



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

ADARA BARBOSA DE SOUSA

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS EM
ESTUÁRIOS HIPERSALINOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**CAMPINA GRANDE
2018**

ADARA BARBOSA DE SOUSA

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS EM
ESTUÁRIOS HIPERSALINOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito obrigatório para a conclusão do curso
de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Prof. Dr. André Luíz Machado
Pessanha

Co-orientadora: Me. Lidiane Gomes de Lima

**CAMPINA GRANDE
2018**

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.

S725e Sousa, Adara Barbosa de.
Estrutura e composição das comunidades zooplanctônicas em estuários hipersalinos do semiárido brasileiro [manuscrito] : / Adara Barbosa de Sousa , Me. Lidiane Gomes de Lima. - 2018.
54 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde , 2018.
"Orientação : Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha , Departamento de Biologia - CCBS."
1. Comunidade zooplanctônica. 2. Salinidade. 3. Variáveis ambientais.

21. ed. CDD 577.6

ADARA BARBOSA DE SOUSA

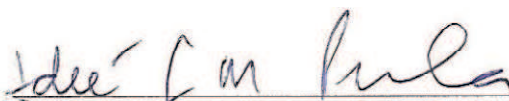
**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS COMUNIDADES ZOOPLANCTÔNICAS EM
ESTUÁRIOS HIPERSALINOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito obrigatório para a conclusão do curso
de Bacharel em Ciências Biológicas.

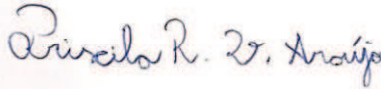
Área de concentração: Ecologia

Aprovada em: 15/06/2018

BANCA EXAMINADORA


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


MSc. Natálice dos Santos Sales
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)


MSc. Priscila Rocha Vasconcelos
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE)

Aos meus pais, por muito; mas em especial, por com honestidade e dignidade me fornecerem um tesouro: os estudos! Assim, vocês me impulsionam em busca dos meus sonhos. Sonhos tais que embora vocês também tenham sonhado para si, sei que não foram possíveis, e em mim, vocês se realizam. À dona Jaqueline e seu Antônio, como também a muitos pais e filhos de origem humilde, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao final desta caminhada, sinto além da sensação do dever cumprido, um sentimento de gratidão profundo ao contemplar tamanha conquista! Antes de qualquer outro agradecimento, a Deus, Autor e Consumador da minha fé, glorifico com todo o meu ser, pois tenho plena ciência que sem a Sua poderosa mão a me sustentar e a me guiar, eu jamais teria chegado até aqui. A Sua palavra, viva e eficaz, foi calmaria ao meu coração e a minha alma nos dias de dificuldade ao dizer: “Não to mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não temas, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares.” (Josué 1:9). A Ele agradeço também por Sua providência, ao ter colocado em meu caminho tantas pessoas que de alguma forma me ajudaram, e me sinto no dever de aqui registrar o meu carinho e amor por muitas delas. Um coração grato aformoseia o rosto, logo; vem muitas páginas de agradecimentos por aí!

Aos meus pais... Como é difícil falar de vocês e não chorar. Ao passo que sei do orgulho que vocês sentem de mim, eu sinto o peso da responsabilidade em corresponder a cada investimento que fizeram no ser humano e na profissional que me torno. O que vejo é o pai feirante e a mãe que por muitos anos foi uma faxineira (aqui não desmerecendo profissão alguma, mas fazendo jus aos não medirem esforços por mim), que ainda hoje luta por seu lugar ao sol, formando sua filha. Eu me emociono muito, porque nós três sabemos as renúncias que foram necessárias, como pessoas humildes e dignas para chegar a tal. Eu vi ano após ano vocês depenarem suas asas para que eu pudesse ser capaz de voar com as minhas próprias, e por quantas vezes eu me senti mal por isso, por sempre me renderem um pouco mais para que eu pudesse ir bem mais além. A vocês eu sou imensamente grata! Enquanto a você, minha irmã, tu és o presente mais lindo que já recebi! Athina, você coroa o que há de melhor em nossas vidas. Obrigada pela sua doçura, pelo seu amor, pelo seu colo, pela sua palavra amiga, o companheirismo, que mesmo de criança me enche de paz.

A minha avó, tios, tias e primos, mas em especial a você, Lúcio, meu tio, registro agradecimentos. A minha infância é repleta de lembranças contigo e diante da brevidade da vida, a tua doença deu novo significado para mim do que é família, do que é amor e do que é ter fé em doses diárias! Quero que sinta a alegria por esse momento como se eu fosse a menininha que você sempre quis ter e que você sempre teve em amor, como tal.

Ao meu orientador, André Pessanha, pelo acolhimento quando eu mais precisava e quando eu mais me senti perdida. Sim, porque a gente corre o risco de se perder, mas a mão para mim estendida foi a sua, em completa sensação de posse com direito a “você é minha!”

kkkk Eu te vejo como um pássaro que quando abre as asas, todos se aninham junto a ti. Esse seu comportamento como orientador, certamente é reflexo do homem, do pai e do esposo zeloso que você é (Renata, ao lado de todo grande homem, tem uma mulher ainda maior. Te admiro demais!). Do senhor vem o pulso firme da orientação e o abraço fraterno. Vem “Esta legenda foi feita onde? Em marte????” e vem “Meus parabéns!”. Do senhor vem a cobrança, mas também vem o respeito na construção do conhecimento. Eu lhe agradeço pelo dia em que me declarou como mais uma filha nesse teu cardume tão lindo e por sempre acreditar em mim. Espero ter correspondido as suas expectativas e não ter te tirado mais um parafuso fora! kkkkkk

No caminho do conhecimento, eu não tive apenas um, mas dois orientadores. Então, meu caro Walclécio Lira, aqui também deixo o meu agradecimento a sua pessoa. O senhor deu a oportunidade aquela menina do segundo período, que mal olhava nos teus olhos porque morria de medo do professor “grosso, bruto e sistemático” (kkkk besteira, pura carapaça essa fama de brabeza todinha!) e viu potencial nela, a fez crescer! Confiou a mim iniciações científicas, congressos, auxílio aos demais integrantes do núcleo e às parcerias, e me confiou a sua amizade. Mesmo não concordando com a minha partida e de toda forma tentando entender que momento era aquele que eu passava, me apoiou e me deu suporte, como até hoje ainda faz, por fim compreendendo que eu precisava ir para saber onde realmente eu gostaria de estar. Vocês dois, André e Walclécio, me deram o norte para que hoje eu tenha certeza por qual caminho desejo seguir. O meu muito obrigado, professores!

Inclusive, a todos os meus professores ao longo do curso, obrigada pela contribuição na formação de mais uma bióloga, os guardo com muito carinho nas memórias do conhecimento. A todos os meus professores, do ensino básico ao médio, também lhes devo muito, muito mesmo! Em especial, aos meus professores de biologia, obrigada por serem tão apaixonados e apaixonantes ao ponto que decidi ser colega de profissão de vocês. Que vocês jamais desistam de serem bons profissionais e de alimentarem sonhos. Façam da educação algo libertador!

Ao meu trio amor, Laryssa Emillyn e Leticia:

A Laryssa pela sua amizade de quase duas décadas, incondicional ao tempo, as circunstâncias, a distância. Pela palavra sempre sensata, pelo colo e pelo afago que tantas vezes precisei e eu sei que sempre que eu gritar: “Láh!”, tu vai estar comigo.

Emillyn, por ser a demonstração de amor constante nesses 11 anos de amizade, mesmo entre os altos e baixos de toda relação. Por ser a pessoa que sempre me faz arranjar um tempo para cozinhar, e aprecia minha comida mais que a da própria mãe! Kkkk Que ouve os meus

conselhos, mesmo eu sendo tão imperfeita, e que até pelo amor a Cristo, sei que a gente sempre vai estar ligada uma a outra. E não se preocupe, eu vou estar aqui no casamento, no chá dos bebês e sempre que eu puder para cozinhar pra você! (kkkk nem tem o casamento, nem tem os bebês, mas projetar a gente projeta!).

E a você, Letícia, por último, mas não menos importante; sou grata por demais por ter ganhado a sua amizade nesses últimos cinco anos, que eu diria que foram os mais difíceis de minha vida. Com eu vivo a lhe dizer, um dia, não importa a distância, o meu colo, os meus abraços; as minhas palavras e o meu silêncio, serão seus sempre que você precisar, assim como sei da verdadeira recíproca (embora tu seja uma rocha pra demonstrar!). Não serei eu a me preocupar se você bebeu água, ou se comeu, ou a lhe ajudar a cuidar de mil crianças, mas nunca se sinta sem mim (as vezes acho que você tem esse medo)! Sempre haverá algo que nos une.

A vocês, minhas amigas, um parágrafo para cada pra ninguém brigar (kkkk até aqui eu tenho que intermediar a boa convivência de vocês!), e esses nossos momentos aqui discriminados me ajudaram muito a me desligar um pouco da universidade sempre que precisei e apreciar a vida. Agradeço a Deus por ter me dado vocês, e a vocês por cada momento compartilhado, inclusive por me suportarem nas paranóias, choros e desespero desses dias de conclusão desse abençoado TCC (das dores de amor também, tá tá... reconheço!). Eu amo vocês!

Ainda às minhas amigas, Rayane, você foi a prova do amor e do cuidado de Deus em minha vida quando entrei na graduação. Um presente tão lindo, que parecia até que vinha embrulhado: uma amiga cristã! Obrigada pelo seu companheirismo, por compartilhar comigo sonhos, medos, metas, realizações e fracassos; choros e alegrias. Até hoje sinto sua falta, mas vejo essa mãe tão linda, Eloá com saúde e cheia de beleza, essa família recém formada e logo meu coração transborda de tanto amor! Sabe a máxima de que realização profissional não vem separada de realização pessoal? Então, te admiro por isso!

Raynara, tu também fostes um belo instrumento nas mãos do Deus vivo para me ensinar amor, mansidão, domínio próprio, santidade e piedade; para que eu visse a glória de Deus mesmo em meio as tempestades e, além disso, para me apresentar a tantos outros jovens que vivem uma vida íntegra muro adentro das universidades. Louvo a Deus pela tua vida, pelo pequeno Arthur por quem tenho o amor tamanho desse mundo todo e por sua família, que me acolhe como igualmente filha.

Aos meus colegas de curso, a gente conseguiu minha gente! Kkkk Ô GLÓRIA! Mayanne, Adriana, Débora, Estefânia, Júlia, Marcelo e Therlen, meus bolas; Bruna, Anderson

e Stefanny (as ricas amizadas que a graduação me deu!), Maráisa, Betsy, Eduardo, Gabriela, Moacyr, Márcia, Vitória, Jefferson, Lucas, Sayane e Eumarquizey. Com vocês eu vivi o meu sonho e fizemos nascer tantos outros. A gente fez nascer muito menino também! Kkkk Sayane e Therlen que o digam! Vimos muitos irem embora por almejam outros caminhos, por dificuldades financeiras, por motivos diversos e nós, ficamos. Uma das turmas mais unidas de todas! Por cada sorriso, por cada choro, por cada perda e cada vitória, pessoal e coletiva que vivemos, eu agradeço e os digo que vocês se eternizaram em minhas memórias. Sucesso sempre, pessoal!

Aos meus colegas de laboratório, Natalice, Ronnie, Caroline, Fernando, Alexandre, Beatriz, Letícia, Cassiano, Emanuelle, Diele, José Carlos, Renaly, Henrique, Elizabeth, Lucas, Viviane, Genielyson, Adailton, Juan, Maysa, Breno, Bruno, Maria Luísa, Éden, Renato e Gita, por cada conhecimento compartilhado e pelos bons momentos que vivemos. Em especial, a Lidiane. Agradeço-lhe por me auxiliar na construção deste trabalho como além de minha amiga, minha co-orientadora. Cada contribuição sua foi muito valiosa! Obrigada por ser uma amiga tão fiel, para mim sinônimo de força e determinação, embora juízo não seja muito o seu forte! Kkkk Barra de Mamanguape nunca mais vai ser a mesma depois da gente kkkk! A Diele, por sua doçura, sua calma e esse cabelo tão cheiroso que eu cheiro todo dia kkkk! A Alexandre, que foi um grande amigo, rei das palhaçadas e responsável por grande parte das minhas risadas no laboratório e, por junto com José Carlos, nas coletas, serem os meninos de força (física e psicológica) pra fazer meus peixes ficarem vivos. A Elizabeth, pela sua alegria sem fim e seus abraços tão gostosos; a Genielyson, esse palhaço, mas se nada der certo até os 30 anos, já sabe né? Kkkkk e a Cassiano, pelas suas massagens sempre que me notava muito tensa. Muito obrigada, pessoal. Sucesso a todos vocês!

Às técnicas de laboratório Silvana e Andeilma por todo o apoio em meu tempo no laboratório de Genética! Andeilma que quantas não salvou minhas coletas, separando meu material, corando minhas lâminas... À Climélia, que também muito acudiu com água destilada e me forneceu os abraços e a fofura da sua pequena Maria Sofia, que quebravam a minha rotina com muito amor. Ainda, à Nágila, a secretária de curso mais top que há, meus pés, minhas mãos, minha boca no mundo, a resolução dos meus problemas... kkkk Obrigada, meninas!

