



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

RENATO PEREIRA DANTAS

**AS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DOS CANAIS DE MARÉ  
INFLUENCIAM NA ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE  
PEIXES? ESTUDO DE CASO EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

CAMPINA GRANDE – PB

2016

RENATO PEREIRA DANTAS

**AS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DOS CANAIS DE MARÉ  
INFLUENCIAM NA ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE  
PEIXES? ESTUDO DE CASO EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

**Área de concentração:** Ecologia e  
Conservação de Ecossistemas Marinhos  
e Costeiros

**Orientação:** Prof. Dr. André Luiz  
Machado Pessanha

CAMPINA GRANDE – PB

2016

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.

D192c Dantas, Renato Pereira.

As características geomorfológicas dos canais de maré influenciam na estrutura e composição das assembleias de peixes? [manuscrito] : Estudo de caso em um estuário tropical / Renato Pereira Dantas. - 2016.  
70 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Comunidade de peixes. 2. Estruturas geomorfológicas. 3. Sistemas estuarinos. 4. Canais de maré. I. Título.

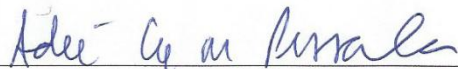
21. ed. CDD 577.6

**RENATO PEREIRA DANTAS**

**AS CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DOS CANAIS DE MARÉ  
INFLUENCIAM NA ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE  
PEIXES? ESTUDO DE CASO EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Aprovado em 03 de Fevereiro de 2016




---

**Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha**  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação/UEPB  
Orientador



---

**Prof. Dr. Ana Paula Penha Guedes**  
Universidade do Estado da Bahia /UNEB  
Examinadora externa



---

**Prof. Dr. Thelma Lúcia Pereira Dias**  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação/UEPB  
Examinadora Interna

*À Deus, à minha família, à minha namorada,  
aos meus amigos, ao meu orientador e à todas as pessoas  
que contribuíram diretamente ou indiretamente  
para a construção e conclusão deste trabalho,  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Mais lamosos, longos e sinuosos que os canais aqui estudados (os quais fiquei bem íntimo), foi o difícil caminho para chegar até aqui, nestas cansadas palavras. Confesso humildemente que sozinho jamais teria a estamina para sobrepujar os obstáculos que o acaso deixou cair em mim. E que meu combustível veio apenas da sabedoria, carinho e amizade entregues por meus companheiros a este coração alegre, porém fadigado. Por isso a vocês só posso falar OBRIGADO.

Aos meus pais. José Maria Dantas Flor e Maria de Lourdes Pereira Dantas por todo o carinho incondicional que me foi dado desde criança e em todos os momentos da minha vida adulta. Foi com eles que aprendi a usar o carinho ao invés de força, a pedir ao invés de exigir, a questionar ao invés de aceitar e com eles que aprendi a ser gentil com todos que amo. Graças a eles que me incentivaram a buscar o que hoje posso chamar de conquistas, posso ser feliz. Aproveitando a deixa da gentileza, agradeço ao meu vovô, Miguel Sebastião, *In memorian*. Um homem com uma mão de seda. Tenho certeza que ele está num ótimo lugar, vendo a gente de camarote. SAUDADES vovô.

Dona maria (Maria Pereira), minha avó. Uma mulher exemplar, que em meio a tanta luta ainda arruma tempo pra ser feliz. Obrigado pelo carinho vovó e pelas doses do seu café natalino. O mais gostoso do mundo.

As minhas irmãs, Milena e Kalise/ Galegolas (Luíza), minhas chatices implicantes, quase uma coceira em baixo da unha do pé, KKKKKKK. Sempre implicando, mas que também estão sempre por perto para me ajudar. Também não te esqueci tia (Maria do Socorro) que não entedia nada do que eu estava fazendo. Obrigado.

A ela, minha baixinha Martha Ysis, te amo minha gatona, que me suporta e me dá suporte a oito anos. Que me ajudou a ser forte, a ser paciente e a nunca desistir. A vida ganhou um novo sabor ao seu lado e de todos os seus bichos (Jack, Chan, Fé, Kadosh, Dondon, May, Lindinha, a Família rajada, e o Jabuti). Não sei o que seria de mim sem você meu mouse. Nem sem minha cunhadinha Kika e Madá, Lelebe, Will e a diva, dona Popó. Marcella não te esqueci, minha filha postiça. .

Por falar em longas relações, tem um cara de cabeça enorme pelo qual eu tenho um grande carinho. Você Ronnie (vulgo Cabeção) sempre esteve ao meu lado. Obrigado meu caro.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas de laboratório por todos os momentos bons, difíceis e divertidos que compartilhamos e pelos laços que criamos. Vocês foram verdadeiros irmãos que me deram força e alegria. Foram meus braços e pernas e acima de tudo SÃO meu coração. Diele, Rafa, Amaralguem (Maraisa), Juliana, Manu, Malu, Thuila (Thayane), Adailton, Alexandre (Xandy), José Carlos (Zé), Brunna, Elizabeth, Irailson, Lili, Martinho e Natalice. Obrigado meu povo.

Também agradeço ao casal CAFÉ (Carol e Fernando), meu maguinho e minha inimiga bovina mortal. Desejo muita boa sorte na jornada que estar por vir. Agradeço também a nossa Japonesa favorita e com dotes de Dj, Rayssa que encarou essa briga comigo, e sempre esteve do meu lado, mesmo quando a gente enfrentava lama, água e terra. Vocês têm um lugar no meu coração.

Obrigado a todos os professores do PPGEC e do departamento de biologia, sem vocês eu nada seria, pois, os senhores e senhoras foram minhas pedras fundamentais, meus alicerces e minhas cartas na manga. Obrigado a todos os grandes intelectos que forjaram o meu pensamento.

Agradeço imensamente ao professor, orientador, amigo e Pai científico, André Pessanha. Se há alguém que eu possa chamar de rochedo na minha vida, esse alguém é você. Com suas broncas e conselhos, você sempre foi nossa luz no fim do túnel, nossa praia para onde sempre nadamos. Sua sabedoria e sua sensibilidade, são coisas invejáveis nesse mundo. Posso falar para todos que eu tenho o melhor orientador do mundo. Quando você diz um “muito bem” ou bate na mesa, você nos torna pessoas melhores. Afinal “mão de pai pesa pra todo mundo”, - pesa sim meu caro, mas também te ergue quando se está desolado e te empurra na direção certa. Quando eu crescer quero ser igual você. Sou extremamente grato por ter sido acolhido como seu orientando. Não tenho palavras para te agradecer.

Antes que eu me esqueça, obrigado a Dona Marilene, Edilma, Dona Loura, o “vigilante” Neo e Seu Arlindo. Vocês são pessoas que eu levarei sempre no coração.

*Ele espera pelo vento do meio-dia  
a onda vem e se deita enfraquecida  
com um leque todos os dias  
o velho faz as águas se acalmarem...*

*...As águas serão seu espelho  
se elas estiverem calmas, você irá ver  
quantos contos de fadas restam para você*

**Rammstein: Alter mann**



## RESUMO

A incorporação de uma perspectiva geográfica a ecologia, tem promovido insights através dos quais modelos de paisagem fornecem quadros para o entendimento das variabilidades hidrológicas e geológicas nas regiões estuarinas. Nesse contexto, os arranjos geomorfológicos têm explicado a estrutura do nécton em diferentes escalas. Tais modelos fundamentam-se em duas hipóteses: i) a paisagem determina a configuração das variáveis físico-químicas, e hidrodinâmicas, ii) a geomorfologia pode afetar a distribuição e uso do hábitat pelas espécies uma vez que determinadas geometrias podem suportar ou atrair maiores densidades. Estes fatores são observados nas redes de drenagem que compõem os estuários, os canais de maré. Nestes locais, processos como a dissipação da energia tidal estratificação, maré e circulação de nutrientes, são fatores decisivos na estruturação das assembleias. Em tal contexto peixes estuarinos, tendem a ter um gasto de energia significativo adequando-se as condições de salinidade e temperatura. Desta forma, canais podem ofertar refúgio tidal e térmico, nas estruturas que formam sua paisagem, desempenhando um papel na persistência das espécies durante os ciclos de maré. Os estreitamentos na geometria dos canais provocam a dissipação da maré, sobretudo devido principalmente a frenagem ocasionada pela fricção das margens. A mediada que o canal se estreita observa-se a formação de um gradiente físico e químico associado a geomorfologia. Assim, assembleias podem diferir ao longo de porções distintas dos canais. Por exemplo a dinâmica hidráulica e a circulação hialina pode ser determinante na presença de certas espécies. Logo variações nas medidas geomorfológicas, tais como largura e comprimento, acarretam mudanças na composição das assembleias de peixes estuarinos. Então canais com morfometrias distintas devem diferir quanto a sua estrutura populacional. Assume-se, portanto que a geomorfologia inerente as redes de drenagem estão diretamente ligadas a função das mesmas no ambiente estuarino, ou seja, variações físicas e químicas ligadas a paisagem atraem espécies de peixes em busca refúgio, alimento e reprodução. Por esta razão, o presente trabalho buscou verificar a maneira que as características geomorfológicas (comprimento, largura, divisões, conexão com o canal principal e número de meandros) em dois canais de maré de segunda ordem, afetam a composição, distribuição e abundância das assembleias de peixes ao longo de um gradiente salino em um regime sazonal. Para tanto foram realizadas seis excursões (3 no período seco e 3 no chuvoso). Em cada canal foram estabelecidos quatro pontos amostrais, dois dos quais representavam a zona inferior e dois a porção superior. Em cada ponto foram realizados três arrastos utilizando uma rede *beach seine*. Os fatores ambientais foram aferidos através de uma soda multiparamétrica. A geomorfometria foi obtida através de imagens de satélite. Um total de 6.901 indivíduos, pertencentes a 76 espécies, foram capturados. Nesse estudo constatou-se diferenciação entre as zonas, onde as regiões próximas a conexão com o canal principal apresentaram maior riqueza e densidade de peixes. Atribuiu-se tal padrão a proximidade destas zonas com o canal principal, tamanho da abertura da boca do canal bem como a largura do mesmo. As zonas inferiores apresentaram-se mais instáveis em termos de salinidade e oxigênio dissolvido, desta forma as zonas superiores foram caracterizadas pela dominância de pequenos gobídeos.

