



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

STÉPHANIE KÉCIA VIEIRA DE SOUSA

**INFLUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON
EM UM ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

CAMPINA GRANDE, PB

2019

STÉPHANIE KÉCIA VIEIRA DE SOUSA

**INFLUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON
EM UM ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Licenciado em Biologia.

Orientação: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha

Co-orientação: Msc. Lidiane Gomes de Lima

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S725i Sousa, Stéphanie Kécia Vieira de.

Influência da pluviosidade na distribuição do zooplâncton em um estuário do semiárido brasileiro [manuscrito] / Stephanie Kécia Vieira de Sousa. - 2019.

27 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.

"Orientação : Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha , Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."

"Coorientação: Profa. Ma. Lidiane Gomes de Lima , UEPB - Universidade Estadual da Paraíba"

1. Comunidade zooplanctônica. 2. Densidade zooplanctônica. 3. Fatores abióticos. 4. Precipitação. I. Título

21. ed. CDD 577.6

STÉPHANIE KÉCIA VIEIRA DE SOUSA

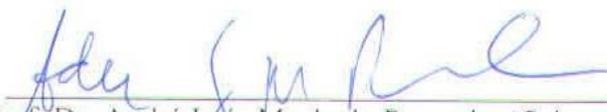
**INFLUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON
EM UM ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a/ao Coordenação/
Departamento do Curso de Ciências
Biológicas – Licenciatura plena da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Aprovada em: 09/12/2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Msc. Caroline Stefani da Silva Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Msc. Sandra Maria Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 METODOLOGIA.....	10
2.1 Área de Estudo.....	10
2.2 Delineamento amostral.....	11
3 RESULTADOS.....	12
3.1 Variáveis ambientais.....	12
3.2 Comunidade zooplanctônica.....	17
4 DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	23
6 REFERÊNCIAS.....	24

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que Ele realizou e pelo seu sustento em tornar tudo isso possível. Pelas pessoas do Shalom, que Ele mesmo me presenteou e pelo 100x mais que ele prometeu, e continua surpreendendo a cada tempo. Obrigada!

Agradeço a minha família, por todo o apoio dado, aqueles que convivem diariamente comigo e também os que fazem de tudo para se fazer presente, obrigada por não deixarem que nada fosse empecilho para essa formação, para essa conquista! Obrigada pelo cuidado de vocês, pela paciência de vocês, e como também me ajudam principalmente no meu crescimento como pessoa. Amo vocês.

Agradeço a André, por ter aberto as portas do laboratório para mim, por sua paciência, pelo seu cuidado e preocupação com os seus, muito obrigada por esse coração de pai, por acreditar em cada um dos peixinhos do seu cardume, porque realmente não é está à frente de um grupo, mas com você as coisas vão se tornando leves. Obrigada por acreditar em mim, e me fazer perceber que eu levo jeito para essa profissão, isso valeu muito para mim! Obrigada!

Agradeço a minha turma de graduação, que trilhou comigo essa etapa, Deus não poderia ter me dado pessoas melhores! Especialmente aqueles mais próximos (Lays, Camila, Gustavo, Elder, Michelle, Carine, Nathalia), vocês são demais, e me ensinaram muitas coisas! Foi uma quebra de paradigma nossa turma, onde cada um estendia a mão quando necessário, sem deixar que o outro desista! Muito obrigada mesmo por cada um de vocês, levarei para a vida! Ubuntu!

Agradeço a Professora Cibelle, que nos ensinou muitas coisas, em relação a nossa profissão, mas principalmente em enxergar o outro também como ser humano, e que isso é uma das coisas principais da nossa vida. Empatia!! Muito obrigada por tudo! Você não imagina a diferença que fez na minha formação acadêmica e no meu crescimento como ser humano. Desejo a você as coisas mais lindas desse mundo. Obrigada mais uma vez.

Agradeço também ao pessoal do Lep!! O melhor laboratório!! (sem dúvidas) Muito obrigada pelo apoio de vocês, por cada um que tive a oportunidade de tocar o coração, e contemplar a generosidade que nele habita, como não hesitam em ajudar o outro, principalmente aqueles mais próximos (Maysão, Íris, Breno, Alexandre, Diele, Malu, Éden, Carol) que também tiveram uma participação na construção desse trabalho, obrigada por vocês. Obrigada pelos alertas quando necessário, e como cada um, do seu

jeitinho, vai me conquistando de maneira muito simples. Vocês são demais! Muito obrigada!

INFLUÊNCIA DA PLUVIOSIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DO ZOOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

INFLUENCE OF RAINFALL ON ZOOPLANKTON DISTRIBUTION IN A BRAZILIAN SEMIARID ESTUARY

Stéphanie Kécia Vieira de Sousa

RESUMO

A comunidade zooplanctônica constitui um grupo de organismos de importância na manutenção da estabilidade das cadeias tróficas em ecossistemas aquáticos. Com as mudanças climáticas, é evidente as alterações na abundância e diversidade desses organismos, principalmente em épocas de alta pluviosidade. O presente estudo tem como objetivo analisar a influência das chuvas na alteração dos fatores abióticos e na distribuição do zooplâncton no estuário do semiárido, do rio Mamanguape. A amostragem foi coletada durante o período chuvoso, sendo realizados arrastos de subsuperfície, durante o período quando ocorreram as maiores precipitações e outros realizados quando esses valores foram menores. Com isso foi coletado um total de 142 amostras, e contabilizados cerca de 39 táxons constituintes do zooplâncton, com as maiores frequências sendo dos copépodos Calanoida e Cyclopoida com valores de 100% para ambos táxons, seguidos de Zoea de Brachyura (92,25%), Náuplio de Cirripédia (82,39%) e para as larvas de Gastropoda e Bivalvia com 61,26% de frequência para ambos táxons. Nossos dados evidenciaram as maiores densidade no período de maior precipitação, com isso, tiveram correlações positivas entre os fatores ambientais (salinidade, temperatura, profundidade, pluviosidade e a transparência) com a densidade. Durante o estudo os resultados apontaram para uma variação espaço-temporal da comunidade zooplanctônica, com indicações que a pluviosidade foi uma importante variável ambiental a controlar (*environmental drivers*) a dinâmica das populações desses organismos no estuário.

Palavras-chave: Fatores abióticos, Densidade zooplanctônica, Precipitação.