Seu Arlindo, nosso barqueiro, esse homem de conhecimento singular, que excede o que qualquer universidade pode oferecer a um ser humano. Inclusive, por ter me eternizado como “A vampira de Barra”, embora cada gotinha de sangue que extrai de cada peixe tenha sido em nome da Ciência. Obrigada por de modo tão simples, nos ensinar muito.

A minha família em Cristo na Igreja que congrego; ao Beleza e Piedade, bem como ao Teologia e Feminilidade, cujas belas meninas ao espelho dos ensinamentos de Cristo, seguem uma feminilidade a contra regra do mundo e me inspiram; à Missão Federal, onde de jovens para jovens me ensinaram valores que um dia eu julguei perdidos e desnecessários de se viver; a Sonaly, que sempre me exorta em amor e põe juízo na minha cabeça; e Karen e Raynne, minhas bebês, pelas quais eu sinto uma responsabilidade imensa em ser exemplo, embora nem sempre eu consiga. Vocês, de forma indireta, nutrem o meu espiritual para as batalhas do dia a dia e foram auxílio bem presente durante toda a minha graduação.

Ainda, a cada pedacinho da América do Sul que conheci no Curso de Verão em Genética na USP, agradeço a vocês pelos dias maravilhosos compartilhados! Ao falar sobre nossos sonhos, nossos medos, as dificuldades na pesquisa, me fez entender que não estou sozinha e nem sou tão pequena, o que me deu ainda mais fôlego para buscar os meus sonhos. Espero em breve rever muitos de vocês!

Peço perdão caso eu tenha esquecido citar alguém. Não fique chateado por isso. Antes, lembre-se de algum momento comigo vivido e sinta-se abraçado e parte dessa conquista. Louvado seja Deus!

“Assim Deus criou os grandes animais aquáticos e os demais seres vivos que povoam as águas, de acordo com as suas espécies (...). Viu Deus tudo quanto fizera, e eis que era muito bom (...).”

Bíblia Sagrada, Livro de Gênesis 1: 21,31.

RESUMO

Os padrões de distribuição, bem como medidas de diversidade biológica dos organismos aquáticos tendem a variar de acordo com as flutuações das variáveis ambientais. Embora a salinidade seja um fator estressante, em estuários hipersalinos as funções de berçário e viveiro não são alteradas, sugerindo que a interação com outros fatores ambientais que não apenas a elevada concentração de sais esteja influenciando na estrutura das comunidades zooplânctônicas locais. Logo, o objetivo deste estudo foi determinar quais parâmetros ambientais atuam estruturando a comunidade zooplânctônica ao longo do canal principal dos estuários hipersalinos do rio Tubarão e do rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte, avaliando o padrão de distribuição e as densidades dos organismos em relação aos gradientes ambientais. As amostragens foram realizadas em três zonas ao longo do canal principal de cada estuário, com arrastos horizontais de subsuperfície juntamente com tomadas dos parâmetros ambientais em novembro de 2017, correspondente a um dos meses do período seco do ano. Foram contabilizados 102.793 organismos constituintes do zooplâncton. Destes, 38,55% foram contabilizados no estuário do rio Tubarão e 61,44% no estuário do rio Casqueira. As maiores densidades estão positivamente relacionadas com a alta da salinidade à montante, sendo verificada uma dominância de copépodos em ambos os estuários. As variáveis ambientais mais importantes para a formação das comunidades zooplânctônicas no estuário do rio Tubarão foram a salinidade, a transparência e a temperatura, tendo relação direta com os organismos: Appendicularia, Nematoda, Protozoa de Luciferidae e Náuplio de Cirripedia. Para o estuário do rio Casqueira, as variáveis salinidade, transparência, temperatura, profundidade e clorofila *a* foram as variáveis que se correlacionaram com a comunidade de zooplâncton, em especial com Protozoa de Luciferidae, Calanoida, Cyclopoida, Harpaticoida e Appendicularia. Evidencia que diferentes grupos pertencentes ao zooplâncton relacionam-se com variáveis ambientais específicas, o que favorece a formação de diferentes comunidades, em termos de composição e densidade ao longo do estuário.

Palavras-Chave: Padrões de distribuição. Salinidade. Variáveis ambientais.

ABSTRACT

Distribution patterns as well as measures of biological diversity of aquatic organisms vary according to the fluctuations of environmental variables. Although salinity is an important factor that stresses organisms, in hypersaline estuaries the functions of nursery and nursery are not altered, suggesting that interaction with other environmental factors is influencing the structure of local zooplankton communities. Thus, the objective of this study was to determine which environmental parameters act on the structure of the zooplankton community along the main channel of the hypersaline estuaries of the Tubarão River and the Casqueira River, Macau, Rio Grande do Norte, evaluating the distribution pattern and the densities of organisms in relation to environmental gradients. Samplings were carried out in three zones along the main channel of each estuary, with horizontal subsurface trawls along with environmental parameter during November 2017, which corresponding the dry season in the region. A total of 102,793 zooplankton organisms were counted. Of these, 38.55% were recorded in the Tubarão river estuary and 61.44% in the Casqueira river estuary. The highest densities are positively related to the high values of the salinity upstream, being verified a dominance of copepods in both estuaries. The most important environmental variables influencing the zooplanktonic communities in the Tubarão river estuary were salinity, transparency and temperature, with direct relation to Appendicularia, Nematoda, Protozoa of Luciferidae and Nauplii of Cirripedia. For Casqueira estuary, salinity, transparency, temperature, depth and chlorophyll a were correlated with the zooplankton community, especially with Protozoa of Luciferidae, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida and Appendicularia. It shows that different groups belonging to zooplankton are related to specific environmental variables, which favors the formation of different communities in terms of composition and density along the estuary.

Keywords: Distribution patterns. Salinity. Environmental variables.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Áreas de estudo: Estuário do rio Tubarão (1) e do rio Casqueira (2), Macau, Rio Grande do Norte, com indicações das zonas de coleta do zooplâncton: (1) Inferior, (2) Intermediária e (3) Superior.....	21
Figura 2 - Variações na média de temperatura da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	24
Figura 3 - Variações na média de salinidade registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	25
Figura 4 - Variações na média de pH da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	26
Figura 5 - Variações na média de transparência da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	27
Figura 6 - Variações na média de profundidade registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	28
Figura 7 - Variações na média de clorofila <i>a</i> registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).....	29
Figura 8 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais no estuário hipersalino do rio Tubarão, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).....	30
Figura 9 - Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais no estuário hipersalino do rio Casqueira, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).....	31
Figura 10 - Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) demonstrando as variáveis ambientais que influenciam na estrutura da comunidade zooplânctônica no estuário do rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).....	35
Figura 11 - Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) demonstrando as variáveis ambientais que influenciam na estrutura da comunidade zooplânctônica no estuário do rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de autovetores dos componentes principais (PC1 e PC2) dos parâmetros ambientais nos estuários do rio Tubarão e Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.....	30
Tabela 2 - Valores de similaridade e contribuição (%) obtidas pelo SIMPER codificadas pelas zonas dos estuários, a um nível de corte de 90% dos itens.....	33
Tabela 3 - Valores da Frequência de Ocorrência (FO) em porcentagem, e densidade dos itens componentes da comunidade zooplânctônica nas três zonas do estuário do rio Tubarão e do estuário do rio Casqueira.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DbRDA	Análise de Redundância Baseada em Distância
DistLM	Modelo de Regressão Linear Baseado em Distância
FO	Frequência de Ocorrência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Defesa do Meio Ambiente
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PCA	Análise de Componentes Principais
PERMANOVA	Análise Permutacional Multivariada de Variância
pH	Potencial Hidrogeniônico
RDSPT	Reserva do Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão
SIMPER	Análise de Porcentagem de Similaridade

LISTA DE SÍMBOLOS

cm	Centímetro
°C	Graus Celsius
m	Metro
µm	Micra
ml	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanômetro
%	Porcentagem
kg	Quilograma

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. METODOLOGIA	20
2.1 Área de estudo	20
2.2 Coleta de material	21
2.3 Procedimentos laboratoriais	22
2.4 Análise dos dados	22
3. RESULTADOS	24
3.1 Variáveis ambientais	24
3.2 Fatores bióticos	31
3.3 Influência das variáveis ambientais sobre a comunidade zooplancônica	33
4. DISCUSSÃO	37
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE	

1. INTRODUÇÃO

A elevada produtividade e disponibilidade de diferentes habitats nos ecossistemas estuarinos fazem destes ambientes costeiros locais de alta diversidade, uma vez que tais fatores fornecem suporte para o desenvolvimento, forrageamento e reprodução de diferentes organismos, conforme a hipótese de MacArthur & MacArthur (1961). A alta dinamicidade destes ecossistemas, em razão da amplitude de variações nas condições ambientais, reflete diretamente na distribuição espaço temporal dos organismos, representando um fator estruturante para as comunidades estuarinas, em especial ao zooplâncton. Este importante grupo constitui-se por organismos não fotossintetizantes, e por isso, de segunda ordem nas cadeias tróficas marinha, mas cuja densidade e biomassa influenciam tanto o fitoplâncton quanto as comunidades de peixes por meio de controles dos tipos *top-down* e *bottom-up* (SUZUKI; NAKAYAMA; TANAKA, 2013), uma vez que seu declínio ou blooms populacionais são responsáveis por iguais mudanças aos demais níveis tróficos tanto acima, quanto abaixo. Por estas razões, as comunidades de organismos zooplancônicos são extremamente importantes para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (MARQUES et al., 2007).

Para as comunidades zooplancônicas, fatores ambientais diversos influenciam fortemente sua estrutura e composição, uma vez que atuam na distribuição destes e nas medidas de diversidade biológica, tais como a salinidade, a temperatura, o pH, a transparência da água, a produtividade primária do sistema, a turbidez da água e tantos outros (CARRASCO; PERISSINOTTO, 2012; ECHANIZ et al., 2012; SHIL et al., 2013). Em ambientes estuarinos hipersalinos, àqueles cujo aumento da salinidade ocorre à montante, típicos em regiões onde ocorre uma evaporação maior que o aporte de água doce, e/ou ainda pela pouca entrada de água doce no sistema, a salinidade é um condicionante ambiental que atua como uma das principais barreiras à distribuição e dispersão dos organismos, devido às limitações fisiológicas no que diz respeito com a capacidade osmorregulatória de cada espécie (POTTER et al., 2010).

Embora a salinidade possa agir como um fator limitante e estressor aos organismos zooplancônicos (ECHANIZ et al., 2012; ABDUL et al., 2016; SERPE; CRISPIM; ROCHA, 2010; SOUZA JÚNIOR et al., 2016), a abundância total da comunidade associada a ambientes hipersalinos pode ser influenciada positivamente por aquelas espécies que comportam-se em uma correlação positiva com a salinidade, o que está diretamente ligado a plasticidade e a tolerância de alguns grupos ou espécies específicas, como por exemplo, os

copépodos. No estuário de Santa Lúcia, na África do Sul, por exemplo, caracterizado como um ambiente hipersalino devido escassa entrada de água doce, Carrasco e Perissinoto (2012) verificaram uma excepcional tolerância de salinidade de duas espécies de copépodos, sendo um Harpacticoide e um Cyclopoide. No estuário de Jiulong, situado na província Chinesa de Fujian, Shang et al. (2005) ao estudarem comunidades de copépodos ao longo de gradientes de salinidade, verificaram que a diversidade de espécies aumentou com o aumento da salinidade. E por meio de revisões literárias, Anufriieva (2015) e Ríos e Bayly (2018) concluíram que há uma diversidade associada a tolerância de copépodos em salinidades acima de 200 e concluem que em águas salinas da América do Sul, o zooplâncton é dominado principalmente por copépodos em salinidades inferiores a 90, respectivamente.

De um modo geral, os sistemas hipersalinos sustentam uma fauna diversificada e abundante, incluindo espécies de crustáceos e peixes típicos de estuários, especialmente em suas formas juvenis (POTTER et al., 2010; VERDIELL-CUBEDO et al., 2013) o que implica em dizer que as funções de berçário da fauna marinha nesses ambientes se mantêm íntegras. Trabalhos anteriormente realizados em estuários hipersalinos desta área semiárida do Brasil, revelam uma grande diversidade de algas, espécies de vegetação típicas de manguezal, peixes e moluscos (DIAS, 2006; QUEIROZ, DIAS, 2014; SALES, 2014). Uma série de outras variáveis físicas e químicas da água também atuam criando gradientes ao longo do corpo estuarino que atuam como filtros ambientais, pois restringem grupos de organismos específicos a determinadas condições abióticas (CORNWELL et al., 2006; TEICHERT et al., 2017). A turbidez e a transparência, por exemplo, fatores abióticos que interagem em ordem inversamente proporcional, também são responsáveis pela estruturação da comunidade zooplânctônica, uma vez que influenciam as interações predador-presa e essas mudanças nas interações tróficas em estuários têm o potencial de alterar as cadeias alimentares aquáticas (LILJENDAHL-NURMINEN et al. 2008; LUNT; SMEE, 2014; VAN DE MEUTTER et al. 2005).