Palavras-chave: Distribuição, uso do hábitat, geometria dos canais, canais de maré

## ABSTRACT

The incorporation of a geographic perspective on ecology, has promoted insights were landscape models provide frameworks for understanding the hydrological and geological variability in estuarine regions. In this context, the geomorphological arrangements have explained the Nekton structure at different scales. These models are based on two hypothesis : i) the landscape determines the hydrodynamics and the configuration of the fiscal chemist variables ii) the geomorphology may affect the distribution and habitat use by species since certain geometries can support or attract higher densities. These factors have been observed in drainage systems that composed estuaries, the tidal creeks. In these sites, processes such as energy dissipation tidal stratification, tide and circulation of nutrients, are decisive factors in the structuring of the assemblages. In this context estuarine fish, they tend to have a significant energy expenditure adapting to the conditions of salinity and temperature. In this way, creeks can offer tidal and thermal refuge on the structures that form their landscape, playing a role in the persistence of the species during the tidal cycles. The narrowing of the channels geometry causes the dissipation of the tide, especially due to the braking caused by the friction of the banks. Mediated the channel narrows it had observed physical and chemical gradient associated with geomorphology. Thus assemblies may differ over different portions of the channels. For example, the hydraulic dynamics and hyaline circulation can be decisive in the presence of certain species. Soon varations in geomorphological measures, such as length and width, cause changes in the composition of estuarine fish assemblages. Then channels with different morphometric must differ in their population structure. Therefore, it had assumed therefore that the geomorphology inherent to drainage networks are directly connected to their function in the estuarine environment, so physical and chemical changes associated to landscape can attract fish species seeking for refuge, food and reproduction sites. For this reason the present work aimed to verify the way that the geomorphological features (length, width, split, connection to the main channel and meanders), in two second order creeks, affects the composition, distribution and abundance of fish assemblages over a salt gradient on a seasonal basis. Therefore, we made six excursions (3 in the dry and 3 in the rainy season). In each channel, were set four sample points, two of then represented the lower and other two the upper part. At each point were performed three hauls using a beach seine. Environmental factors were measured using a multiparameter meter. The geomorphometrie was obtained through satellite images A total of 6901 individuals included in 76 species of fish were caught. In this study, we found differentiate between areas next the connection with the main channel that show a greater richness and fish density. We attributed this pattern to the proximity of these zones with the main channel, the creek moth size and the width. The lower portions presented more stable in terms of salinity and dissolved oxygen, thus the upper zone was characterized by dominance of small gobiidae.

Keywords: Distribution, habitat use, geometry of the channels, tidal channels

## ÍNDICES DE FIGURAS

- Figura 1:** Estuário do rio Mamanguape (PB), com indicações dos locais de amostragens: Canal 1: T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>; (pontos amostrais referentes a zona inferior), T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>; (pontos amostrais referentes a zona superior) e Canal 2: M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>; (pontos amostrais referentes a zona inferior), M<sub>3</sub> e M<sub>4</sub>; (pontos amostrais referentes a zona superior) ..... 31
- Figura 2:** Variação espacial e temporal da abundância numérica (CPUE) e Biomassa durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. .... 48
- Figura 3:** Estrutura de tamanho das espécies analisadas (mm); *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *A. brasiliensis*, e *A. lepidentostole*.. Período (chuvoso e seco), Canal 1, zona inferior (T1) e zona superior (T2); Canal 2, zona inferior (M1) e zona superior (M2). Estuário do rio Mamanguape, PB, Brasil. .... 50
- Figura 4:** Boxplot dos Índices de diversidade D (Riqueza), J' (Equitabilidade) e H' (Diversidade); entre canais (Creek 1-Creek 2) e zonas (Lower-Upper) durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Canal 1 (T1 e T2) e Canal 2 (M1 e M2). r= chuva e d= seca.. 52
- Figura 5:** Análise CCA (Análise de Correspondência Canônica) da biomassa em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1); m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2) para o período seco e chuvoso; Fatores ambientais: largura, comprimento, elevação, salinidade, clorofila, oxigênio dissolvido (OD), MS (areia média) e CS (areia grossa), areia fina (Fsand) e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB. .... 55
- Figura 6:** Análise CCA (Análise de Correspondência Canônica) da composição em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1); m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2) para o período seco e chuvoso; Fatores ambientais: largura, comprimento, elevação, salinidade, clorofila, oxigênio dissolvido (OD), MS (areia média) e CS (areia grossa), areia fina (Fsand) e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB. As abreviações foram elaboradas a partir das duas primeiras letras da família e do epíteto específico. .... 56

## ÍNDICES DE TABELAS

- Tabela 1:** Valores médios dos parâmetros ambientais aferidos durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão. Valores em negrito indicam o Máximo e o Mínimo dessas variáveis em cada período. .... 37
- Tabela 2:** Valores da porcentagem de contribuição (%) para os dados da granulometria e matéria orgânica (OM) durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão ..... 38
- Tabela 3:** Valores das variáveis geomorfológicas aferidas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão..... 38
- Tabela 4:** Valores do Pseudo F e significância (p) da PERMANOVA das variáveis abióticas aferidas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Valores significativos destacados em negrito..... 39
- Tabela 5:** Lista de espécies capturadas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB, com as suas respectivas contribuições. N%= Frequência Numérica; O%= Frequência de Ocorrência; W%= Frequência de Peso. Espécies ordenadas de acordo com Nelson (2006). ..... 42
- Tabela 6:** Eigenvalues e variância da porcentagem cumulativa da Análise de Correspondência Canônica da biomassa em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1);m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2); Fatores ambientais: Salinidade, transparência, profundidade, oxigênio dissolvido, clorofila, largura, comprimento, elevação, Matéria orgânica salinidade (MO), CS (areia grossa), MS (areia média) e, areia fina (Fsand), silte e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB. .... 54

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....   | 12 |
| OBJETIVOS .....  | 16 |
| Geral .....  | 16 |
| Específicos.....   | 10 |
| PERGUNTAS E HIPÓTESES .....  | 16 |
| Pergunta .....   | 16 |
| Hipótese .....   | 16 |
| ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO .....   | 17 |
| REFERÊNCIAS .....  | 18 |
| 1 Introdução.....  | 27 |
| 2 Material e métodos .....   | 30 |
| 2.1 - Área de estudo .....   | 30 |
| 2.2. Programa de amostragens .....   | 31 |
| 2.3- Análises geomorfológicas.....   | 33 |
| 2.4- Análise de dados .....  | 34 |
| 3. Resultados.....   | 35 |
| 3.1- Variáveis ambientais.....   | 35 |
| 3.2- Composição e estrutura das assembleias de peixes .....                    | 40 |
| 3.3- Abundância e diversidade das assembleias de peixes .....                  | 48 |
| 3.4- Estrutura de tamanho .....  | 49 |
| 3.5- Índices de diversidade .....  | 51 |
| 3.6- Influencia dos fatores ambientais sobre a estrutura das assembleias ..... | 53 |
| 4 Discussão .....  | 57 |
| 5 Conclusão .....  | 64 |
| 6 Referências Bibliográficas.....  | 65 |

## INTRODUÇÃO GERAL

A avaliação de processos temporais e espaciais são de fundamental relevância nos estudos ecológicos, sobretudo na compreensão da relação entre os organismos e os sistemas estuarinos. A incorporação de uma perspectiva geográfica tem promovido insights através dos quais modelos de paisagem, baseados nas configurações geométricas, fornecem quadros para o entendimento das variabilidades hidrológicas e geológicas nas regiões estuarinas (ROY et al., 2001; SAINTILAN, 2004; SCHLOSSER; KALLEMEYN, 2000), onde os arranjos das estruturas geomorfológicas têm explicado as estruturas do nécton em diferentes escalas (PITTMAN; MCALPINE; PITTMAN, 2004). Tais modelos fundamentam duas hipóteses como determinantes das comunidades estuarinas: i) a paisagem determina a configuração das variáveis físicoquímicas, e hidrodinâmicas, facilitando ou dificultando as transferências tróficas e energéticas do ambiente, ou ii) a geomorfologia pode afetar a distribuição e uso do habitat pelas espécies (DAUWALTER et al., 2008), uma vez que determinadas geometrias podem suportar ou atrair maiores densidades (KRAMER; CHAPMAN, 1999).