ABSTRACT

The zooplankton community is an important group of organisms that maintain the aquatic trophic chain. With climate change, changes in the abundance and diversity of these organisms are evident, especially in times of high rainfall. The present study aims to analyze the influence of rainfall on the alteration of abiotic factors and the distribution of zooplankton in the Mamanguape river semiarid estuary. Sampling was collected during the rainy season, and subsurface dragging was performed during the period when the highest rainfall occurred and others when the values were lower. As a result, a total of 142 samples were collected and about 39 zooplankton taxa, with the highest frequencies being the Calanóida and Cyclopóida copepods with values of 100% for both taxa, followed by Zoea de Brachyura (92.25%) , Cirripedia nauplius (82.39%) and for Gastropoda and Bivalvia larvae with 61.26% frequency for both taxa. Our data showed the highest density in the period of highest precipitation, thus, had positive correlations between environmental factors (salinity, temperature, depth, rainfall and transparency) with density, ie, the higher the values of these variables, the higher is the density of the zooplankton community. During the study the results pointed to a spatiotemporal variation of the zooplankton community, indicating that rainfall was an important environmental variable to control the environmental dynamics of the populations of these organisms in the estuary.

.Keywords: Abiotic factors, Zooplankton density, Rainfall.

1 INTRODUÇÃO

Como ambientes de transição, os estuários estabelecem uma interação entre as águas marinhas e continentais, provocando variações na amplitude das variáveis químicas e físicas da água que por sua vez, influenciam nas características fisiológicas e nos padrões estruturadores das comunidades que utilizam esses ambientes (VASCONCELOS et al., 2015). Nas regiões semiáridas, a irregularidade e escassez das chuvas faz com que os rios sejam classificados como intermitentes, ou seja, durante a estação seca, o fluxo de água doce não chega aos estuários, assim, grande parte do aporte de água doce nesses ambientes é proveniente das chuvas que ocorrem no litoral (ARAÚJO, 2011). E como consequência, pode provocar uma série de alterações dos fatores ambientais, como salinidade, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido, os quais podem funcionar como barreiras à dispersão, atuando na filtragem das espécies ao longo do gradiente estuarino (SOUZA, 2012).

O zooplâncton, constitui um importante grupo de organismos mantenedores da cadeia trófica aquática, cuja densidade e biomassa influenciam tanto o fitoplâncton quanto as comunidades de peixes por meio dos controles *top-down* e *bottom-up* sendo considerados elementos importantes para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (SUZUKI, NAKAYAMA, 2013; MARQUES et al., 2007; WETZEL, 2001; AGGIO, 2015).

Nos últimos anos, devido aos processos relacionados com as mudanças climáticas, é notório as mudanças na abundância e diversidade desses organismos, principalmente em épocas de alta pluviosidade (PRIMO et al., 2009). Mudanças na temperatura também podem causar algumas alterações na comunidade ou no número de indivíduos, ou ainda influenciando no tamanho corporal, principalmente em anos que são registrados as maiores temperaturas (STEMPNIEWICZ et al., 2007). Mudanças na salinidade do estuário causada por mudanças no regime pluviométrico são responsáveis também por respostas fisiológicas e alterações na abundância dos copépodes nos estuários (MAGALHÃES et al., 2015), uma vez que tais mudanças afetam o desenvolvimento de larvas planctônicas (COMO OCORRE) (DAUVIN E DESROY 2005; NAGELKERKEN et al., 2008; MAGALHÃES et al., 2015).

Todas essas alterações em decorrência das mudanças climáticas resultam em certas modificação na estrutura e abundância do zooplâncton. Em alguns estudos, relacionados aos copépodes, demonstram o aumento na predominância de Calanoida em períodos mais quentes, ao contrário dos Cyclopoida que apresentam maior abundância nas épocas mais frias (SOUZA, 2012; HOOFF e PETERSON 2006). Essa alteração no tamanho ocorre devido a uma maturação precoce mais rápido dos organismos fazendo com que ocorra gestações mais rápidas em temperaturas mais elevadas, que podem ser causadas pela escassez da chuva, assim comecem a se reproduzir em tamanhos menores. Relacionado a comunidade pode acontecer dois tipos de mudanças, no crescimento da proporção dos copépodes menores endêmicos ou ocorre o ganho ou perda na diversidade de espécies mais resistente ao calor em relação as espécies menos resistentes (RICE et al., 2014). Na parte costeira do Atlântico, três ordens de copépodes são essenciais entre os produtores primários e consumidores secundários relacionado a alimentação aquática, são eles : Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida (TURNER 1984; JOHNSON e ALLEN 2005; RICE et al., 2014).

A diminuição da biodiversidade marinha causa alguns prejuízos nos serviços ecossistêmicos, como a manutenção da qualidade da água, o fornecimento de alimentos, e a recuperação de perturbações (WORM et al., 2006; VASCONCELOS et al., 2015). O presente estudo tem como objetivo analisar a influência das chuvas na alteração dos fatores abióticos e na distribuição do zooplâncton em um estuário do semiárido brasileiro, e testar a hipótese de que durante o período de maior precipitação teve maiores abundâncias e composição do zooplâncton devido a mudança na salinidade e temperatura que foi influenciada pela pluviosidade.

