



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

**MONALISA DOS SANTOS OLÍMPIO**

**O GRADIENTE SALINO É O FATOR ESTRUTURANTE PARA A  
DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM  
ESTUÁRIOS TROPICAIS?**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2015**

**MONALISA DOS SANTOS OLÍMPIO**

**O GRADIENTE SALINO É O FATOR ESTRUTURANTE PARA A  
DISTRIBUIÇÃO E COMPOSIÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM  
ESTUÁRIOS TROPICAIS?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como  
requisito para obtenção do título de Licenciada  
em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Joseline Molozzi

Coorientadora: Msc. Climélia da Nobrega Silva

**CAMPINA GRANDE - PB**

**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

É expressamente proibida 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 da dissertação.

O46g Olimpio, Monalisa dos Santos.  
O gradiente salino é o fator estruturante para a distribuição e composição da macrofauna bentônica em estuários tropicais [manuscrito] / Monalisa dos Santos Olimpio. - 2015.  
70 p. : il. color.

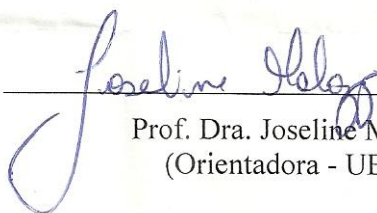
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.  
"Orientação: Profa. Dra. Joseline Molozzi, Departamento de Ciências Biológicas".  
"Co-Orientação: Profa. Ma. Climelia da Nobrega Silva, Departamento de Ciências Biológicas".  
1. Estuários. 2. Ecossistemas tropicais. 3. Macroinvertebrados bentônicos. 4. Sazonalidade. I. Título.  
21. ed. CDD 563

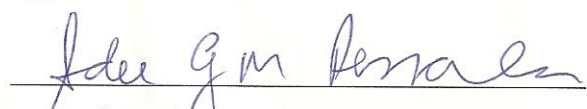
MONALISA DOS SANTOS OLÍMPIO

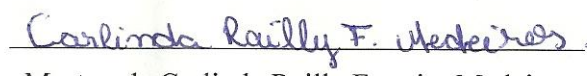
O GRADIENTE SALINO É O FATOR ESTRUTURANTE PARA A DISTRIBUIÇÃO E  
COMPOSIÇÃO DA MACROFAUNA BENTÔNICA EM ESTUÁRIOS TROPICAIS?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), como  
requisito para obtenção do título de Licenciada  
em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 04/12/2015.

  
Prof. Dra. Joseline Molozzi  
(Orientadora - UEPB)

  
Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha  
(Membro Interno)

  
Mestranda Carlinda Raily Ferreira Medeiros  
(Membro Externo)

Dedico a Deus,  
amado da minha alma.

Aos meus pais  
Maria Zélia e Jandir Olímpio,  
motores que me impulsionam.

Aos meus avós  
Rita Maria e Adalto Vicente (in memoriam)  
a quem sinto muita falta  
e que em toda a sua vida dedicaram a me dar o melhor.

Com todo carinho e amor,  
dedico a vocês meu trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por sempre me dá força, paciência, incentivo, discernimento, fé e sabedoria para seguir em frente. A esse Pai que é Mestre dos Mestres meu muito obrigada!

A minha família, por entender minhas ausências, a Maraisa e Tatiana por ler o que eu escrevia, mesmo sem entender nada. Aos meus primos (Mersinho e Caroline), a tio Bill e minhas tias (Ivone, Iza e Ivonete) pela ajuda e incentivo ao longo desse caminho.

A minha querida orientadora Dra. Joseline Molozzi, pela enorme paciência, amizade, confiança, dedicação, modelo, incentivo, ensinamentos e pelos diversos puxões de orelha. Mas principalmente por acreditar em mim, em meio a meus erros, atrasos e doideira sempre me enxergaste com uma esperança, uma fé! Muito obrigada Josi!!

A minha amada co-orientadora Mestre Climélia Nobrega que foi minha amiga, confidente, orientadora, modelo, anjo.. que muitas vezes foi em seu abraços e palavras que corria para pedir ajuda. A quem muito viu minhas lágrimas, angustias, desespero...

Obrigada por tudo Clí!

A minha inesquecível ex-orientadora Dra. Beatriz Suzana de O. Ceballos pela paciência nos meus primeiros passos na Iniciação Científica, pela maezona que muitas vezes foi para mim, pelos puxões de orelha também (rsrs), pelos ensinamentos no campo da qualidade de água, pela dedicação e amor ao que faz!

A minha amiga e parceira Jessica Natyelle, sem você eu não teria conhecido nenhuma das minhas orientadoras. Você foi à ponte que me levou a conhecer essas pessoas maravilhosas! Obrigada pelos dois anos de parceria na Iniciação Científica, repleta de muita amizade, companheirismo, carinho, paciência, brincadeira, aprendizado e muitas doideiras. (#PedePraSair!)

Enfim, eu gostaria de lhes agradecer (Josi, Clí, Bia e Jessica), pelas inúmeras vezes que vocês me enxergaram melhor do que sou. Pela capacidade de vocês me olharem de modo que ninguém nunca me olhou: repleto de esperanças. Sabendo que mesmo na minha inteira ignorância, vocês pacientemente me olharam, me amaram, me ensinaram, me orientaram e me ajudaram a construir quem sou hoje. Se hoje sei de alguma coisa, foi porque vocês quatro passaram pela minha vida, compartilharam e construíram sonhos, alicerces que nem o tempo vai ser capaz apagar... Muito Obrigada!

A todas as pessoas da minha maravilhosa e abençoada turma do Virote (Andreza Cantalice, Anna Brazilianna, Andrezza Dellys, Denise Queiroga, Elaine Cristina, Gabriela Mesquita, Geilza Carla, Jessica Oliveira, Jaqueline Barbosa, Kelly Marcelle, Mayara Gomes, Sonally Silva (Nally Nally), Allison e Josycleide Alves) pelos

momentos de alegria, palhaçada, tristeza, apoio, confiança, ensinamentos e pelas “brincas” compartilhadas ao longo desses anos. Em especial a Andrezza, Denise, Kelly e Sol sem palavras para explicar o quanto são especiais na minha vida...

“Porque eu sei que é amor

Eu não peço nada em troca.” 🎵🎵

Agradeço a equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos (Cintia, Jéssica, Kelly, a técnica Clímelia, Geneton, Daniele, Marcos, Evaldo, Carlinda, Izabelly, Daniel, Pablo, Tamires, Lorrane, Moacyr, Erika, Francielly, Valéria e Shakira) e a do Laboratório de Ecologia Aquática em especial ao técnico Adriano, Vanessa, Leandro (Chico), Patrícia, Rosa, Andreza, Mylenna, Iara, Larissa e Mayara, pelo acolhimento, conversas, brincadeiras, amizade, carinho, atenção, ensinamento e pelas inúmeras vezes que vocês quase me mataram de tanto rir..

Obrigada pessoal!!

Aos meus amigos do laboratório vizinho (Laboratório de Ecologia Vegetal) Sonally, Antônio, Mayara, Gilbervan, Anderson, Paulo Sérgio, Brenda, Lúcia e aos meus amigos dos outros laboratórios e corredores (Renato, Bruno, Fernanda, dona Marí e aos técnicos Robson e Livia) pela amizade, atenção, fofoca, carinho e brincadeira.

Quero agradecer imensamente ao marido de Clímelia (Diogo), pela abertura da casa de vocês, pelas conversas, pela ajuda nos entraves do meu computador, por ter ficado com Sofia enquanto Clímelia me ajudava a entender as coisas do TCC, pela disponibilidade em sempre me ajudar quando eu mais precisava e a Evaldo pelas diversas vezes que largou suas atividades do doutorado para me ensinar e ajudar nas análises e na maneira de escrever... Muito Obrigada!!

Aos professores que ao longo desse caminho foram e são exemplos de profissionais que primeiramente amam o que fazem e por isso refletem o prazer em ser o que são (Joseline Molozzi, Andre Pessanha, Simone Lopes, Mônica Maria, Beatriz Ceballos, Iranildo Mello, Silvana, Cibele Farias e Simão Lindoso).

Enfim agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente na confecção deste trabalho!!

*“Viver e não ter a vergonha de ser feliz*

*Cantar e cantar e cantar*

*A beleza de ser um eterno aprendiz.”* 🎵🎵

*Gonzaguinha*



## RESUMO

Estuários são ecossistemas localizados nas zonas costeiras onde ocorre uma interação entre a água do mar e a água doce continental. Resultando em ambientes altamente dinâmicos caracterizados por uma extensa variabilidade espaço-temporal, influenciados principalmente pelos regimes hidrológicos e pela variação nos teores de salinidade. O objetivo deste estudo foi avaliar e caracterizar comparativamente a estrutura, composição e distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos entre o período seco e chuvoso, entre estuários tropicais e entre o gradiente salino, a fim de verificar se a salinidade neste caso será um fator determinante para a comunidade da macrofauna bentônica. O estudo foi realizado em estuários tropicais e em dois períodos sazonais (período seco e chuvoso). Em cada estuário foram determinadas quatro zonas subtidais a partir do gradiente salino, profundidade e granulometria. Em cada zona foram estabelecidos três pontos de amostragem cada qual com três unidades amostrais. Em cada ponto foram coletados variáveis ambientais e biológicas. Em geral, ambos os estuários analisados apresentaram altos valores de nutrientes (amônia, nitrato, nitrito e P-total). Ao total foram coletados 25.950 indivíduos pertencentes a 136 táxons, sendo os gêneros de poliqueta *Laonereis* e insecta *Polypedium* os mais representativos entre os períodos e estuários. Os maiores valores de biomassa e riqueza foram observados no período chuvoso. A salinidade mostrou um efeito positivo sobre riqueza em ambos os estuários e períodos de amostragem, aumentando significativamente com o aumento da concentração salina. A composição das espécies diferiu entre os períodos, estuários e zonas, sendo a salinidade a variável direcionadora para a estruturação da macrofauna bentônica em estuários tropicais em escala espaço-temporal

**Palavras-chave:** zonas subtidais, ecossistemas tropicais, sazonalidade

## ABSTRACT

Estuaries are ecosystems located in the coastal zones where an interaction occurs between the water of the sea and the water continental land. Resulting in highly dynamic environments characterized by large spatial and temporal variability, mainly influenced by hydrological regimes and variations in salinity levels. The objective of this study was to evaluate and characterize the structure, composition and distribution of community of benthic macroinvertebrates between dry and rainy period between tropical estuary and between the saline gradient, in order to check that the salinity in this case will be a determinant factor for the community of benthic macrofauna. The study was conducted in tropical estuaries and in two seasonal periods (dry and rainy period). In each estuary four subtidal zones were determined from the saline gradient, depth and particle size. In each zone were established three sampling points each with three sample units. At each point were collected environmental and biological variables. In general, the estuaries analyzed presented high values of nutrients (ammonia, nitrate, nitrite, and P-total). The total were collected 25.950 individuals belonging to 136 taxa, the genera of polychaete *Laeonereis* and insecta *Polypedium* are the most representative between the periods and estuaries. The higher values of biomass and richness were observed during the rainy period. The salinity showed a positive effect on wealth in both estuaries and sampling periods, significantly increasing with the increase of saline concentration. The composition of species differed between the periods, estuaries and zone, being the salinity the variable determinant for the structuring of the benthic macrofauna in tropical estuary in space-temporal scale

**Keywords:** subtidal zones, tropical ecosystems, seasonality

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Localização dos estuários do Rio Paraíba do Norte (A) e do Rio Mamanguape(B) (Paraíba, Brasil), zonas (I, II, III e IV) e dos pontos de amostragem (Autoria do mapa: Dr. Saulo Vital).....25
- Figura 2 – Análise de Componentes Principais (PCA) baseadas nas variáveis ambientais coletadas no período seco nas zonas (I, II, III e IV) dos Estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape– Brasil.....31
- Figura 3 – Análise de Componentes Principais (PCA) baseadas nas variáveis ambientais coletadas no período chuvoso nas zonas (I, II, III e IV) dos Estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape – Brasil..... 32
- Figura 4 – Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS) da distribuição temporal e espacial da comunidade da macrofauna nos estuários tropicais. (A) Distribuição no período seco, (B) Distribuição no período chuvoso.....35
- Figura 5 – Valores de biomassa coletados nos Estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, Brasil, apresentado por zonas e período de coleta. (A) Biomassa dos organismos no estuário do Rio Paraíba, (B) Biomassa dos organismos no estuário do Rio Mamanguape.....37
- Figura 6 – Efeito da salinidade sobre a riqueza macrobentônica: (A) período seco quanto no (B) período chuvoso.....38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis físicas, químicas e composição granulométrica (%) (média e desvio padrão), mensuradas no período seco e chuvoso nos estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, Brasi.....	33
Tabela 2 – Resultado da análise PERMANOVA para a abundância total da macrofauna bentônica, baseados nos dados de gêneros (medida de similaridade de Bray Curtis) entre os períodos (Seco e Chuvoso), estuários (Paraíba e Mamanguape- fixo) e zonas (I, II, III e IV). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= F value; p = probability level; P<0.05.....	34
Tabela 3 – Abundância média dos táxons da fauna bentônica que maior contribuíram entre os estuários do Rio Paraíba e Mamanguape, coletados no período seco e chuvoso. (Contrib%: percentual de contribuição).....	36
Tabela 4 – Resultado da análise BIOENV para o conjunto das variáveis ambientais mais relacionadas com as variáveis biológicas entre o período seco e chuvoso.....	39
ANEXO I .....	52
Tabela 1A – Composição, abundância (abund – número de indivíduos amostrados), porcentagem de ocorrência (% de ocor) e biomassa (biom – gPSLCm <sup>-2</sup> ) dos <i>taxas</i> de macroinvertebrados bentônicos.....	53

## SUMÁRIO

1.Introdução Geral .....	13
2.Pergunta .....	17
3.Hipótese .....	17
4. Objetivos.....	17
4.1 Objetivo Geral .....	17
4.2 Objetivos Específicos .....	17
3. Referências.....	18
<i>Manuscrito</i> .....	22
1.Introdução.....	22
2.Metodologia.....	25
2.1 Área de estudo .....	25
2.2 Coleta de dados.....	26
2.1.1 Variáveis Ambientais .....	26
2.1.2 Variáveis Biológicas.....	27
2.2 Análise de dados.....	28
3. Resultados.....	30
3.1 Caracterização Ambiental.....	30
3.2 Variáveis Biológicas.....	34
4. Discussão .....	40
5.Conclusão .....	43
6. Referências .....	44
7. Anexo.....	52

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Estuários são ecossistemas localizados nas zonas costeiras onde ocorre uma interação entre a água do mar e a água doce (DAY et al., 2013). Essa interação faz com que os estuários compartilhem forças motrizes semelhantes tais como gradiente de salinidade, variações na maré e a entradas de nutrientes, porém existe uma série de diferenças importantes entre regiões geográficas, como amplitude das marés, sazonalidade e insolação que influenciam na dinâmica dos estuários (BRADLEY e PHILIP, 1999; PERILLO et al., 2009).

Em latitudes tropicais, a temperatura da água é quase sempre acima de 25°C, com alterações na qualidade da água regidas pelas flutuações sazonais no regime pluviométrico, e pelas florestas de mangues, fornecendo uma abundância de matéria orgânica dissolvida ao estuário (KOCH et al., 2010). Estes, por suas características singulares, são considerados como um dos ecossistemas mais produtivos do mundo, em virtude de apresentarem altas concentrações de nutrientes, os quais estimulam a produção primária líquida, além de constituírem habitats para a produção, criação e reprodução de várias espécies aquáticas como moluscos, peixes e crustáceos (ASMUS, 1996; ODUM e BARRETT, 2007).

Apesar de todo esse potencial, os impactos humanos os têm afastado para longe de sua linha de base histórica de ecossistemas ricos, diversificados e produtivos (JACKSON et al., 2001; LOTZE et al., 2006). Tais impactos têm sido caracterizados pelas dragagens, construções de diques, intensas atividades pesqueiras e poluição, comprometendo então a capacidade do funcionamento do ecossistema, isto é, alterando os processos que o regulam, como a ciclagem de nutrientes, mas também os bens e serviços (COSTANZA et al., 1997; WORM et al., 2006; BEAUMONT et al., 2007; WETZEL et al., 2012). As consequências dos impactos vêm promovendo a atenção para a necessidade de monitoramento, avaliação e gestão da integridade ecológica, com intuito de reduzir os efeitos negativos advindos das atividades humanas (KARR, 1999; LATIMER et al., 2003; DIAZ et al., 2004).