As variações na densidade de peixes nos sistemas estuarinos apresentam uma forte relação com o hidroperíodo, bacias de sedimentação e geo-estruturas. Estes fatores interagem através de processos hidrodinâmicos complexos, os quais estão distribuídos por uma rede de canais com diferenças de dissipação da energia tidal (NOVAKOWSKI et al., 2004). Nesses sistemas, mudanças hidrodinâmicas tais como estratificação, maré, descarga, mistura e circulação de nutrientes, são fatores que predominam como essenciais no controle de muitos processos ecológicos, uma vez que a escala de tempo onde ocorrem apresentam um menor intervalo em relação aos fatores biológicos e geológicos (SNEDDEN; CABLE; KJERFVE, 2012).

Peixes estuarinos, por exemplo, tendem a ter um gasto de energia significativo adequando-se as condições variantes de salinidade e temperatura. Nesse contexto, certos canais podem ofertar refúgio tidal e térmico, uma vez que a declividade, meandrificação e elevação tem forte relação com a penetração das massas de água salina. Além disto, estruturas como enseadas e poças, tem forte papel na persistência das espécies durante o esvaziamento dos canais (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; PETERSON; RABENI, 2001).

Nesse sentido a geomorfologia enquadra-se como um fator operante secundário na estruturação e função de comunidades estuarinas. As configurações físicas das paisagens influenciam nas relações animal-ambiente intrínsecas nas escalas espaciais, através da combinação entre os processos ecológicos relacionados a hidrodinâmica e físico-química estuarina (D'AMBROSIO et al., 2009; PITTMAN; MCALPINE; PITTMAN, 2004), afetando por sua vez a distribuição e partição de recursos entre organismos aquáticos (TROIA et al., 2015; WALTERS et al., 2003).

O fluxo de água sobre a paisagem molda a geomorfologia do sistema de drenagem. Tais mudanças geofísicas combinam-se com as respostas interativas do ambiente e resultam em áreas de deposição e adição, onde estes processos de preenchimento atuam de modo significativo na heterogeneidade do sistema de canais.

Desse modo, a textura do substrato altera-se, criando variações físicas na estrutura dos habitats (BAXTER; HAUER, 2000). Essas estruturas constituem-se por incisões microtopográficas ocasionadas por variações na velocidade do movimento hidráulico, criando ambientes onde peixes apresentam alta seletividade, as chamadas unidades de canais (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; WEBB; KNEIB, 2002). Portanto, leitos com um grande número de unidades de canais, tais como bancos de areia e enseadas, apresentam maior heterogeneidade, caracterizando-se em um recurso importante para peixes, onde estes tendem a buscar locais de deposição para proteção. Desse modo, esses locais transformam-se em áreas de refúgio e reprodução de espécies (MCIVOR; ODUM, 1988; MICHIO FUKUSHIMA, 2001; PETERSON; RABENI, 2001; WALTERS et al., 2003; WEBB; KNEIB, 2002).

A geometria destes canais também constitui-se com um fator determinante na composição e riqueza das assembleias de peixes. De forma geral, canais apresentam mudanças morfométricas, sobretudo devido a um acréscimo exponencial em sua largura em direção a jusante. Devido a presença de uma maior área hidráulica, observa-se uma distinção entre locais largos e estreitos, onde locais próximos a jusante poderiam suportar maiores densidades (KRAMER; CHAPMAN, 1999; PEASE, 1999).

Os locais estreitos, por sua vez, apresentam uma grande dissipação da energia tidal devido principalmente a frenagem ocasionada pela fricção das margens, configurando-se em locais calmos e produtivos para indivíduos jovens e menos móveis (DESMOND; ZEDLER;

WILLIAMS, 2000; JIN et al., 2014; NOVAKOWSKI et al., 2004). Os processos de frenagem influenciam na composição das morfologias dos peixes, uma vez que a dinâmica hidráulica pode ser determinante nas formas corporais, de modo que organismos com maior poder de natação podem acessar locais mais longínquos, fazer múltiplas visitas aos canais ou mesmo explorar recursos em áreas mais dinâmicas (ALLEN et al., 2007). No entanto, tal diferenciação é nitidamente observada apenas em comunidades dulcícolas, onde estas se distinguem gradativamente ao longo das alterações da paisagem.

Ao que tange a recursos tróficos, canais de maré são de suma importância quanto a disponibilidade de recursos, uma vez que mudanças geométricas ocorridas ao longo de seus leitos repercutem nos movimentos de descarga e circulação, e além disso, influenciam na disponibilidade de nutrientes (POWER et al., 1996). Cita-se também a deposição de matéria alóctone através de fluxos unidirecionais, acarretando pontos com grandes concentrações de energia e biomassa (BEGON, MICHAEL; TOWNSEND, COLIN R.; HARPER, 2009; KNEIB, 2003; RICKLEFS, 2010). Esses *hot points*, formam-se de acordo com a declividade do canal, concentrando nutrientes e atraindo uma grande quantidade de peixes filtradores e detritívoros, servindo também como pontos de descanso ou habitats permanentes para indivíduos residentes (MCINTYRE et al., 2008).

Outro fator que tem forte ligação com os recursos tróficos utilizados por peixes é a hierarquia do canal, que é uma classificação proposta por Strahler (1964), cujo o parâmetro utilizado é proporcional a quantidade de afluentes que o leito recebe. Dessa forma, o número de ramos de um canal tem correlação direta com a área de forrageamento disponível, uma vez que canais ramificados apresentam maior inundação durante os ciclos tidais permitindo que peixes acessem refúgio e recursos alimentares em zonas superiores (NOVAKOWSKI et al., 2004; ROZAS; ZIMMERMAN, 2000).

Portanto em tese, canais de alta ordem deveriam ser mais atrativos para peixes por serem capazes de abrigar uma maior quantidade de recursos alimentares, suportando maiores densidades ao ofertar condições favoráveis, físicas e químicas instáveis (D'AMBROSIO et al., 2009; DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; KING, 2005). Desse modo, torna possível a apresentação de uma maior quantidade de nichos fundamentais. No entanto, espécies pequenas, juvenis e residentes apresentam uma larga utilização por canais de baixa ordem (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000), onde aparentemente as zonas elevadas



ofertam locais de baixo acesso e protegidas, apesar da baixa disponibilidade alimentar (VISINTAINER; BOLLENS; SIMENSTAD, 2006).

Em suma, associações entre dados geomorfológicos e bióticos destacam a importância relativa da paisagem no dinamismo em ambientes estuarinos. Essas correlações podem explicar fenômenos ecológicos inerentes ao uso e comportamento dos organismos encontrados nos sistemas estuarinos. Todavia, os fatores predominantes na determinação das assembleias podem variar conforme a escala e a localização. A compreensão dos fenômenos associados a paisagem apresenta repercussões conservacionistas que podem levar a modelos que permitam gerir o uso de recursos naturais.

## **OBJETIVOS**

### **Geral**

- Verificar se as características geomorfológicas em dois canais de maré de segunda ordem afetam a composição, distribuição e abundância das assembleias de peixes ao longo de um gradiente salino em um regime sazonal..

### **Específicos**

- Analisar a riqueza e diversidade da ictiofauna em dois sistemas de drenagem de segunda ordem;
  - Caracterizar as comunidades de peixes em função das variações geomorfológicas e ambientais presentes nos respectivos canais de maré;
  - Analisar as variações espaciais e temporais em relação a composição e estrutura das comunidades de peixes;

## **PERGUNTAS E HIPÓTESES**

### **Pergunta**

- Como a geomorfologia de dois canais de maré de mesma ordem influencia na abundância e diversidade dos peixes?

### **Hipótese**

- Se variações nas medidas geomorfológicas, tais como comprimento, largura, divisões, conexão com o canal principal e número de meandros, acarreta variações na composição das assembleias de peixes estuarinos, então canais com morfometrias distintas devem diferir quanto a sua estrutura populacional.