2 METODOLOGIA

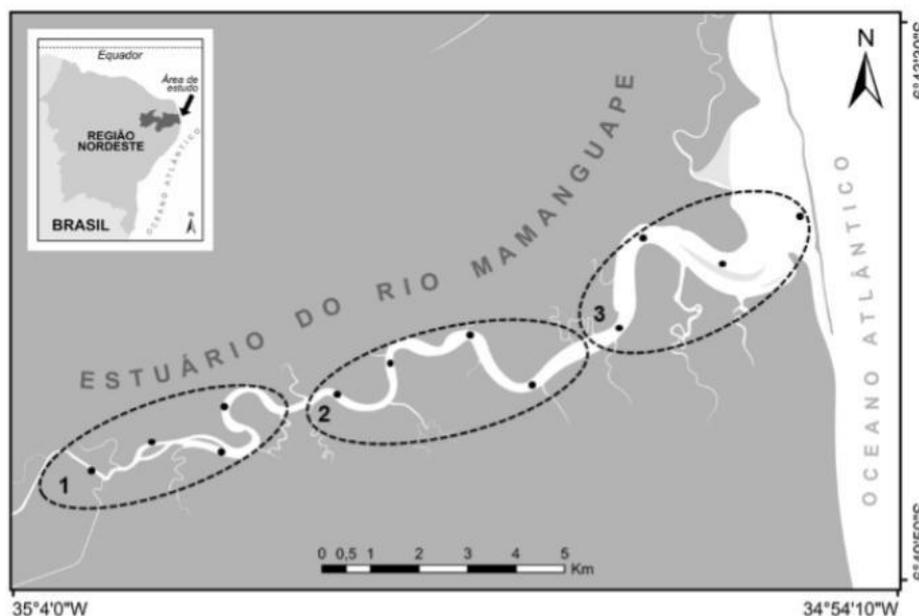
2.1 Área de Estudo

O estuário do Rio Mamanguape, localizado no Estado da Paraíba, no litoral Nordeste do Brasil (6°43'02 "S; 35°67'46" W), o qual faz parte da área de Proteção Ambiental de Barra Mamanguape. Esse estuário apresenta uma extensão de 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul, constituindo uma área 16.400 hectares de mangue, sendo representado principalmente por *Rhizophora mangle*, *Avicennia* sp, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus*, e remanescentes de mata Atlântica (NOBREGA; NISHIDA, 2003). O canal principal apresenta de 1 a 16 m de profundidade, onde são encontradas áreas vegetadas formadas por bancos de fanerógamas intertidais e subtidais, formados pelas espécies *Halophila decipiens*, *Halophila baillonis* e *Halodule wrightii* (XAVIER et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2015). E áreas não vegetadas constituídas por bancos de areia, silte e argila no meio do canal, bem como planícies de máres lamosas e praias arenosas. (SILVA et al., 2018) (Figura 1).

A classificação climática da região é do tipo -As' Köppen, equatorial com temperaturas médias (24°C – 29°C) e precipitações anuais entre 1750 e 2000 mm (VERÍSSIMO et al., 2017). O padrão de precipitação dessa região é dividido em dois períodos bem definidas um período chuvoso (março a agosto) e uma seca (setembro a fevereiro) (ALVARES et al., 2013).

Devido a sua localização em uma região do semiárido, o rio Mamanguape é classificado como intermitente, sendo condicionado pela estação chuvosa (ARAÚJO, 2011). Dessa forma, uma parte considerável de seu aporte de água doce na porção estuarina é proveniente das chuvas que ocorrem no litoral, uma vez que, muitas vezes o fluxo do rio não chega ao estuário (MANN, 1988). Assim, durante o período de estiagem, a intrusão salina pode se estender até as áreas mais superiores do estuário (DOLBETH et al., 2016).

Figura 1 Estuário do rio Mamanguape, Paraíba, com indicações das zonas de coleta do ictioplâncton: (1) Superior, (2) Intermediária, (3) Inferior e (•) Ponto de arrasto.



2.2 Delineamento amostral

O programa de amostragem foi desenvolvido por meio de quatro excursões com coletas mensais durante o período chuvoso, em maré alta de sizígia, sendo duas coletas realizadas durante o período quando ocorreram as maiores precipitações (20,15 nos meses de maio e junho) e outras duas realizadas quando esses valores foram menores (0,7 nos meses de julho e agosto). O estuário foi dividido em três zonas de acordo com o gradiente de salinidade: superior (1-10), intermediária (12-32) e inferior (33- 40). Em cada zona, foram determinados quatro pontos de amostras utilizando um GPS resultando no total doze pontos e três arrastos por ponto, totalizando 142 amostras.

O material biológico foi capturado por meio de uma rede de plâncton cônico-cilíndrica (60 cm de abertura de boca x 1,50 m de comprimento e abertura de malha de 200 micra), arrastando horizontalmente na subsuperfície da água durante a maré alta de sizígia, pelo período da manhã, com duração de 5 minutos, utilizando um barco de motor de polpa à uma velocidade de 2 nós. Um fluxômetro foi posicionado na boca da rede para determinar o volume de água filtrada, o qual foi utilizado para realização do cálculo de densidade (n° de indivíduos x $100m^3$) (LIMA et al., 2015). Após cada arrasto, as amostras foram devidamente etiquetadas e preservadas em formol 4%.

Simultaneamente, foram aferidos os parâmetros de salinidade através do salinômetro, temperatura da água (°C) com o auxílio de um termômetro de mercúrio, profundidade (m) com o auxílio do profundímetro, a transparência (cm) com o auxílio do disco de Secchi. Também foram coletadas amostras de água para posterior análise de clorofila *a* (mg/l), a fim de estimar a produtividade (WETZEL; LIKENS 1991). E os dados de precipitação (mm) foram compilados pela base de dados disponível no site da AESA.

No laboratório de ecologia de peixes da Universidade Estadual da Paraíba, as amostras foram diluídas em um volume de 600 ml, homogêneas e subdivididas em subamostras de 10ml, as quais foram coradas, contabilizadas e identificadas em placas de petri quadriculadas sob microscópio estereoscópio ao menor nível taxonômico possível, através da chave de identificação (BALECH, 1988; BOLTOVSKOY, 1999; FOISSNER, 1999).

Por fim, foi realizado permanova para testar a significância dos parâmetros ambientais, também foi realizado a Análise de Correspondência para identificar a distribuição dos táxons do zooplâncton utilizando a Frequência de Ocorrência e a Densidade entre zona e precipitação. A correlação de Pearson foi utilizada para associar a densidade do zooplâncton com os fatores abióticos, e verificar quais parâmetros ambientais influenciam a distribuição da comunidade zooplanctônica, o qual foi realizado no ambiente estatístico do R. Esta análise foi realizada com a função do pacote `-vegan` (OKSANEN et al., 2010) através do programa estatístico do R (The R Development Core Team, 2019).