Emerge neste cenário, uma ferramenta cada vez mais eficaz para o monitoramento da qualidade ambiental que é a utilização de indicadores ecológicos. Estes podem ser definidos como espécies, populações ou comunidades biológicas destinadas a fornecer informações sobre o estado do ecossistema, abordando sua presença, estrutura e/ou o funcionamento com base na diversidade, produtividade ou condições ambientais, permitindo, desse modo, diagnosticar possíveis alterações na qualidade do ambiente, sendo frequentemente utilizados

como forma de avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplos impactos em ecossistemas aquáticos (SALAS et al., 2006; SILVA et al., 2010).

Neste contexto, as comunidades bentônicas são geralmente consideradas bons indicadores ecológicos, pois refletem a extensão e magnitude dos impactos ambientais, especialmente, os de origem antropogênica (CAEIRO et al., 2005; SALAS et al., 2006). Estas características provêm da associação desses animais com sedimentos, da locomoção reduzida, ciclos de vida relativamente curtos, diversidade de tolerâncias fisiológicas, estratégias de vida e modos de alimentação diferenciados, os quais permitem à comunidade refletir os distúrbios que não poderiam mais ser detectados com análises pontuais físicas e químicas da água (WARWICK, 1993).

A composição e estrutura da macrofauna bentônica é um dos elementos dos aspectos biológicos indicados na caracterização e bio-avaliação do estado de qualidade em águas costeiras e de transição (PATRICIO, 2009). De modo que distúrbios ou alterações ambientais podem ser refletidos através dos descritores estruturais da comunidade, tais como variações na densidade, riqueza e composição das espécies (CLARKE e WARWICK, 2001).

As principais comunidades de macroinvertebrados bentônicos que habitam o ambiente estuarino compreendem principalmente de poliquetas, moluscos, crustáceos e larvas de insetos aquáticos (DAY et al., 2013). Estes organismos executam funções vitais nesses ecossistemas como a decomposição da matéria orgânica, reciclagem de nutrientes e a transferência da energia para níveis tróficos superiores, sendo fonte de alimento para outros organismos como peixes e aves (PLATELL et al., 2006; DAY et al., 2013).

Em paralelo com a grande importância biológica, ecológica e econômica os ecossistemas estuarinos são considerados ambientes naturalmente estressados por serem sistemas altamente dinâmicos (ELLIOTT e QUINTINO, 2007). Os estuários são fortemente influenciados pelas variações espaciais, sazonais e interanuais das características ambientais, que se alteram com base no volume das descargas de água doce no sistema determinando um gradiente salino que afeta na distribuição e composição das comunidades bentônicas (CHAINHO et al., 2007). Agrega-se também a este arcabouço outros fatores importantes que podem determinar a estrutura e distribuição da macrofauna bentônica nestes ambientes, como o tamanho das partículas de sedimentos, teor de matéria orgânica, oxigênio dissolvido, profundidade e cobertura vegetal (MARQUES et al., 1993; SCHLACHER e WOOLDRIDGE, 1996; YSEBAERT et al., 2003; HOUTE-HOWES et al., 2004; CARDOSO et al., 2012).

Embora os elementos citados acima exerçam uma pressão sobre a estrutura e dinâmica das comunidades, é amplamente aceito que um dos principais fatores que influenciam os aspectos estruturais, composição e a distribuição das espécies nos estuários seja a salinidade (MCLUSKY e ELLIOT, 2004; PISCART et al., 2005; BARLETTA et al. 2005; SOUSA et al., 2007a; HAMPEL et al., 2009), advindo da ação das marés, sendo portanto, uma característica intrínseca a estes ecossistemas (TEIXEIRA et al., 2008). Com efeito, essas alterações nos níveis de salinidade aliado com os outros fatores abióticos e bióticos (predação e competição) atuam sobre o ecossistema de maneira a selecionar as espécies que melhor se adaptam ao limite das condições ambientais, isto é, como filtros ambientais (POFF, 1997; ROQUE et al., 2010).

Nesse contexto, o ambiente atua como um “filtro”, ao selecionar as espécies que não conseguem estabelecer ou desenvolver-se no ambiente, em virtude de uma incapacidade de tolerar as condições do meio, classificando-as por suas características fenotípicas e/ou adaptações fisiológicas (KEDDY, 1992; ACKERLY, 2003; KRAFT et al., 2015).

Vários estudos a respeito do efeito da salinidade sobre as comunidades biológicas concluíram que o aumento do teor salino resultou numa redução na riqueza e diversidade de espécies, como observado na comunidade de zooplâncton em regiões temperadas (BOIX et al., 2008; JENSEN et al., 2010; ANTON-PARDO e ARMENGOL, 2012), na comunidade de fitoplâncton em salinas tropicais (COSTA et al., 2015) e de invertebrados em lagoas costeiras na Austrália (WILLIAMS et al., 1990). Porém na comunidade bentônica, o efeito crescente na concentração de salinidade resulta no aumento exponencial na riqueza de espécies como verificado por Barros et al., (2012) em estuários no sudeste do Brasil e Blanchet et al., (2014) na costa atlântica da França.

De maneira geral, a composição faunística da macrofauna bentônica presente nos estuários é caracterizada por espécies endêmicas e espécies que advêm das águas marinhas, juntamente com um pequeno número de espécies com a capacidade osmorreguladora, que lhes permite entrar ou sair do meio da água doce (ODUM, 1997), resultando em alta dominância de um conjunto de espécies adaptadas a estes ambientes peculiares (REMANE, 1934; ELLIOTT e QUINTINO, 2007).

Embora a costa brasileira apresente uma enorme abrangência latitudinal o qual coloca o Brasil entre os países com maiores áreas litorâneas do mundo, distribuídos do norte equatorial ao sul temperado (MMA, 2008), a grande maioria dos trabalhos enfatizando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, em ambientes estuarinos, foram mais desenvolvidos nas Regiões Sudeste e Sul do país. Entre eles destacam-se os estudos de Barros



et al., (2012) nos estuários que compõe a Baía de Todos os Santos, os da região estuarina de Cananéia (TARARAM et al., 1987) e os estudos realizados por Bemvenuti (1987), Bemvenuti et al., (1992) e Bemvenuti; Colling (2010) os quais avaliaram muitos aspectos ecológicos da macrofauna bentônica no estuário da Lagoa dos Patos. Porém, na costa do Nordeste são poucos os estudos sobre a fauna bentônica, com ressalva os estudos promovidos por Rolemberg et al., (2008) que retrataram a influência da carcinicultura sob a comunidade no estuário do rio Camurupim e de Paiva et al., (2005) ao enfocarem a influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna no Canal de Santa Cruz.

Neste sentido, o conhecimento sobre a estrutura, composição e distribuição espaço-temporal da macrofauna bentônica subtidal em ecossistemas estuarinos tropicais no nordeste brasileiro e com diferentes graus de exposição antrópica, nos permite identificar as ligações entre a distribuição dos organismos e o funcionamento do ecossistema, o que é essencial para uma gestão integrada do sistema, tal como para o desenvolvimento da ecologia estuarina (YSEBAERT et al., 2003) utilizando as comunidades macrobentônica como uma ferramenta para gestão e conservação desses ecossistemas.

## **2. PERGUNTA**

O gradiente de salinidade determina a estrutura, composição e distribuição da comunidade bentônica, espaço-temporalmente em estuários tropicais?

## **3. HIPÓTESE**

O aumento na concentração de sal provoca alteração nos componentes estruturais (riqueza, abundancia, biomassa), modificação na composição e regulação na distribuição espaço-temporal da comunidade macrobentônica ao longo dos estuários. Tendo em vista que a salinidade atua selecionando as espécies que melhor se adaptam ao limite das condições ambientais.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar, comparativamente, a estrutura, distribuição e composição espaço-temporal da macrofauna bentônica orientada pelo gradiente de salinidade em estuários tropicais.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar a estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados bentônicos espaço-temporalmente em estuários tropicais;
- Identificar as variáveis ambientais que irão influenciar a distribuição, a estrutura e a composição da comunidade macrobentônica.
- Relacionar a estrutura, composição e distribuição da macrofauna bentônica em estuários tropicais sob diferentes graus de impacto antrópico.

## 5. REFERÊNCIAS

- Ackerly, D.D., 2003. Community assembly, niche conservatism, and adaptive evolution in changing environments. *Int. J. Plant Sci.* 164, S165–S184
- Asmus, M. L. 1996. Análise e Usos do Sistema Estuário da Lagoa dos Patos. In: Reunião Especial da SBPC: Ecossistemas Costeiros, do Conhecimento à Gestão, 3, 1996, Florianópolis. Anais... Florianópolis, p.105-108.
- Anto-Pardo, M., Armengol, X., 2012. Effects of salinity and temporality water on zooplankton community in the Mediterranean coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 114 93-99
- Bradley, E., Philip, B. 1999. A comparative study of nutrient behavior along the salinity gradient of tropical and temperate estuaries. *Estuaries, New Jersey*, n.2, p.313-326.
- Barros, F., Carvalho, G.C., Costa, Y., Hatje, V. Subtidal benthic macroinfaunal assemblages in tropical estuaries: Generality amongst highly variable gradients. 2012. *Marine Environmental Research* 81, 43-52
- Barletta, M., Barletta-Bergan A., Saint-Paul U., 2005 The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology* 66, 45-72.
- Bemvenuti, C.E., Netto, S.A., 1998. Distribution and seasonal patterns of the sublittoral benthic macrofauna of Patos Lagoon (south Brazil). *Rev. Bras. Biol.* 58, 211-221
- Bemvenuti, C.E. 1987. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. Anais do Simposio sobre Ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira. Publicação ACIESP 54-1. Cananéia, SP, Brasil. 428-459.
- Bemvenuti, C.E., Cattaneo, S.A., Neto, S.A. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*. 14.5-18.
- Bemvenuti, C.E., Colling, L.A. 2010. As comunidades de macroinvertebrados bentônicos. *In: Seeliger, U. & Odebrecht, C (Eds). O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações.* Rio Grande: Editora FURG. 101-114
- Beaumont, N.J., Austen, M.C., Atkins, J.P., Burdon, D., Degraer, S., Dentinho, T.P., Derous, S., Holm, P., Horton, T., van Ierland, E., Marboe, A.H., Starkey, D.J., Townsend, M., Zarzycki, T., 2007. Identification, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: implications for the ecosystem approach. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 253–265
- Boix, D., Gascón, S., Sala, J., Badosa, A., Brucet, S., López-Flores, R, Martinoy, M., Gifre, J., Quintana, X., 2008. The compositional standards and wealth of species of crustaceans and aquatic insects along environmental gradients in water bodies of the Mediterranean. *Hydrobiologia*. 597. 53-69
- Blanchet, H. et al., 2014. Multiscale patterns in diversity and organization of intertidal benthic fauna between the estuaries of the French Atlantic. *Sea Research Journal*. 90. 95-110

- Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Dauer, D.M., Costa, M.J., 2007. Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary. *Marine Pollution Bulletin* 54 1586-1597.
- Caeiro, S., Costa M.H., Goovaerts, P., Martins, F., 2005. Benthic biotope index for classifying habitats in the Sado estuary: Portugal. *Marine Environ. Research* 60 570-593.
- Cardoso, I., Fonseca, L.C., Cabral, H.N., 2012. Ecological quality assessment of small estuaries from the Portuguese coast based on benthic Macroinvertebrate assemblages indices. *Marine Pollution Bulletin* 64. 1136-1142.
- Costa, R.S., Molozzi, J., Hepp, L.U., Costa, D.F.S., 2015. Influence of ecological filters on phytoplankton communities in semi-arid solar saltern environments. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 27(1), 39-50.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Day, J.W., Crump, B.C., Kemp, W.M., Yanez-Arancibia, A., 2013. *Estuarine Ecology*. Wiley-Blackwell, New Jersey, 537p.
- Diaz, R.J., Solan, M., Valente, R.M., 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *J. Environ. Manage.* 73, 165–181.
- Elliott, M., Quintino, V., 2007. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 640–645.
- Hampel, H., Elliott, M., Cattrijsse, A., 2009. Macrofaunal communities in the habitats of intertidal marshes along the salinity gradient of the Schelde estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84, 45-53.
- Houte-Howes, K.S.S., Turner, S.J., Pilditch, C.A., 2004. Spatial differences in macroinvertebrate communities in intertidal seagrass habitats and unvegetated sediment in three New Zealand estuaries. *Estuaries* 27, 945–957
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Jon, E., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629–638.
- Jensen, E., Brucet, S., Meerhoff, M., Nathansen, L., Jeppesen, E., 2010. Community structure and diel migration of zooplankton in shallow brackish lakes: the role of salinity and predators. *Hydrobiologia*. 646. 15-229

Koch, B.P., Ditmar, T., Lara, R.J., 2010. The biogeochemistry of the Caeté mangroveshelf system. In: Saint-Paul, U., Schneider, H. (Eds.), *Mangrove Dynamics and Management in North Brazil*. Springer Ecological Studies 211, Berlin Heidelberg, 45-70

Kraft, N. J., Adler, P. B., Godoy, O., James, E. C., Fuller, S., Levine, J. M. 2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Functional Ecology*, 29, 592-599

Keddy, P.A., 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. *J. Veg. Sci.* 3, 157–164.

Karr, J.R., 1999. Defining and measuring river health. *Freshw. Biol.* 41, 221–234.

Latimer, J.S., Boothman, W.S., Pesch, C.E., Chmura, G.L., Pospelova, V., Jayaraman, S., 2003. Environmental stress and recovery: the geochemical record of human disturbance in New Bedford Harbor and Apponagansett Bay, Massachusetts (USA). *Sci. Total Environ.* 313, 153–176.

Lotze, H.K., Lenihan, H.S., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R.G., Kay, M.C., Kidwell, S.M., Kirby, M.X., Peterson, C.H., Jackson, J.B.C., 2006. Depletion, degradation and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312, 1806–1809.

Marques, J.C., Maranha, O. P., Pardal, M.A., 1993. Human impact on the subtidal macrobenthic community structure in the Mondego estuary (western Portugal). *Est. Coastal Shelf Sci.* 37, 403–419.

McLusky, D.S., Elliot, M., 2004. *The Estuarine Ecosystem—Ecology, Threats and Management*. Oxford University Press 214p.

Odum, E.P., Barrett, G.W., 2007. *Fundamentos de Ecologia*. 5ªed. São Paulo: Thomson Learning, 612p.

Piscart, C., Moreteau, J. C., Beisel, J.N., 2005. Biodiversity and structure of macroinvertebrates communities along a small permanent salinity gradient. *Hydrobiologia* 551, 227-236.

Poff, N.L., 1997. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the American Benthological Norte Society* 16 (2), 391-409.

Perillo, G.M.E., Pratolongo, P.D., Elizabeth Carbone, M., Cintia Piccolo, M., 2009. Biological physical interactions in estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 85,vvc.

Platell, M.E., Orr, P.A., Potter, I.C., 2006. Inter- and intraspecific partitioning of food resources by six large and abundant fish species in a seasonally open estuary. *Journal of Fish Biology* 69, 243–262.

Remane, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger* 7 34-74.

- Roque, F.O., Siqueira, T., Bini, L. M., Ribeiro, M.C., Tambosi, L.R., Ciocheti, G., Trivinho-Strixino, S., 2010. Untangling associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. *Freshwater Biology* 55 (4), 847-865.
- Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patrício, J., Péres-Ruzaf, A., Marques, J.C., 2006. Userfriendly guide for using benthic ecological indicators in coastal an marine quality assessment. *Ocean Coast. Manage.* 49, 308–331.
- Silva, D.P., De Marco P.J.R., Resende D.C., 2010. Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: Acase study. *Ecol. Indics.* 10, 744-752
- Schlacher, T.A., Wooldridge, T.H., 1996. Axial zonation patterns of subtidal macrozoobenthos in the Gamtoos Estuary, South Africa. *Estuaries* 19, 680–696.
- Paiva, A.C.G.; Coelho, P.A. & Torres, M.F.A.2005. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Arq. Ciên.Mar*, 38, 85-92.
- Tararam, A.S., Wakabara, Y. 1987. Benthic fauna living on *Spartina alterniflora* of Cananéia lagoon estuarine region (25° 02' S – 47° 56' W). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 35, 103-113.
- Teixeira, H., Salas, F., Borja, Á., Neto, J.M., Marques, J.C., 2008. A benthic perspective in assessing the ecological status of estuaries: The case of the Mondego estuary (Portugal). *Ecological Indicators* 8. 404-416
- Ysebaert, T., Herman, P.M.J., Meire, P., Craeymeersch, J., Verbeek, H., Heip, C.H.R., 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Est. Coastal Shelf Sci.* 57,335–355.
- Warwick, R.M., 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatcal considerations. *Australian Journal of Ecology* 18, 63–80.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachowics, J.J., Watson, R., 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science* 314, 787–879.
- Williams, W.D., Boulton, A.J., Taaffe, R.G., 1990. Salinity as a determinant of salt lake fauna: a question of scale. *Hydrobiologia* 197, 257- 266.
- Wetzel, M.R., Von Der Ohe, P.C., Manz, W., Koop, J.H.E., Wahrendorf, D.S., 2012. The state of ecological quality of the Elbe estuary. A comparative approach to various benthic biotic indices applied to a highly modified estuary. *Ecological Indicators.* 19. 118-129

## **O gradiente salino é o fator estruturante para a distribuição e composição da macrofauna bentônica em estuários tropicais?**

Monalisa Santos Olímpio<sup>a</sup>; Climélia Nóbrega-Silva<sup>a</sup>; Joseline Molozzi<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual da Paraíba – Laboratório de Ecologia de Bentos, Departamento de Biologia. Avenida das Baraúnas, 351, CEP 58429-500, Campina Grande, Brasil.