## **ESTRUTURA GERAL DA DISSERTAÇÃO**

O presente estudo será organizado em um capítulo, o qual tem como objeto principal comparar a ictiofauna entre zonas, superior e inferior, ao longo de dois canais de maré geomorfologicamente distintos. Tal capítulo do manuscrito intitula-se “*A abundância e diversidade de peixes juvenis podem ser influenciadas pela geomorfologia? Uma comparação em duas camboas de um estuário tropical*” e será submetido para o periódico *Aquatic Ecology*.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, D. M.; HAERTEL-BORER, S. S.; MILAN, B. J.; BUSHEK, D.; DAME, R. Geomorphological determinants of nekton use of intertidal salt marsh creeks. **Marine Ecology Progress Series**, v. 329, p. 57–71, 2007.
- ANDERSON, M.; BRAAK, C. T. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, v. 73, n. 2, p. 85–113, jan. 2003.
- ANDERSON, T. W. Predator responses, prey refuges, and density-dependent mortality of a marine fish. **Ecology**, v. 82, n. May 1974, p. 245–257, 2001.
- ARAÚJO, F.; PEIXOTO, M. G.; PINTO, B. C. T.; TEIXEIRA, T. P. Distribution of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1860) and *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) along a polluted stretch of the Paraíba do Sul River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, fev. 2009.
- BAXTER, C. V.; HAUER, F. R. Geomorphology, hyporheic exchange, and selection of spawning habitat by bull trout (*Salvelinus confluentus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 57, n. 7, p. 1470–1481, 2000.
- BEGON, MICHAEL; TOWNSEND, COLIN R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. [s.l.] ArtMed, 2009.
- BELL, J. D.; STEFFE, A. S.; WESTOBY, M. Location of seagrass beds in estuaries: effects on associated fish and decapods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 122, n. 2, p. 127–146, out. 1988.
- BINSONG, J.; XU, W.; GUO, L.; CHEN, J.; FU, C. The impact of geomorphology of marsh creeks on fish assemblage in Changjiang River estuary \*. v. 32, n. 2, p. 469–479, 2014.
- BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores: 1-328** Elsevier, Amsterdam, , 1990.
- CHAVES, P. DE T. DA C.; VENDEL, A. L. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 81–89, 1997.
- CLARK, F. J. K.; PESSANHA, A. L. M. Diet and ontogenetic shift in habitat use by *Rhinostomus bahiensis* in a tropical semi-arid estuary, north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 01, p. 175–183, 2015.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. An approach to statistical analysis and interpretation. **Change in Marine Communities**, v. 2, 1994.
- D'AMBROSIO, J. L.; WILLIAMS, L. R.; WITTER, J. D.; WARD, A. Effects of geomorphology, habitat, and spatial location on fish assemblages in a watershed in Ohio, USA. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, n. 1-4, p. 325–341, 2009.
- DAUWALTER, D. C.; SPLINTER, D. K.; FISHER, W. L.; MARSTON, R. A. Biogeography, ecoregions, and geomorphology affect fish species composition in streams of eastern Oklahoma, USA. **Environmental Biology of Fishes**, v. 82, n. 3, p. 237–249, 2008.
- DESMOND, J. S.; ZEDLER, J. B.; WILLIAMS, G. D. Fish use of tidal creek habitats in two southern California salt marshes. **Ecological Engineering**, v. 14, n. 3, p. 233–252, 2000.
- FELIX, F. C.; SPACH, H. L.; HACKRADT, C. W.; MORO, P. S.; ROCHA, D. C. Abundância sazonal e assembléia de peixes em praias estuarinas da Baía de Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, n. 1, p. 35–47, 2006.
- FIGUEIREDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1978.

- FIGUEIREDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: VI. Teleostei (5)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2000.
- FIGUEREIDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil III. Teleostei (2)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- FRANÇA, E. J. et al. Description of *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) (Atheriniformes: Atherinopsidae) larvae from the Jaguaribe River estuary, Itamaracá island, Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 369–374, set. 2007.
- FRANCO, T. P.; NEVES, L. M.; TEIXEIRA, T. P.; ARAÚJO, F. G. Patterns of spatial distribution of five species of mojarra (Actinopterygii: Gerreidae) in a small tropical estuary in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, n. 05, p. 1217–1225, 2012.
- FUKUSHIMA, M. Salmonid habitat -geomorphology relationships in lowgradient streams. **Ecology**, v. 82, n. 5, p. 1238–1246, 2001.
- GNING, N. Le Loc'h, F.; THIAW, O. T.; ALIAUME, C.; VIDY, G. Estuarine resources use by juvenile Flagfin mojarra (*Eucinostomus melanopterus*) in an inverse tropical estuary (Sine Saloum, Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 86, n. 4, p. 683–691, 2010.
- GRANADOS-DIESELDORFF, P.; BALTZ, D. M. Habitat use by nekton along a stream-order gradient in a Louisiana estuary. **Estuaries and Coasts**, v. 31, n. 3, p. 572–583, 2008.
- GREENFIELD, D. W.; JOHNSON, R. K. Assemblage structure and habitat associations of western Caribbean gobies (Teleostei: Gobiidae). **Copeia**, p. 251–266, 1999.
- HETTLER JR, W. F. Nekton use of regularly-flooded saltmarsh cordgrass habitat in North Carolina, USA. **Marine ecology progress series. Oldendorf**, v. 56, n. 1, p. 111–118, 1989.
- HOLLAND, A. F.; SANGER, D.M.; GAWLE, C. P.; LERBERG, S. B.; SANTIAGO, M. S.; RIEKERK, G. H. M.; ZIMMERMAN, L. E.; SCOTT, G. I. Linkages between tidal creek ecosystems and the landscape and demographic attributes of their watersheds. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 298, n. 2, p. 151–178, 2004.
- HOOD, W. G. Landscape allometry: from tidal channel hydraulic geometry to benthic ecology. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 59, n. 8, p. 1418–1427, 2002.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945.
- JIN, B.; FU, C.; ZHONG, J.; LI, B.; CHEN, J.; WU, J. Fish utilization of a salt marsh intertidal creek in the Yangtze River estuary, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 73, n. 3-4, p. 844–852, 2007.
- JIN, B.; QIN, H.; XU, W.; WU, J.; ZHONG, J.; LEI, G.; CHEN, J.; FU, C. Nekton use of intertidal creek edges in low salinity salt marshes of the Yangtze River estuary along a stream-order gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 88, n. 3, p. 419–428, jul. 2010.
- JIN, B. ; XU, W.; GUO, L.; CHEN, J.; FU, C. The impact of geomorphology of marsh creeks on fish assemblage in Changjiang River estuary. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, v. 32, n. 2, p. 469–479, 2014.
- KING, A. J. Fish and the Barmah-Millewa Forest: history, status and management challenges. **PROCEEDINGS-ROYAL SOCIETY OF VICTORIA**, v. 117, n. 1, p. 117, 2005.
- KNEIB, R. T. The role of tidal marshes in the ecology of estuarine nekton. **Oceanography and Marine Biology**, v. 35, p. 163–220, 1997.

- KNEIB, R. T. Bioenergetic and landscape considerations for scaling expectations of nekton production from intertidal marshes. **Marine Ecology Progress Series**, 2003.
- KNEIB, R. T.; SCHEELE, C. E. H. Does tethering of mobile prey measure relative predation potential? An empirical test using mummichogs and grass shrimp. **Marine Ecology Progress Series**, v. 198, p. 181–190, 2000.
- KRAMER, D. L.; CHAPMAN, M. R. Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. **Environmental Biology of Fishes**, v. 55, p. 65–79, 1999.
- LETOURNEUR, Y. et al. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean soft-bottom area (Gulf of Fos, France). **Oceanologica Acta**, v. 24, n. 3, p. 273–285, maio 2001.
- MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. [s.l.] Oxford University Press, 2011.
- MCINTYRE, P. B.; FLECKER, A. S.; VANNI, M. J.; HOOD, J. M.; TAYLOR, B. W.; THOMAS, S. A. Fish distributions and nutrient cycling in streams: Can fish create biogeochemical hotspots? **Ecology**, v. 89, n. 8, p. 2335–2346, 2008.
- MCIVOR, C. C.; ODUM, W. E. **Food, Predation Risk, and Microhabitat Selection in a Marsh Fish Assemblage** **Ecology**, 1988.
- MCIVOR, C. C.; ROZAS, L. P. Direct nekton use of intertidal saltmarsh habitat and linkage with adjacent habitats: a review from the southeastern United States. 1996.
- MENEZES, N.; FIGUEREIDO, J. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil IV. Teleostei (3)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- MENEZES, N.; FIGUEREIDO, J. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.
- MORTON, R. M.; POLLOCK, B. R.; BEUMER, J. P. The occurrence and diet of fishes in a tidal inlet to a saltmarsh in southern Moreton Bay, Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 12, p. 217–237, 1987.
- MUMBY, P. J.; EDWARDS, A. J.; ARIAS-GONZÁLEZ, J. E.; LINDEMAN, K.C.; BLACKWELL, P.G.; GALL, A.; GORCZYNSKA, M. I.; HARBORNE, A.R.; PESCOD, C. L.; RENKEN, H.; WABNITZ, C. C. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. **Nature**, v. 427, n. 6974, p. 533–536, 5 fev. 2004.
- MURCHIE, K. J.; K. J.; DANYLCHUK, S. C.; DANYLCHUK, A. J.; COOKE, S. J. Fish Community and Habitat Assessments of Three Adjacent Tidal Creeks on Cape Eleuthera, The Bahamas. **American Fisheries Society Symposium**, p. 67–80, 2015.
- MWANDYA, A. W.; GULLSTRÖM, M.; ANDERSSON, M. H.; ÖHMAN, M. C.; MGAYA, Y. D.; BRYCESON, I. Spatial and seasonal variations of fish assemblages in mangrove creek systems in Zanzibar (Tanzania). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 89, n. 4, p. 277–286, nov. 2010.
- NAGELKERKEN, I.; SHEAVES, M.; BAKER, R.; CONNOLLY, R. M. The seascape nursery: A novel spatial approach to identify and manage nurseries for coastal marine fauna. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 2, p. 362–371, 2015.
- NANJO, K.; KOHNO, H.; NAKAMURA, Y.; HORINOUCI, M.; SANO, M. Differences in fish assemblage structure between vegetated and unvegetated microhabitats in relation to food abundance patterns in a mangrove creek. **Fisheries Science**, v. 80, n. 1, p. 21–41, 11 jan. 2014.
- NEVES, L. M.; . Uso do manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, pelo peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae).

- Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 421–428, jun. 2006.
- NEVES, L. M.; PEREIRA, H. H.; DA COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G. Fish composition and assemblage structure in the estuarine mixing zone of a tropical estuary: comparisons between the main channel and an adjacent lagoon. **Marine Biology Research**, v. 9, n. 7, p. 661–675, ago. 2013.
- NOVAKOWSKI, K. I.; TORRES, R.; GARDNER, L. R.; VOULGARIS, G. Geomorphic analysis of tidal creek networks. **Water Resources Research**, v. 40, n. 5, p. n/a–n/a, 2004.
- ONO, Y. Structure of landscape and geomorphology. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, v. 16, p. 195–213, 1995.
- PALUDO, D.; KLONOWSKI, V. S. Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno n°**, 1999.
- PEASE, B. C. A spatially oriented analysis of estuarine and their associated commercial fisheries in New South Wales, Australia. **Fisheries Research**, **42: 67-86**, v. 42, 1999.
- PETERSON, G. W.; TURNER, R. E. The value of salt marsh edge vs interior as a habitat for fish and decapod crustaceans in a Louisiana tidal marsh. **Estuaries**, v. 17, n. 1, p. 235–262, 1994.
- PETERSON, J. T.; RABENI, C. F. The Relation of Fish Assemblages to Channel Units in an Ozark Stream. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 130, n. 5, p. 911–926, 2001.
- PITTMAN, S. J.; CHRISTENSEN, J. D.; CALDOW, C.; MENZA, C.; MONACO, M. E. Predictive mapping of fish species richness across shallow-water seascapes in the Caribbean. **Ecological Modelling**, v. 204, n. 1-2, p. 9–21, maio 2007.
- PITTMAN, S. J.; MCALPINE, C. A.; PITTMAN, K. M. Linking fish and prawns to their environment: A hierarchical landscape approach. **Marine Ecology Progress Series**, v. 283, p. 233–254, 2004.
- POTTHOFF, M. T.; ALLEN, D. M. Site fidelity, home range, and tidal migrations of juvenile pinfish, *Lagodon rhomboides*, in salt marsh creeks. **Environmental Biology of Fishes**, v. 67, n. 3, p. 231–240, 2003.
- POWER, M. E.; TILMAN, D.; ESTES, J. A.; MENGE, B. A.; BOND, W. J.; MILLS, L. S.; DAILY, G.; CASTILLA, J. C. LUBCHENCO, J.; PAINE, R. T. Challenges in the Quest for Keystones. **BioScience**, v. 46, n. 8, p. 609–620, set. 1996.
- PRODOCIMO, V.; FREIRE, C. A. The Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, 2Cl<sup>-</sup> cotransporter of estuarine pufferfishes (*Sphoeroides testudineus* and *S. greeleyi*) in hypo- and hyper-regulation of plasma osmolality ☆. v. 142, p. 347–355, 2006.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. [s.l.] Edipucrs, 2003.
- RIBEIRO, E. D.; MOLINA, W. F. Marcada Diferenciação Cariotípica entre as “Manjubas” *Atherinella blackburni* e *A. brasiliensis* (Atheriniformes). **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 40–52, 30 ago. 2013.
- RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- ROBERTSON, A. I.; DUKE, N. C. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. **Marine Biology**, v. 205, p. 193–205, 1987.
- ROY, P.; WILLIAMS, R. J.; JONES, A. R.; YASSINI, I.; GIBBS, P. J.; COATES, B.; WEST,

- R.J.;SCANES, P.R.; HUDSON, J.P; NICHOL, S. Structure and Function of South-east Australian Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 53, n. 3, p. 351–384, set. 2001.
- ROZAS, L. P.; MCIVOR, C. C.; ODUM, W. E. Intertidal rivulets and creekbanks: corridors between tidal creeks and marshes. **Marine Ecological Progress Series**, v. 47, p. 303–307, 1988.
- ROZAS, L. P.; ZIMMERMAN, R. J. Small-scale patterns of nekton use among marsh and adjacent shallow nonvegetated areas of the Galveston Bay Estuary , Texas ( USA ). v. 193, n. Kneib 1997, p. 217–239, 2000.
- SAINTILAN, N. Relationships between estuarine geomorphology, wetland extent and fish landings in New South Wales estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 4, p. 591–601, 2004.
- SCHLOSSER, I. J.; KALLEMEYN, L. W. SPATIAL VARIATION IN FISH Assemblages across a beaver-influenced successional landscape. **Ecology**, v. 81, n. 5, p. 1371–1382, maio 2000.
- SIMENSTAD, C. A.; HOOD, W. G.; THOM, R. M.; LEVY, D. A.;BOTTOM, D. L. Landscape structure and scale constraints on restoring estuarine wetlands for Pacific Coast juvenile fishes. In: **Concepts and controversies in tidal marsh ecology**. [s.l.] Springer, 2002. p. 597–630.
- SNEDDEN, G. A.; CABLE, J. E.; KJERFVE, B. Estuarine Geomorphology and Coastal Hydrology. In: **Estuarine Ecology**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 19–38.
- STRAHLER, A. N. **Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks**. [s.l: s.n.].
- TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. [s.l.] Ltc Rio de Janeiro, 2005. v. 10
- TROIA, M. J. WILLIAMS, L. R.; WILLIAMS, M. G.; FORD, N. B. The process domains concept as a framework for fish and mussel habitat in a coastal plain river of southeastern North America. **Ecological Engineering**, v. 75, p. 484–496, 2015.
- TZENG, W.-N.; WANG, Y.-T. Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. **Marine Biology**, v. 113, n. 3, p. 481–490, jul. 1992.
- UNMACK, P. J. Fish persistence and fluvial geomorphology in central Australia. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 4, p. 653–669, 2001.
- VISINTAINER, T. A.; BOLLENS, S. M.; SIMENSTAD, C. Community composition and diet of fishes as a function of tidal channel geomorphology. **Marine Ecology Progress Series**, v. 321, p. 227–243, 2006.
- WALTERS, D. M.; LEIGH, D. S.; FREEMAN, M. C.; FREEMAN, B. J.; PRINGLE, C. Geomorphology and fish assemblages in a Piedmont river basin, U.S.A. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1950–1970, 2003.
- WASSERMAN, R. J. Feeding ecology of the early life-history stages of two dominant gobiid species in the headwaters of a warm-temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 109, p. 11–19, 2012.
- WEBB, S. R.; KNEIB, R. T. Abundance and distribution of juvenile white shrimp *Litopenaeus setiferus* within a tidal marsh landscape. **Marine Ecology Progress Series**, v. 232, p. 213–223, 2002.
- WOOTTON, R. J. **Fish Ecology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1992.



YANG, K. Y.; WILLIAMS, G. A.; LEE, S. Y. Selective feeding by the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) on the microalgal assemblage of a tropical mudflat. **Marine Biology**, v. 143, n. 2, p. 245–256, 1 ago. 2003.

## **Capitulo I**

**Esse manuscrito será submetido a Aquatic Ecology**

## A ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE DE PEIXES JUVENIS PODEM SER INFLUENCIADAS PELA GEOMORFOLOGIA? UMA COMPARAÇÃO EM DUAS CAMBOAS DE UM ESTUÁRIO TROPICAL

Renato Pereira Dantas & André Luiz Machado Pessanha

Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Avenida das Baraúnas, 351 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil. CEP 58429–500. E-mail: andrepeessanhaepb@gmail.com

**Resumo:** Ecossistemas estuarinos são formados por diversos habitats, os quais desempenham importantes papéis como áreas de crescimento, reprodução e alimentação para peixes. Nestes locais encontram-se uma série de complexas redes dendríticas tidais as quais consistem em um importante habitat para organismos aquáticos. Devido a diferenças em sua localização, conexão, geomorfologia e complexidade estrutural, canais de maré podem apresentar variações erosivas hidráulicas em sua extensão, acarretando em distinções em suas formas e funções. Tais processos erosivos afetam de forma significativa os movimentos hidrodinâmicos relacionados a formação das assembleias, a exemplo da circulação tidal, responsável por variações físicas e químicas que atraem muitas espécies de peixes em busca refúgio, alimento e reprodução. Por esta razão, o presente trabalho buscou verificar a maneira que as características geomorfológicas, tais como comprimento, largura, divisões, conexão com o canal principal e número de meandros, em dois canais de maré de segunda ordem, afetam a composição, distribuição e abundância das assembleias de peixes ao longo de um gradiente salino em um regime sazonal. Para tanto foram realizadas seis excursões (3 no período seco e 3 no chuvoso). Em cada canal foram estabelecidos quatro pontos amostrais, dois dos quais representavam a zona inferior e dois a porção superior. Em cada ponto foram realizados três arrastos utilizando uma rede *beach seine*. Os fatores ambientais foram aferidos através de uma sonda multiparamétrica. A geomorfometria foi obtida através de imagens de satélite. Um total de 6.901 indivíduos, pertencentes a 76 espécies, foram capturados. Nesse estudo constatou-se diferenciação entre as zonas, onde as regiões próximas a conexão com o canal principal apresentaram maior riqueza e densidade de peixes. Atribuiu-se tal padrão a proximidade destas zonas com o canal principal, tamanho da abertura da boca do canal bem como a largura do mesmo. As zonas inferiores apresentaram-se mais instáveis em termos de salinidade e oxigênio dissolvido, desta forma as zonas superiores foram caracterizadas pela dominância de pequenos gobídeos.