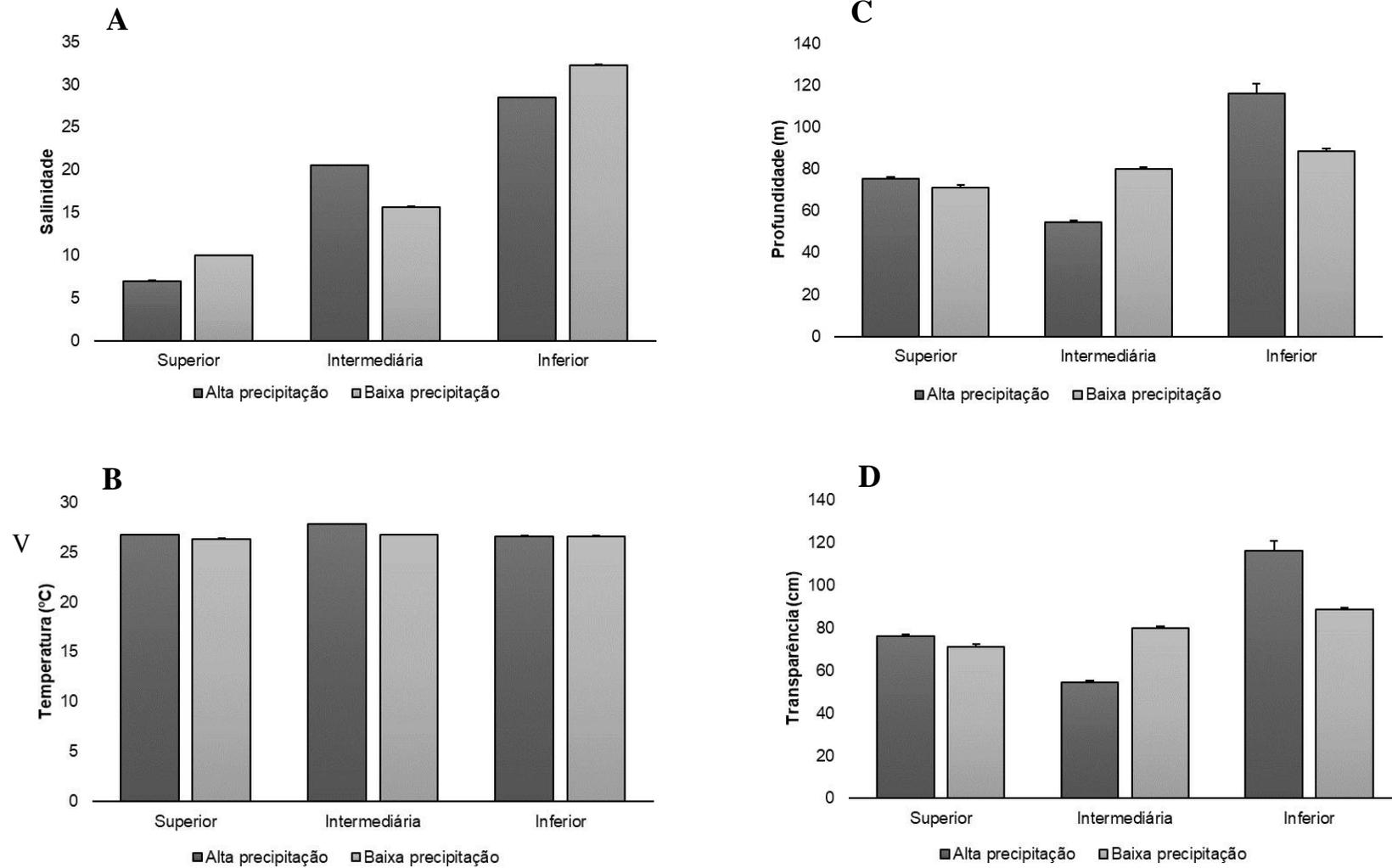
3 RESULTADOS

3.1 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais variaram significativamente entre os períodos (Pseudo- $F_{1,136} = 39,777$; $P = 0,0001$), as zonas (Pseudo- $F_{2,136} = 12,777$; $P = 0,0001$). Os resultados para as análises univariadas, a salinidade variou significativamente apenas entre as zonas (Pseudo- $F_{2,136} = 77,199$; $P = 0,0001$) (figura 2A), com maiores valores observados para a zona inferior durante o período de alta e baixa precipitação (tabela 1). A

temperatura teve uma pequena variação significativa entre os períodos (Pseudo- $F_{1.136} = 10,325$; $P=0,0019$), as zonas (Pseudo- $F_{2.136} = 8,4566$; $P=0,0003$) (tabela 1) (figura 2B). Em relação a profundidade, foram observadas diferenças significativas entre as zonas (Pseudo- $F = 3,6965$; $P=0,0286$), e registradas maiores profundidades na zona inferior, durante o período de alta precipitação (tabela 1) (figura 2C). Já a transparência apresentou variação significativa somente entre as zonas (Pseudo- $F_{2.136} = 3,6458$; $P= 0,02$), com maiores transparências observadas na zona inferior para os períodos de alta e baixa precipitação (tabela 1) (figura 2D). Para a clorofila *a*, foram observadas diferenças significativas entre os períodos (Pseudo- $F_{1.136} = 12,695$; $P= 0,0001$), as zonas (Pseudo- $F_{2.136} = 7,8638$; $P= 0,0001$), com maiores valores observados para o período de baixa precipitação na zona intermediária (tabela 1) (figura 2E). A amplitude da maré apresentou diferenças significativas entre os períodos (Pseudo- $F_{1.136} = 129,67$; $P= 0,0001$) com maiores amplitudes de maré para o período de baixa precipitação (tabela 1) (figura 2F). Por fim, a pluviosidade variou significativamente apenas entre os períodos (Pseudo- $F_{1.136} = 915,64$ $P= 0,0001$), com maiores valores observados para o período de alta precipitação, e não possuem diferença significativa entre as zonas. (tabela 1) (figura 2G).

Figura 2. Variações dos parâmetros ambientais entre as zonas superior, intermediária e inferior, durante os períodos de alta e baixa precipitação a longo do estuário do rio Mamanguape, semiárido brasileiro para o ano de 2018.