\*Autor correspondente (email): [jmolozzi@gmail.com](mailto:jmolozzi@gmail.com); [monalisa.olimpio@gmail.com](mailto:monalisa.olimpio@gmail.com); [climelianobrega@hotmail.com](mailto:climelianobrega@hotmail.com)

### **RESUMO**

Estuários são ecossistemas localizados nas zonas costeiras onde ocorre uma interação entre a água do mar e a água doce continental. Resultando em ambientes altamente dinâmicos caracterizados por uma extensa variabilidade espaço-temporal, influenciados principalmente pelos regimes hidrológicos e pela variação nos teores de salinidade. O objetivo deste estudo foi avaliar e caracterizar comparativamente a estrutura, composição e distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos entre o período seco e chuvoso, entre estuários tropicais e entre o gradiente salino, a fim de verificar se a salinidade neste caso será um fator determinante para a comunidade da macrofauna bentônica. O estudo foi realizado em estuários tropicais em dois períodos sazonais (período seco e chuvoso). Em cada estuário foram determinadas quatro zonas subtidais a partir do gradiente salino, profundidade e granulometria. Em cada zona foram estabelecidos três pontos de amostragem cada qual com três unidades amostrais. Em cada ponto foram coletados variáveis ambientais e biológicas. Em geral, ambos os estuários analisados apresentaram altos valores de nutrientes (amônia, nitrato, nitrito e P-total). Ao total foram coletados 25.950 indivíduos pertencentes a 136 táxons, sendo os gêneros de poliqueta *Laeonereis* e insecta *Polypedium* os mais representativos entre os períodos e estuários. Os maiores valores de biomassa e riqueza foram observados no período chuvoso. A salinidade mostrou um efeito positivo sobre riqueza em ambos os estuários e períodos de amostragem, aumentando significativamente com o aumento da concentração salina. A composição das espécies diferiu entre os períodos, estuários e zonas, sendo a salinidade a variável direcionadora para a estruturação da macrofauna bentônica em estuários tropicais em escala espaço-temporal.

**Palavras-chave:** zonas subtidais, ecossistemas tropicais, sazonalidade

### **1. INTRODUÇÃO**

Estuários são sistemas altamente dinâmicos, caracterizados por uma extensa variabilidade espaço-temporal em virtude da transição entre os sistemas continentais e marinhos (Zonta et al., 2007; Rovira, 2012). Nas costas tropicais, esses ecossistemas são influenciados principalmente pelas flutuações sazonais no regime pluviométrico os quais

regula o fluxo do rio, a qualidade das águas e os níveis de salinidade, sendo este último, um fator importante que contribui para as condições ambientais ao longo do ecossistema (Bald et al., 2005; Teixeira et al., 2008; Barletta et al, 2008; Dantas et al., 2010).

A complexidade desses ambientes se dá pelo gradiente salino que resulta em grandes diferenças espaciais ao longo do estuário (Boesch, 1977). Com efeito, esta instabilidade ambiental ocasiona mudanças nas condições ecológicas nestes locais, que determinam a composição das comunidades biológicas, especialmente da macrofauna bentônica ao longo do ecossistema. Estando os padrões estruturadores da comunidade (riqueza, diversidade e densidade) diretamente relacionados a estas variações (Rundle et al., 1998; Pedrós-Alió et al. 2000; Cortelezzi et al., 2007; Chainho et al, 2007).

Por outro lado, esses ecossistemas estão entre os corpos hídricos mais vulneráveis a impactos causados pelas atividades antrópicas, em parte associado a crescente urbanização no entorno, bem como ao uso inadequado destes ambientes. Por isso, os estuários estão funcionando como receptores temporários e finais de poluentes gerados pelas atividades humanas, desencadeando um excesso de cargas orgânicas e inorgânicas, que podem modificar a composição e estrutura das comunidades biológicas, além de acelerar o processo de eutrofização (Lee, 1980; Jesus et al., 2004).

Partindo desse pressuposto, nos últimos anos a comunidade científica tem demonstrado atenção para a necessidade de monitoramento, avaliação e gestão de integridade ecológica destes sistemas. Para tal, os pesquisadores tem implementado uma ferramenta cada vez mais eficaz no biomonitoramento da qualidade ambiental: o uso de indicadores ecológicos (Karr, 1999; Salas et al, 2006).

Entre as comunidades biológicas, os organismos bentônicos são amplamente utilizados como indicadores ecológicos, pois fornecem resposta a distúrbios naturais e antropogênicos, em função de sua presença ou ausência e sua relativa abundância está relacionado ao estado do ecossistema (Abel, 1996; Venturini et al., 2004; Caeiro et al., 2005). À estreita associação com sedimentos, diversidade de tolerâncias fisiológicas, ciclos de vida relativamente curtos, e modos diferenciados de alimentação, essa comunidade se torna uma ferramenta excelente para o diagnóstico ambiental dos ecossistemas aquáticos (Warwick, 1993; Neves e Valentin, 2011).

Nos estuários, a macrofauna bentônica é um componente-chave do ecossistema, pois promove a decomposição da matéria orgânica, a reciclagem de nutrientes e a transferência da energia, além de ser importante fonte de alimento para peixes e aves (Reiss e Kröncke, 2005;



Day et al., 2013). Composta principalmente por poliquetas, moluscos, crustáceos e larvas de insetos aquáticos (Day et al., 2013).

A variabilidade espaço-temporal da fauna bentônica nestes ambientes é dependente do ciclo de vida das espécies, das variáveis ambientais (temperatura, salinidade, tamanho das partículas de sedimentos, teor de matéria orgânica, oxigênio dissolvido, profundidade e cobertura vegetal) e das interações biológicas, como a pressão de predação e competição (Marques et al., 1993; Levinton, 1995; Ysebaert et al., 2003; Houte-Howes et al., 2004; Cardoso et al., 2012; Day et al., 2013).

De maneira geral, a alta variabilidade em ambientes estuarinos, especialmente as flutuações salinas agem sobre as comunidades como filtros ambientais selecionando as espécies que melhor se adaptam ao limite das condições ambientais (Poff, 1997; Bonada et al., 2005; Roque et al., 2010), refletindo na diversidade e riqueza de espécies das comunidades biológicas (Williams et al., 1990; Nielsen et al., 2007; Boix et al., 2008; Jensen et al., 2010; Anton-Pardo e Armengol, 2012; Costa et al., 2015).

Alguns estudos, acerca do efeito da salinidade sob as comunidades da macrofauna em estuários tropicais demonstraram um aumento na riqueza em direção as áreas com maior teor salino (Alfaro, 2006; Filho et al., 2006; Barros et al., 2012). Embora outros estudos, em ecossistemas como, lagoas costeiras e salinas tenham evidenciado uma diminuição na riqueza de espécies à medida que aumenta o teor salino (Amaral e Costa, 1999; Carvalho et al., 2005; Scheibler e Ciocco, 2011).

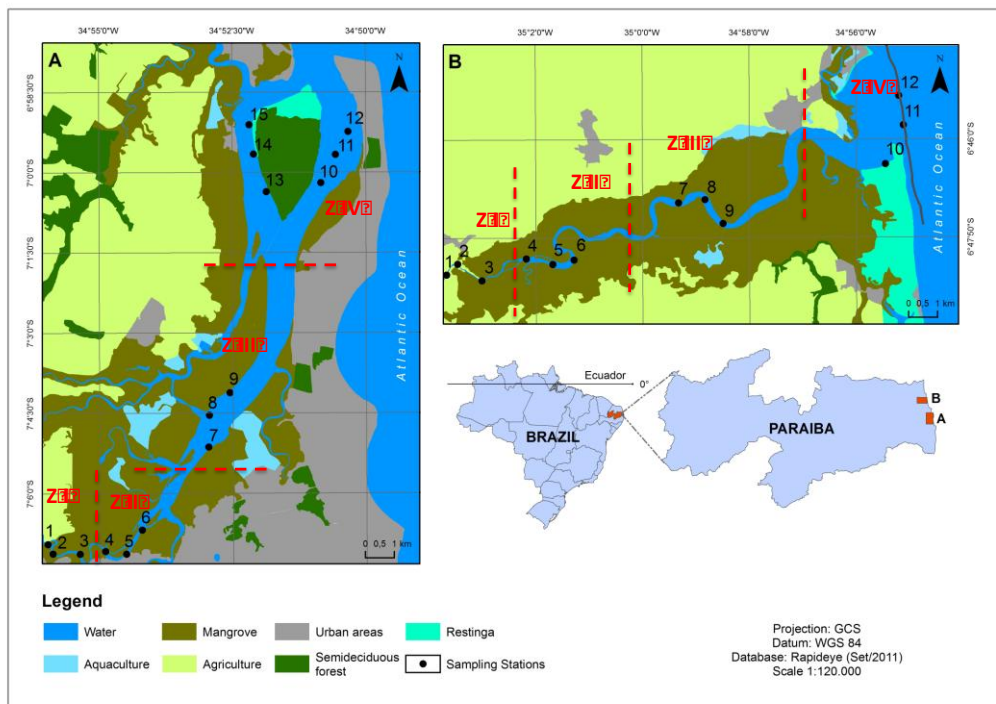
Desta forma, o presente estudo aborda o efeito do gradiente salino em escala espaço-temporal sob a estrutura, composição e distribuição da comunidade macrofauna bentônica subtidal em estuários tropicais sujeitos a distintas pressões antrópicas. Tendo como hipótese norteadora do trabalho que o aumento da salinidade ao longo do gradiente será um fator determinante na estruturação, composição e distribuição da comunidade bentônica nos estuários, tendo em vista que a salinidade atua selecionando as espécies que melhor se adaptam ao limite das condições ambientais.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

O estudo incide sobre dois ecossistemas estuarinos localizados no litoral do nordeste do Estado da Paraíba (Brasil) (Figura 1): o estuário do Rio Mamanguape e o estuário do Rio Paraíba. Ambos incluem uma estreita faixa costeira originalmente coberta pela Mata Atlântica úmida. Estes exibem clima do tipo AS' de Köppen, ou seja, equatorial, com verão seco (Álvares et al., 2013). Possuem temperatura média variando entre 24-26 °C, com período chuvoso ocorrendo entre os meses de fevereiro e julho e período de estiagem, entre nos meses de outubro e dezembro (AESA, 2010).

Uma coleta piloto foi realizada em agosto 2013, na qual foi determinado um gradiente baseado nos valores de salinidade, granulometria e profundidade, onde foram definidos diferentes zonas de amostragem. Para cada um dos estuários foram definidas quatro zonas subtidas (Zona I, Zona II, Zona III e Zona IV) considerando montante para jusante (mar). Em cada zona foram estabelecidos três pontos de amostragem cada um com três unidades amostrais, com exceção da Zona IV no estuário do Rio Paraíba, onde em função da ilha foram estabelecidos seis pontos, visto que o ambiente apresenta diferentes pressões antropogênicas em seus lados (Figura 1).



**Figura 1:** Localização dos estuários do Rio Paraíba do Norte (A) e do Rio Mamanguape(B) (Paraíba, Brasil), zonas (I, II, III e IV) e dos pontos de amostragem (Autoria do mapa: Dr. Saulo Vital)

O estuário do Rio Paraíba do Norte ( $6^{\circ}54'14''$  e  $7^{\circ}07'36''$  S;  $34^{\circ}58'16''$  e  $34^{\circ}49'31''$  O) está situado na porção mediana do litoral do Estado da Paraíba (Fig.1A). Apresenta grande parte de sua extensão margeado pelos municípios de Bayeux, Santa Rita, João Pessoa, Lucena e Cabedelo, estendendo-se por 22km aproximadamente, desde a sua foz, no Porto de Cabedelo até as proximidades da ponte do rio Sanhauá no município de Bayeux, sendo considerado um estuário urbano em virtude da influência direta das comunidades em seu entorno (Nishida et al., 2004). As regiões a montante deste estuário recebem os afluentes de empreendimentos de aquicultura e os esgotos urbanos não tratados das comunidades de Mandacaru e Tambiá (Silva et al., 2011). Na foz do Rio Paraíba, em Cabedelo, encontra-se o porto que influenciam diretamente o estuário. Mesmo descaracterizado, em alguns locais pode-se verificar a vegetação de mangue, característica de ambientes estuarinos.

O estuário do Rio Mamanguape ( $6^{\circ}43'02''$  e  $6^{\circ}51'54''$  S;  $35^{\circ}67'46''$  e  $34^{\circ}54'04''$ ) (Fig. 1B), segundo maior do Estado da Paraíba no nordeste brasileiro, localiza-se cerca de 80 km da cidade de João Pessoa, no litoral norte do Estado. Possui como afluentes os rios Estiva, Caracabu, Açú, Gamboa do Pina, Gamboa Marcação e Arrecifes. Situa-se no interior da Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra de Mamanguape, criada pelo Decreto Federal nº 924, de 10 de setembro de 1993. A APA foi criada com o intuito de proteger os ecossistemas presentes em seu interior (Mata Atlântica, manguezais, recifes costeiros, mata de restinga, dunas e falésias) e garantir o local de alimentação e reprodução do peixe-boi marinho. No entorno deste estuário há grandes cultivos de cana-de-açúcar, e até 2012, o estuário também recebia efluentes de um empreendimento de carcinicultura, localizado próximo ao Rio Gamboa (Sudema, 2011).

## **2.2 Coleta de dados**

### **2.2.1 Variáveis Ambientais**

As coletas foram realizadas sazonalmente em cada estuário, uma no período seco (novembro de 2013) e outra no período chuvoso (julho de 2014). Ambas as coletas foram efetuadas durante a maré baixa signal. Em cada estuário, as amostras de água foram coletadas ao longo do gradiente de salinidade (15 pontos de amostragem no estuário Paraíba e 12 pontos de amostragem no estuário Mamanguape, Figura 1). Em cada ponto de coleta foram mensurados *in situ*, a transparência através do disco de Secchi, e utilizando-se um multi-analizador (Horiba/U-50) foram mensuradas profundidade (m), temperatura (°C), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ ), turbidez (NTU), sólidos totais dissolvidos (TDS) (mg/L), e salinidade. Em laboratório, para as amostras de água, as concentrações de nutrientes

dissolvidos (nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ), nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ), amônia ( $\mu\text{g/L}$ ) e fósforo total (P-total -  $\mu\text{g/L}$ ) foram analisadas de acordo com os procedimentos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2005) e a clorofila-*a* (clor-*a* -  $\mu\text{g/L}$ ) foi estimada utilizando a metodologia proposta por Lorenzen (1967).

Em cada ponto de coleta foram recolhidas amostras de sedimento, que por peneiramento foi estabelecido as classes de tamanho através da separação granulométrica, utilizando uma coluna com seis peneiras de diferentes tamanhos de malha (2.000 $\mu$  - cascalho; 500 $\mu$  - areia grossa; 250 $\mu$  - areia média; 125 $\mu$  - areia fina; 63 $\mu$  - silte; menor que 63 $\mu$  - argila) (Brown e Mclachland, 1990).

Além disso, foram determinados o valor da Matéria Orgânica (MO) através da retirada de 3 gramas das amostras de sedimento e colocada em cadinhos e posteriormente pesada. Após a pesagem, os cadinhos foram para a estufa por 72 horas numa temperatura de 70°C para secagem e depois incinerada em forno mufla a 450°C num período de 8 horas e novamente pesada.

### 2.1.2 Variáveis Biológicas

As amostras biológicas foram coletadas com uma draga do tipo van Veen (0,1m<sup>2</sup>) e fixadas *in situ* com formol tamponado e acondicionado em sacos plásticos. Em laboratório, as amostras foram lavadas individualmente utilizando peneiras de abertura de malha de 1,00 e 0,5 mm, respectivamente e depois acondicionados em álcool a 70%. Em seguida, os organismos foram corados com rosa de bengala, triados, identificados com auxílio do estereomicroscópio e microscópio óptico até o menor nível taxonômico possível utilizando chaves especializadas. Os Poliquetas (Anellida) foram identificados ao nível de gênero (Amaral e Nonato, 1996; Amaral et al., 2006), os Molluscos foram identificados ao nível de espécie (Rios, 1985; Mikkelsen e Bieler; 2008; Tunnell Jr. et al., 2010) e as larvas de Chironomidae (Insecta) identificados ao nível de gênero (Trivinho-Strixino, 2011).