**Palavras chave:** largura, largura da boca, canal principal, zona inferior e zona superior

## ABSTRACT

**Abstract:** Estuarine ecosystem are made by diverse types of habitats, which play important roles as growth, reproduction and feed areas for fish. These locations are a series of complex tidal dendritic networks, which consist of a habitat for aquatic organisms. Due to differences in location, connection, geomorphology and structural complexity, tidal channels may have hydraulic erosive changes in their length, resulting in distinctions in forms and functions. The erosion processes could affect significantly the hydrodynamic movements related to formation of the assemblage, such as the tidal movement, responsible for physical and chemical changes that attract many species of fish whose search for refuge, food and reproduction. For this reason the present work aimed to verify the way that the geomorphological features such as length, width, split, connection to the main channel and meanders, in two second order creeks, affects the composition, distribution and abundance of fish assemblages over a salt gradient on a seasonal basis. Therefore, we made six excursions (3 in the dry and 3 in the rainy season). In each channel, were set four sample points, two of them represented the lower and other two the upper part. At each point were performed three hauls using a beach seine. Environmental factors were measured using a multiparameter meter. The geomorphometric was obtained through satellite images. A total of 6901 individuals included in 76 species of fish were caught. In this study, we found differentiate between areas next the connection with the main channel that show a greater richness and fish density. We attributed this pattern to the proximity of these zones with the main channel, the creek mouth size and the width. The lower portions presented more stable in terms of salinity and dissolved oxygen, thus the upper zone was characterized by dominance of small gobiidae.

**Key words:** width, mouth size, main channel, lower zone and upper zone

## 1 Introdução

Ecossistemas estuarinos tropicais são formados por diversos habitats, os quais desempenham importantes papéis como áreas de crescimento, reprodução e alimentação para peixes. Ao longo do canal principal encontram-se uma série de complexas redes dendríticas tidais (camboas) que consistem em um importante habitat para peixes e invertebrados, sendo largamente utilizados como corredores, promovendo a conectividade entre diferentes zonas ao longo do estuário (ROZAS; ZIMMERMAN, 2000). Devido a diferenças na localização, conexão, complexidade estrutural, e geomorfologia, tais canais de maré podem desempenhar diferentes funções para os organismos nectônicos, dentre estes, peixes, devido a sua grande capacidade natatória, exibem uma grande seleção (ALLEN et al., 2007; BINSONG et al., 2014).

Oscilações nas forças erosivas hidráulicas existentes ao longo dos canais, acarretam variações nos processos de corte e preenchimento (FUKUSHIMA, 2001), ocasionando distinções nas formas e perfis. Estes processos erosivos, afetam de forma significativa os movimentos hidrodinâmicos, tais como circulação tidal, estratificação e transporte de partículas, criando condições físico-químicas que atraem muitas espécies de peixes em busca de áreas de refúgio, forrageamento e reprodução (MWANDYA et al., 2010; PETERSON; RABENI, 2001; SNEDDEN; CABLE; KJERFVE, 2012).

De modo recíproco, características na geoestrutura das camboas, tal como a quantidade de meandros e estreitamentos, acarretam variações na hidrodinâmica, sobretudo durante as fases de enchimento e esvaziamento nos ciclos tidais (BAXTER; HAUER, 2000). Estas forças também atuam nos processos erosivos, promovendo a formação de bancos sedimentares e enseadas, que consistem em importantes recursos espaciais para peixes, como locais de reprodução e abrigo durante os ciclos tidais (NOVAKOWSKI et al., 2004; UNMACK, 2001). Portanto, a localização do canal exerce influência em sua exposição a maior ou menor ação da força das marés, contribuindo positivamente com a heterogeneidade de habitats e com a riqueza de um dado canal no estuário (ONO, 1995).

Outro fator que pode atuar como gerador de variação espacial das assembleias de peixes está relacionado com o método de classificação ou ordenação proposta por Horton (1945) e Strahler (1964) para redes de drenagem, o qual é baseado no número de ramos.

Dessa forma canais de alta ordem por serem mais ramificados, e apresentarem uma maior área hidráulica, tendem a ostentar uma maior diversidade de características físico-químicas, atribuída a sua complexidade estrutural refletindo de forma positiva na abundância da ictiofauna (ALLEN et al., 2007; ROZAS; MCIVOR; ODUM, 1988). Aliado ao número de ramificações, as forças tidais, também desempenham uma influência positiva na riqueza das assembleias de peixes estuarinos, onde o incremento da área inundada promove o acesso a zonas intertidais bem como um alto vetor de transporte de nutrientes e energia (KNEIB, 1997). Assim indivíduos juvenis e adultos podem se beneficiar das áreas encobertas por vegetação de mangue, sendo estas zonas em recursos bentônicos atrativas para peixes (VISINTAINER; BOLLENS; SIMENSTAD, 2006).

Ao que tange estuário norte-americanos, a abordagem geomorfológica, proposta por McIvor e Rozas (1996), mostra que conforme a hierarquia do canal diminui, ocorre um aumento na abundância de nectônicos, onde tal padrão tem sido corroborado em diversos estudos (GRANADOS-DIESELDORFF; BALTZ, 2008; HETTLER JR, 1989; KNEIB, 1997).

Tal observação pode ser explicada devido a canais de baixa ordem apresentam maior estabilidade, permitindo a penetração dos peixes a zonas superiores de alimentação, mais ricas, havendo seletividade por áreas elevadas do estuário (D'AMBROSIO et al., 2009; PETERSON; TURNER, 1994; ROZAS; ZIMMERMAN, 2000). Portanto, apenas peixes com uma maior capacidade natatória tendem a fazer múltiplas visitas aos canais em busca locais distantes dentro das camboas (POTTHOFF; ALLEN, 2003). Tal ideia proposta por McIvor e Rozas (1996), também denota uma diferenciação quanto a zonas inferiores e superiores dos canais de maré, na qual áreas próximas a montante tendem a apresentar maior riqueza de espécies.

Autores como Walters (WALTERS et al., 2003) e Allen (ALLEN et al., 2007) destacam que fatores geomorfológicos tais como: a ordem, comprimento, largura e volume do canal, são secundário na determinação das assembleias de peixes. Para eles a morfologia do leito bem como o tipo de sedimento são fatores fundamentais na densidade de organismos nectônicos, sobrepondo-se as características mais conhecidas anteriormente citadas. Para esses mesmos autores o sedimento é o fator predeterminante na estruturação das assembleias de peixes em canais. Já para Desmond, Zedler e Williams (2000), fatores como elevação e

salinidade, destacam-se na determinação da densidade e riqueza de peixes, estando esses fatores correlacionados diretamente com os ciclos de maré. Holland et al. (2004), por sua vez, ressalta que as flutuações nos fatores físicos da coluna de água, sobretudo na conexão do canal, trazem uma melhor explicabilidade no padrão apresentado por peixes.

Estudos que buscam explicar padrões e processos que moldam o uso espacial das assembleias de peixes em ecossistemas estuarinos, são geralmente baseados na heterogeneidade de habitats ou estrutura da paisagem (KNEIB; SCHEELE, 2000; SIMENSTAD et al., 2002). Poucos trabalhos têm utilizado medidas geomorfológicas afim de esclarecer processos ecológicos relacionados a peixes (ALLEN et al., 2007; GRANADOS-DIESELDORFF; BALTZ, 2008; VISINTAINER; BOLLENS; SIMENSTAD, 2006). Embora tal abordagem seja aplicada há 60 anos, trabalhos têm sido restritos a estuários norte-americanos (JIN et al., 2010).

Análises em regiões tropicais que busquem explicar a relação entre a formação de habitats, bem como a estrutura das assembleias de peixes nos canais de maré, através variações geomorfológicas, tais como comprimento, largura, divisões, conexão com o canal principal e número de meandros, são extremamente necessários. Comparações e generalizações nos padrões observados poderiam ser realizadas, fundamentando abordagens de conservação para ambientes estuarinos. Validando, a geomorfologia, como um fator relevante na explicação da variabilidade, distribuição e abundância das assembleias. Uma vez que esta pode relacionar-se com a qualidade, formação de habitats e micro-habitats disponíveis para os peixes. Dessa forma, o presente trabalho buscou analisar dois canais tidais em um estuário tropical para uma avaliação comparativa entre diferentes zonas destas camboas.

## 2 Material e métodos

### 2.1 - Área de estudo

O estuário do Rio Mamanguape ( $6^{\circ}43'02''$ -  $6^{\circ}51'54''$ ,  $35^{\circ}67'46''$ -  $34^{\circ}54'04''$ ) está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. O mesmo encontra-se inserido na Área de Proteção Ambiental da Barra de Mamanguape, que possui cerca de 16.400 hectares. O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido.