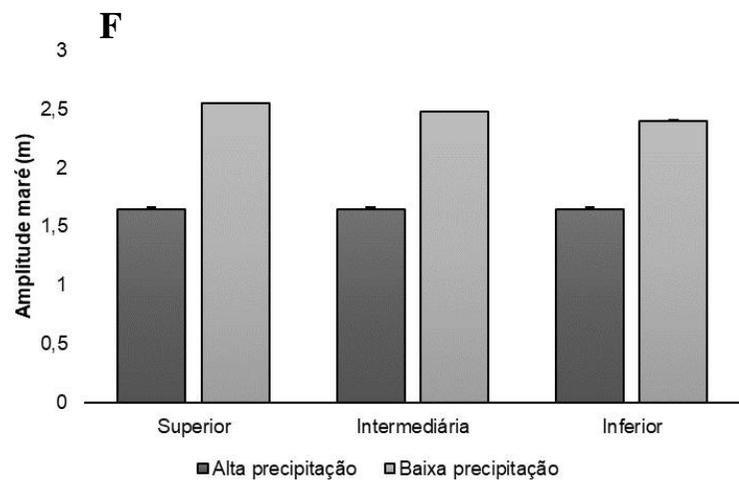
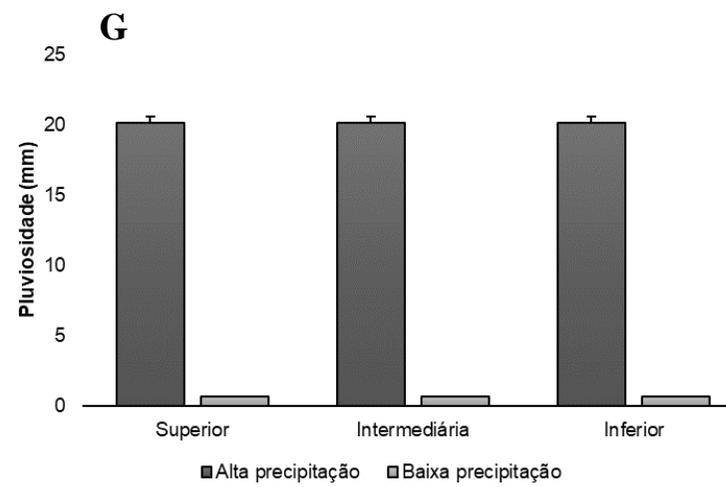
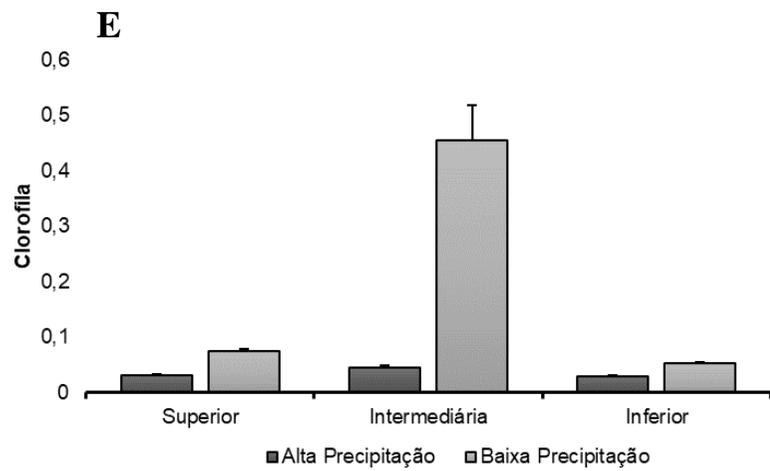


Tabela 1. Resultados do teste de pair-wise da PERMANOVA para a salinidade, temperatura, profundidade, transparência, amplitude da maré, clorofila *a*, e a pluviosidade para as três zonas (superior, intermediária e inferior) durante as estações chuvosa e seca de 2018 do estuário do rio Mamanguape, Semiárido do Brasil.

Estação	Zonas	Salinidade		Temperatura (°C)		Profundidade (m)		Transparência (cm)		Amplitude de Maré (m)		Clorofila <i>a</i> (µg/l)	
		t	P	t	P	t	P	t	P	t	P	t	P
Alta Precipitação	SUP-INT	6,76	0,0001	6,08	0,0001	3,37	0,0001	3,43	0,0001	<0,01	1	1,95	0,0562
	SUP-INF	9,48	0,0001	0,65	0,5203	0,33	0,7417	0,28	0,7783	<0,01	1	0,84	0,3655
	INT-INF	4,38	0,0002	7,63	0,0001	2,09	0,0426	2,09	0,0422	<0,01	1	1,49	0,1513
Baixa Precipitação	SUP-INT	0,81	0,4015	1,17	0,2439	1,36	0,1776	1,36	0,1788	3,00	0,0071	1,54	0,2058
	SUP-INF	6,31	0,0001	0,77	0,4325	2,55	0,0148	2,55	0,0133	6,39	0,0001	1,72	0,0885
	INT-INF	5,07	0,0001	0,42	0,6707	1,24	0,2204	1,24	0,2272	2,41	0,0279	1,79	0,1102

3.2 Comunidade zooplanctônica

Das 142 amostras, foram contabilizados um total de 38 táxons constituintes do zooplâncton. Os copépodos Calanoida e Cyclopoida foram os táxons de maior frequência com valores de 100% para ambos táxons, seguidos de Zoea de Brachyura (92,25%), Náuplio de Cirripédia (82,39%) e para as larvas de Gastropoda e Bivalvia com 61,26% de frequência para ambos táxons (tabela 2).

Durante o período de alta precipitação foram observadas maiores densidades do táxon de Calanoida nas zonas intermediária (5.779,31 ind/m³) e na zona inferior (6.724,36 ind/m³), Cyclopoida (2.623,55 ind/m³; 3.483,05 ind/m³) e Náuplio de Cirripédia (2.382,38 ind/m³; 1.667,82 ind/m³), também destaca-se Apendicularia na zona inferior (392,87 ind/m³) e Zoea de Brachyura na zona intermediária (312,66 ind/m³). Os resultados da PERMANOVA indicaram que a densidade do zooplâncton diferiu significativamente entre os períodos (Pseudo-F_{1,136} = 9, 2009; *P* = 0,0001), as zonas (Pseudo-F_{2,136} = 12, 079; *P* = 0,0001) (tabela 2).

No período de baixa precipitação os copépodos Calanoida (282,46 ind/m³; 85,73 ind/m³; 151,53 ind/m³) e Cyclopoida (416,14 ind/m³; 122,18 ind/m³; 210,86 ind/m³) apresentam maiores densidades nas três zonas, o Náuplio de Cirripédia apresentou maiores densidades nas zonas inferior (229,90 ind/m³) e intermediária (69,78 ind/m³), entretanto o Zoea de Brachyura destacou-se apresentando uma maior densidade na zona superior (109,28 ind/m³), em relação as outras zonas exibidas (tabela 2).

