular data. **Zootaxa**, v. 3368, p. 229-244, 2012. Disponível em: < <http://goo.gl/08CkPe>>. Acesso em: 19. Jan. 2016.

SOUROUKIS, K.; MURRAY, A-M. Female Mating Behavior in the Field Cricket, *Gryllus pennsylvanicus* (Orthoptera: Gryllidae) at Different Operational Sex Ratios. **Journal of Insect Behavior**, v. 8, n. 2, 1995.

SOUZA-PEREIRA, P. E.; CAMARGO, A. F. M. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 9-17, 2004.

SRINUI, K.; NISHIDA, S.; OHTSUKA, S. A new species of *Pseudodiaptomus* (Crustacea, Copepoda, Calanoida, *Pseudodiaptomidae*) from the Prase River Estuary, Gulf of Thailand. **Zookeys**, v. 338, p. 39-54, 2013.

STERZA, J. M. **Variação espaço-temporal da comunidade zooplanctônica em resposta à hidroquímica no estuário do rio Paraíba do Sul, RJ**. 2006. Tese. (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2006.

STERZA, J. M.; FERNANDES, L. L. Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): Characterization during a three-year study. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, p. 95-105, 2006. ISSN 1679-8759. Disponível em: < <http://goo.gl/ckaxb7>>

SULLIVAN, B.K.; COSTELLO, J.H.; VAN KEUREN, D. Seasonality of the copepods *Acartia hudsonica* and *Acartia tonsa* in Narragansett Bay, RI, USA during a period of

climate change. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** v. 73, n.1, p. 259–267, 2007.

SUN, X.; LIANG, Z.; ZOU, J.; WANG, L. Seasonal variation in community structure and body length of dominant copepods around artificial reefs in Xiaoshi Island, China. **Chin. J. Oceanol. Limnol.** v. 31, n. 2, p. 282–289, 2013.

TITELMAN, J.; VARPE, Ø.; ELIASSEN, S.; FIKSEN, Ø. Copepod mating: chance or choice?. **Journal of plankton research**, v.29, n. 12, p.1023–1030, 2007.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Plankton studies in mangrove environment. V. Salinity tolerances of some planktonic crustaceans. **Boletim do Instituto Oceanográfico - USP**, v. 17, n. 1, p. 57-65, 1968.

UYE, S.; SHIMAZU, T.; YAMAMURO, M.; ISHITOBI, Y.; KAMIYA, H. Geographical and seasonal variations in mesozooplankton abundance and biomass in relation to environmental parameters in Lake Shinji–Ohashi River–Lake Nakaumi brackish-water system, Japan. **Journal of Marine Systems**, v. 26, pp.193-207, 2000.

VALLE-LEVINSON, A. Definition and classification of estuaries. In: _____. **Contemporary Issues in Estuary Physics**. Cambridge University Press, 2010. Disponível em: < <http://goo.gl/kybTfq>>. Acesso em: 6. Jan. 2016

VEADO, L. D.; SANT'ANA, B.S. & RESGALLA JR., C. Atlas do zooplâncton dominante no baixo estuário do rio Itajaí-Açu, Santa Catarina, Brasil: Copepoda e Cladocera. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**v. 10, n.2, p. 79-93, 2010.

VIEIRA, L.R.; GUILHERMINO, L.; MORGADO, F. Zooplankton structure and dynamics in two estuaries from the Atlantic coast in relation to multi-stressors exposure. **Estuar. Coast. Shelf. Sci.**, v. 167, parte B, p. 347–367, 2015.

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

WALTER, T. C. New species of *Pseudodiaptomus* from the Indo-Pacific, with a clarification of *P. aurivillii* and *P. mertonii* (Crustacea: Copepoda: Calanoida). **Proceeding Biology Society of Washington**, v. 97, n.2, p. 369-391, 1984.

_____. The zoogeography of the genus *Pseudodiaptomus* (Calanoida: Pseudodiaptomidae). In: Schriever G.; Schminke H. K.; Shih C. T. (Eds) Proceeding of the Second International Conference on Copepoda, Ottawa, Canadá. 1984. **Syllogeus**, v. 58, p. 502–508, 1986a

_____. New and poorly known Indo-Pacific species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida) with key to the species groups. **J. Plankton Res**, v. 8, p. 129-168. 1986b.

_____. Review of the taxonomy and distribution of the demersal copepod genus *Pseudodiaptomus* (CALANOIDA: *Pseudodiaptomidae*) from Southern Indo-West Pacific waters. **Aust. J. Freshw. Res.**, v. 38, p. 363-96, 1987.

_____. Review of the New World species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida), with a key to the species. **Bulletin of Marine Science**. v.45, n.3. p.590-628, 1989.

_____. *Pseudodiaptomus* Herrick, 1884. In: Walter, T. C. & Boxshall, G. 2015. World of Copepods database. **World Register of Marine Species**. Disponível em: <<http://goo.gl/JLbBhb>>. Acesso em: 19. Jan. 2016.

WALTER, T. C.; OHTSUKA, S.; CASTILLO, L.V. A new species of *Pseudodiaptomus* (Crustacea: Copepoda: Calanoida) from the Philippines, with a key to pseudodiaptomids from the Philippines *Pseudodiaptomus marinus* in the Mediterranean sea and comments on the status of the genus *Schmackeria*. **Proceedings of the Biological Society of Washington**. v.119, n.2, p. 202-221, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/EffrMP>>. Acesso em: 24. Jun. 2015.

WINDER, M.; SCHINDLER, D. E. Climate change uncouples trophic interactions in an aquatic ecosystem. **Ecology**. v. 85, p. 2100-2106, 2004.

WOOLDRIDGE, T. H. Estuarine zooplankton community structure and dynamics. In: ALLANSON, B AND BAIRD, D (eds.) **Ecology of South African Estuaries**, Cambridge University Press, UK, p. 141-166, 1999. Disponível em: <<https://goo.gl/wbcSGe>>. Acesso em: 1. Fev. 2016.

WRIGHT, S. A contribution to the knowledge of the genus *Pseudodiaptomus*. **Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts and Letters**, v. 23, p. 587-600, 1928. Disponível em: <<http://goo.gl/K9SX4H>>. Acesso em: 19. Jan. 2016.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. especial, n.36, p. 126-142, 2014.