A estação chuvosa tem início em fevereiro, prolongando-se até julho, com precipitações máximas em junho (265,5 mm). A estação seca é caracterizada com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro a dezembro (2,3 mm).

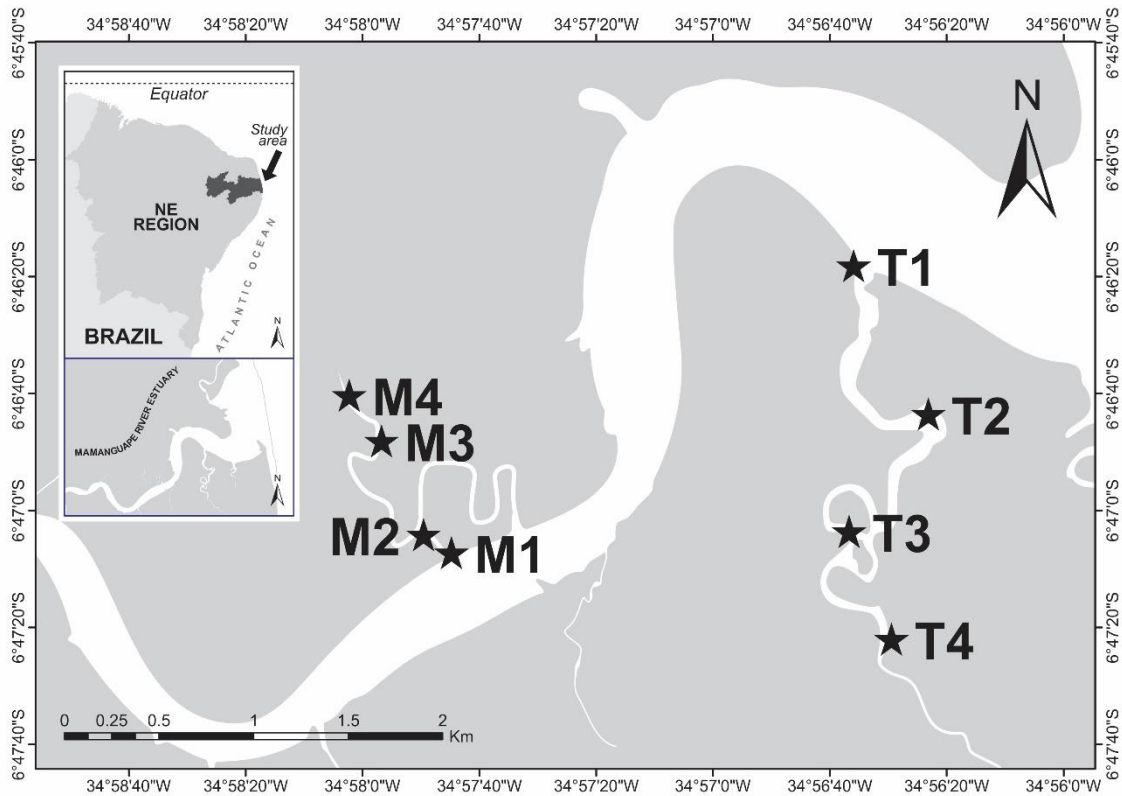
A vegetação predominante é composta principalmente por um extenso manguezal (60 km<sup>2</sup>), sendo encontrado outros ambientes como uma área remanescente de Mata Atlântica, restingas, dunas, falésias e arrecifes (PALUDO; KLONOWSKI, 1999).

Para o estudo foram delimitados dois canais de maré (Figura 1), a Camboa dos Tanques (Canal 1) e a Camboa dos Meros (Canal 2), que foram classificadas segundo os critérios hierárquicos estabelecido por Strahler (1964).

O Canal 1 (S  $06^{\circ}46'22,5''$ ; W  $34^{\circ}56'32,7''$ ) apresenta 7,25 km de extensão, sendo classificado como de segunda ordem, situando-se aproximadamente a 2,5 km da foz do rio, apresentando as seguintes características: 98 m de largura em sua conexão com o rio principal, que vai afunilando-se em direção a parte superior, tornando-se raso e com uma inclinação suave; adicionalmente, na zona inferior, existem depósitos de sedimentos aluviais arenosos, nas que formam barras sedimentares e pequenos bancos de areia que ficam expostos durante a maré baixa, originando também pequenas enseadas rasas. Na parte superior existem pequenas ilhotas e bifurcações oriundas do estrangulamento do colo meândrico.

O Canal 2 (S  $06^{\circ}47'07,2''$ ; W  $34^{\circ}57'44,4''$ ), com 2,62 km de extensão, também classificado como de segunda ordem. Situa-se cerca de 6,5 km da foz, e apresenta as seguintes características: é um canal estreito pois apresenta 20 m de largura em sua conexão com o rio principal, e apresenta bancos arenosos localizados junto a essa conexão; entretanto é um canal mais profundo e inclinado, sem muitos estrangulamentos e meandros em sua extensão.





**Figura 1:** Estuário do rio Mamanguape (PB), com indicações dos locais de amostragens: Canal 1: T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>; (pontos amostrais referentes a zona inferior), T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>; (pontos amostrais referentes a zona superior) e Canal 2: M<sub>1</sub> e M<sub>2</sub>; (pontos amostrais referentes a zona inferior), M<sub>3</sub> e M<sub>4</sub>; (pontos amostrais referentes a zona superior).

## 2.2. Programa de amostragens

As amostragens foram realizadas em seis excursões: três excursões mensais realizadas no período chuvoso (Abril, Maio e Agosto/ 2014) e três excursões no período seco (Setembro, Novembro e Dezembro/ 2014), para cada mês foi padronizada a maré bem como o ciclo lunar.

Cada camboa foi dividida em duas zonas: a zona inferior que está localizada mais próxima a conexão da camboa com o canal principal, e a zona superior localizada a cerca de 4 km dessa conexão. Em cada zona foram estabelecidos dois pontos amostrais que tiveram uma distância de cerca de 500 m um do outro. A unidade amostral foi padronizada, com três amostras coletadas em cada ponto, objetivando capturar os indivíduos juvenis que utilizam essa área como local de alimentação e crescimento.

A captura dos peixes foi realizada utilizando-se uma rede “beach seine” (10m de comprimento x 1,5m de altura e malha de 12 mm nas asas e 8 mm na região do saco), a qual arrastou-se a uma extensão de aproximadamente 30 metros em uma profundidade máxima de 1,5 metros. Os peixes coletados foram acondicionados em sacos plásticos, etiquetados, fixados em formol 10% e identificados seguindo-se Figueiredo & Menezes, (1978, 1980a, 1980b, 2000); Menezes & Figueiredo, (1985), as amostras foram armazenadas em álcool 70%. Para cada indivíduo aferiu-se o Comprimento Total – CT (medida em milímetros da ponta do focinho até o final da nadadeira caudal) e o peso em gramas.

Em cada ponto amostral foram aferidos os dados abióticos utilizando-se uma sonda multiparâmetros (Palintest PT 1280), no qual foram registrados os seguintes dados ambientais: temperatura da água (C°), salinidade, pH, oxigênio dissolvido (mg/l), e sólidos totais dissolvidos (mg/l). Também foram registradas a transparência (cm) e profundidade (cm) utilizando o disco de Secchi. Cada variável foi replicada três vezes por ponto amostral.

No intuito de caracterizar cada camboa, foram também estabelecidos parâmetros como clorofila a, granulometria e teor de matéria orgânica do sedimento. Para Clorofila, coletou-se amostras utilizando frascos de polietileno e posteriormente concentradas sob pressão negativa, em filtros de fibra de vidro Whatman GF/C de 47 mm de diâmetro. Para a análise do volume filtrado (300 ml) e a extração dos pigmentos utilizou-se as modificações propostas por Wetzel e Likens (1991). Os filtros foram macerados e o extrato centrifugado por 15 min a 3.000 rpm. A leitura da absorvância dos extratos em espectrofotômetro ocorreu nos comprimentos de onda a 665 nm e 750 nm. As concentrações de Clorofila a foram obtidas através da fórmula abaixo:

$$\text{Clorofila a } (\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}) = 29,6 \cdot (\text{Ab}^{665} - \text{Aa}^{665}) \cdot (v/(V \cdot l))$$

Onde:

$$\text{Ab} = \text{Ab}^{665} - \text{Ab}^{750} = \text{Absorvância antes da acidificação}$$

$$\text{Aa} = \text{Aa}^{665} - \text{Aa}^{750} = \text{Absorvância após a acidificação}$$

v = Volume do extrato (ml)

V = Volume filtrado (L)

l = Comprimento da Cubeta (cm)

A porcentagem de matéria orgânica do sedimento foi quantificado pela diferença de peso entre o peso do sedimento após secagem em estufa a 60 ° C durante 72 h e o peso do sedimento após combustão a 500 ° C durante 8 h, e, em seguida, expresso como uma porcentagem do peso total da amostra. Para a granulometria efetuou-se a análise do tamanho de grão através da separação mecânica de uma coluna de peneiras com diferentes tamanhos de malha. A seguir, foi utilizado o sistema de classificação de Brown e McLachland (1990): areia muito grossa (VCS) > 2.000 mm; areia grossa (CS) > 2.000 mm - <0,500 milímetros, areia média (MS) > 0.250 - <0,500 milímetros, areia fina (FS) > 0.125 - <0,250 milímetros, silte (S) > 0.038 - <0,125 milímetros e argila (C) <0,038 milímetros, e as diferentes frações expressas como uma porcentagem do peso da amostra total.