Assim, a composição e o padrão de distribuição dos organismos tende a mudar conforme a formação dos gradientes ambientais, restringindo a livre dispersão e favorecendo as espécies tolerantes, que permanecem e formam a diversidade local (PAIVA et al., 2009). Entender como este grupo de organismos comporta-se dentro de ecossistemas estuarinos hipersalinos localizados em regiões semiáridas, contribui para a construção de conhecimento acerca de padrões de distribuição, filtros ambientais e tolerância a fatores físicos e químicos, podendo-se entender de que forma como, mesmo em condições de salinidade estressantes e

com a possível influência de outros fatores ambientais, a diversidade de organismos superiores, como crustáceos e peixes, sustenta-se.

A compreensão de como e quais são os fatores ambientais que atuam sobre a estrutura das comunidades zooplânctônicas é de fundamental importância para manutenção dos ecossistemas aquáticos, uma vez que as condições abióticas exercem papel fundamental na sobrevivência destes organismos, que constituem item de base da cadeia alimentar, participam ativamente na ciclagem dos nutrientes e no fluxo de energia ao longo dos níveis tróficos (SANTOS-WISNIEWSKI et al., 2006). Diante disso, objetiva-se determinar quais parâmetros ambientais atuam estruturando a comunidade zooplânctônica ao longo do canal principal do estuário do Rio Tubarão e do estuário do Rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte, tendo como hipótese que a salinidade, uma vez que esta variável ambiental está diretamente ligada à capacidade osmorregulatória dos organismos e por isso, há de restringir determinados grupos em zonas de acordo com o gradiente de salinidade e, a transparência, tendo em vista que em locais de maiores turbidez concentram-se também os organismos, devido a otimização do refúgio e a minimização dos efeitos predador-presa; seriam os principais filtros que atuam sobre a estrutura das comunidades zooplânctônicas locais.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estuário do Rio Tubarão (5°04'37"S e 36°27'24"O) e o estuário do Rio Casqueira (5°05'37"S e 36°32'21"O) localizam-se no município de Macau (População estimada em 31.859, IBGE, 2017), estado do Rio Grande do Norte, Nordeste brasileiro (Figura 1). Localizam-se em uma região de clima semiárido, com um baixo índice pluviométrico, temperaturas mensais elevadas e não possuem uma nascente, sendo alimentados pelas águas doce e subterrânea da região (DIAS, 2006; QUEIROZ, DIAS, 2014). Em 2017, a precipitação anual foi de 602mm e a temperatura média de 26,7°C (INMET, 2017). Aliado a este conjunto de fatores, a taxa de evaporação superior o aporte de água doce, faz com que estes estuários tenham um padrão de salinidade inverso, com variáveis de salinidade classicamente mais altas a montante, diminuindo à jusante, próximo a sua desembocadura (DIAS, 2006).

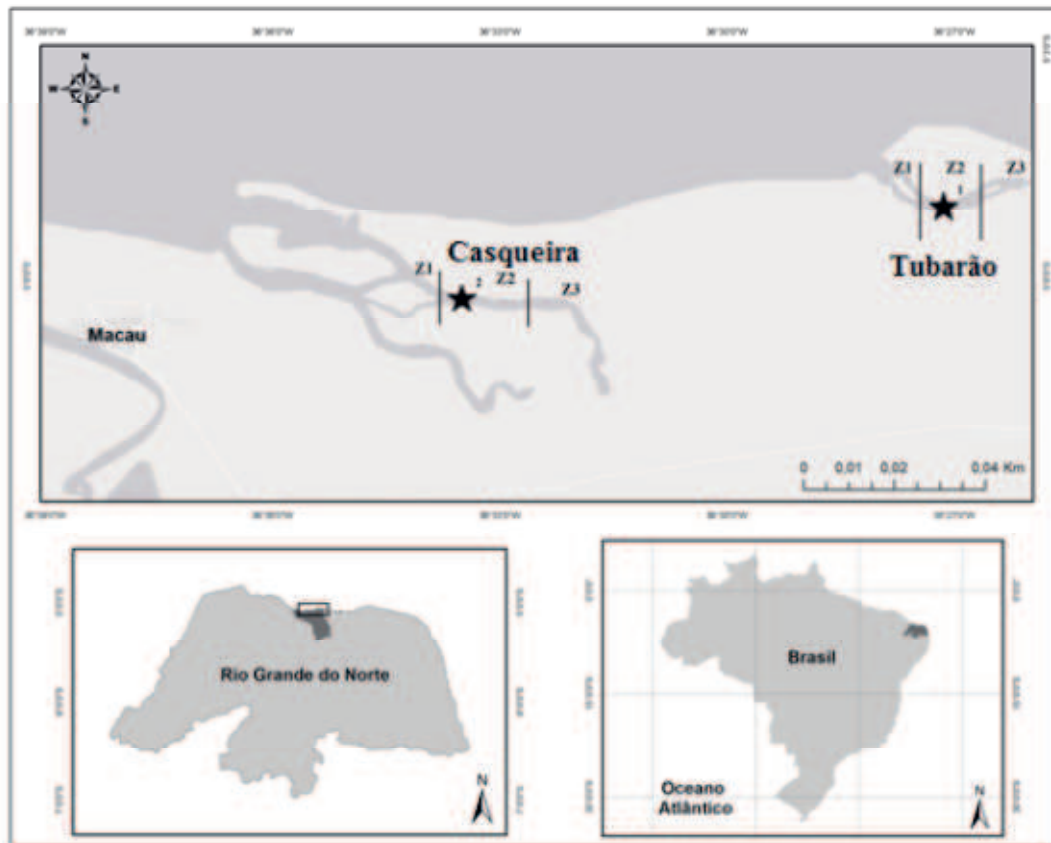
O estuário do Rio Tubarão caracteriza-se como uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável, denominada Ponta do Tubarão (RDSPT), criada a partir da Lei Estadual nº 8.349 de 18 de julho de 2003, e compreende uma área de 12.946 hectares (IDEMA, 2004). Este ecossistema é considerado um braço de mar que se estende ao longo de 10km pelo continente e possui diversos habitats associados, como área marinha costeira, restinga, estuário e manguezais, campos de dunas e área de Caatinga hiperxerófila. Na porção estuarina, mangue das espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* compõem a vegetação de manguezal, distribuída de forma homogênea ao longo de todo o estuário. Associado a este mesohabitat, a catação do siri, do caranguejo, do marisco, a pesca e o mergulho livre para a captura de lagostas constituem as principais atividades econômicas desenvolvidas pela comunidade ribeirinha local (DIAS et al., 2007).

No estuário do Rio Casqueira, a vegetação marginal é composta predominantemente de *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana*, e ainda uma vasta vegetação de Caatinga, restingas, campos de dunas móveis e fixas e falésias (DIAS, 2006). Apesar de esporádica e em pequena escala, a pesca com rede de arrasto é a atividade pesqueira mais realizada. As salinas e a carcinicultura são as principais atividades econômicas e em potencial, fontes de impacto ambiental (ROSA et al., 2007). Nota-se ainda a extração petrolífera (na zona costeira) e as usinas eólicas como atividades da economia local.

2.2 Coleta de material

A amostragem foi realizada em novembro de 2017, correspondente ao período seco do ano, que se estende de junho a fevereiro, com média de precipitação de 21,8mm (INMET, 2017). Cada estuário foi dividido em três zonas (Inferior, Intermediária e Superior) e definidas de acordo com a salinidade: Inferior <35; Intermediária 35-37; Superior: > 37. Em cada uma das zonas foram determinados três pontos e dentro de cada ponto foram realizados três arrastos, totalizando 27 arrastos para cada um dos estuários analisados.

Figura 1 – Áreas de estudo: Estuário do rio Tubarão e do rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte, com indicações das zonas de coleta do zooplâncton: (Z1) Inferior, (Z2) Intermediária e (Z3) Superior.



Foram realizados arrastos horizontais de superfície durante as marés vazantes diurnas (sizígia), utilizando um barco de motor de rabeta a uma velocidade média de 1,5 nós, com duração de 5 minutos. Os arrastos foram realizados com 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 a qual foi amarrada a rede um peso de 5kg. As amostras serão condicionadas em potes de vidro de 300ml e preservadas em formol 4% tamponado e devidamente etiquetados. Antes de cada arrasto, foram aferidos os parâmetros ambientais de salinidade utilizando o salinômetro; temperatura da água (°C) e pH com o auxílio de uma sonda

multiparamétrica Horiba; profundidade (cm) com o auxílio do profundímetro, transparência (cm) com o uso do disco de Sechii, a produtividade primária foi quantificada através da análise de Clorofila *a* ($\mu\text{g/l}$), da água seguindo a metodologia proposta por Lozeren (1967).

2.3 Procedimentos laboratoriais

Cada amostra (300ml) foi homogeneizada em uma subamostra de 10 ml, as quais foram removidas usando um pipeta de Stempel, com reposição (POSTEL et al., 2000) e coradas com Rosa Bengala e analisadas com o auxílio de um microscópio estereoscópio. Cada táxon do zooplâncton foi contabilizado e identificado até o menor nível taxonômico possível através dos trabalhos de Balech (1988), Boltovskoy (1999) e Foissner et al. (1999).

Para o cálculo de densidade ($\text{ind. } 100 \text{ m}^{-3}$) dos taxons foi usado o volume de água filtrado através da metodologia proposta por Lima et al. (2015). Os itens identificados foram classificados de acordo com sua frequência de ocorrência em: muito frequente ($>70\%$), frequente (70-40%), pouco frequente (40-10%) e esporádica ($<10\%$) (Mota, 2013) (tabela 3, em anexo).

2.4 Análise dos dados

As variáveis ambientais foram transformadas em $\text{Log}(x+1)$ e posteriormente submetidas ao teste de colinearidade entre as variáveis através do Draftsman plot, utilizando um nível de corte $>0,7$ para as variáveis colineares (CLARKE; GORLEY, 2006). Em seguida, os dados foram normalizados e uma matriz de similaridade foi construída através da medida de distância Euclidiana. Uma análise de componentes principais (PCA) foi realizada para verificar a distribuição espacial das variáveis ambientais (CLARKE; GORLEY, 2006). A fim de testar diferenças nas variáveis ambientais entre as zonas e os estuários foi utilizado a PERMANOVA (com 9999 permutações) no designer de dois fatores: Zonas (três níveis fixos: Inferior, intermediário e superior) e estuários (com dois níveis fixos: Tubarão e Casqueira).

Para os dados bióticos, a densidade de zooplâncton foi transformadas em $\text{Log}(x+1)$ de acordo com Hammer et al. (2001) e os resultados utilizados para produzir uma matriz de similaridade de Bray-Curtis. Para testar as diferenças da densidade dos organismos constituintes do zooplâncton e as variáveis ambientais entre as zonas e os estuários, foi utilizada PERMANOVA (com 9999 permutações) como igualmente realizado com as variáveis ambientais. Os organismos que contribuíram com a variação significativa entre os grupos que compõe cada zona foram identificadas utilizando o SIMPER (percentagem de

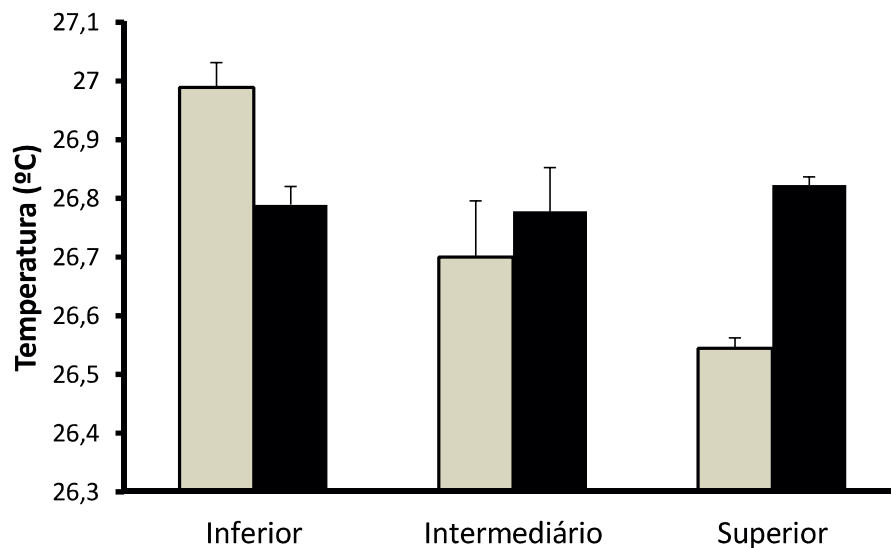
similaridade). Um modelo de regressão linear (DistLM) foi utilizado para determinar quais variáveis ambientais foram preditoras sobre a distribuição dos organismos zooplanctônicos (LEGENDRE; ANDERSON, 1999; McARDLE; ANDERSON, 2001). O método de seleção “Step-wise”, de acordo o modelo R^2 ajustado foi utilizado para selecionar o modelo final. Em seguida, foi empregada a análise de redundância baseada em distância (dbRDA) (McARDLE; ANDERSON, 2001).