Para estimativa da biomassa (gPSLCm<sup>-2</sup>) os organismos foram colocados numa estufa a 60°C durante 72 horas e pesados (peso seco, PS), sendo depois sujeitos a combustão numa mufla a 550°C durante 8 horas, para se determinar o peso seco livre de cinzas (PSLC). Logo a mensuração da biomassa por amostra foi determinada pela diferença entre o PSLC e o PS.

### 2.3 Análise de dados

*Dados Ambientais:* A existência de variáveis colineares altamente correlacionadas na matriz de dados ambientais foi investigada através de *Draftsman plot* ( $r > 0.9$ ). Sendo assim, as variáveis profundidade, pH, temperatura, condutividade elétrica, transparência e sólidos totais dissolvidos apresentaram altos valores de colinearidade e foram retiradas das análises posteriores (Anderson et al., 2008, Zuur et al., 2007). As variáveis que não apresentaram grau elevado de assimetria foram mantidas nas análises e transformadas em  $\log(x+1)$ , sendo os valores da granulometria, dados em porcentagem transformados em arcoseno. Depois de transformadas, as variáveis ambientais foram normalizadas (Zar, 1999). Análises dos Componentes Principais (PCA) foram realizadas para visualizar os padrões multivariados para os dados ambientais para cada um dos períodos. Além disso, para verificar se estas variáveis foram diferentes significativamente entre os períodos, estuários e zonas foi feita uma análise PERMANOVA (Permutation Multivariate Analysis of Variance) (com 9999 permutações;  $p < 0.05$ ) tendo como fatores: Período (Seco e Chuvoso), Estuários (Paraíba e Mamanguape) e zonas (I, II, III e IV) utilizando-se coeficiente de Distância Euclidiana.

*Dados Biológicos:* A estrutura da macrofauna bentônica foi determinada através da biomassa média ( $\text{gPSLCm}^{-2}$ ), riqueza de espécie, o número médio de *taxa*, índice de riqueza específica de Margalef (Margalef, 1969), índice de diversidade Shannon-Wiener (Shannon e Weaver, 1963) e o índice de equitabilidade de Pielou (Magurran, 1988) por zona e estuário.

Com o objetivo de avaliar se fatores estruturantes da comunidade (abundância e biomassa) foram significativamente diferentes entre os períodos, estuários e zonas também foi realizada uma análise PERMANOVA (Permutation Multivariate Analysis of Variance) (com 9999 permutações;  $p < 0.05$ ), tendo como fatores: Período (Seco e Chuvoso), Estuários (Paraíba e Mamanguape) e zonas (I, II, III e IV), utilizando-se similaridade de Bray-Curtis (Anderson, 2001; Anderson et al., 2008).

A distribuição e variação da composição das comunidades nos estuários durante o período seco e chuvoso foram visualizadas a partir da Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS; Kruskal, 1964), constituída pelas abundâncias dos táxons identificados em cada período e estuário e transformadas em raiz quadrada. A similaridade na composição das comunidades entre os estuários foi testada a partir de uma análise de similaridade (SIMPER) o qual também apresentou os taxóns mais representativos.

Para determinar a influência da salinidade sobre a riqueza e distribuição dos táxons foi realizada uma regressão linear simples. Além disso, com o intuito de verificar quais variáveis ambientais foram direcionadoras para a estruturação da comunidade utilizou-se análise de

BIOENV, usando-se o coeficiente de correlação de Spearman (com 9999 permutações e  $p < 0.05$ ).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software PRIMER versão 6 + PERMANOVA (Software Package from Plymouth Marine Laboratory, UK) (Anderson et al., 2008) e o STATISTICA 10 para análise de regressão linear simples.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização Ambiental

Os resultados das variáveis físicas e químicas (Tabela 1) apresentaram diferenças significativas entre o período seco e chuvoso (PSEUDO  $F_{1,53} = 9.998$ ;  $p = 0,0001$ ), entre os estuários dentro dos períodos (PSEUDO  $F_{1,53} = 5.9279$ ;  $p = 0,0001$ ) e entre as zonas tanto para o estuário do Rio Mamanguape (PSEUDO  $F_{3,23} = 2.465$ ;  $p = 0,0007$ ) quanto para o estuário do Rio Paraíba (PSEUDO  $F_{3,29} = 5.3506$ ;  $p = 0,0001$ ).

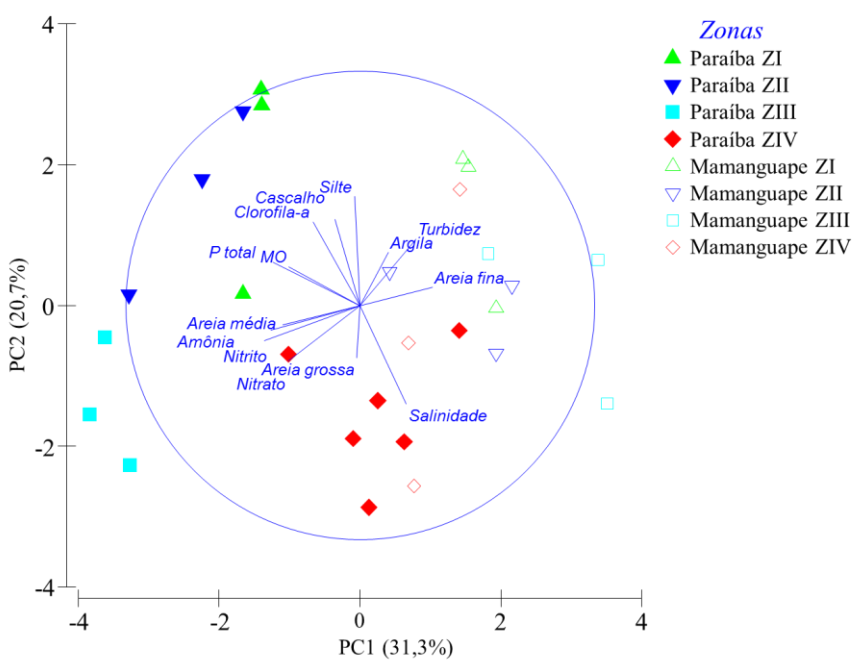
De forma geral, observou-se um aumento progressivo nos valores nas variáveis ambientais ao longo do gradiente salino (Tabela 1). Todavia esse acréscimo em alguns destes valores foram mais observados nas zonas II e III.

As maiores concentrações das variações ambientais foram registradas no Estuário do Rio Paraíba em ambos períodos. Sendo turbidez, nitrito, amônia, P-total e clorofila - *a*, as que obtiveram os maiores valores relacionados a este estuário durante o período seco e chuvoso (Tabela 1). Por outro lado, no estuário do Rio Mamanguape observou-se um comportamento similar entre as duas épocas de coleta, embora as concentrações de turbidez, amônia e P-total tenham-se apresentado com os maiores valores dos parâmetros analisados (Tabela 1).

A amônia, por sua vez, apresentou seus maiores valores nas zonas III ( $3545,50 \pm 67,63$ ) e II ( $1747,16 \pm 1402,15$ ) do estuário no Rio Paraíba no período seco e semelhantemente ocorreu na época chuvosa, onde foram registrados valores equivalentes a ( $3717,1 \pm 414,0$ ) na zona III e ( $3458,8 \pm 172,1$ ) na zona II (Tabela 1). A concentração deste nutriente no Estuário do Rio Mamanguape, apresentou-se mais elevado nas zonas III ( $313,83 \pm 122,20$ ) e IV ( $408,83 \pm 124,93$ ) no período seco, e na zona I ( $197,1 \pm 211,7$ ) no período chuvoso (Tabela 1).

Com relação à composição do sedimento, ambos os estuários apresentaram tamanho médio de grãos alternando entre areias finas médias e grossas (Tabela 1). No estuário do Rio Paraíba, areias finas, médias e grossas foram dominantes nas zonas III e IV e areias grossas na zona I durante o período seco, enquanto que no período chuvoso, areias médias prevaleceram na zona III e os sedimentos grossos tornou-se dominante novamente na zona I. No estuário do Rio Mamanguape, encontramos a tendência oposta, com areias médias nas zonas I e III no período seco e areias grossas na zona IV para o período chuvoso.

Os eixos 1 e 2 da Análise de Componentes Principais (PCA) para o período seco, explicaram 52,0% da variabilidade dos dados (Figura 2). O primeiro eixo explicou 31,3% da variação total e foram correlacionados principalmente com as variáveis nitrito (-0.409), amônia (-0.379), P-total (-0.371), areia média (-0.330) e Matéria Orgânica (MO) (-0.303). O segundo eixo, por sua vez, foi mais correlacionado com salinidade (-0.421), silte (0.465), cascalho (0.367) e clorofila-*a* (0.356).

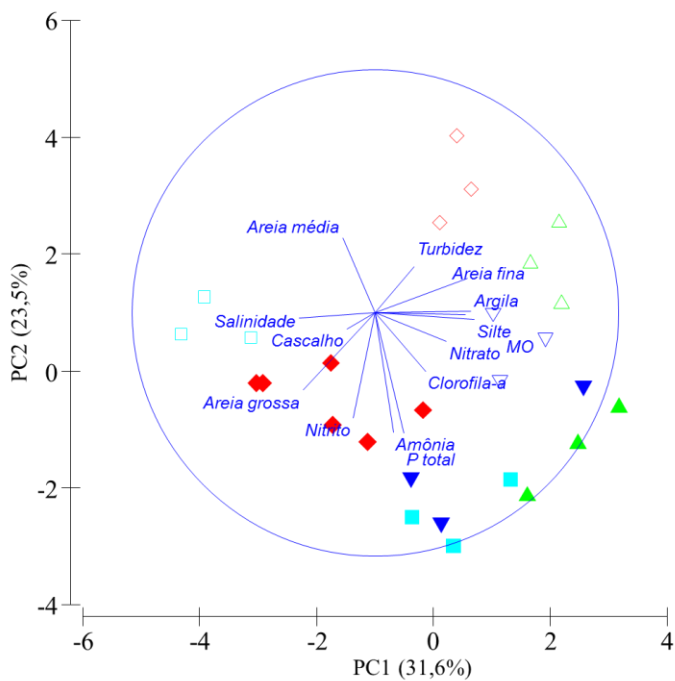


Período Seco		
Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Salinidade	0.196	-0.421
Turbidez (NTU)	0.238	0.282
Nitrito(μg/L)	-0.409	-0.148
Nitrato(μg/L)	-0.307	-0.237
Amônia (μg/L)	-0.379	-0.104
P total(μg/L)	-0.371	0.185
Clorofila- <i>a</i> (μg/L)	-0.199	0.356
Argila	0.120	0.226
Silte	-0.022	0.465
Areia fina	0.309	0.078
Areia média	-0.330	-0.084
Areia grossa	-0.013	-0.223
Cascalho	-0.107	0.367
MO	-0.303	0.166

**Figura 2:** Análise de Componentes Principais (PCA) baseadas nas variáveis ambientais coletadas no período seco nas zonas (I, II, III e IV) dos Estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape– Brasil.



No período chuvoso, os dois primeiros eixos da PCA, explicaram 55,1% da variabilidade dos dados (Figura 3). O primeiro eixo explicou 31,6% da variação total e esteve correlacionado com salinidade (-0.312), argila (0.393), silte (0.407) e areia fina (0.379) e o segundo eixo esteve negativamente relacionado com nitrito (-0.431), amônia (-0.490) e P-total (-0.494).



Período Chuvoso		
Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Salinidade	-0.312	-0.022
Turbidez (NTU)	0.160	0.190
Nitrito(μg/L)	-0.091	-0.431
Nitrato(μg/L)	0.291	-0.116
Amônia (μg/L)	0.076	-0.490
P total(μg/L)	0.117	-0.494
Clorofila-a (μg/L)	0.207	-0.241
Argila	0.393	0.006
Silte	0.407	-0.029
Areia fina	0.379	0.141
Areia média	-0.132	0.308
Areia grossa	-0.296	-0.318
Cascalho	-0.116	-0.066
MO	0.372	-0.008

**Figura 3:** Análise de Componentes Principais (PCA) baseadas nas variáveis ambientais coletadas no período chuvoso nas zonas (I, II, III e IV) dos Estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape– Brasil.

**Tabela 1:** Variáveis físicas, químicas, composição granulométrica (%) e Matéria Orgânica (MO) (média e desvio padrão), mensuradas no período seco e chuvoso nos estuários do Rio Paraíba e do Rio Mamanguape, Brasil \*Valores não detectados.

Período Seco								
Estuário Barra do Rio Mamanguape					Estuário do Rio Paraíba			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
<b>Salinidade</b>	14,96 ± 1,10	20,66 ± 1,46	29,46 ± 0,68	36,66 ± 0,11	5,73 ± 2,20	8,73 ± 4,69	21,06 ± 0,68	34,56 ± 0,90
<b>Turbidez (NTU)</b>	55,93 ± 0,70	61,50 ± 22,44	101,73 ± 23,74	93,00 ± 22,41	74,70 ± 9,02	68,86 ± 12,42	24,23 ± 5,54	45,30 ± 8,48
<b>Nitrito (µg/L)</b>	0,37 ± 0,64	2,96 ± 1,69	6,66 ± 1,92	12,96 ± 15,72	70,74 ± 53,56	158,14 ± 107,25	354,07 ± 0,64	36,11 ± 16,94
<b>Nitrato (µg/L)</b>	2,25 ± 3,89	6,79 ± 5,07	4,39 ± 6,86	39,18 ± 27,53	26,64 ± 10,53	43,04 ± 34,40	239,97 ± 380,44	29,36 ± 24,93
<b>Amônia (µg/L)</b>	247,16 ± 71,47	253,83 ± 25,16	313,83 ± 122,20	408,83 ± 124,93	392,16 ± 106,92	1747,16 ± 1402,15	3545,50 ± 67,63	368,83 ± 150,98
<b>P-total (µg/L)</b>	284,44 ± 284,84	113,33 ± 11,54	131,11 ± 10,71	115,56 ± 27,14	434,44 ± 270,17	668,88 ± 25,24	710,00 ± 18,55	153,88 ± 21,43
<b>Clo-a (µg/L)</b>	5,24 ± 4,02	2,99 ± 0,26	2,54 ± 0,68	2,69 ± 0,01	44,19 ± 18,71	18,27 ± 15,28	4,49 ± 1,18	1,27 ± 1,04
<b>% Argila</b>	0,70 ± 1,22	0,47 ± 0,82	0,24 ± 0,41	1,17 ± 1,13	2,53 ± 2,63	0,20 ± 0,21	1,68 ± 1,25	2,00 ± 1,38
<b>% Silte</b>	2,68 ± 3,27	5,04 ± 6,01	5,56 ± 4,85	5,04 ± 5,78	2,68 ± 3,11	1,86 ± 1,64	7,07 ± 3,77	6,89 ± 4,50
<b>% Ar. Fina</b>	6,89 ± 6,76	26,69 ± 37,98	10,92 ± 13,61	15,55 ± 14,52	16,86 ± 9,17	43,41 ± 30,05	53,00 ± 12,16	24,11 ± 11,77
<b>% Ar. Média</b>	50,25 ± 18,76	49,44 ± 19,98	70,25 ± 16,16	25,59 ± 7,47	27,54 ± 7,72	30,68 ± 10,84	23,41 ± 8,40	31,09 ± 14,11
<b>% Ar. Grossa</b>	36,66 ± 21,75	15,16 ± 13,49	9,56 ± 4,69	46,30 ± 19,27	47,23 ± 21,70	22,22 ± 21,44	11,97 ± 5,89	30,11 ± 12,90
<b>% Cascalho</b>	3,37 ± 4,37	3,11 ± 2,99	3,36 ± 1,97	5,75 ± 6,30	2,84 ± 2,43	0,99 ± 1,73	2,51 ± 4,35	5,24 ± 4,92
<b>%MO</b>	9,40 ± 11,44	21,54 ± 3,92	41,85 ± 27,71	15,58 ± 15,71	1,86 ± 2,43	2,29 ± 3,04	2,12 ± 1,90	12,51 ± 10,58
Período Chuvoso								
Estuário Barra do Rio Mamanguape					Estuário do Rio Paraíba			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
<b>Salinidade</b>	0,43 ± 0,05	3,46 ± 1,86	13,30 ± 1,22	34,30 ± 2,33	1,63 ± 1,10	7,76 ± 1,90	18,33 ± 1,75	29,16 ± 2,65
<b>Turbidez (NTU)</b>	26,80 ± 6,30	31,86 ± 6,83	32,16 ± 24,46	36,93 ± 24,48	51,96 ± 22,48	18,76 ± 3,38	16,40 ± 7,26	19,66 ± 3,47
<b>Nitrito (µg/L)</b>	2,59 ± 1,69	25,10 ± 16,10	117,00 ± 6,31	14,40 ± 2,93	190,30 ± 72,90	354,80 ± 7,88	301,85 ± 29,20	97,22 ± 65,17
<b>Nitrato (µg/L)</b>	44,70 ± 18,70	29,30 ± 11,10	*	9,10 ± 10,27	50,80 ± 8,23	33,01 ± 28,39	18,38 ± 1,23	26,58 ± 12,66
<b>Amônia (µg/L)</b>	197,10 ± 211,70	82,10 ± 61,70	40,50 ± 18,00	*	2292,10 ± 1564,50	3458,83 ± 172,14	3717,16 ± 414,01	868,00 ± 755,20
<b>P total (µg/L)</b>	131,11 ± 33,72	163,33 ± 17,30	131,11 ± 19,20	63,30 ± 13,30	561,11 ± 59,75	754,44 ± 94,59	650,00 ± 250,00	238,00 ± 69,36
<b>Clor-a (µg/L)</b>	1,49 ± 0,25	2,69 ± 1,55	1,64 ± 0,51	1,34 ± 0,0009	7,34 ± 3,49	2,39 ± 1,13	2,99 ± 2,07	2,02 ± 0,55
<b>% Argila</b>	*	*	2,83 ± 1,41	*	*	0,43 ± 0,41	0,14 ± 0,25	1,82 ± 0,90
<b>% Silte</b>	*	*	20,41 ± 10,65	*	0,16 ± 0,28	1,91 ± 1,69	0,31 ± 0,27	10,22 ± 5,68
<b>% Ar. Fina</b>	4,75 ± 3,09	11,21 ± 4,15	43,80 ± 20,31	6,37 ± 3,23	10,72 ± 11,51	15,75 ± 17,64	20,75 ± 10,28	27,70 ± 10,64
<b>% Ar. Média</b>	40,04 ± 14,37	56,60 ± 5,43	17,56 ± 5,43	29,42 ± 8,15	43,13 ± 13,03	39,44 ± 32,21	61,69 ± 13,11	39,05 ± 11,03
<b>% Ar. Grossa</b>	53,57 ± 16,64	32,17 ± 11,31	14,29 ± 11,97	62,73 ± 11,22	45,31 ± 24,58	37,83 ± 34,21	16,79 ± 21,51	20,76 ± 11,06
<b>% Cascalho</b>	1,62 ± 0,83	*	1,07 ± 0,94	1,45 ± 0,90	0,66 ± 1,14	4,61 ± 7,27	0,29 ± 0,51	0,41 ± 0,77
<b>%MO</b>	0,43 ± 0,20	0,42 ± 0,05	12,44 ± 8,04	0,81 ± 0,75	0,31 ± 0,17	0,57 ± 0,33	0,71 ± 0,27	14,20 ± 8,39