Na zona superior teve um número elevado de Zoea de Brachyura na baixa precipitação, também se destacaram os copépodos Calanoida e Cyclopoida no decorrer de todo o ambiente estuarino, nas três zonas. Na zona intermediária e inferior foi destacado o Náuplio de Cirripédia. Já na alta precipitação a zona superior não apresentou nenhum táxon em destaque, diferente da zona intermediária e inferior que teve os destaques dos copépodos Calanoida e Cyclopoida e também o táxon Náuplio de Cirripédia, enquanto o táxon Zoea de Brachyura se destacou na zona intermediária (Tabela 2).

Tabela 2. Frequência de Ocorrência e Densidade do zooplâncton para as três zonas (superior, intermediária e inferior) durante as estações chuvosa e seca de 2018 do estuário do rio Mamanguape, Semiárido do Brasil.

Táxon	Alta Precipitação						Baixa Precipitação					
	Superior		Intermediária		Inferior		Superior		Intermediária		Inferior	
	FO	Densidade	FO	Densidade	FO	Densidade	FO	Densidade	FO	Densidade	FO	Densidade
Radiolaria	4,16	<0,01	4,16	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
Tintinnida	-	-	8,33	14,44	4,16	0,02	-	-	4,16	0,09	4,16	0,13
Larva Éphyra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	0,01
Hidromedusa	-	-	33,33	3,70	8,33	0,01	-	-	-	-	-	-
Cercária	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	<0,01
Larva Polychaeta	12,50	0,01	20,83	0,56	16,66	0,36	8,69	<0,01	8,33	0,09	33,33	0,02
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	<0,01
Rotífera	58,33	3,21	58,33	34,91	37,50	56,77	39,13	1,10	41,66	7,33	4,16	0,33
Cumaceae	-	-	-	-	4,16	<0,01	4,34	<0,01	-	-	4,16	0,01
Caprellidae	4,16	<0,01	-	-	-	-	4,34	<0,01	12,50	0,11	4,16	<0,01
Cyprid	25,00	0,07	33,33	2,61	33,33	11,19	13,04	0,01	-	-	29,16	0,02
Gammaridae	12,50	0,10	-	-	-	-	4,34	<0,01	-	-	12,50	0,03
Mysidaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	0,18
Isopoda	54,17	0,28	62,50	6,00	37,50	0,70	34,78	0,03	70,83	0,64	41,66	1,71
Protozoé Luciferidae	-	-	8,33	0,63	4,16	<0,01	-	-	-	-	-	-
Luciferidae	-	-	-	-	-	-	13,04	<0,01	-	-	12,50	0,85
Cladocera	25,00	0,01	12,50	32,05	12,50	5,19	52,17	0,40	4,16	<0,01	-	-
Zoea de Brachyura	91,66	2,98	95,83	312,66	91,66	55,53	86,95	109,28	91,66	6,85	91,66	11,36
Megalopa de Brachyura	-	-	-	-	4,16	<0,01	8,69	0,03	4,16	0,09	-	-
Nauplio Cirripedia	66,66	1,73	95,83	2382,38	83,33	1667,82	56,52	1,15	95,83	69,78	91,66	229,90
Cirripedia	-	-	-	-	8,33	<0,01	-	-	-	-	4,16	0,01
Nauplio Penaeidae	20,83	0,02	41,66	6,58	12,50	4,80	8,69	<0,01	8,33	0,02	25,00	0,15

Protozoé de Penaeidae	4,16	<0,01	4,16	0,04	8,33	0,09	-	-	4,16	-	29,16	0,08
Zoé de Penaeidae	20,83	0,01	29,16	3,25	8,33	14,15	4,34	<0,01	16,66	0,44	41,66	0,61
Penaeidae	-	-	4,16	1,12	-	-	-	-	8,33	0,01	20,83	0,28
Tanaidaeceae	-	-	8,33	0,04	-	-	8,69	0,01	4,16	<0,01	4,16	<0,01
Zoé de Eremita	-	-	8,33	0,89	-	-	-	-	-	-	8,33	0,01
Copepodito	62,50	2,05	64,16	47,12	74,99	10,91	21,73	2,57	49,99	3,55	124,99	26,19
Calanoida	100,00	20,99	100,00	5.779,31	95,83	6.724,36	100,00	282,46	100,00	85,73	100,00	151,53
Cyclopoida	100,00	39,43	100,00	2.623,55	95,83	3.483,05	100,00	416,14	100,00	122,18	100,00	210,86
Harpacticoida	33,33	0,46	45,83	108,82	54,16	4,97	30,43	0,21	62,50	3,27	100,00	14,68
Poecilostomatoida	16,66	0,07	20,83	0,99	12,50	0,07	4,34	<0,01	4,16	0,01	8,33	0,01
Ostracoda	12,50	0,03	29,16	4,25	12,50	1,28	47,82	0,12	25,00	0,01	8,33	0,01
Ácaro Marinho	-	-	4,16	0,29	8,33	0,03	8,69	0,01	4,16	<0,01	8,33	<0,01
Larva Gastropoda	37,50	0,52	54,16	41,89	45,83	0,92	52,17	0,48	95,83	6,42	79,16	6,69
Larva Bivalvia	37,50	0,08	75,00	112,67	79,16	44,81	39,13	1,44	70,83	0,23	62,50	1,93
Chaetognata	-	-	4,16	0,03	4,16	<0,01	-	-	4,16	<0,01	58,33	1,21
Appendicularia	8,33	<0,01	75,00	102,68	87,50	392,87	4,34	<0,01	45,83	1,10	66,66	19,73

Os dados evidenciaram que esses fatores ambientais (salinidade, temperatura, profundidade, pluviosidade e a transparência) apresentaram correlações positivas com a densidade, ou seja, quanto maior os valores dessas variáveis, maior a densidade. Enquanto que as variáveis (clorofila *a* e a amplitude da maré) apresentaram a correlação negativa com a densidade, ou seja, quanto maior for o valor dessas variáveis, menor densidade do zooplâncton (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação linear de Pearson relacionada aos fatores abióticos com a densidade do zooplâncton no estuário do rio Mamanguape $P < 0,05$ são significativos