3. RESULTADOS

3.1 Variáveis ambientais

De acordo com a PERMANOVA, todos os parâmetros ambientais apresentaram variações significativas entre os estuários (Pseudo- $F_{2,26} = 7,173$; $P = 0,0001$) e entre zonas (Pseudo- $F_{2,26} = 9,063$; $P = 0,0001$). Ao longo do gradiente espacial, pequenas variações de temperatura foram verificadas nas duas áreas de estudo. O estuário do Rio Tubarão apresentou uma mínima de temperatura da água de $26,1^{\circ}\text{C}$ e máxima de $27,1^{\circ}\text{C}$. Os maiores valores médios de temperatura foram registrados na zona inferior do estuário (Média \pm erro padrão) ($26,98 \pm 0,04$) e os menores valores na zona superior do estuário ($26,54 \pm 0,01$). Para o estuário do Rio Casqueira, cuja temperatura oscilou menos que 1°C entre a máxima e a mínima registrada, os maiores valores médios de temperatura foram observados na zona superior ($26,82 \pm 0,01$), seguido da zona inferior ($26,78 \pm 0,03$) e intermediária ($26,77 \pm 0,07$). Tais diferenças espaciais para o estuário do Tubarão foram significativas (Pseudo- $F_{2,26} = 13,419$; $P = 0,0003$), mas não foram significativas para o Casqueira (Pseudo- $F_{2,26} = 0,246$; $P = 0,767$) (Figura 2).

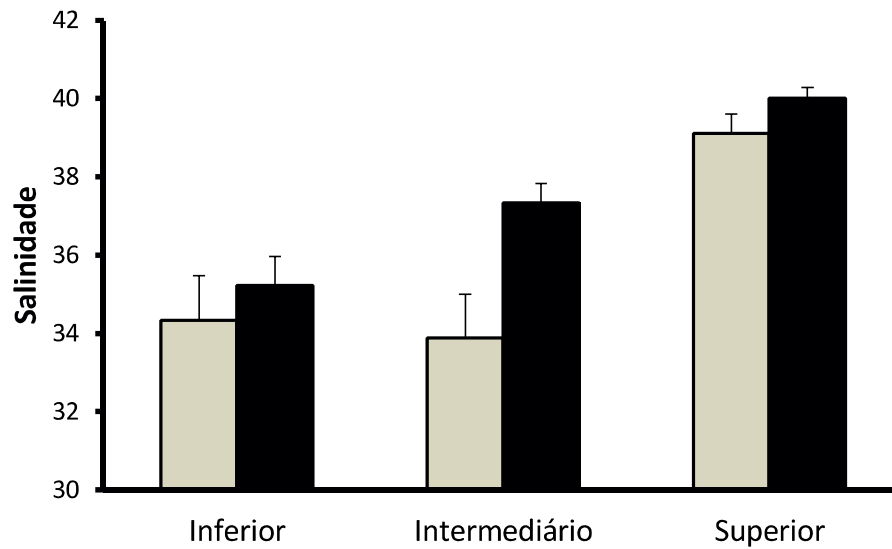
Figura 2 - Variações na média de temperatura da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



A salinidade, por sua vez, apresentou variações de 30 a 42 no estuário do Rio Tubarão e de 32 a 41 no estuário do Rio Casqueira. Os maiores valores médios foram registrados, em ambos os estuários, na zona superior – Tubarão ($39,11 \pm 0,48$) e Casqueira ($40,0 \pm 0,28$) – padrão característico de estuários hipersalinos, onde os maiores valores de salinidade são verificados na zona superior, tendendo ao declínio em direção ao mar. O menor valor médio

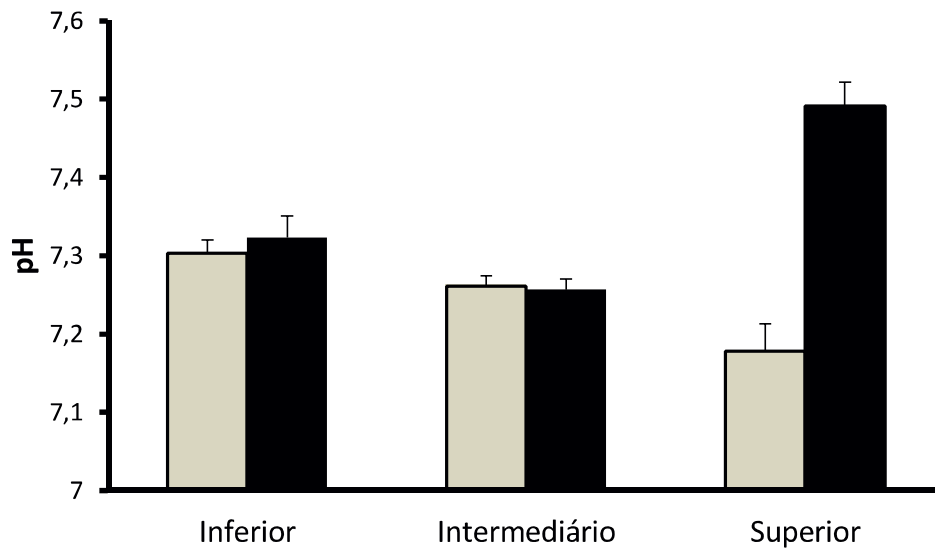
de salinidade no estuário do Rio Tubarão foi registrado na zona intermediária ($33,88 \pm 1,11$), enquanto que no Casqueira, a menor média de salinidade corresponde a zona inferior ($35,22 \pm 0,74$). Tais diferenças foram significativas (Tubarão Pseudo- $F_{2,26} = 8.903$; $P = 0.0021$; Casqueira Pseudo- $F_{2,26} = 18.083$; $P = 0.0001$) (Figura 3).

Figura 3 - Variações na média de salinidade registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



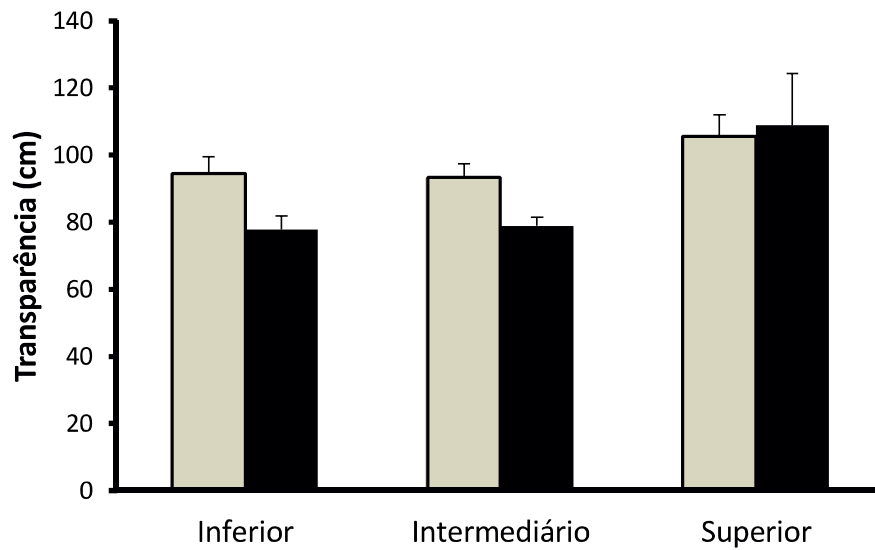
Variações no pH da água foram verificadas entre as zonas de cada estuário e entre os dois estuários. Os maiores valores para o pH foram registrados na zona superior do estuário do Rio Casqueira ($7,49 \pm 0,03$) - Zona intermediária ($7,25 \pm 0,01$), Zona inferior ($7,32 \pm 0,02$) -, enquanto no estuário do Rio Tubarão, a zona superior foi a que deteve o menor valor médio para esta variável ambiental ($7,17 \pm 0,03$) - Zona intermediária ($7,26 \pm 0,01$), Zona inferior ($7,30 \pm 0,01$). Embora pequenas, tais variações de pH foram significativas (Tubarão Pseudo- $F_{2,26} = 4,107$; $P = 0,0025$; Casqueira Pseudo- $F_{2,26} = 23,403$; $P = 0,0001$) (Figura 4).

Figura 4 - Variações na média de pH da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



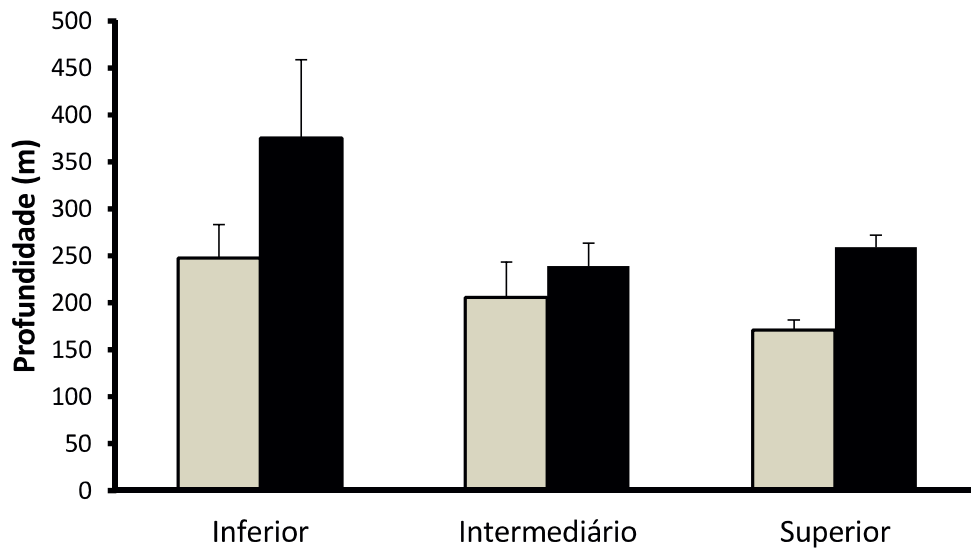
A transparência da água apresentou valores entre 70 e 130 centímetros no estuário do rio Tubarão, o que não foi significativo ($\text{Pseudo-F}_{2,26} = 1,328$; $P = 0,275$) e de modo significativo, a transparência da água variou entre 70 e 220 centímetros no estuário do rio Casqueira ($\text{Pseudo-F}_{2,26} = 4,464$; $P = 0,008$). Os menores valores desta variável ambiental para o Tubarão foram registrados na zona intermediária ($93,3 \pm 4,08$) e os maiores valores médios na zona superior ($105,5 \pm 6,47$). Para o Casqueira, os maiores valores de transparência da água foram registrados igualmente na zona superior ($108,8 \pm 15,3$) e os menores valores para a zona inferior do estuário ($77,7 \pm 4,00$) (Figura 5).

Figura 5 - Variações na média de transparência da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



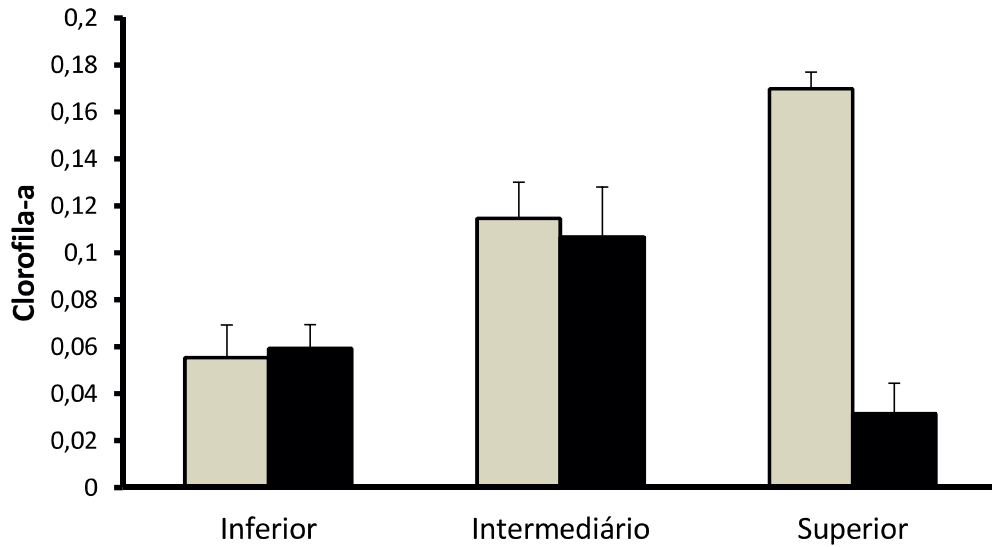
Profundidades foram registradas entre 171 e 247 centímetros para o estuário do Rio Tubarão e entre 375 e 238 centímetros para o estuário do Rio Casqueira. Em ambas as áreas de estudo, a zona inferior do estuário foram as de maiores valores médios de profundidade – Tubarão ($247,77 \pm 35,5$) e Casqueira ($375,55 \pm 82,7$). A zona superior do estuário do rio Tubarão foi a mais rasa ($171,11 \pm 35,5$), enquanto que a área de menor profundidade do estuário do rio Casqueira foi a zona intermediária ($238,88 \pm 24,1$). Em nenhum dos estuários tais variações foram significativas (Tubarão Pseudo- $F_{2,26} = 1,175$; $P = 0,3243$; Casqueira Pseudo- $F_{2,26} = 0,5667$; $P = 0,5727$) (Figura 6).