### 3.2 Variáveis Biológicas

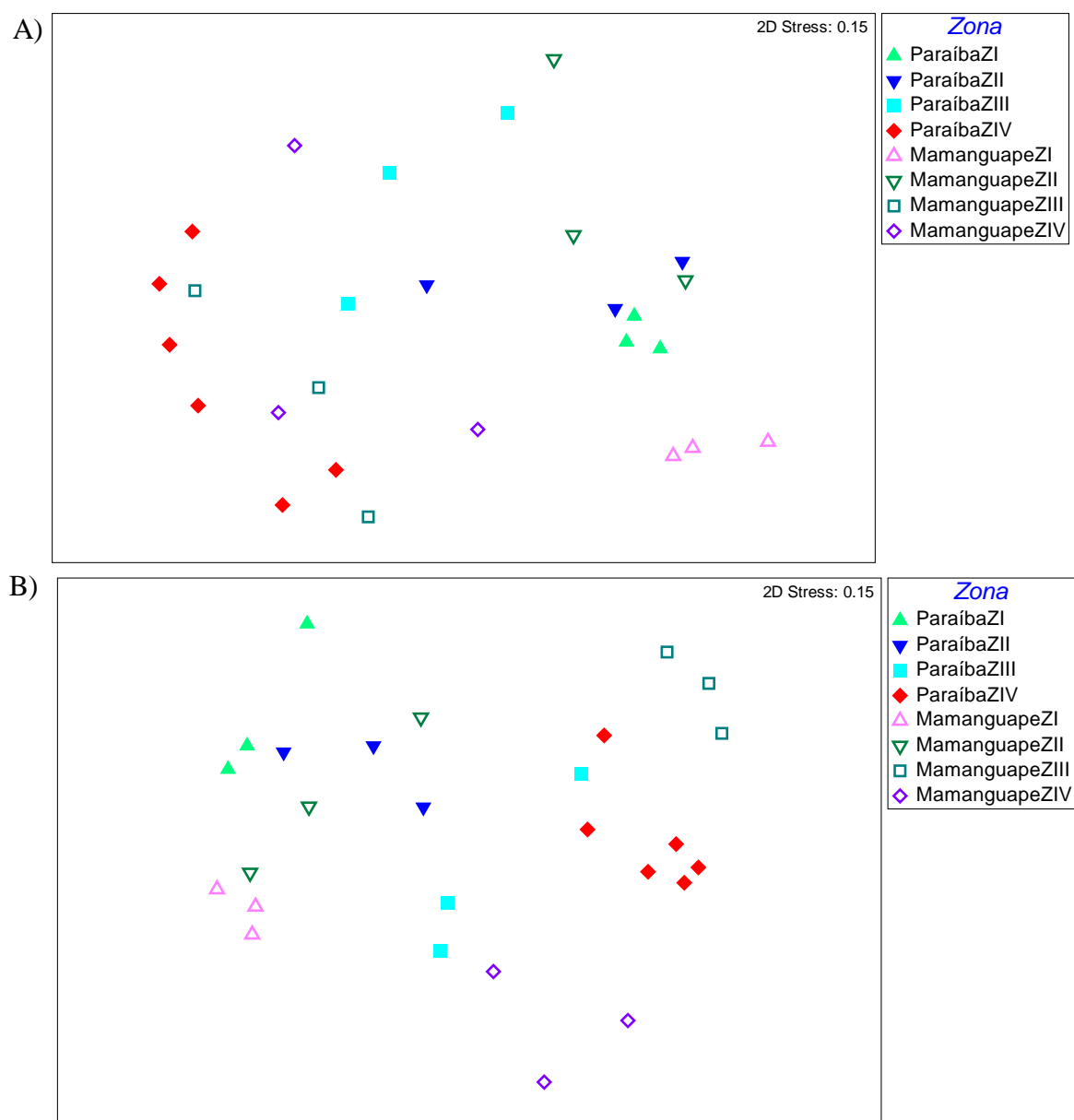
Durante o período de estudo foram coletados 25.950 indivíduos pertencentes a 136 táxons, distribuídos em 3 Filos, 25 Ordens e 59 Famílias. Sendo a maior abundância registrada na estação seca com 18.271 organismos (3.799 no Estuário do Rio Paraíba e 14.472 no Estuário do Rio Mamanguape). Seguida por 7.679 organismos no período chuvoso (3.452 no Estuário do Rio Paraíba e 4.227 no Estuário do Rio Mamanguape) (Anexo IA). Os resultados da PERMANOVA apresentaram diferenças significativas tanto para os períodos seco e chuvoso quanto para os estuários como para as zonas ( $p < 0.05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultado da análise PERMANOVA para a abundância total da macrofauna bentônica, baseados nos dados de gêneros (medida de similaridade de Bray Curtis) entre os períodos (Seco e Chuvoso), estuários (Paraíba e Mamanguape- fixo) e zonas (I, II, III e IV). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= Fvalue; p = probability level;  $P < 0.05$ .

Source	DF	MS	F	P
<b>Abundância Total</b>				
Período	1	22580	9,1040	0,0001
Estuário	1	31409	12,663	0,0001
Zona	3	37647	15,179	0,0001
PeríodoxEstuário	1	6688,2	2,6966	0,0001
PeríodoxZona	3	8065,4	3,2518	0,0001
EstuárioxZona	3	20018	8,0709	0,0001
PerxEstuxZo	3	5292,1	2,1337	0,0001
Residual	143	2480,3		
Total	158			

Com relação à composição da comunidade, Polychaeta e Insecta foram os grupos faunísticos da infauna mais representativos quanto ao número de indivíduos em ambos os períodos e estuários. No estuário do Rio Mamanguape, os Insecta representaram mais de 70% dos organismos coletados no período seco, enquanto que o mesmo grupo foi representado por cerca de 47% no período chuvoso. Contudo, alguns gêneros de Polychaeta como *Allita*, *Ceratonereis*, *Poecilochaetus*, *Scolecopsis*, *Sthenelanelle* e Mollusca *Mytella* e *Teinostoma* ocorreram somente no período seco. Enquanto que outros gêneros de Polychaeta como *Anaitides*, *Aonides*, *Bocardia*, *Branchiomma*, *Cabira*, *Chaetacantus*, *Marphysa*, *Minuspio*, *Naineris*, *Nereis*, *Pholoe*, *Prionospio* e de Mollusca *Acteocina candei*, *Caryocorbula caribaea*, *Cecum rissotitum* e *Strigilla pisiformis* ocorreram apenas no período chuvoso (Anexo AI).

A distribuição espacial da composição da comunidade, quando analisada pelo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS) apresentou um maior distanciamento dentro das zonas no período seco (Figura 4A), em comparação com ao período chuvoso, o qual evidenciou uma distribuição mais agregada da comunidade dentro da zonas (Figura 4B).



**Figura 4.** Resultado da análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS) da distribuição temporal e espacial da comunidade da macrofauna nos estuários tropicais. (A) Distribuição no período seco, (B) Distribuição no período chuvoso.

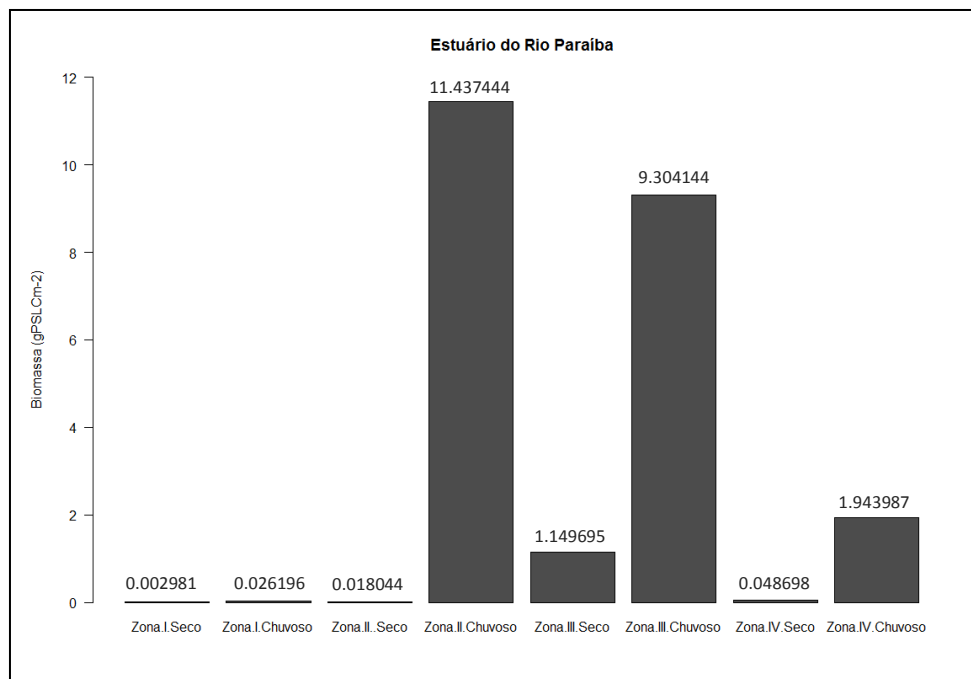
Dentre os organismos identificados, a análise SIMPER demonstrou que os táxons de poliqueta *Laeonereis* e insecta *Polypedilum* foram os mais representativos em ambos os períodos de amostragem (Tabela 3). No período seco, observou-se maior similaridade entre as comunidades de macroinvertebrados bentônicos no estuário do Rio Mamanguape (SIMPER: 30,43%), do que no estuário do Rio Paraíba (SIMPER: 21,18%). Este mesmo modelo também foi registrado no período chuvoso, onde ocorreu uma maior similaridade no estuário da do Rio Mamanguape (SIMPER: 43,49%), em relação ao estuário do Rio Paraíba (SIMPER: 32,22%).

**Tabela 3:** Abundância média dos táxons da fauna bentônica que maior contribuíram entre os estuários do Rio Paraíba e Mamanguape, coletados no período seco e chuvoso. (Contrib%: percentual de contribuição).

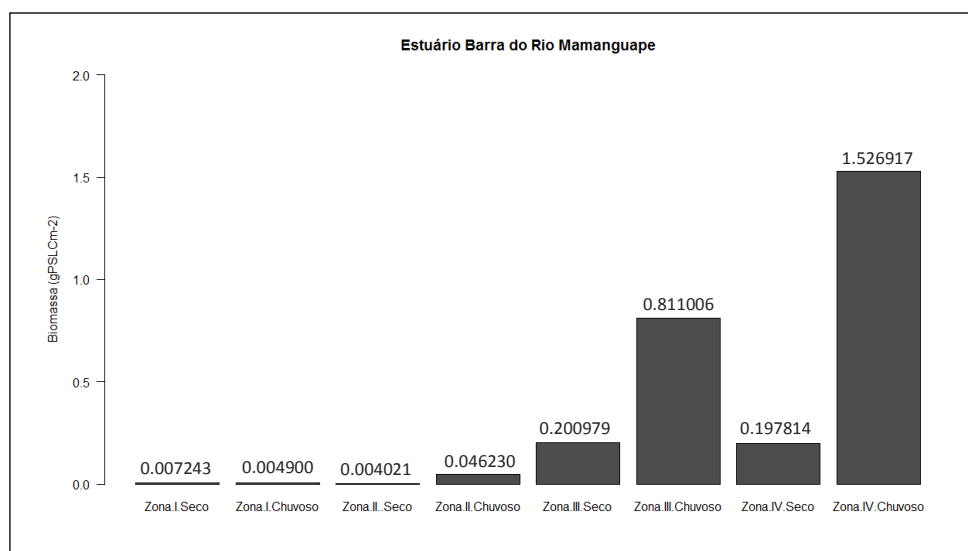
Período	Estuário	Taxas	Contrib%
Seco	Paraíba	<i>Laeonereis</i>	43,4
		<i>Lumbrineris</i>	12,79
	Mamanguape	<i>Polypedilum</i>	41,67
		<i>Laeonereis</i>	11,7
Chuvoso	Paraíba	<i>Laeonereis</i>	21,16
		Ostracoda	10,14
	Mamanguape	<i>Polypedilum</i>	24,66
		Isopoda	20,28

Mesmo com a predominância de alguns gêneros (*Laeonereis* e *Polypedilum*) a biomassa macrobentônica foi maior durante o período chuvoso (Figura 5) tendo-se obtido um valor médio de  $0.627 \text{ gcm}^{-2}$ , constatando diferenças significativas entre os períodos de estudo (PSEUDO  $F_{1,158} = 4,7417$ ;  $p = 0,0001$ ). Destacando o estuário do Rio Paraíba por seus maiores valores de biomassa em comparação ao estuário do Rio Mamanguape (Figura 5). Além disso, os valores mais elevados da biomassa no estuário do rio Paraíba foram registrados nas zonas II e III, embora no estuário do Rio Mamanguape o valor máximo da biomassa foi obtido na zona IV com  $1,52 \text{ gcm}^{-2}$  (Figura 5B), evidenciando diferenças significativas entre as zonas (PSEUDO  $F_{3,158}=12,124$ ;  $p=0,0001$ ).