Fatores Abióticos	Correlação de Pearson	P
Salinidade	0,07	0,3915
Temperatura (°C)	0,25	<0,01
Profundidade (m)	0,46	<0,01
Pluviosidade (mm)	0,01	0,8582
Transparência (cm)	0,46	<0,01
Amplitude da maré (m)	-0,46	<0,01
Clorofila <i>a</i> (µg/l)	-0,05	0,5767

4 DISCUSSÃO

Copépoda foi o grupo dominante como geralmente encontrado na literatura, a exemplo dos trabalhos de García e Gutiérrez (1996), Hoffmeyer e Torres (2001) e Vieira et al (2003). Segundo MAGALHÃES et al. (2009), em ecossistemas aquáticos, copépodes geralmente são os mais importantes componentes do zooplâncton em termos de abundância e biomassa, atuando como um importante elo, transferindo energia e matéria orgânica entre os produtores primários e animais de níveis tróficos superiores, tais como peixes planctívoros e invertebrados carnívoros. Essa abundância e distribuição tornam-se importantes devido a manutenção de energia entre os níveis

tróficos, o que destaca a importância para a cadeia trófica estuarina (BALQIS et al., 2016). Além disso os copépodes, como o Calanoida, são mais tolerantes as mudanças ambientais, e também os táxons, Náuplio de Cirripédia, Appendicularia e Zoea de Brachyura tanto na alta quanto na baixa precipitação, demonstrando assim uma resistência as mudanças nos parâmetros (DA COSTA et al., 2011).

Durante o estudo os resultados apontaram para uma variação espaço-temporal da comunidade zooplanctônica, com indicações que a pluviosidade foi uma importante variável ambiental a controlar (*environmental drivers*) a dinâmica das populações desses organismos no estuário. Segundo Al et al (2018), *-drivers ambientais* são categorias de fatores ambientais que controlam a diversidade de um ambiente. Durante o período onde foram registrados os maiores volumes de chuva também foram registradas as maiores densidades dos organismos, corroborando, portanto com essa hipótese. Estudos sobre a comunidade zooplanctônica em outros estuários tropicais descrevem a influência da pluviosidade na estrutura e composição, apontando para maior entrada de nutrientes durante esse período de alta precipitação contribui para o aumento da produtividade primária e conseqüentemente do zooplâncton (BALQIS et al., 2016; SOUZA, 2012).

As maiores densidades foram registradas na parte inferior e intermediária do estuário, onde foram registradas as maiores salinidades durante o estudo. Embora essa variação ocorra em outros estuários tropicais, no presente estudo os nossos resultados não apontaram para influência da salinidade. A influência da salinidade sobre o zooplâncton estuarino nessas áreas está relacionada com o maior aporte de águas de origem marinha que entram devido a intrusão salina durante a preamar. Nos resultados as maiores ocorrências de táxons de origem marinha, como por exemplo, Isopoda, Hidromedusa, Appendicularia e Chaetognata, além da maior densidade de copépodes e Náuplio de Cirripédia foram registrados nesse período. A grande influência da salinidade como principal *_drivers* para o gradiente espacial de abundância do zooplâncton em estuários tropicais e subtropicais tem sido registrado ao redor do mundo (BARLETTA et al. 2005; MARQUES et al., 2006), sendo atribuído a esse padrão as questões da osmorregulação das larvas. Belyakov et al (2019) em seus estudos, apontaram que pequenas mudanças na salinidade são capazes de influenciar nos mecanismos osmorregulatórios das larvas de diferentes organismos zooplanctônicos, influenciando na taxa de mortalidade desses táxons.

No estuário do rio Mamanguape, as variações de salinidade apresentaram valores médios fortemente influenciados pelos índices pluviométricos. Nesse caso da salinidade, a sazonalidade desempenha um papel importante na abundância e composição dessas comunidades (SANVICENTE-AÑORVE et al 2000). A precipitação é um fator que influencia nas mudanças da salinidade, geralmente, as reduções das chuvas durante a estação seca justifica as reduções nas descargas de rios e no escoamento de terra (MAGALHÃES et al., 2009). A densidade do zooplâncton variou entre as estações, tendo alterações na quantidade de determinados táxons entre as zonas. O mesmo foi observado por Sommer et al (1986), que sugeriu que essa alteração decorre de um padrão característico de espécies com curtos tempos de geração e reprodução rápida (NEGREIROS et al., 2009). Alguns estudos concluídos em zonas de estuário retratam a redução da densidade dos copépodes durante a estação chuvosa (LANSACTÔHA 1985; MWALUMA et al., 2003; OSORE et al., 2004). Entretanto, a densidade da comunidade zooplanctônica no presente estudo, apresenta um maior número no período de alta precipitação quando relacionada com a estação de baixa precipitação, sendo coerente assim com a hipótese apresentada no início do trabalho. Segundo Balqis et al (2016), altas densidades estão diretamente relacionadas a altos índices de clorofilas, apesar de a densidade do zooplâncton não apresentou resultados significativos relacionadas a clorofila *a*. Com isso o zooplâncton ajusta seu foco alimentar, que passa de fitoplâncton para protozoários, ou algumas partículas detriticas da área próxima ao mangue, tendo assim outras fontes de alimento (HANSSON, 2000).

5 CONCLUSÃO

Os resultados da Correlação de Pearson demonstraram correlações significativas indicando a influência de outros fatores ambientais na densidade da comunidade zooplanctônica. Profundidade, transparência e a altura da maré apresentaram maiores valores indicando uma forte associação entre tais variáveis e abundância. A transparência da água desempenha importante papel para o zooplâncton sob dois aspectos: fuga dos predadores e captura dos recursos alimentares (EIANE et al., 1999; BALQIS et al., 2016). Em geral a maior abundância do zooplâncton foi registrada em áreas de menor transparência e maior produtividade primária (área intermediária) do estuário do rio Mamanguape.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que a alguns fatores ambientais, que variaram em função das flutuações dos índices pluviométricos, constituíram os principais fatores reguladores da composição e da distribuição temporal da comunidade zooplanctônica do rio Mamanguape, sendo os copépodes Calanoida e Cyclopoida os organismos com os maiores percentuais de contribuição durante o período chuvoso dessa região do Mamanguape.