Figura 6 - Variações na média de profundidade da água registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



Por fim, os maiores valores de clorofila *a* foram verificados no estuário do Rio Tubarão na zona superior ($0,16 \pm 0,03$), com um padrão decrescente da zona inferior para a zona superior. Para o estuário do Rio Casqueira, o padrão de produtividade primária foi Inferior – Superior - Intermediário. Em ambos os estuários, os distintos valores de clorofila entre as zonas foram significativos (Tubarão Pseudo- $F_{2,26} = 19,812$; $P = 0,0001$); Casqueira Pseudo- $F_{2,26} = 6,0115$; $P = 0,005$) (Figura 7).

Figura 7 - Variações na média de clorofila *a* registradas nos estuários do rio Tubarão (em cinza) e Casqueira (em preto).



A análise de componentes principais (PCA) para as variáveis ambientais apresentou os eixos PC1 e PC2 explicando 73% da variação dos dados para o Tubarão e 61,4% da variação dos dados para o Casqueira. Para o estuário do Rio Tubarão, o eixo PC1 explicou 50,2% da variabilidade total estando correlacionado positivamente com a temperatura, pH e profundidade; e negativamente com a transparência, a salinidade e a clorofila *a*. O segundo eixo (PC2) teve uma explicação de 22,8% com correlação positiva para temperatura, e transparência; e negativa para pH, profundidade, salinidade e clorofila *a* (Tabela 1, figura 8).

Para o estuário do Rio Casqueira, o eixo PC1 explicou 40,8% da variabilidade total estando correlacionado positivamente com a temperatura, pH, transparência e salinidade; e negativamente com profundidade e clorofila *a*. O segundo eixo (PC2) teve uma explicação de 20,6% com correlação positiva para todas as variáveis ambientais analisadas (Tabela 1, figura 9).

Tabela 1 - Coeficientes de autovetores dos componentes principais (PC1 e PC2) dos parâmetros ambientais nos estuários do rio Tubarão e Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte.

Componentes/Variáveis	Tubarão		Casqueira	
	PC1	PC2	PC1	PC2
Temperatura (°C)	0,432	0,39	0,11	0,093
pH	0,49	-0,309	0,548	0,19
Transparência	-0,292	0,5	0,509	0,161
Profundidade	0,329	-0,472	-0,205	0,25
Salinidade	-0,353	-0,476	0,497	0,202
Clorofila <i>a</i>	-0,505	-0,23	-0,373	0,04
Autovetores	30,1	1,37	2,45	1,24
% Variação cumulativa	50,2	73	40,8	61,4

Figura 8 - Análise dos Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais no estuário hipersalino do rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).

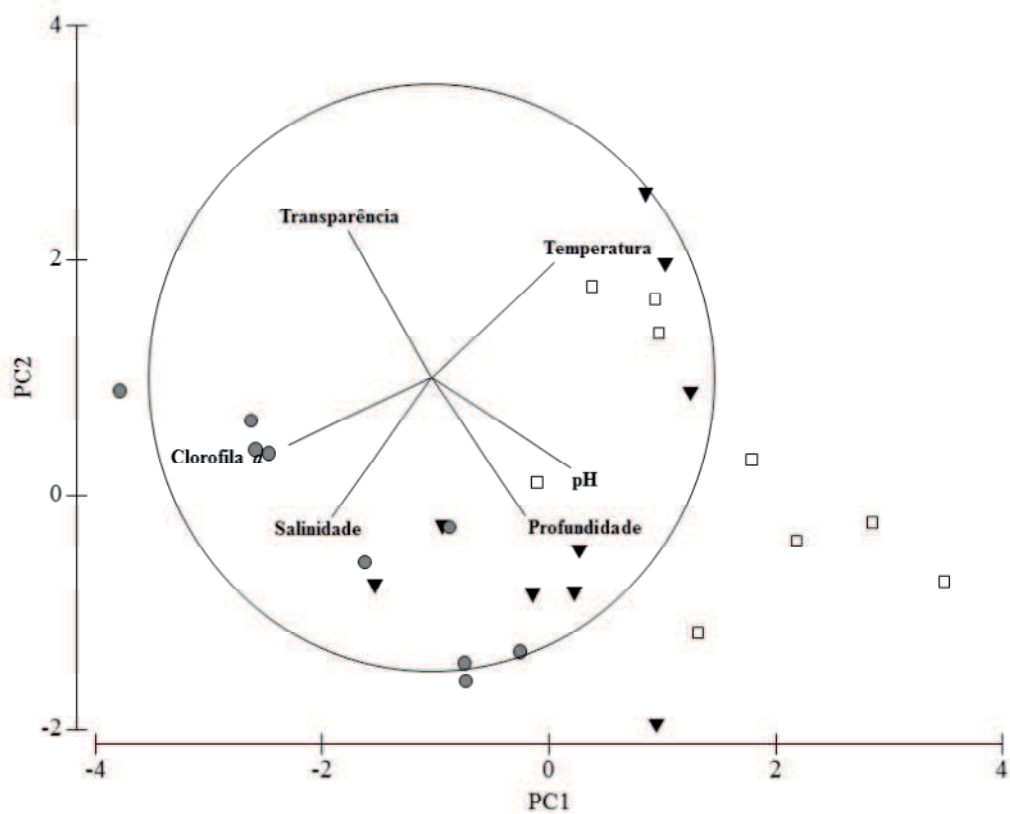
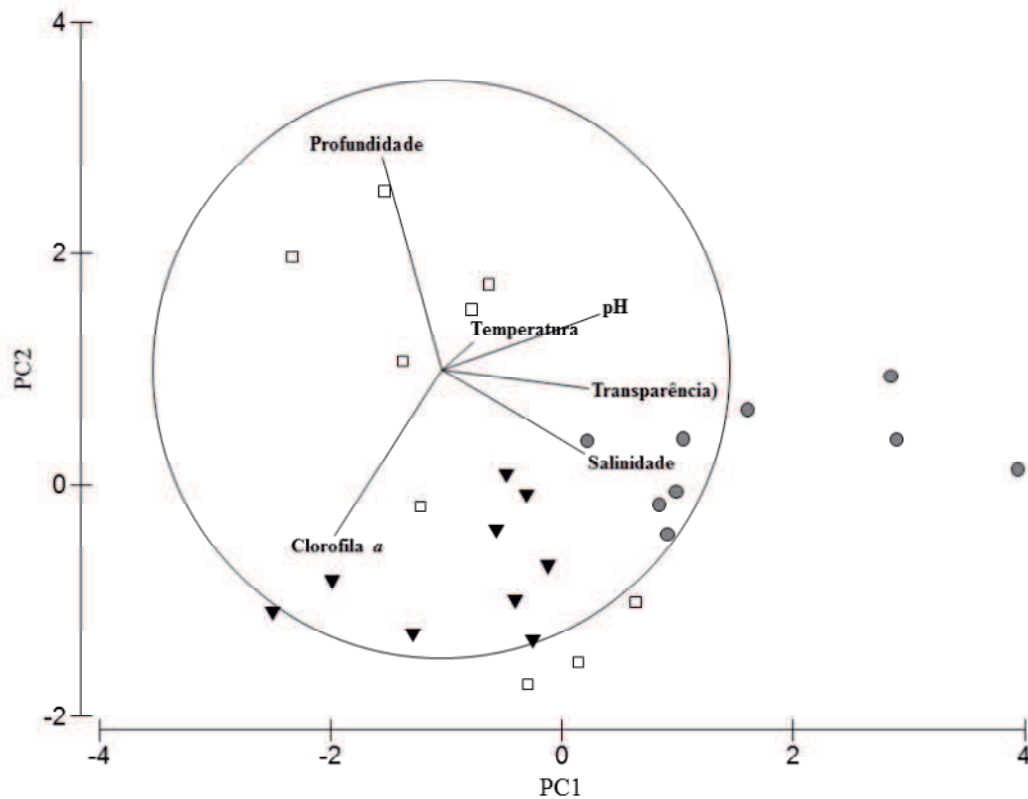


Figura 9 - Análise dos Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais no estuário hipersalino do rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).



3.2 Fatores bióticos

Foram contabilizados 102.793 organismos constituintes do zooplâncton. Destes, 39.628 foram contabilizados no estuário do rio Tubarão e 63.165 no estuário do rio Casqueira, sendo todos os organismos agrupados nos Reinos Protista e Metazoa. Dentro do Reino Metazoa, os organismos foram divididos em nove filos, cinco subfilos e nove classes (Tabela 3, em anexo).

No estuário do Rio Tubarão, foram dominantes os itens: Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Náuplio de Cirripédia, Zoé de Brachyura e Apendicularia, foram itens de frequência de ocorrência de 100% nas três zonas do estuário. Para o estuário do Rio Casqueira, os principais itens estruturadores da comunidade zooplânctonica foram: Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Náuplio de Cirripédia, Zoe de Brachyura, Larva de Bivalve, Náuplio de Penaeidae, Cipryd e Apendicularia, com frequência de ocorrência de 100% nas três zonas. Além destes, outros itens contribuiriam com alta frequência de ocorrência para a composição de cada zona (Tabela 3, em anexo).

As densidades, calculadas de acordo com Lima et al., (2015), diferiram entre os dois estuários, apresentando o Tubarão uma densidade total de 1,03 (ind. 100 m⁻³), enquanto o Casqueira apresentou uma densidade total de 52,39 (ind. 100 m⁻³). Por zona, a zona superior de ambos os estuários foram aquelas de maiores densidades (Tubarão: 0,58±0,01 e Casqueira: 41,43±1,45), cujos valores decresceram em direção a maior proximidade com o mar. Os organismos com 100% de frequência de ocorrência em todas as três zonas estuarinas de ambos os estuários, foram aqueles que contribuíram em mais de 90% com a densidade total de cada estuário.

Os resultados da PERMANOVA indicaram que a densidade do zooplâncton diferiu significativamente entre as zonas (Pseudo-F_{2,26}= 5.3658; *P*= 0.0001), entre os estuários (Pseudo-F_{2,26}= 42,405; *P*= 0.0001) e também para a interação estuários vs. zonas (PseudoF_{2,26}= 10.453; *P*= 0.0001) indicando que os diferentes estuários, as diferentes zonas dentro do mesmo estuário e a interação entre estuários vs. zonas tem influência sobre a composição das assembleias zooplanctônicas do estuário do rio Tubarão e do estuário do rio Casqueira.

Em relação a contribuição dos diferentes representantes do zooplâncton na similaridade entre as zonas e os estuários estudados, na zona Superior do estuário do rio Tubarão, foi observada maior contribuição de Náuplio de Cirripédia, Calanoida, Cyclopoida, Zoe de Brachyura e Harpacticoida. Na zona intermediária, Calanoida, Cyclopoida, Zoe de Brachyura, Náuplio de Cirripédia e Harpacticoida; e para a zona inferior, Cyclopoida, Calanoida, Zoe de Brachyura, Harpacticoida e Apendicularia. Para o estuário do Rio Casqueira, na zona superior foi verificada uma maior contribuição de Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, Náuplio de Cirripédia, Zoe de Brachyura e Apendicularia. Na zona intermediária, Calanoida, Náuplio de Cirripédia, Cyclopoida, Zoe de Brachyura e Harpacticoida; e para a zona inferior, Náuplio de Cirripédia, Calanoida, Cyclopoida, Zoe de Brachyura e Harpacticoida (Tabela 3, em anexo).

Tabela 2 - Valores de similaridade e contribuição (%) obtidas pelo SIMPER codificadas pelas zonas dos estuários, a um nível de corte de 90% dos itens.

Densidade	Tubarão			Casqueira		
	Superior	Intermediária	Inferior	Superior	Intermediária	Inferior
Média de similaridade (%)	62,33	61,49	58,86	58,86	40,16	66,93
Itens						
Calanoida	29,87	43,54	22,59	35,27	30,56	25,18
Ciclopoida	15,13	22,65	39,01	27,02	20,61	15,28
Zoea de Brachyura	7,52	15,08	19,47	4,48	7,90	5,76
Náuplio de Cirripédia	37,43	7,90		10,29	29,53	42,28
Harpacticoida	5,14	6,20	5,60	11,45	5,74	5,15
Apendicularia			4,15	3,26		
TOTAL	95,09	95,37	90,82	91,77	94,34	93,66

3.3 Influências das variáveis ambientais sobre a comunidade zooplânctônica

A análise do modelo linear baseado na distância (DistLM, Tubarão R^2 ajustado=0,18906 e Casqueira R^2 ajustado=0,44869) indicou diferentes variáveis ambientais como preditoras em cada um dos estuário estudados. Para o estuário do rio Tubarão, a salinidade, a transparência e a temperatura foram as principais variáveis ambientais influenciaram a comunidade zooplânctônica. A dbRDA 1 representou 23,6% da variação total e 83,6% da variação ajustada, com correlação positiva com a salinidade ($r= 0,76$) e a transparência ($r= 0,40$); e negativa com a temperatura ($-0,50$). A dbRDA 2 representou 3,9% da variação total e 13,7% da variação ajustada, correlacionada negativamente a salinidade ($r=-0,05$), transparência ($r= 0,74$) e temperatura ($-0,67$). O primeiro eixo da dbRDA, que confere melhor explicação aos dados, separa de modo claro as amostras da zona inferior à esquerda, enquanto as amostras da zona superior são agrupadas no quadrante direito (Figura 10).