A)

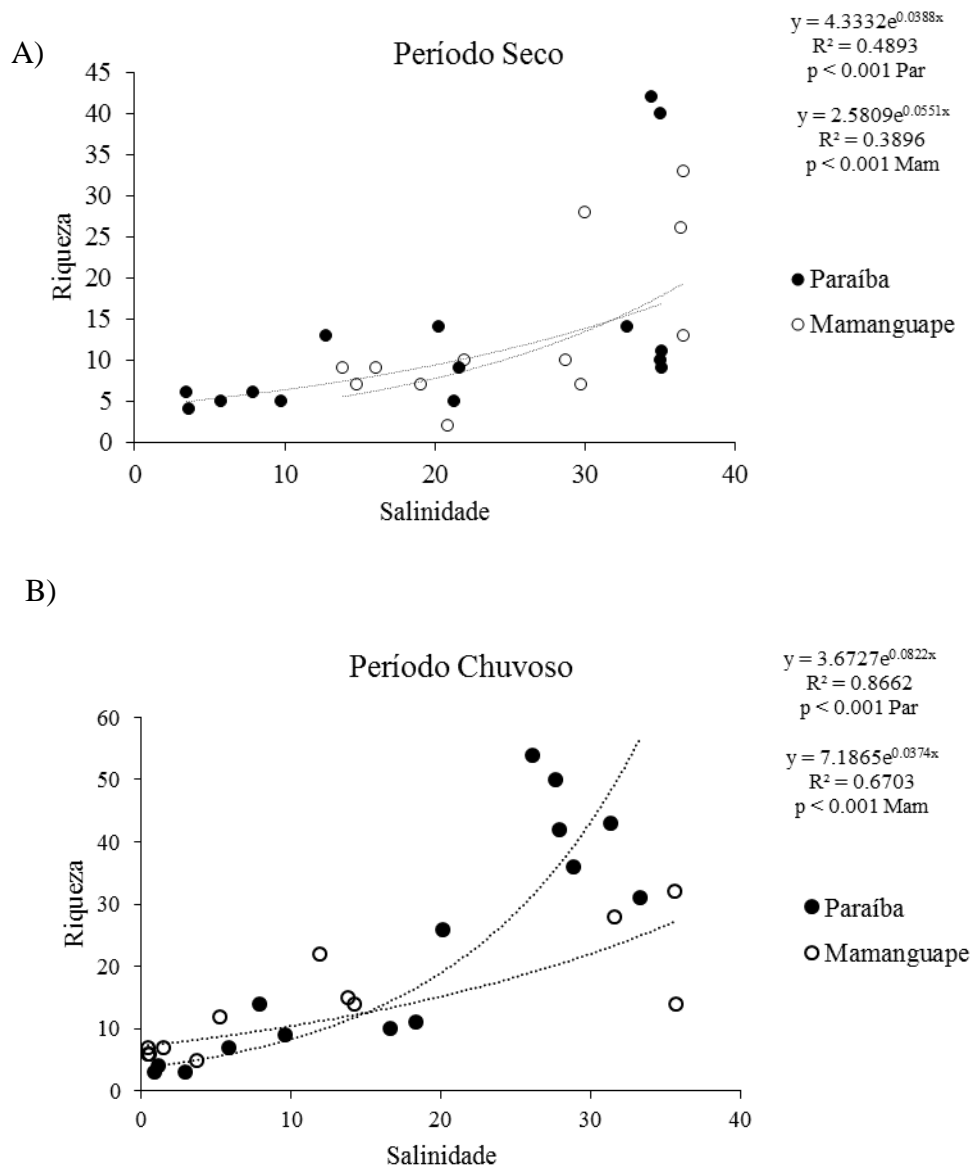


B)



**Figura 5:** Valores de biomassa coletado nos estuários do Rio Paraíba e de Mamanguape, Brasil, apresentando valores por zonas e período de coleta. (A) Biomassa dos organismos no estuário do Rio Paraíba, (B) Biomassa dos organismos no estuário do Rio Mamanguape.

Quanto à riqueza, o período chuvoso apresentou um maior número de táxons (107 táxons) em comparação ao período seco (70 táxons), embora sua abundância tenha sido menor. Além disso, a riqueza de espécies aumentou significativamente com o aumento da concentração salina em ambos os estuários e períodos (seco:  $F_{1,25} = 14,11$ ,  $p < 0,001$ ; chuvoso:  $F_{1,25} = 46,73$ ,  $p < 0,001$ ) (Figura 6), apresentando uma relação positiva entre a riqueza e a salinidade em ambos os estuários, pois o coeficiente ( $y = a.e^{bx}$ ) é positivo.



**Figura 6.** Efeito da salinidade sobre a riqueza macrobentônica tanto no (A) período seco quanto no (B) período chuvoso.

Com relação à diversidade da comunidade, os valores dos Índices de Shannon – Wiener (PSEUDO  $F_{1,161} = 42,574$ ,  $p = 0,001$ ), Margaleff (PSEUDO  $F_{1,161} = 21,304$ ,  $p = 0,001$ ) e Pielou (PSEUDO  $F_{1,161} = 37,835$ ,  $p = 0,001$ ) entre as períodos foram significativamente distintas. Por outro lado, estes índices não foram significativamente diferentes entre o estuário do Rio Mamanguape e Paraíba (PSEUDO  $F_{1,161} = 0,16924$ ,  $p = 0,693$ ; PSEUDO  $F_{1,161} = 0,16572$ ,  $p = 0,672$ ; PSEUDO  $F_{1,161} = 0,30303$ ,  $p = 0,575$  respectivamente). Apesar de entre as zonas, estes índices apresentassem diferenças significativas (PSEUDO  $F_{6,161} = 27,475$ ,  $p = 0,001$ ; PSEUDO  $F_{6,161} = 32,169$ ,  $p = 0,001$ ; PSEUDO  $F_{6,161} = 8,6375$ ,  $p = 0,001$  respectivamente).

Os maiores valores da diversidade, calculada pelo Índice de Shannon ( $H'$ ) (período seco:  $H'= 2,80$ ; período chuvoso:  $H'= 2,87$ ) e Margalef ( $d$ ) (período seco:  $d = 5,08$ ; período chuvoso:  $d = 5,92$ ) foram observados no estuário do Rio Paraíba, sobretudo nas zonas IV. A equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), ao contrário, variou entre um máximo de ( $J'= 0,889$ ) no Estuário do Rio Mamanguapena zona II e no estuário do Rio Paraíba ( $J'= 0,887$ ) na zona IV no período seco. Em contrapartida no período chuvoso, este índice seguiu o mesmo comportamento dos demais índices com o maior valor da equitabilidade registrado na Zona IV, no estuário do Rio Paraíba.

A correlação das variáveis ambientais e biológicas através da BIOENV evidenciou em escala temporal (Tabela 4) que os parâmetros ambientais considerados determinantes na estruturação da comunidade macrobentônica no período seco foi salinidade ( $r_s = 0.399$ ) e no período chuvoso a salinidade e a argila ( $r_s = 0.698$ ).

**Tabela 4.** Resultado da análise BIOENV para o conjunto das variáveis ambientais mais relacionadas com as variáveis biológicas entre o período seco e chuvoso para o estuário do rio Paraíba e do rio Mamanguape.

Período	Nº de variáveis	Correlação ( $r_s$ )	Variáveis
Seco	1	0.399	Salinidade
	4	0.353	Salinidade; Nitrito; Clorofila - <i>a</i> ; Silte
	2	0.342	Salinidade; Nitrito
	3	0.342	Salinidade; Nitrito; Clorofila - <i>a</i>
	3	0.341	Salinidade; Nitrato; Silte
	5	0.340	Salinidade; Nitrito; Nitrato; Clorofila- <i>a</i> ; Silte
	2	0.336	Salinidade; Clorofila - <i>a</i>
	5	0.328	Salinidade; Nitrito; Clorofila - <i>a</i> ; Silte; Matéria orgânica
	2	0.328	Salinidade; Silte
	5	0.322	Salinidade; Nitrito; Clorofila - <i>a</i> ; Silte; Areia grossa
Chuvoso	2	0.698	Salinidade; Argila
	3	0.687	Salinidade; Argila; Areia fina
	4	0.680	Salinidade; Amônia; Argila; Areia fina
	4	0.679	Salinidade; P-total; Argila; Areia fina
	2	0.670	Salinidade; Silte
	3	0.658	Salinidade; Argila; Silte
	3	0.657	Salinidade; Silte; Areia fina
	3	0.653	Salinidade; Amônia; Argila
	5	0.653	Salinidade; Amônia; Argila – Areia fina
	4	0.652	Salinidade; Turbidez; Argila; Areia fina



### 3. DISCUSSÃO

Em razão da sua relação entre a água doce continental e marinha, os ecossistemas estuarinos terminam por se tornarem ambientes naturalmente estressados e altamente dinâmicos, sujeito a altas pressões antropogênicas e naturais (Elliott e Quintino et al., 2007; Moyle et al., 2010). Estas pressões resultam em elevados teores de nutrientes que determinam a qualidade das águas costeiras assim como refletem na estruturação das comunidades biológicas.

Neste estudo, observou-se um aumento nos valores das variáveis ambientais ao longo do gradiente salino dos estuários. No estuário do Rio Paraíba, as concentrações nos parâmetros ambientais foram superiores em ambos os períodos estudados em relação ao Estuário do Rio Mamanguape. Os elevados valores de Nitrito, Nitrato, Amônia e fósforo-total registrados no estuário do Rio Paraíba, sobretudo nas zonas II e III, resultado de intensas atividades antrópicas ao seu entorno, principalmente, o descarte de lixo e esgotos domésticos nestas zonas, devido a este ambiente estar margeado por diversos municípios e sua foz estar localizada no porto de Cabedelo (Marcelino et al., 2005). O aumento de nutrientes no sistema, advindo das atividades antrópicas, também foi comprovado pelo estudo de Antunes et al., (2013) no estuário do rio Caeté (nordeste do Pará), o qual avaliou a qualidade da água e evidenciou que as maiores concentrações de nutrientes dissolvidos foram atribuídos à ações humanas, como a entrada de esgoto doméstico e comerciais no sistema.

Por outro lado, os valores de amônia e P-total no estuário da do Rio Mamanguape foram similares aos mensurados no estuário do Rio Paraíba nos períodos estudados. Embora, os valores destes nutrientes tenham aumentado substancialmente no período seco. Além disso, as maiores concentrações de matéria orgânica foram também observadas neste período. As altas concentrações de fósforo total, amônia e matéria orgânica podem ser decorrentes da presença de cultivos de camarão encontrados nas tribos indígenas que vivem as margens deste estuário, bem como das plantações de cana de açúcar localizadas próximas ao ambiente (Silvestre et al., 2011). Isso demonstra que apesar deste estuário estar localizado numa APA, a qualidade de suas águas, em relação aos nutrientes fósforo e amônia, apresenta-se tão elevado quanto à do estuário do Rio Paraíba.

Esse efeito também foi evidenciado no estudo de Pamplona et al., (2013), na costa leste do norte do Brasil, o qual mostrou que as concentrações de fósforo e formas

nitrogenadas inorgânicas apresentaram valores mais elevados na estação seca, com forte correlação com as atividades antropogênicas e a intensa degradação de grandes quantidades de matéria orgânica proveniente do lixo e dos detritos de manguezais. Isso indica que a diminuição na descarga fluvial dentro do sistema, registrado no período seco, proporciona uma deposição maior destes nutrientes na coluna d'água assim como no sedimento elevando os níveis de tais parâmetros.

As oscilações nos níveis de salinidade e os regimes hidrológicos influenciam diretamente as comunidades bentônicas, bem como as variações espaciais e sazonais das características ambientais (Boesch 1977; Chainho et al., 2007). Essas características coincidem com os resultados presente neste estudo, onde a estrutura e composição da comunidade variaram entre os períodos amostrais e entre os estuários, demonstrando a influência da variabilidade da maré e descarga fluvial na distribuição espacial da comunidade e nos processos estuarinos tropicais (Noruega et al., 2009).

Essa variação periódica (seco e chuvoso) e local (entre estuários) na abundância e composição das comunidades bentônicas está associada à variação sazonal no volume hidrológico. No período seco, quando a vazão dos rios diminui significativamente e as águas costeiras (mais salinas) penetram no estuário elevando os teores de salinidade (Monteiro et al., 2015), ocorre uma redução na velocidade da corrente da água continental, ocasionando a diminuição no *drift* (carreamento) de sedimentos e organismos facilitando a fixação destes no substrato (Hynes, 1970). Além da elevada evaporação característica deste período, o qual favorece uma maior concentração de matéria orgânica no substrato, de modo a acarretar elevada abundância de *taxas* oportunistas/tolerantes como a família de Chironomidae, observado neste estudo na zona I (a montante do estuário do rio Mamanguape) e corroborado pelo estudo de Medeiros et al., (2012) em Portugal, o qual evidenciou a dominância de Chironomidae na zona de menor salinidade no estuário do rio Mira.

Além disso, os altos níveis de salinidade advindo das águas costeiras (ação das marés) agem no ecossistema como filtros ambientais selecionando as espécies que não conseguem desenvolver-se no ambiente (Weiher Keddy, 1995; Poff, 1997). Com isso, as alterações nas concentrações de salinidade podem ter efeitos, principalmente, com as capacidades osmorregulatórias dos organismos (Hart et al., 1991; Berenzina, 2002; Kefford et al., 2007) atuando portanto como filtros ambientais, influenciando no estabelecimento e desenvolvimento de inúmeros organismos ao longo do ambiente.

Por outro lado, o influxo de água doce neste estudo no período chuvoso atenuou as concentrações nos parâmetros ambientais ao longo dos estuários, promovendo o aumento na riqueza, biomassa e mudança na composição macrobentônica em relação ao período seco. Isso demonstra que os efeitos da entrada hidrológica no sistema causam mudanças nas comunidades bentônicas ao longo do gradiente estuarino, resultando em grandes diferenças espaciais (Boesch, 1977).

A variabilidade sazonal da comunidade macrobentônica observada em ambos os estuários obedeceu às características presente em regiões de clima tropical, regido pelas alterações do fluxo do rio entre o período seco e chuvoso (Barletta et al., 2010; Dantas et al., 2012). Essa alteração também proporcionou modificação na composição sedimentar ao longo dos estuários, sendo provavelmente um dos motivos da acentuada diferença no comportamento da comunidade, uma vez que o tamanho das partículas de sedimento é conhecido por influenciar a estrutura e composição da fauna (Anderson et al., 2004; Sousa et al., 2007b; Anderson, 2008).

Estudos realizados com macroinvertebrados bentônicos em estuários de diversas regiões do mundo demonstraram que a estrutura e composição da macrofauna bentônica varia sazonalmente e com profundidade da água, tanto em regiões de clima temperado (Jones et al., 1990; Chainho et al., 2006; 2007; Hale, 2010 ) quanto em regiões tropicais (Dallas, 2004; Tweedley et al., 2012), como foi observado também no presente estudo.

A alta abundância dos gêneros *Polypedilum* e *Laeonereis* evidenciado neste trabalho devem-se ao fato, destes táxons serem organismos tolerantes e generalistas. *Polypedilum* destaca-se por ser tolerante a uma ampla gama de condições ambientais, incluindo águas com temperatura relativamente elevadas, baixas concentrações nos teores de oxigênio, além de sua família (Chironomidae) ser indicadora do estado trófico das águas de transição, em virtude do grupo tolerar extensas condições de salinidade (Rosin e Takeda 2007; Scheibler e Ciocco, 2011; Argüelles-Canedo et al., 2012). Neste estudo, a elevada abundância de *Polypedilum* pode estar associada aos menores valores de salinidade e a maior porcentagem de areia média registrado na zona I no estuário do Rio Mamanguape, visto que é comumente encontrado conjuntamente a esse tipo de sedimento. Por outro lado, *Laeonereis* é conhecido por ser generalista (Reis et al., 2000; Balogun et al., 2011), destacando-se no presente estudo suas altas abundâncias encontradas em áreas com maior enriquecimento orgânico.

A elevada riqueza e diversidade observada nas zonas IV em ambos os estuários está associada ao aumento da salinidade da foz em direção ao continente, coincidindo

com os resultados evidenciado por Filho et al., (2006) e Barros et al., (2012) em ecossistemas estuarinos tropicais em que as comunidades macrobêntônicas tendem a ser mais ricas, abundantes e diversificadas em condições marinhas (González-Oreja e Saiz-Salinas, 1998). Esse padrão corrobora com a Teoria de Remane (1934), em que à medida que o gradiente salino aumenta a diversidade das comunidades de macroinvertebrados também aumenta, em consequência do carreamento de larvas e juvenis proveniente do mar (Bleich et al., 2011).

Logo, considerando a hipótese analisada no presente estudo, observou-se que a estrutura, composição e distribuição da comunidade de macroinvertebrados nos estuários mostraram-se influenciada pelo gradiente salino em escala espaço e temporal. Esse efeito dar-se por causa dos indivíduos se distribuírem de acordo com suas adaptações fisiológicas, modificando sua estrutura e composição de acordo com os níveis de inidade ao longo dos estuários.

#### **4. CONCLUSÃO**

Conclui-se que: a) a variação espacial e temporal da comunidade ao longo dos estuários foi explicada, principalmente pelo gradiente de salinidade; b) as flutuações sazonais no regime pluviométrico foram responsáveis pela variação da comunidade, modificando aspectos estruturais, tais como riqueza e composição; e que c) os fatores físicos e químicos, sobretudo nitrato, fósforo total, matéria orgânica e granulometria do sedimento também influenciaram na composição e distribuição dos organismos.