O aquecimento global, devido a alteração na temperatura e na pluviosidade, pode acarretar algumas problematizações em relação a comunidade zooplanctônica, justamente como foi visto nos resultados do presente estudo, que a precipitação influencia na abundância e composição desses organismos, e conseqüentemente na cadeia alimentar em uma classificação geral, podendo trazer prejuízos maiores para os organismos presentes no ambiente estuarino.

6 REFERÊNCIAS

AGGIO, Carlos Eduardo Gonçalves. Influência de macro-fatores na estruturação da comunidade zooplanctônica em riachos subtropicais. 2015.

AL, Mamun Abdullah, et al. Seasonal pattern of zooplankton communities and their environmental response in subtropical maritime channels systems in the Bay of Bengal, Bangladesh. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38.4: 316-324.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARAÚJO, SMS de. A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. *Rios Eletrônica-Revista Científica da FASETE*, v. 5, n. 5, p. 2-4, 2011.

ARAUJO, Adriana V.; DIAS, Cristina O.; BONECKER, Sérgio LC. Differences in the structure of copepod assemblages in four tropical estuaries: importance of pollution and the estuary hydrodynamics. *Marine Pollution Bulletin*, v. 115, n. 1-2, p. 412-420, 2017.

BALQIS, A. R. S. et al. Seasonal variations of zooplankton biomass and size-fractionated abundance in relation to environmental changes in a tropical mangrove estuary in the Straits of Malacca. *Journal of Environmental Biology*, v. 37, n. 4, p. 685, 2016.

BARLETTA, M., et al. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 2005, 66.1: 45-72.

BELYAKOV, V. P., et al. Effect of Salinity on Chironomid Larvae (Diptera, Chironomidae) in Hypersaline Lakes of Crimea. *Biology Bulletin*, 2018, 45.10: 1211-1218.

BONECKER, F. T.; CASTRO, M. S.; BONECKER, A. C. T. Larval fish assemblage in a tropical estuary in relation to tidal cycles, day/night and seasonal variations. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 4, n. 2, p. 239-246, 2009.

BRANDFORD-GRIEVE, Janet M. et al. Copepoda. *South Atlantic Zooplankton*, 1999.

DA COSTA, R. M. et al. Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research**, p. 1477-1481, 2011.

DA NÓBREGA ALVES, Rômulo Romeu; KIOHARU NISHIDA, Alberto. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763)(Decapoda, Brachyura) do estuário do rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. **Interciencia**, v. 28, n. 1, p. 36-43, 2003.

DA SILVA, Rayssa Soares; BAETA, Alexandra Sofia Baptista Vicente; PESSANHA, André Luiz Machado. Are vegetated areas more attractive for juvenile fish in estuaries? A comparison in a tropical estuary. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 10, p. 1427-1442, 2018.

HANSSON, Lars-Anders. Synergistic effects of food chain dynamics and induced behavioral responses in aquatic ecosystems. **Ecology**, v. 81, n. 3, p. 842-851, 2000.

HOOFF, Rian C.; PETERSON, William T. Copepod biodiversity as an indicator of changes in ocean and climate conditions of the northern California current ecosystem. **Limnology and Oceanography**, v. 51, n. 6, p. 2607-2620, 2006.

LIMA, A. R. A.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Seasonal distribution and interactions between plankton and microplastics in a tropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 165, p. 213-225, 2015.

LIMA, Lidiane Gomes de et al. Dinâmica do ictioplâncton em um estuário tropical: Efeito dos filtros ambientais na distribuição espaço-temporal. 2018.

MACHADO, Irene et al. Coupling suitable prey field to in situ fish larval condition and abundance in a subtropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 187, p. 31-42, 2017.

MAGALHÃES, André et al. Seasonal variation in the copepod community structure from a tropical Amazon estuary, Northern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 81, n. 2, p. 187-197, 2009.

MAGALHÃES, André; PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro; DA COSTA, Rauquírio Marinho. Relationships between copepod community structure, rainfall regimes, and

hydrological variables in a tropical mangrove estuary (Amazon coast, Brazil).

Helgoland Marine Research, v. 69, n. 1, p. 123, 2015.

MANN, K. H. Production and use of detritus in various freshwater, estuarine, and coastal marine ecosystems. **Limnology and Oceanography**, v. 33, n. 4part2, p. 910-930, 1988.

MARQUES, Sonia Cotrim et al. Zooplankton and ichthyoplankton communities in a temperate estuary: spatial and temporal patterns. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 3, p. 297-312, 2006.

NEGREIROS, N. F. et al. Composition, diversity and short-term temporal fluctuations of zooplankton communities in fish culture ponds (Pindamonhangaba), SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 3, p. 785-794, 2009.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; O'HARA, R. G.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H.. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 1.17-0. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>>, 2012.

PRIMO, Ana Lúcia et al. Changes in zooplankton diversity and distribution pattern under varying precipitation regimes in a southern temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 82, n. 2, p. 341-347, 2009.

RICE, Edward; DAM, Hans G.; STEWART, Gillian. Impact of climate change on estuarine zooplankton: surface water warming in Long Island Sound is associated with changes in copepod size and community structure. **Estuaries and Coasts**, v. 38, n. 1, p. 13-23, 2015.

SOUZA, Murillo Rodrigues de. Influências ambientais e biológicas sobre organismos zooplanctônicos e sua utilização como bioindicadores. 2012.

STEMPNIEWICZ, Lech; BŁACHOWIAK-SAMOŁYK, Katarzyna; WĘSŁAWSKI, Jan M. Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations and arctic terrestrial ecosystem—a scenario. **Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography**, v. 54, n. 23-26, p. 2934-2945, 2007.

VASCONCELOS, Rita P. et al. Global patterns and predictors of fish species richness in estuaries. **Journal of Animal Ecology**, v. 84, n. 5, p. 1331-1341, 2015.

VERÍSSIMO, Helena et al. Functional diversity of zooplankton communities in two tropical estuaries (NE Brazil) with different degrees of human-induced disturbance. **Marine Environmental Research**, v. 129, p. 46-56, 2017.

WETZEL, Robert G.; LIKENS, Gene E. Inorganic nutrients: nitrogen, phosphorus, and other nutrients. In: **Limnological Analyses**. Springer, New York, NY, 1991. p. 81-105.