Para o estuário do rio Casqueira, a salinidade, a temperatura, a profundidade, a clorofila *a* e o pH foram as variáveis ambientais preditoras para o zooplâncton. A dbRDA 1 representou 45,3% da variação total e 81,6% da variação ajustada, com correlação positiva com a salinidade ($r= 0,82$) e com o pH ($0,48$). A dbRDA 2 representou 8,2% da variação total e 14,7% da variação ajustada, correlacionada positivamente com a temperatura ($r= 0,55$) e negativamente com a salinidade ($r= -0,06$), clorofila *a* ($r=-0,60$), profundidade ($r= -0,46$) e pH

($r=-0,31$). O primeiro eixo também agrupa a zona inferior e intermediária ao quadrante esquerdo enquanto a zona superior, bem distinta, é agrupada ao quadrante direito (Figura 11).

Quanto a influencia das variáveis ambientais sobre a comunidade zooplânctonica, a correlação de Pearson ($r>0,4$) mostrou que, para o estuário do Rio Tubarão, Nematoda, Protozoa de Luciferidae e Náuplio de cirripédia foram correlacionados positivamente com o eixo 1, os quais foram influenciados pela salinidade e a transparência e Apendicularia foi correlacionada negativamente sob influencia negativa da temperatura. Para o estuário do rio Casqueira, Protozoa de Luciferidae, Calanoida, Cyclopoida, Harpacticoida, e Apendicularia foram correlacionados positivamente com o eixo 1, sob influencia da salinidade e do pH. Tais itens não apresentam nenhuma relação com as variáveis contidas no eixo dois, que são: temperatura, profundidade e a clorofila *a* (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) demonstrando as variáveis ambientais e a composição da zooplânctônica no estuário do rio Tubarão, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□).

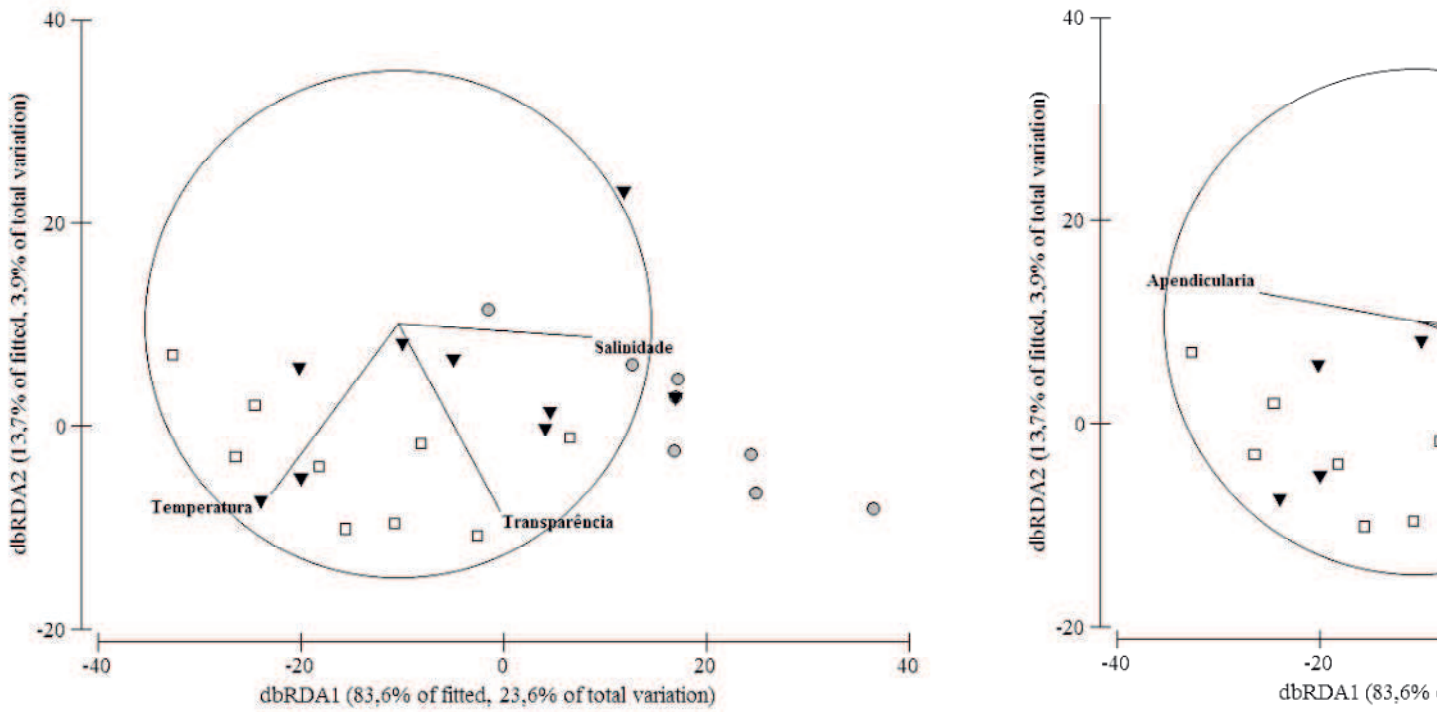
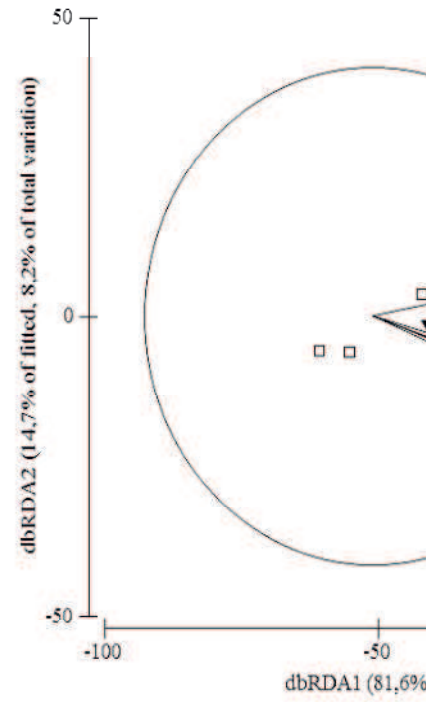
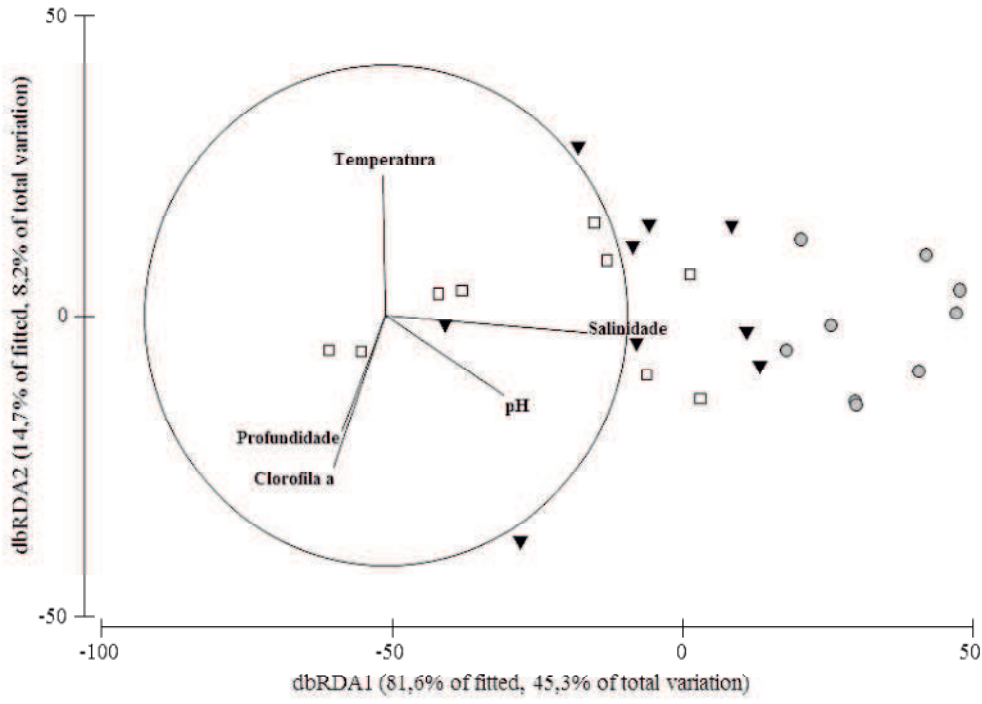


Figura 11 - Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) demonstrando as variáveis ambientais e zooplânctônica no estuário do rio Casqueira, Macau, Rio Grande do Norte. Zona superior (●), Zona intermediária (▲) e Zona inferior (□)



4. DISCUSSÃO

A constituição da comunidade zooplanctônica apresenta-se influenciada sob a ação de diferentes parâmetros ambientais ao longo de cada estuário em estudo, e diferiu de forma quantitativamente significativa entre as zonas e os estuários. Para o estuário do rio Casqueira, as salinidade e o pH foram os principais fatores que influenciaram positivamente a distribuição de copépodos; do Urocordata Apendicularia e do representante da classe Malacostraca, Protozoa de Luciferidae. Foram influenciados negativamente por clorofila *a*, profundidade e temperatura. Nota-se também que as maiores densidades de copépodos estão diretamente ligadas com o aumento da salinidade e da clorofila *a* na zona superior, em ambos os estuários, sendo consideravelmente diminuídas com o decréscimo desta variável ambiental. A dominância de copépodos em termos de densidades em todo o estuário do Casqueira, chegando atingindo 74,35% da densidade total segue um padrão verificado em diversos estudos (ANUFRIIEVA, 2015; CARRASCO, PERISSINOTO, 2012; FARHADIAN, POULADI, 2014; QUIAN, 2008; RÍOS, BAYLY, 2018; SHANG et al., 2005). Devido a esta alta densidade, resultante da dominância que este grupo possui frente ao todo zooplanctônico; a tolerância a salinidade em especial dos copépodos, afeta consideravelmente as comunidades zooplânctônicas estuarinas, mesmo sendo altas concentrações de sais, tóxica para a maioria dos organismos pelo efeito do meio hipertônico reduzir em muito a disponibilidade de água, vital a manutenção da vida (GRANT, 2004).

Os copépodos são um dos principais constituintes do zooplâncton, com grande importância ecológica, uma vez que ocupam diferentes nichos ecológicos em teias alimentares aquáticas, e contribuem para a manutenção dos ciclos biogeoquímicos, pois funcionam como um elo entre a base da cadeia alimentar e os níveis tróficos mais elevados (FRANGOULIS et al., 2004). As grandes densidades deste grupo zooplânctônico em águas salinas deve-se principalmente a uma adaptação osmótica. Muitos copépodos são osmoconformadores (BAYLY; BOXSHALL, 2009; SVETLICHNY et al., 2012), o que corresponde a uma adaptação a nível celular para a regulação de fluidos corporais, elevando as concentrações de osmólitos orgânicos compatíveis, principalmente pela ingestão (exoosmólitos), uma vez que há menos dispêndio energético quando comparado a produzi-los (ANUFRIIEVA, 2015). Além disso, os estágios de repouso de verificado em copépodos que habitam águas salinas

(MOSCATELLO, BELMONTE, 2009; ANUFRIIEVA, SHADRIN, 2014) promove o transporte a longas distâncias (FRISCH et al., 2007), dispersando para distintos habitats uma variedade de copépodos halotolerantes.

Além destes fatores elencados, a salinidade é uma variável ambiental que influencia a comunidade zooplanctônica no tempo de desenvolvimento larval e na fecundidade de alguns grupos, como os copépodos (PAYNE; RIPPINGALE, 2001; DEVREKER et al., 2007). Em condições experimentais, Payne e Rippingale (2001) verificaram que o copépodo Calanoide *Gladioferens imparipes* tem seu tempo de maturação reduzido em uma maior salinidade. Logo a salinidade pode atuar impulsionando os estágios do desenvolvimento e conseqüentemente, a reprodução destes, incrementando mais indivíduos as densidades locais. Outros organismos também possuem suas densidades elevadas com o aumento da salinidade em ambos os estuários, em geral, indivíduos zooplanctônicos adultos ou alóctones.

No entanto, outros indivíduos podem ser influenciados negativamente pelas altas salinidades, tendo em vista as diferentes capacidades osmorregulatórias dos organismos (WHITFIELD et al., 2012, 2015) Verifica-se no presente estudo que organismos como Náuplios de Artêmia, Zoea de Penaeidae, ovos de peixes e de invertebrados, Larva de Hidromedusa e Larva de Equinoderme, no estuário do rio Tubarão e; Larva de Polychaeta, Cumaceae, Ácaro marinho, Ostracoda, Tanaidaceae, e Tintínídeo no estuário do rio Casqueira, que correspondem a estágios inferiores do desenvolvimento, tiveram suas densidades diminuídas com o aumento da salinidade, devido a baixa capacidade osmorregulatória dos indivíduos juvenis ou, ao gasto energético na osmorregulação não compensatório, elevando o índice de mortalidade (TSUZUKI et al., 2000; RESLEY et al., 2006; LIN et al., 2009).