## 5. REFERÊNCIAS

- Abel, P.D., 1996. *Water Pollution Biology*, 2nd ed. Taylor e Francis, Ltd, 268 pp.
- Alves, R. R.N., Nishida, A.K., 2003. Aspectos socioeconômico e percepção ambiental dos catadores de carangueijo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura) do Estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. *Interciência*. 28 (1), 36- 43
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. 2014. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22, 711–728.
- Alfaro, A.C., 2006. Benthic macro-invertebrate community composition within a mangrove/seagrass estuary in northern New Zealand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 66, 97 – 110.
- Amaral, A.C., Nonato, E.F., 1996. *Annelida Polychaeta - características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira*. Campinas, SP: Editora da UNICAMP. 124p.
- Amaral, A.C.Z., Nallin, S.A.H., Steiner, T.M., Forroni, T.O., Gomes Filho, D., 2006. *Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil*. Catálogo das espécies dos Annelida Polychaeta do Brasil.
- Anderson, M.J., 2001. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 626-639.
- Anderson, M.J., Gorley, R.N. and Clarke, K.R.; 2008. *PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods*. PRIMER-E. Plymouth.
- Anderson, M., 2008. Animal-sediment relationships re-visited: characterizing species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 366, 16–27.
- Anderson, M.J., Ford, R.B., Feary, D.A., Hoeywill, C., 2004. Quantitative measures of sedimentation in an estuarine system and its relationship with intertidal softsediment infauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 272, 33–48.
- Anto-Pardo, M., Armengol, X., 2012. Effects of salinity and temporality water on zooplankton community in the Mediterranean coastal lagoons. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 114 93-99
- Antunes, L.C., Santos, M.L.S., Batista, R.M.M., Alves, I.C.C., Palheta, G.D.A, 2013. Influência da maré nas condições ambientais na Orla do município de Bragança, Nordeste do Estado do Pará. *Bol. Téc. Cient. Cepnor*, 13 (1), 23-31.

Apha, Awwa. Wef., 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. American Public Health Association. Washington, DC. Part, v. 8000, p. 94-100.

Argüelles-Cañedo, M., Boix, D., Millaruelo-Sánchez, N., Sala, J., Caiola, N., Nebra, A., Rieradevall, M., 2012. A rapid bioassessment tool for the evaluation of the water quality of transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 111. 129-138

Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., Valencia, V., 2005. Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: a case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Mar. Pollut. Bull.* 50, 1508–1522.

Barletta, M., Saint-Paul, U., Amaral, C.S., Corrêa, M.F., Guebert, F., Dantas, D.V., Lorenzi, L., 2008. Factors affecting seasonal variations in fish assemblages at and ecocline in a tropicale subtropical mangrove fringed estuary. *Journal of Fish Biology* 73, 1314-1336

Barros, F., Carvalho, G.C., Costa, Y., Hatje, V. Subtidal benthic macroinfaunal assemblages in tropical estuaries: Generality amongst highly variable gradients. 2012. *Marine Environmental Research* 81, 43-52

Berenzina, N.A., 2002. Tolerance of freshwater invertebrates to changes in water salinity. *Russian Journal of Ecology* 34, 261-266.

Blanchet, H. et al., 2014. Multiscale patterns in diversity and organization of intertidal benthic fauna between the estuaries of the French Atlantic. *Sea Research Journal*. 90. 95-110

Bleich, S., Powilleit, M., Seifert, T. & Graf, G., 2011. beta-diversity as a measure of species turnover along the salinity gradient in the Baltic Sea, and its-consistency with the Venice System. *Marine Ecology Progress Series* 436: 101-118.

Boesch, D.F., 1977. A new look at the zonation of the benthos along the estuarine gradient. In: Coull, B. (Ed.), *Ecology of Marine Benthos*. University of South Carolina Press, Columbia, USA, 245–266p.

Bonada, N., Zamora-Muñoz, C., Rieradevall, M., Prat, N., 2005. Ecological and historical filters constraining spatial caddisfly distribution in Mediterranean rivers. *Freshwater Biology* 50 (5), 781-797.

Brown, A.C., Mclachland, A., 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier, Amsterdam, 328 pp.

Cadier, E. 1994. Hidrologia das pequenas bacias do Nordeste semiárido: Transposição Hidrológica. Recife: SUDENE, DPG. PRN. HME, 448p.

Caeiro, S., Costa M.H., Goovaerts, P., Martins, F., 2005. Benthic biotope index for classifying habitats in the Sado estuary: Portugal. *Marine Environ. Research* 60 570-593.

- Cameron, W. N., Pritchard, D. W., 1963. Estuaries. In: Goldberg, E. D., McCave, I. N., O'Brien, I. I., Steele, L. H., eds. *The Sea*. New York, John Wiley e Sons. 306-324 p.
- Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Dauer, D.M., Costa, M.J., 2007. Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary. *Marine Pollution Bulletin* 54 1586-1597.
- Chainho, P., Costa, J.L., Chaves, M.L., Lane, M.F., Dauer, D.M., Costa, M.J., 2006. Seasonal and spatial patterns of distribution of subtidal benthic invertebrate communities in the Mondego River, Portugal – a poikilohaline estuary. *Hydrobiologia* 555, 59–74.
- Cortelezzi, A., Capítulo, A.R., Boccardi, L., Arocena, R., 2007. Benthic assemblages of a temperate estuarine system in South America: transition from a freshwater to an estuarine zone. *J. Mar. Syst.* 68, 569–580.
- Costa, R.S., Molozzi, J., Hepp, L.U., Costa, D.F.S., 2015. Influence of ecological filters on phytoplankton communities in semi-arid solar saltern environments. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 27(1), 39-50.
- Dantas, D.V., Barletta, M., Costa, M.F., Barbosa-Cintra, S.C.T., Possatto, F.E., Ramos, J.A.A., Lima, A.R.A., Saint-Paul, U., 2010. Movement patterns of catfishes (Ariidae) in a tropical semi-arid estuary. *Journal of Fish Biology* 76, 2540- 2557.
- Day, J.W., Crump, B.C., Kemp, W.M., Yanez-Arancibia, A., 2013. *Estuarine Ecology*. Wiley-Blackwell, New Jersey, 537p.
- Elliott, M., Quintino, V., 2007. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Mar. Pollut. Bull.* 54, 640–645.
- Filho, J.S.R., Busman, D.V., Viana, A.P., Gregório, A.M., Oliveira, D.M. 2006. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ciências Naturais*. 1, 85-96
- Gray, J.S., Clarke, K.R., Warwick, R.M., Hobbs, G., 1990. Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, N. Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 66 285-299
- González-Oreja, J.A., Saiz-Salinas, J.I., 1998. Exploring the relationships between abiotic variables and structure of the benthic community in a polluted estuary system. *Search Water*. 32, 3799-3807
- Hale, S., 2010. Biogeographical patterns of marine benthic macroinvertebrates along the Atlantic coast of the northeastern USA. *Estuaries and Coasts* 33, 1039–1053.

Hart, B.T., Bailey,P., Edwards,R., Hortle,K., James,K., McMahon,A., Meredith,C., Swadling,K., 1991.A review of the salt sensitivity of the Australian fresh water biota. *Hydrobiologia* 210, 105- 144.

Hastie, B.F., Smith, S.D.A., 2006 Benthic macrofaunal communities in intermittent estuaries during a drought: Comparisons with permanently open estuaries. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 330, 356-367

Humphries, P., Potter, I.C., 1993. Relationship between the habitat and diet of three species of atherinids and three species of gobies in a temperate Australian estuary. *Marine Biology* 116, 193–204.

Hynes, H.B. 1970. The ecology of running waters. Liverpool Univ.Press.Liverpool.555p.

Jensen, E., Brucet, S., Meerhoff, M., Nathansen, L., Jeppesen, E., 2010. Community structure and diel migration of zooplankton in shallow brackish lakes: the role of salinity and predators. *Hydrobiologia*. 646. 15-229

Jones, K.K., Simenstad, C.A., Higley, D.L., Bottom, D.L. 1990. Community structure, distribution, and standing stock of benthos, epibenthos, and plankton in the Columbia River Estuary. *Prog. Oceanog*, 25, 211-241

Kalejta, B., Hockey, P.A.R., 1991. Distribution, abundance and productivity of benthic invertebrates at the Berg River Estuary, South Africa. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33, 175–191

Kefford,B.J.,Nugegoda,D.,Zalizniak,L.,Fields,E.J.,Hassell,K.L.,2007.The salinity tolerance of fresh water macroinvertebrate eggs and hatchlings in comparison to their older life-stages: a diversity of responses. *Aquatic Ecology* 41, 335-348.

Levinton, J.S., 1995. *Marine Biology: function, biodiversity and ecology*. Oxford University Press, Oxford, 448 p

Lorenzen, C.J., 1967. Determination of chlorophyll and phaeophytin: spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12, 343-346

Ministério do Meio Ambiente (MMA). 2010. *Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil*. Brasília: MMA/SBF/GBA, 152 p.

Marcelino, R. L., Sassi, R., Cordeiro, T.A., Costa, C.F., 2005. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores Artesanais e outros usuários ribeirinhos do estuário do Rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil. *Tropical Oceanography* 33 (2),183-197

McLanaghan, N.A., Tyler, A.C., Mahl, U.H., Howarth, R.W., Marino, R.M., 2011. Benthic macroinvertebrate functional diversity regulates nutrient and algal dynamics in a shallow estuary. *Marine Ecology Progress Series* 426, 171–184.



- Medeiros, J.P., Chaves, M.L., Silva, G., Azeda, C., Costa, J.L., Marques, J.C., Costa, M.J., Chainho, P., 2012. Benthic condition in low salinity areas of the Mira estuary (Portugal): Lessons learnt from freshwater and marine assessment tools. *Ecological Indicators*. 19, 79-88
- Mermillod-Blondin, F., 2011. The functional significance of bioturbation and biodeposition on biogeochemical processes at the water-sediment interface in freshwater and marine ecosystems. *Journal of the North American Benthological Society* 30, 770–778.
- Mikkelsen, P.M. and Bieler, R.; 2008. *Seashells of Southern Florida – Bivalves*. Princeton University Press, 503p.
- Moyle, P.B., Bennett, W.A., Fleenor, W.E., Lund, J.R., 2010. Habitat variability and complexity in the upper San Francisco estuary. *San Francisco Estuary Watershed Sci.* 8 (3).
- Monteiro, S.M., El-Robrini, M., Alves, I.C.C. 2015. Dinâmica sazonal de nutrientes em estuário amazônico. *Mercator, Fortaleza*, 14, 151-162
- Neves, R. A. F., Valentim, J. L., 2011. Revisão bibliográfica sobre a macrofauna bentônica de fundos não-consolidados, em áreas costeiras prioritárias para conservação no Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza* 44 (3), 59-80
- Nielsen, D.L., Brock, M., Petrie, R., Crosslé, K., 2007. The impact of salinity pulses on the emergence of plant and zooplankton from wetland seed and egg banks. *Freshwater Biology*. 52. 784-795.
- Nishida, A.K., Nordi, N., Alves, R.R.N., 2004. Abordagem etnoecológica da coleta de moluscos no litoral paraibano. *Tropical Oceanography, Recife*: 32(1):53-68.
- Nixon, S. W. 1995. Coastal marine eutrophication: the definition, social causes and future concerns. *Ophelia*, 41,199-220.
- Noriega, C.E., Muniz, K., Flores-Montes, M.J., Macêdo, S.J., Araújo, M., Feitosa, F.A., Lacerda, S.R. 2009. Series temporales de variables hidrobiológicas em un estuario tropical (Brasil). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1), 93-108.
- Odum, E.P., 1997. *Fundamentos de ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 5ª edição, 927 p.
- Passadore, C., Giménez, L., Acuña, A. 2007. Composition and intra-annual variation of the macroinfauna in the estuarine zone of the Pando Stream (Uruguay). *Braz. J. Biol.* 67, 197-202.
- Pamplona, F.C., Paes, E.T., Nepomuceno, A., 2013. Nutrient fluctuations in the Quatipuru river: A macrotidal estuarine mangrove system in the Brazilian Amazonian basin. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 133, 273-284

Pedrós-Alió C, Calderón-Paz I.C., MacLean M.H., Medina G., Marrasé C., Gasol J.M, Guixa-Boixereu N. 2000. The microbial food web along salinity gradients. *Microb. Ecol.* 32. 143-155

Pielou, E.C., 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley–Interscience, New York, 286 pp

Piscart, C., Moreteau, J. C., Beisel, J.N., 2005. Biodiversity and structure of macroinvertebrates communities along a small permanent salinity gradient. *Hydrobiologia* 551, 227-236.

Poff, N.L., 1997. Landscape filters and species traits: towards mechanistic understanding and prediction in stream ecology. *Journal of the American Benthological Norte Society* 16 (2), 391-409.

Platell, M.E., Orr, P.A., Potter, I.C., 2006. Inter- and intraspecific partitioning of food resources by six large and abundant fish species in a seasonally open estuary. *Journal of Fish Biology* 69, 243–262.

Reiss, H., Kröncke, I., 2005. Seasonal variability of benthic indices: An approach to test the applicability of different indices for ecosystem quality assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 50, 1490-1499.

Remane, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zoologischer Anzeiger* 7 34-74.

Rhoads, D. C., Young, D.K., 1970. The influence of deposit-feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *Journal of Marine Research* 28, 150-178.

Roque, F.O., Siqueira, T., Bini, L. M., Ribeiro, M.C., Tambosi, L.R., Ciocheti, G., Trivinho-Strixino, S., 2010. Untangling associations between chironomid taxa in Neotropical streams using local and landscape filters. *Freshwater Biology* 55 (4), 847-865.

Rovira, L., Trobajo, R., Leira, M., Ibáñez, C., 2012. The effects of hydrological dynamics in the structure of benthic diatom community in a highly stratified estuary: The case of the Ebro Estuary (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 101. 1-14.

Rundle, S.D., Attrill, M.J., Arshad, A., 1998. Seasonality in macroinvertebrate community composition across a neglected ecological. *Aquatic Ecology* 32 (3), 211-216

Salas, F., Marcos, C., Neto, J.M., Patrício, J., Péres-Ruzaf, A., Marques, J.C., 2006. Userfriendly guide for using benthic ecological indicators in coastal an marine quality assessment. *Ocean Coast. Manage.* 49, 308–331.

Scheibler, E.E., Ciocco, N.F. 2011. Distribution of Macroinvertebrate assemblages along a saline wetland in harsh environmental conditions from Central-West Argentina. *Limnologica* 41, 37–47

Silva, D.P., De Marco P.J.R., Resende D.C., 2010. Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Ecol. Indics.* 10, 744-752.

Silva, E.L., Conserva, M., de S., Oliveira, P.A., 2011. Socioecologia do processo de trabalho das pescadoras artesanais do Estuário do Rio Paraíba. *Ecologi@* 3: 44-56.

Silvestre, L.C., Farias, D.L.S., Lourenço, J.D.S., Barros, S.C.A., Braga, N.M.P., 2011. Diagnóstico dos impactos ambientais advindo de atividades antrópicas na APA da do Rio Mamanguape. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer* 7(12), 1-11

Shannon, C.E., Weiner, W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press, Chicago. 117p.

Sousa, R., Dias, S., Freitas, V., Antunes, C., 2007a. Subtidal macrozoobenthic assemblages along the River Minho estuarine gradient (north-west Iberian Peninsula). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18 (7), 1063-1077.

Sousa, R., Dias, S., Antunes, C., 2007b. Subtidal macrobenthic structure in the Lima Estuary, NW of Iberian Peninsula. *Annales Zoologici Fennici* 44, 303–313.b

SUDEMA, 2011. Superintendência de Administração do Meio Ambiente [http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?option=com\\_contentview=articleid=754eItemid=100051](http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?option=com_contentview=articleid=754eItemid=100051). Acesso em: 08 de setembro de 2014.

Trivinho-Strixino, S.; 2011. *Larvas de Chironomidae: Guia de identificação.* São Carlos: Gráfica Ufscar,1,2,3. 371p.

Tunnell Jr, J.W.; Andrews, J.; Barrea, N.C. and Meretzsohn, F.; 2010. *Encyclopedia of Texas Seashells: Identification, Ecology, Distribution, and History.* Texas: A&M University Press. 512 p.

Tweedley, J.R. Warwick, R.M., Valesini, F.J., Platell, M.E., Potter, I.C., 2012. The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southern hemisphere estuaries. *Marine Pollution Bulletin.* 64. 1210-1221

Venturini, N., Muniz, P., Rodríguez, M., 2004. Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. *Mar. Biol.* 144, 119-126.

Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis.* 3ª Edição. Estados Unidos.