Apendicularia, embora raramente seja um representante zooplanctônico significativo em termos de biomassa, eles são itens frequentes e abundantes em ecossistemas costeiros, importantes no fluxo de energia devido a elevada quantidade de matéria orgânica que produzem por meio do descarte de suas cascas e pelotas fecais (VARGAS et al., 2002; CHOE, DEIBEL, 2008). A sua distribuição em geral sofre direta influência da salinidade e da temperatura (CHOE, DEIBEL, 2008; LÓPEZ-URRUTIA et al., 2005; SPINELLI et al., 2009), variáveis ambientais que também relacionaram-se com este organismo em nosso estudo. No estuário do rio Casqueira, há positiva correlação entre a salinidade, enquanto no estuário do Rio Tubarão, uma negativa correlação com a temperatura foi verificada. Capitanio et al., (2008), em uma

estação costeira de Buenos Aires, relata as maiores densidades de *Fritillaria borealis* com períodos de mais baixas temperaturas. Choe e Deibel (2008) por sua vez, ao analisar a possível sobreposição de nicho entre, *Oikopleura vanhoeffeni*, *Fritillaria borealis* e *Oikopleura labradoriensis* em um estuário subtropical, conclui que há diferentes pontos ótimos de temperatura e salinidade entre cada espécie em particular. Logo, as correlações aqui verificadas podem estar diretamente ligadas com diferentes espécies, uma vez que a classificação deu-se apenas em nível de classe.

Também relacionados com a salinidade no estuário do Rio Tubarão, esteve o estágio do desenvolvimento de protozoa de camarões pertencentes a família Luciferidae. Estudos tem relacionados a abundância de camarões peneideianos com fatores ambientais, dentre eles, a salinidade (COSTA et al., 2005 a, b; 2007). Das sete espécies do gênero *Lucifer*, apenas *Lucifer faxoni* e *Lucifer typus* ocorrem ao longo da região costeira do Brasil (COSTA et al., 2000), sendo *Lucifer faxoni* o que apresenta as maiores abundâncias atreladas aos maiores valores de salinidade (MARAFON-ALMEIDA et al., 2016). Isso demonstra um padrão de distribuição em preferência por regiões com salinidades mais altas, uma vez que esta variável ambiental atua como uma barreira para a sua ampla distribuição (TEODORO et al., 2012).

Quanto ao pH, os valores médios desta variável ambiental para os dois estuários estão de acordo com a resolução do CONAMA nº375/2005, que estabelece para as classes de águas salobras o pH entre 6,5 e 8,5. Em ambos os estuários, o pH não apresentou grandes variações, mostrando-se acima de 7,0. De fato, a alcalinidade da água, de acordo com Arnott e Vanni (1993) e Bhuiyan e Nessa (1998), fornece as melhores condições para o crescimento do zooplâncton e, devido capacidade de neutralização existente no ecossistema aquático em razão do efeito tampão, não são observadas grandes variações de pH (MACÊDO FLORES-MONTES; LINS, 2000).

A influência de determinados fatores ambientais sobre o zooplâncton nem sempre se estabelece em comum consenso na literatura. De acordo com alguns autores, por exemplo, temperatura, clorofila *a* e profundidade possuem influência positiva sobre as densidades e abundância, sendo importantes preditores na estrutura das comunidades zooplânctônicas, por influenciarem diretamente nas densidades, abundância e riqueza dos organismos. No entanto, outros autores condicionam tais variáveis como de pouca influência e até mesmo insignificante sobre populações de zooplâncton tropicais (ÁLVAREZ-SILVA, TORRES-ALVARADO, 2013; CARRASCO, PERISSINOTO, 2012; ECHANIZ et al., 2012; FARHADIAN, POULADI, 2014; SHIL et al., 2013).

Abdul et al., (2016) concluem que diferentes grupos pertencentes ao zooplâncton relacionam-se com variáveis ambientais específicas, e portanto, diferentes, o que por consequência, pode explicar a divergência entre os autores e as nossas correlações negativas dos seguintes itens com tais variáveis ambientais.

Para o estuário do rio Tubarão, a salinidade e a transparência são os principais fatores que influenciam a distribuição de Náuplio de Cirripédia, da Protozoa de Luciferidae e dos Nematodas, enquanto Apendicularia é negativamente relacionado com a temperatura. Assim como no estuário do rio Casqueira, Protozoa de Luciferidae está correlacionado de forma positiva com a salinidade e Apendicularia está negativamente relacionado com a temperatura da água. De semelhante modo a outros organismos zooplânctônicos, os cirripédes interagem com determinadas variáveis ambientais de acordo com a espécie. *Microeuraphia rhizophorae*, associada a manguezais; toleram baixas salinidades, enquanto *Chthamalus bisinuatus*, *Chthamalus proteus* e *Amphibalanus amphitrite* estão associadas a habitats de maior salinidade (PITOMBO, YOUNG, 2011).

Quanto aos nemátodos, estes fazem parte da meiofauna, e embora tenham sido encontrados no presente trabalho, devem ser considerados um item acidental na comunidade zooplanctônica do estuário do Rio Tubarão. Ainda assim, são organismos associados a salinidade e capturados em meio ao zooplâncton em estudos estuarinos no Nordeste brasileiro, sendo indicadores de ambientes com certo grau de antropização (VASCONCELOS et al., 2004; SERPE et al., 2010; PEREIRA et al., 2011).

Embora os dois sistemas estuarinos em estudo sejam hipersalinos e localizem-se na mesma região geográfica, notadamente há diferenças significativas em termos de densidades quando comparamos as comunidades zooplanctônicas entre si. Algumas das variáveis ambientais, por exemplo, comportam-se de modos distintos entre os dois estuários. No estuário do rio Tubarão, os maiores valores de clorofila *a* está relacionado com a maior densidade de organismos zooplanctônicos na zona superior. É sabido que, os valores de clorofila são indicativos de áreas mais produtivas no que diz respeito a fonte de recursos alimentares que consequentemente impulsiona a crescimento da comunidade zooplanctônica e dos demais níveis tróficos (HOOVER et al., 2006). No entanto, para o estuário do rio Casqueira, a clorofila *a* não se relaciona com as mais altas densidades, inferindo que sistemas próximos e por definição igual, comportam-se e estruturam-se de maneira distinta, mesmo sobre consideração das mesmas variáveis ambientais. A alta densidade de organismos do zooplâncton encontrada por sua vez no

sistema estuarino do rio Casqueira, em especial na zona superior do estuário, certamente está relacionado com o nível de conservação verificada na área, com extenso manguezal associado, muito maior do que o verificado para o estuário do rio Tubarão, mesmo sendo este inserido em uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Ainda, a fluxo de maré vazante no estuário do rio Tubarão é drástica, secando boa parte do canal principal, o que interfere no reestabelecimento da comunidade zooplânctônica no fluxo de maré enchente seguinte e até mesmo uma maior abundância tendo em vista o estresse significativo que isso representa aos organismos.

Diante das grandes densidades verificadas em sistemas salinos e, no presente estudo, nas zonas de maior salinidade, mesmo sendo esta variável ambiental considerada um fator estressante para o estabelecimento de organismos em geral, de acordo com a Hipótese do Distúrbio Intermediário, postulada por Connell (1978), os níveis intermediários de perturbação podem provocar uma maior diversidade, uma vez que a competição ou os efeitos de colonização exercem uma pressão seletiva sobre os organismos, o que provoca uma baixa diversidade. Nos intermediários de distúrbios cuja frequência e intensidade são distintas, haveria tempo suficiente para a estruturação de comunidades mais diversas. Logo, o aporte de água doce, embora pouco, e os fluxos de maré agem com fatores que fazem com que as flutuações de salinidade sejam este distúrbio intermediário, elevando as densidades dos organismos.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos verifica-se que a transparência apenas mostrou-se importante para o estuário do Rio Tubarão. A salinidade, por sua vez; e a temperatura, não estimada em nossa hipótese, em ambos os estuários atuaram como variáveis ambientais preditoras na estruturação da comunidade zooplanctônica. Ainda, diferentes grupos pertencentes ao zooplâncton relacionam-se com variáveis ambientais específicas, favorecendo a formação de diferentes comunidades, em termos de composição e densidade ao longo do estuário.

REFERÊNCIAS

ABDUL, W. O. The effects of environmental parameters on zooplankton assemblages in tropical coastal estuary, South-west, Nigeria. **The Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 42, n. 3, p. 281-287, 2016.

ÁLVAREZ-SILVA, C.; TORRES-ALVARADO, M. R. Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México. **Hidrobiológica**, v. 23, n. 2, p. 241-249, 2013.

ANUFRIIEVA, E. V. Do copepods inhabit hypersaline waters worldwide? A short review and discussion. **Chinese journal of oceanology and limnology**, v. 33, n. 6, p. 1354-1361, 2015.

ANUFRIIEVA, E.; SHADRIN, N. Resting stages of crustaceans in the Crimean hypersaline lakes (Ukraine) and their ecological role. **Acta Geologica Sinica (English Edition)**, v. 88, n. s1, p. 46-49, 2014.

ARNOTT, Shelley E.; VANNI, Michael J. Zooplankton assemblages in fishless bog lakes: influence of biotic and abiotic factors. **Ecology**, v. 74, n. 8, p. 2361-2380, 1993.

BALECH, Enrique. **Dinoflagelados del Atlántico sudoccidental**. 1988.

BAYLY, I. AE; BOXSHALL, G. A. An all-conquering ecological journey: from the sea, calanoid copepods mastered brackish, fresh, and athalassic saline waters. **Hydrobiologia**, v. 630, n. 1, p. 39-47, 2009.

BHUIYAN, A. S.; NESSA, Q. A quantitative study of zooplankton in relation to the physico-chemical conditions of a freshwater fishpond of Rajshahi. **University Journal of Zoology. Rajshahi University**, v. 17, p. 29-37, 1998.

BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton. **Backhuys**, Leiden. 1999.

CAPITANIO, Fabiana L. et al. Seasonal Cycle of Appendicularians at a Coastal Station (38° 28' s, 57° 4' w) of the SW Atlantic Ocean. **Bulletin of Marine Science**, v. 82, n. 2, p. 171-184, 2008.

CARRASCO, N. K.; PERISSINOTTO, R. Development of a halotolerant community in the St. Lucia Estuary (South Africa) during a hypersaline phase. **PloS one**, v. 7, n. 1, p. e29927, 2012.

CHOE, N.; DEIBEL, D. Temporal and vertical distribution of three appendicularian species (Tunicata) in Conception Bay, Newfoundland. **Journal of Plankton Research**, v. 30, n. 9, p. 969-979, 2008.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R.N. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth, 2006.

CORNWELL, W. K.; SCHWILK, D. W.; ACKERLY, D. D. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology**, v. 87. p.1465-1471, 2006.

CORNELL, Howard V.; KARLSON, Ronald H. Local and regional processes as controls of species richness. In: **Spatial ecology the role of space in population dynamics and interspecific interactions**, p. 250-268, 1997.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; CASTILHO A. L.; FREIRE, F. A. M. Annual, seasonal and spatial variation of abundance of the shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda; Penaeoidea) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association**, v. 85, p. 107-112, 2005a.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; FREIRE, A. M.; CASTILHO, A. L. Abundance and ecological distribution of the "sete-barbas" shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1962) (Decapoda: Penaeoidea) in three bays of the Ubatuba region, Southeastern Brazil. **Gulf and Caribbean Research**, v.19, p. 33-41, 2007.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; MANTELATTO, F. L. M.; CASTRO, R. H. Occurrence of shrimp species (Crustacea: Decapoda: Natantia: Penaeoidea and Caridea) in Ubatuba Bay, Ubatuba, SP, Brazil. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, n. 113, p. 776-781, 2000.

COSTA, R. C.; FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. Ecology of the rock shrimp *Sicyonia dorsalis* Kingsley, 1878 (Crustacea: Sicyoniidae) in a subtropical region of Brazil. **Gulf Caribbean and Research**, v.17, n. 1, p.49-56, 2005b.

DIAS, T. L. P. **Os peixes, a pesca e os Pescadores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia). Universidade Federal da Paraíba, 2006.

DIAS, T. L. P.; ROSA, R. S.; DAMASCENO, L. C. P. Aspectos socioeconômicos, percepção ambiental e perspectivas das mulheres marisqueiras da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Rio Grande do Norte, Brasil). **Gaia Scientia**, v. 1, n. 1, p. 23-35, 2007.

DEVREKER, David.; SOUISSI, S.; FORGET-LERAY, J.; LEBOULENGER, F. Effects of salinity and temperature on the post-embryonic development of *Eurytemora affinis* (Copepoda; Calanoida) from the Seine estuary: a laboratory study. **Journal of Plankton Research**, v. 29, n. 1, p. 117-133, 2006.

ECHANIZ, S. A.; VIGNATTI, A. M.; CABRERA, G. C.; PAGGI, S. B. J. Zooplankton richness, abundance and biomass of two hypertrophic shallow lakes with different salinity in central Argentina. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, 2012.

FARHADIAN, O.; POULADI, M. Seasonal changes in the abundance and biomass of zooplankton from shallow mudflat river-estuarine system in Persian gulf. **Braslian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 18, n. 2, p. 19-29, 2014.

FARRAPEIRA, C. M. R. Cirripedia Balanomorpha del estuario del río Paripe (Isla de Itamaracá, Pernambuco, Brasil). **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, 2008.

FOISSNER, W., BERGER, H., SCHAUMBURG, J. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Bavary State Off. **Water Manag. Munich Rep**, p. 1-793, 1999

FRANGOULIS. C.; CHRISTOU, E. D.; HECQ, J. H. Comparison of marine copepod outfl uxes: nature, rate, fate and role in the carbon and nitrogen cycles. **Advances in Marine Biology**, n.47, p.253-309, 2004.

FRISCH. D.; GREEN, A. J.; FIGUEROLA, J. High dispersal capacity of a broad spectrum of aquatic invertebrates via waterbirds. **Aquatic Sciences**, v. 69, n. 4, p.568-574, 2007.

GRANT, W. D. Life at low water activity. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, n. 359, p. 1249-1267, 2004.

HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistic software package for education and data analysis. **Paleontologia Eletronica**, v. 4 n.1 p.1-9, 2001.

HOOVER, R.S.; HOOVER, D.; MILLER, M.; LANDRY, M.R.; DECARLO, E.H.; MACKENZIE F.T. Zooplankton response to storm runoff in a tropical estuary: bottom-up and topdown controls. **Marine Ecology Progress Series**, v. 318, p. 187-201, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada do município de Macau, Rio Grande do Norte. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/macau/panorama>> Acesso em: 18 de maio, 2018.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Mapeamento geoambiental da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão. Relatório Técnico, Natal, Brasil, p.23, 2004.

LEGENDRE, P.; ANDERSON, M. J. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. **Ecological Monographs**, v. 69, p. 1-24, 1999.

LILJENDAHL-NURMINEN, A.; HORPPILA, J.; LAMPERT, W. Physiological and visual refuges in a metalimnion: An experimental study of effects of clay turbidity and an oxygen minimum on fish predation. **Freshwater Biology**, n. 53, p. 945-951, 2008.

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.

LIN, QIANG; ZHANG, DONG; LIN, JUNDA. Effects of light intensity, stocking density, feeding frequency and salinity on the growth of sub-adult seahorses *Hippocampus erectus* Perry, 1810. **Aquaculture**, v. 292, n. 1-2, p. 111-116, 2009.

LÓPEZ-URRUTIA, A.; HARRIS, R.; SMITH, T. Predation by calanoid copepods on the appendicularian *Oikopleura dioica*. **Limnology Oceanography**, v. 49, p. 303-307, 2004.

- LORENZEN, C. Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. **Limnology and Oceanography**, v.12, p. 343-346. 1967.
- LUNT, J.; SMEE, D. Turbidity influences trophic interactions in estuaries. **Limnology and Oceanography**, v. 59, n. 6, p. 2002-2012, 2014.
- MACÊDO, S. J.; FLORES-MONTES, M. J.; LINS, I. C. Características Abióticas da Área, p. 7-25. In: BARROS, H. M.; ESKINAZILEÇA, E.; MACÊDO, S. J.; LIMA, T. (Eds.) Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais. Recife, Ed. Universitária da UFPE, p. 252, 2000.
- MARAFON-ALMEIDA, A.; PEREIRA, J. B.; FERNANDES, L. F. L. Distribution of the species of Lucifer Thompson, 1829 in the subtropical South Atlantic between parallels 20° and 30°s. **Brazilian Journal of oceanography**, v. 64, n. 3, p. 217-226, 2016.
- 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 Shelf Science**, n. 73, p. 725-734, 2007.
- McARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, v. 82, p. 290-297, 2001.
- MOSCATELLO, S.; BELMONTE, G. Egg banks in hypersaline lakes of the South-East Europe. **Saline Systems**, v.5, n.1, 2009.
- MOTA, E. M. T. Distribuição e abundância do icteoplâncton na plataforma continental (42-37W, 48-21S) Nordeste do Brasil. Dissertação de mestrado. Programa de PósGraduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará. p. 71, 2013.
- PAIVA, A. C. G.; LIMA, M. F. V.; SOUZA, J. R. B.; ARAÚJO, M. E. Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish. **Zoologia**, v. 26, n. 2, p. 266-278, 2009.
- PAYNE, M. F.; RIPPINGALE, R. J. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. **Aquaculture**, v. 201, n. 3-4, p. 251-262, 2001.

PEREIRA, A. P. S.; VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; MÉLLO JÚNIOR, A. V.; NOGUEIRA, E. M. S. Biodiversidade e estrutura da comunidade zooplânctônica na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 2, p. 191-205, 2011.

PITOMBO, F.; YOUNG, P. CIRRIPIEDIA, **Thoracica**, p.182-188, 2011.

POSTEL, L.; FOCK, H.; HAGEN, W. Biomass and abundance. In: HARRIS, R. P.; P. H. WIEBE, J. LENS, H. R.; SKJOLDAL; Huntley, M. ICES Zooplankton Methodology Manual. **Academic Press**, London, p. 83-192, 2000.

POTTER, I. C.; CHUWEN, B. M.; HOEKSEMA, S. D.; 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, p. 497–500, 2010.

QUEIROZ, R. N. M.; DIAS, T. L. P. Molluscs associated with the macroalgae of the genus *Gracilaria* (Rhodophyta): importance of algal fronds as micro-habitat in a hypersaline mangrove in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, 2014.

QUIAN, G.; ZHAOLI, X.; PING, Z. The relation between distribution of zooplankton and salinity in the Changjiang estuary. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 26, n. 2, p. 178-185, 2008.

RESLEY, MATTHEW J.; WEBB JR, KENNETH A.; HOLT, G. JOAN. Growth and survival of juvenile coho, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 398-407, 2006.

RÍOS, P. L.; BAYLY, I. A. E. Halotolerant copepod in South American Inland saline waters. **Crustaceana**, v. 91, n. 5, p. 527-535, 2018.

SALES, N. S. Variação espacial das assembleias de peixes no estuário hipersalino do Rio Tubarão, Rio Grande do Norte-Brasil. 2014.

SANTOS-WISNIEWSKI, M. J.; ROCHA, O.; GUNTZEL, A. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Species richness and geographic distribution of the genera *Chydorus* and *Pseudochydorus* (Cladocera, Chydoridae) in São Paulo State. **Biota Neotropica**, v. 8, n.1, p. 21-23, 2008.

SERPE, F. R.; ADLOFF, C. T.; CRISPIM, M. C.; ROCHA, R. M. Comunidade zooplânctônica em um estuário hipersalino no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n.3, p. 51-73, 2010.

SHANG, X., G. Z.; WANG, S. J. L.; HUANG, J. Q. Preliminary study on the species minimum of copepods in the Low salinity zone of the Jiulong Estuary. **Journal of Xiamen University**, v. 44, n.5, p.706-709, 2005.

SHIL, J.; GHOSH, A. K.; RAHAMAN, S. M. B. Abundance and diversity of zooplankton in semi intensive prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farm. **Springer Plus**, v. 2, n. 183, 2013.

SOUZA JÚNIOR, A. N.; MAGALHÃES, A.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Zooplankton dynamics in a tropical Amazon estuary. **Journal of Coastal Research**, n. 65, p. 1230-1235, 2013.

SPINELLI, M. L.; MARTOS, P.; ESNAL, G. B.; CAPITANIO, F. L. Appendicularian assemblages and their space-time variability off the La Plata River, SW Atlantic Ocean. Estuarine, **Costal and Shelf Science**, v. 85, p. 97-106, 2009.

SVETLICHNY, L.; HUBAREVA, E.; KHANAYCHENKO, A. Calanipeda aquaedulcis and Arctodiaptomus salinus are exceptionally euryhaline osmoconformers: evidence from mortality, oxygen consumption, and mass density patterns. **Marine Ecology Progress Series**, n. 470, p.15-29, 2012.

SUZUKI, K. W.; NAKAYAMA, K.; TANAKA, M. Distinctive copepod community of the estuarine turbidity maximum: comparative observations in three macrotidal estuaries (Chikugo, idori and Kuma Rivers), southwestern Japan. **Journal of Oceanography**, v. 69, n.1, p. 15-33, 2013.

TEICHERT, N.; PASQUAUD, S.; BORJA, A.; CHUST, G.; URIARTE, A.; LEPAGE, M. Living under stressful conditions: Fish life history strategies across environmental gradients in estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.188. p. 18-26, 2017.

TEODORO, S. S. A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; SIMÕES, S. M.; LOPES, M.; COSTA, R. C. Population ecology of the planktonic shrimp *Lucifer faxoni* Borradaile, 1915 (Crustacea, Sergestoidea, Luciferidae) of the southeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 245-253, 2012.

TSUZUKI, M.Y., CERQUEIRA, V.R., TELES, A., DONEDA, S. Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 1, p. 1-5, 2007.

VAN DE MEUTTER, F.; L. DE MEESTER.; R. STOKS. Water turbidity affects predator–prey interactions in a fish–damselfly system. **Oecologia**, n. 144, p. 327–336, 2005.

VARGAS, C. A.; TÖNNESSON, K.; SELL, A.; MAAR, M.; MOLLER, E. F.; ZERVOUDAKI, T.; GIANNAKOUREOU, A.; CHRISTOU, E.; SATAPOOMIN, S.; PETERSEN, J. K.; NIELSEN, T. G; TISELIUS, P. Importance os copepods versus appendicularians in vertical carbon fluxes in a Swedish fjord. **Marine Ecology Progress Series**, v. 241, p. 125-138, 2002.

VASCONCELOS, D. M.; SANTOS, P. J. P.; TRINDADE, R. L. Distribuição espacial da meiofauna no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Atlântica**, v. 26, n. 1, p. 45-54, 2004.

VERDIELL-CUBEDO, D.; M. TORRALVA, A.; RUIZ-NAVARRO.; OLIVA-PATERNA, F. J. Fish assemblages in different littoral habitat types of a hypersaline coastal lagoon (Mar Menor, Mediterranean Sea). **Italian Journal of Zoology**, v. 80, p.104-116, 2013.

WHITFIELD, A. K.; ELLIOT, M.; BASSET, A.; BLABER, S. J. M.; WEST, R. J. Paradigms in estuarine ecology – A review of the remane diagram with a suggested revised model for estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 97, p. 78-90, 2012.

WHITFIELD, A. K. Why are there so few freshwater fish species in most estuaries? **Journal of Fish Biology**, v. 86, p. 1227-1250, 2015.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Tabela 3 - Valores da Frequência de Ocorrência (FO) em porcentagem, e densidade dos itens componentes da comunidade do estuário do rio Tubarão e do estuário do rio Casqueira.

Táxon	Tubarão							
	I		II		III		I	
	FO%	Dens.	FO%	Dens.	Fo%	Dens.	Fo%	Dens.
PROTISTA								
Foraminífero	100	<0,01	77,7	<0,01	77,7	<0,01	100	0,30
Radiolário	-	-	-	-	11,1	<0,01	-	-
Tintínídeo	22,2	<0,01	11,1	<0,01	-	-	-	-
METAZOA								
Cnidaria								
Larva Ephýra	-	<0,01	-	-	11,1	<0,01	-	-
Larva Plânula	-	-	33,3	<0,01	22,2	<0,01	-	-
Hidromedusa	11,1	<0,01	11,1	<0,01	-	-	22,2	<0,01
Nemata								
Nematoda	88,8	<0,01	33,3	<0,01	-	-	44,4	<0,01
Annelida								
Polychaeta	22,2	<0,01	33,3	<0,01	33,3	<0,01	44,4	0,03
Larva de Polychaeta							22,2	
Rotífera								
Rotífero							-	-
Arthropoda								
Crustacea								
Branchiopoda								
Náuplio de Artêmia	11,1	<0,01	-	-	22,2	<0,01	-	-
Malacostraca								
Cumacea	11,1	<0,01	33,3	<0,01	22,2	<0,01	-	-
Caprellidae	100	<0,01	88,8	<0,01	88,8	<0,01	-	-
Cipryd	22,2	<0,01	11,1	<0,01	22,2	<0,01	100	0,29
Gammaridae	33,3	<0,01	33,3	<0,01	-	-	44,4	0,01
Isopoda	88,8	<0,01	55,5	<0,01	-	-	55,5	0,04
Luciferidae (protozoa)	44,4	<0,01	33,3	<0,01	-	-	88,8	0,06

Gastropoda									
Larva de Gastropoda	100	<0,01	77,7	<0,01	77,7	<0,01	88,8	0,62	
Bivalvia									
Larva de Bivalve	100	<0,01	66,6	<0,01	88,8	<0,01	100	0,43	
Ectoprocta									
Larva Cifonauta							88,8	0,08	
Echinodermata									
Larva de Equinoderme	22,2	<0,01	55,5	<0,01	88,8	<0,01	88,8	0,08	
Larva de Estrela do mar	77,7	<0,01	-	-	-	-	66,6	0,04	
Chaetognatha									
Quetognata	-	-	22,2	<0,01	11,1	<0,01	33,3	<0,01	
Chordata									
Urochordata									
Appendicularia									
Appendicularia	100	<0,01	100	<0,01	100	<0,01	100	0,79	
Vertebrata									
Osteichthyes									
Ovo de Peixe	-	-	44,4	<0,01	55,5	<0,01	22,2	<0,01	
Larva de Peixe	-	-	22,2	<0,01	11,1	<0,01	11,1	<0,01	
Ovo de invertebrado	11,1	<0,01	55,5	<0,01	77,7	<0,01	33,3	0,07	