Zonta, R., Guerzoni, S., Pérez-Ruzafa, A., de Jonge, V.N., 2007. Measuring and managing changes in estuaries and lagoons: morphological and ecotoxicological aspects. *Mar. Pollut. Bull.* 55, 403–406.

Warwick, R.M., 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian Journal of Ecology* 18, 63–80.

Weiner, E., Keddy, P. 1995. The assembly of experimental wetland plant communities. *OIKOS* 73, 323-335.

Williams, W.D., Boulton, A.J., Taaffe, R.G., 1990. Salinity as a determinant of salt lake fauna: a question of scale. *Hydrobiologia* 197, 257- 266.

Ysebaert, T., Herman, P.M.J., Meire, P., Craeymeersch, J., Verbeek, H., Heip, C.H.R., 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW Europe. *Est. Coastal Shelf Sci.* 57,335–355.

# **ANEXOS**





Continuação...													
<i>Cossura</i> Webster e Benedict, 1887	-	-	-	-	-	-	42	1,216	0,02652	-	-	-	
Ordem Eunicida													
Família Onuphidae													
<i>Diopatra</i> Audouin e Milne Edwards, 1833	125	3,29	0,0233	3	0,02	0,00139	22	0,637	0,04267	3	0,07	0,00396	
Ordem Spionida													
Família Spionidae													
<i>Dipolydora</i> Verrill, 1881	25	0,658	0,0042	1	0,006	0,00002	-	-	-	-	-	-	
Ordem Eunicida													
Família Dorvilleidae													
<i>Dorvillea</i> Parfitt, 1866	56	1,474	0,0143	35	0,241	0,00233	54	1,564	0,00661	1	0,023	0,00001	
Ordem Phyllodocida													
Família Phyllodocidae													
<i>Eteone</i> Savigny, 1818	-		-	-		-	1	0,028	0,00219	11	0,26	0,00071	
Família Phyllodocidae													
<i>Eumida</i> Malmgren, 1865	15	0,394	0,0003	11	0,076	0,00024	3	0,086	0,00003	2	0,047	0,00063	
Família Polynoidae													
<i>Eunoe</i> Malmgren, 1866	58	1,526	0,0114	4	0,027	0,00006	1	0,0289	0,00001	1	0,023	0,00001	
Família Syllidae													
<i>Exogone</i> Örsted, 1845	80	2,105	0,0013	10	0,069	0,00035	48	1,39	0,04479	-	-	-	
Família Glyceridae													
<i>Glycera</i> Lamarck, 1818	-	-	-	13	0,089	0,00297	9	0,26	0,00541	35	0,828	0,01361	
Família Goniadidae													
<i>Glycinde</i> Müller, 1858	187	4,922	0,0635	22	0,152	0,00421	73	2,114	0,05057	11	0,26	0,00007	
Família Polynoidae													
<i>Halosydnella</i> Hartman, 1938	-	-	-	-	-	-	32	0,926	0,00246	-	-	-	



## Continuação...

Família Glyceridae													
<i>Hemipodus</i> Quatrefages, 1866	-	-	-	-	-	-	19	0,55	0,00516	42	0,993	0,00627	
Família Pilargidae													
<i>Hermundura</i> Müller, 1858	-	-	-	-	-	-	14	0,405	0,00113	-	-	-	
Família Hesionidae													
<i>Hesionides</i> Friedrich, 1937	-	-	-	-	-	-	12	0,347	0,00001	1	0,023	0,00001	
<i>Hesionidae</i> sp1.	-	-	-	-	-	-	1	0,028		-	-	-	
Ordem Capitellida													
Família Capitellidae													
<i>Heteromastus</i> Eisig, 1887	1	0,026	3E-05	-	-	-	165	4,779	0,01925	12	0,283	0,00006	
Ordem Phyllodocida													
Família Hesionidae													
<i>Heteropodarque</i> Hartmann-Schröder, 1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,07	0,00002	
Ordem Spionida													
Família Longosomatidae													
<i>Heterospio</i> Ehlers, 1874	2	0,052	2E-05	8	0,055	0,00009	-	-	-	-	-	-	
Ordem Sabellida													
Família Serpulidae													
<i>Hydróides</i> Gunnerus, 1768	26	0,684	0,0006	10	0,069	0,00008	-	-	-	-	-	-	
Ordem Phyllodocida													
Família Phyllodocidae													
<i>Hypereteone</i> Bergström, 1914	7	0,184	0,0008	1	0,006	0,00004	-	-	-	-	-	-	
Família Nephtyidae													
<i>Inermonephtys</i> Fauchald, 1968	-	-	-	2	0,013	0,00088	-	-	-	-	-	-	

## Continuação...

Ordem Terebellida													
Família Ampharetidae													
<i>Isolda</i> Mueller, 1858	16	0,421	0,0011	2	0,013	0,00006	31	0,898	0,2168	-	-	-	
Ordem Eunicida													
Família Onuphidae													
<i>Kinbergonuphis</i> Fauchald, 1982	41	1,079	0,0058	14	0,096	0,00034	116	3,36	0,46407	-	-	-	
Ordem Phyllodocida													
Família Nereididae													
<i>Laeonereis</i> Hartman, 1945	1511	39,773	0,1213	2583	17,848	0,15113	610	17,67	0,15818	118	2,791	0,00447	
Família Syllidae													
<i>Langerhansia</i> Czerniavsky, 1881	-	-	-	-	-	-	3	0,086	0,00003	-	-	-	
Ordem Spionida													
Família Spionidae													
<i>Laonice</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,118	0,00026	
Ordem Capitellida													
Família Capitellidae													
<i>Leiocapitella</i> Hartman, 1947	131	3,448	0,0133	8	0,055	0,00024	-	-	-	-	-	-	
Ordem Orbiinida													
Família Orbiniidae													
<i>Leitoscoloplos</i> Day, 1977	-	-	-	-	-	-	1	0,028	0,00001	3	0,07	0,00002	
Ordem Eunicida													
Família Lumbrineridae													
<i>Lumbrineris</i> Blainville, 1828	139	3,658	0,0331	25	0,172	0,00511	24	0,695	0,01627	57	1,348	0,02991	
Ordem Spionida													
Família Magelonidae													
<i>Mageloma</i> F. Müller, 1858	39	1,026	0,0144	28	0,193	0,00242	81	2,346	0,04347	16	0,378	0,00131	





## Continuação...

Ordem Spionida													
Família Spionidae													
<i>Prionospio</i> Malmgren, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,141	0,00017	
Ordem Phyllococida													
Família Phyllococidae													
<i>Protomystides</i> Czerniavsky, 1882	13	0,342	0,0018	11	0,076	0,00212	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Sabellida													
Família Sabellariidae													
<i>Pseudobranchiomma</i> Jones, 1962	1	0,026	9E-05	1	0,006	0,00166	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Sabellida													
Família Sabellariidae													
<i>Sabellaria</i> Lamarck, 1818	125	3,29	0,0273	2	0,013	0,00067	16	0,463	0,02271	-	-	-	-
Ordem Spionida													
Família Spionidae													
<i>Scoletepis</i> Blainville, 1828	88	2,316	0,0024	7	0,048	0,00087	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Orbiinida													
Família Orbiniidae													
<i>Scoloplos</i> Blainville, 1828	106	2,79	0,0182	61	0,421	0,00931	63	1,825	0,02836	70	1,656	0,0777	
Ordem Phyllococida													
Família Pilargidae													
<i>Sigambra</i> Müller, 1858	9	0,236	0,0003	2	0,013	0,00003	37	1,071	0,00114	15	0,354	0,00044	
Ordem Spionida													
Família Spionidae													
<i>Sphiophanes</i> Grube, 1860	-	-	-	-	-	-	82	2,375	0,00492				

## Continuação...

Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Spio</i> Fabricius, 1785	-	-	-	-	-	-	7	0,202	0,00016	6	0,141	0,00006
Ordem Spionida												
Família Chaetopteridae												
<i>Spiochaetopterus</i> Sars, 1853	2	0,052	7E-05	1	0,006	0,00001	67	1,94	0,01701	-	-	-
Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Spionidae sp2.</i>	-	-	-	-	-	-	2	0,057	0,00002	-	-	-
Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Spionidae sp3.</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,028	0,00001	-	-	-
Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Spiophanes</i> Grube, 1860	-	-	-	1	0,006	0,00006	-	-	-	4	0,094	0,00001
Ordem Terebellida												
Família Sternaspidae												
<i>Sternaspis</i> Otto, 1821	54	1,421	0,0027	9	0,062	0,0002	106	3,07	0,00464	18	0,425	0,00008
Ordem Phyllodocida												
Família Sigalionidae												
<i>Sthenelanella</i>	5	0,131	0,0014	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Spionida												
Família Spionidae												
<i>Streblospio</i> Webster, 1879	2	0,052	3E-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Phyllodocida												

## Continuação...

Familia Syllidae													
<i>Syllidae</i> Grube, 1850	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,023	0,00001	
Ordem Phyllodocida													
Familia Pilargidae													
<i>Synelmis</i> Chamberlin, 1919	2	0,052	0,0001	-	-	-	35	1,013	0,00181	2	0,047	0,00002	
Ordem Terebellida													
Familia Cirratulidae													
<i>Timarete</i> Kinberg, 1866	69	1,816	0,0068	196	1,354	0,00313	24	0,695	0,00723	122	2,886	0,00546	
Ordem Scolecida													
Familia Scalibregmatidae													
<i>Travisia</i> Johnston, 1840	-		-	-		-	4	0,115	0,00003	-	-	-	
Ordem Spionida													
Familia Trochochaetidae													
<i>Trochochaeta</i> Levinsen, 1884	1	0,026	2E-05	3	0,02	0,00005	-	-	-	-	-	-	
Ordem Phyllodocida													
Familia Syllidae													
<i>Typosyllis</i> Langerhans, 1879	6	0,157	0,0001	1	0,006	0,00038	2	0,057	0,00018	7	0,165	0,00009	
<b>Filo MOLLUSCA</b>													
Classe GASTROPODA													
Ordem Cephalaspidea													
Familia Acteocinidae													
<i>Acteocina candei</i> d'Orbigny, 1841	-	-	-	-	-	-	39	1,129	0,0001	-	-	-	
Classe BIVALVIA													
Ordem Veneroida													
Familia Veneridae													

## Continuação...

<i>Anomalocardia brasiliiana</i> Gmelin, 1791	163	4,29	33,223	53	0,366	11,4597	195	5,648	62,8606	55	1,301	5,64925
Classe GASTROPODA												
Ordem Caenogastropoda												
Família Cerithiidae												
<i>Bittium varium</i> Pfeiffer, 1840	-	-	-	-	-	-	2	0,057	0,00053	16	0,378	0,00097
Classe BIVALVIA												
Ordem Mytiloidea												
Família Mytilidae												
<i>Brachidontes rodriguezii</i> d'Orbigny, 1842	-	-	-	-	-	-	13	0,376	0,02909	1	0,023	0,01793
Ordem Veneroidea												
Família Veneridae												
<i>Chione cancellata</i> Linnaeus, 1767	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ordem Myoidea												
Família Corbulidae												
<i>Corbula caribaea</i> d'Orbigny, 1853	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe GASTROPODA												
Ordem Littorinimorpha												
Família Caecidae												
<i>Caecum ryssotitum</i> Folin, 1867	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,023	0,00052
Classe BIVALVIA												
Ordem Myoidea												
Família Corbulidae												
<i>Caryocorbula sp.</i> d'Orbigny, 1853	22	0,579	0,4599	-	-	-	-	-	-	1	0,023	0,0051
Ordem Myoidea												
Família Corbulidae												



## Continuação...

<i>Caryocorbula caribaea</i> d'Orbigny, 1853	-	-	-	-	-	-	23	0,666	0,20293	1	0,023	0,0001
Classe GASTROPODA												
Ordem Caenogastropoda												
Família Cerithiidae												
<i>Cerithium atratum</i> Born, 1778	-	-	-	-	-	-	1	0,028	0,02527	3	0,07	0,00122
Ordem Caenogastropoda												
Família Cerithiidae												
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe BIVALVIA												
Ordem Veneroida												
Família Veneridae												
<i>Chione subrostrata</i> Lamarck, 1818	-	-	-	-	-	-	38	1,1	3,99129	-	-	-
Classe GASTROPODA												
Ordem Neotaenioglossa												
Família Tornidae												
<i>Cyclostremiscus sp.</i> Olsson, 1945	-	-	-	-	-	-	3	0,086	0,00017	3	0,07	0,00001
Ordem Cephalaspidea												
Família Cylichnidae												
<i>Cylichnella bidentata</i> d'Orbigny, 1841	1	0,026	0,0036	-	-	-	26	0,753	0,00258	3	0,07	0,00032
Ordem Littorinimorpha												
Família Littorinidae												
<i>Echinolittorina lineolata</i> d'Orbigny, 1840	-	-	-	1	0,006	0,00358	-	-	-	-	-	-
Classe BIVALVIA												
Ordem Veneroida												
Família Semelidae												
<i>Ervilia concentrica</i> Holmes, 1860	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,023	0,00011



## Continuação...

Classe GASTROPODA												
Ordem Neogastropoda												
Família Nassariidae												
<i>Nassarius polygonatus</i> Lamarck, 1822	-	-	-	-	-	-	4	0,115	0,05576	-	-	-
Ordem Cycloneritimorpha												
Família Neritidae												
<i>Neritina virginea</i> Linnaeus, 1758	7	0,184	0,1461	4	0,027	0,05927				5	0,118	0,00496
Ordem Neogastropoda												
Família Olivellidae												
<i>Olivella defiorei</i> Klappenbach, 1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,023	0,00826
Ordem Neogastropoda												
Família Olivellidae												
<i>Olivella hyphala</i> Absalão e Pimenta, 2003	-	-	-	-	-	-	16	0,463	0,00468	-	-	-
Ordem Neogastropoda												
Família Olivellidae												
<i>Olivella minuta</i> Link, 1807	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	0,78	0,0616
Classe BIVALVIA												
Ordem Veneroida												
Família Veneridae												
<i>Protothaca pectorina</i> Lamarck, 1818	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Classe GASTROPODA												
Ordem Neogastropoda												
Família Columbellidae												
<i>Parvanachis obesa</i> C. B. Adams, 1845	-	-	-	-	-	-	4	0,115	0,00162	8	0,189	0,00191
Ordem Littorinimorpha												
Família Tornidae												



## Continuação...

Família Tellinidae												
<i>Tellina sp.</i> Linnaeus, 1758	10	0,263	0,0206	28	0,193	0,10763	-	-	-	-	-	-
Ordem Veneroida												
Família Veneridae												
<i>Transennella stimpsoni</i> Dall, 1902	-	-	-	-	-	-	3	0,086	0,00039	10	0,23	0,01864
Classe GASTROPODA												
Ordem Heterostropha												
Família Pyramidellidae												
<i>Turbonilla multicostata</i> C. B. Adams, 1850	-	-	-	-	-	-	4	0,115	0,00024	1	0,23	0,0001
<b>Filo ARTHOPODA</b>												
Classe INSECTA												
Ordem Diptera												
Família Chironomidae												
<i>Apedilum sp.</i> Townes, 1945	-	-	-	6	0,041	0,0007	11	0,318	0,00099	1	0,23	0,00144
<i>Chironomus sp.</i> Meigen, 1803	-	-	-	2	0,013	0,0004	47	1,361	0,0129	2	0,047	0,00053
<i>Lopescladius sp.</i> Oliveira, 1967	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,047	0,00002
<i>Polypedilum sp.</i> Kieffer, 1912	-	-	-	10152	70,149	0,08826	27	0,782	0,02161	1984	46,936	0,04096
<b>Subfilo CRUSTACEA</b>												
Classe MALACOSTRACA												
Ordem Isopoda	11	0,289	0,0005	183	1,264	0,00511	3	0,086	0,00042	805	19,044	0,03643
Ordem Decapoda	28	0,737	0,0414	15	0,103	0,00324	69	1,998	0,14517	60	1,419	0,09667
Classe OSTRACODA	134	3,527	0,001	470	3,247	0,00845	409	11,848	0,00025	407	9,628	0,00001
<b>UNKNOWN</b>												
Família Paraonidae												
<i>Paradoneis</i> Hartman, 1965	1	0,026	3E-05	8	0,055	0,00014	-	-	-	1	0,023	0,00259
<i>Paraonides</i> Cerruti, 1909	-	-	-	-	-	-	3	0,086	0,00003	-	-	-
<i>Paraonis</i> Cerruti, 1909	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	0,26	0,00004

<i>Aricidea</i> Webster, 1879	8	0,21	0,0004	1	0,006	0,00001	-	-	-	-	-	
Total	3799	100	36,634	14472	100	12,2822	3452	100	68,9346	4227	100	7,06676