### **2.3- Análises geomorfológicas**

Os procedimentos para as análises geomorfológicas foram realizados de acordo com Desmond, Zedler e Williams (2000). Realizaram-se as análises cartográficas através de imagens de satélite da série CBERS e LANDSAT, livres, disponibilizadas nos sites da AESA, IBGE e INPE.

As imagens foram processadas em *shapes* através do software ArcGIS v.10.2.1 (versão acadêmica - *free trial*), bem como *Google Earth pro*, que foram georreferenciadas através das coordenadas geográficas obtidas pelo uso de um aparelho receptor de GPS.

As medidas geomorfológicas: comprimento do canal (km), largura do canal (m), número de ramificação (número de afluentes), *Split* (comprimento do canal/número de ramos do canal), meandrificação (curvas do canal /comprimento do canal) foram posteriormente aferidas através das análises do pacote de imagens de satélite previamente obtidas.

Profundidade e elevação foram obtidas *in situ*, em cada ponto, através de um disco de Secchi e GPS, respectivamente. *A posteriori* uma Correlação de Spearman foi realizada, objetivando avaliar a influência dessas variáveis geomorfológicas sobre as assembleias de peixes.

## 2.4- Análise de dados

A partir dos dados de abundância foi calculada a Captura por Unidade de Esforço (CPUE) (número de indivíduos/número de arrastos) bem como a Biomassa (peso total dos indivíduos capturados/número de arrastos).

Com vistas a complementar os dados das assembleias de peixes foram determinados o Índice de Diversidade de Shannon–Wiener ( $H'$ ), a Equitabilidade ( $J'$ ) e a Riqueza de Margalef ( $d$ ) (MAGURRAN; MCGILL, 2011). Os dados da estrutura das assembleias, bem como para as variáveis ambientais, foram avaliados para cada canal e entre as estações do ciclo hidrológico.

Para verificação dos dados referentes a estrutura de tamanho selecionou-se quatro espécies abundantes comuns em toda a extensão de ambos os canais. Para a determinação número de intervalo ( $k$ ) utilizou-se a regra de Sturges (TRIOLA, 2005):

$$k = 1 + 3,322(\log_{10} n) \text{ (fórmula de Sturges)}$$

O tamanho dos intervalos  $w$  (número de unidades em cada intervalo) foi obtido pela divisão do valor da diferença entre o maior e o menor valor,  $R$ , pelo número de intervalos  $k$ :

$$w = R/k$$

Os dados de abundância, diversidade e das variáveis ambientais, foram transformadas utilizando a transformação em  $\text{Log}(x+1)$ , e no caso das variáveis ambientais estas foram normalizadas quando necessário a realização da análise. Após a transformação, ocorreu a elaboração das matrizes triangulares utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray–Curtis (dados bióticos) e distância Euclidiana (dados abióticos) (Ludwig & Reynolds, 1988).

A existência de diferenças entre os dados de abundância, diversidade e dos parâmetros ambientais foi aferida através de uma análise permutacional multivariada de variância (PERMANOVA) (ANDERSON; BRAAK, 2003; ANDERSON, 2001), com design formado a partir de dois fatores fixos: espacial (zona inferior e zona superior, de ambos os canais) e temporal (Seca e Chuva). Caso identificada diferença entre os fatores, foi realizado o teste *pair-wise* com a finalidade de identificar quais médias foram estatisticamente diferentes entre si ( $p < 0,05$ ).

Para rotina de análise multivariada utilizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) permitindo, portanto observar a distribuição das espécies encontradas e a interação destas com os fatores ambientais, ao longo dos canais amostrados. Para tanto utilizou-se o programa Canoco for Windows XP ® (CLARKE; WARWICK, 1994). As variáveis ambientais preditoras foram selecionadas em uma matriz logaritimizada ( $\log x+1$ ) através do teste de Monte Carlo.

A partir das variáveis bióticas, através dos dados referentes a biomassa, foi elaborada uma matriz logaritimizada, utilizando-se aquelas espécies com uma ocorrência superior a 2%. Esta foi relacionada com a matriz de dados abióticos através dos fatores zona (superior e inferior) e período (seca e chuva), para cada canal.

### **3 Resultados**

#### ***3.1- Variáveis ambientais***

Os valores dos parâmetros ambientais estão apresentados na Tabela 1. Alguns desses parâmetros apresentaram variações espaciais em relação a localização na camboa: para salinidade, transparência e OD foram registrados maiores valores médios na parte inferior das camboas, enquanto Clorofila-a e pH na parte superior. Temperatura, TDS e profundidade não apresentaram um padrão espacial evidente (Tabela 1).

Temporalmente podemos observar que pH, TDS e salinidade apresentaram maiores valores médios durante o período seco. Para os fatores abióticos observou-se que os canais estudados apresentaram diferenças espaciais significativas, em termos de salinidade transparência profundidade, oxigênio dissolvido e clorofila (Tabela 4). Temporalmente observou-se diferenças significativas entre salinidade e profundidade (Tabela 4).

Quando analisado cada Canal e a localização de cada ponto (superior e inferior) observaram-se diferenças através do *pair-wise* da PERMANOVA. O Canal 1 apresentou maiores valores para na parte inferior para salinidade e transparência, enquanto na parte superior destacaram-se a profundidade, oxigênio dissolvido e clorofila ( $P < 0,001$ ). Para o canal 2 somente a salinidade e clorofila apresentaram diferenças significativas, com os maiores valores sendo registrados na parte inferior ( $P < 0,001$ )

Com relação a granulometria os Canais apresentam diferenças evidentes: para o Canal 1 há uma maior porcentagem na contribuição para areia média e areia fina e menor contribuição de matéria orgânica, enquanto que no Canal 2 proporcionalmente há maior contribuição para os sedimentos mais finos (areia fina/silte/argila) além de maior quantidade de matéria orgânica no sedimento (Tabela 2). Espacialmente argila silte e a matéria orgânica se distinguiram e temporalmente areia grossa e argila (Tabela 1). O *pair-wise* da PERMANOVA realizado para o Canal 1, mostrou que apenas silte e argila distinguiram-se significativamente entre as zonas ( $P < 0,001$ ). O Canal 2 apresentou diferenças significativas para areia muito grossa, areia grossa, areia fina e argila ( $P < 0,001$ ).

**Tabela 1:** Valores médios dos parâmetros ambientais aferidos durante as estações de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 (Zona inferior e Zona superior) e Canal 2 (Zona inferior e Zona superior) no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão. Valores em negrito indicam o Máximo e o Mínimo dessas variáveis em cada período.

| <i>Environmental Parameters</i>                 | Creek 1 (Min/Max)                         |   |  |  | Creek 2 (Min/Max)                          |   |   |   |
|---|---|---|--|--|--|---|---|---|
|   | Lower                                     |   | Upper                                      |  | Lower                                      |   | Upper                                     |   |
|   | <i>Rainy</i>                              | <i>Dry</i>                                | <i>Rainy</i>                               | <i>Dry</i>                                 | <i>Rainy</i>                               | <i>Dry</i>                                | <i>Rainy</i>                              | <i>Dry</i>                                |
| Temperature (C°)                                | 27.99 $\pm$ 0.01<br><b>(26.10 -31.30)</b> | 28.01 $\pm$ 0.01<br><b>(25.9-31.40)</b>   | 28.43 $\pm$ 0.03<br><b>(26.13-37.10)</b>   | 28.16 $\pm$ 0.01<br><b>(26.00-30.00)</b>   | 27.88 $\pm$ 0.01<br><b>(26.20-30.40)</b>   | 30.11 $\pm$ 0.12<br><b>(26.20-30.00)</b>  | 27.51 $\pm$ 0.02<br><b>(26.50-29.60)</b>  | 28.09 $\pm$ 0.01<br><b>(27.20-30.10)</b>  |
| Salinity  | 30.62 $\pm$ 0.04<br><b>(26.17-36,32)</b>  | 32.65 $\pm$ 0.04<br><b>(28.00-38.93)</b>  | 23.66 $\pm$ 0.09<br><b>(11.06-33.55)</b>   | 23.57 $\pm$ 0.11<br><b>(6.77-35.99)</b>    | 22.45 $\pm$ 0.05<br><b>(14.76-29.19)</b>   | 27.92 $\pm$ 0.05<br><b>(22,78-34.98)</b>  | 17.02 $\pm$ 0.19<br><b>(6.14-28.04)</b>   | 21.58 $\pm$ 0.11<br><b>(11.68-34.88)</b>  |
| Transparency (cm)                               | 66.94 $\pm$ 0.27<br><b>(30.00-110.00)</b> | 62.50 $\pm$ 0.28<br><b>(20.00-100.00)</b> | 38.06 $\pm$ 0.17<br><b>(10.00-60.00)</b>   | 43.89 $\pm$ 0.13<br><b>(20.00-70.00)</b>   | 56.39 $\pm$ 0.26<br><b>(20.00-100.00)</b>  | 46.33 $\pm$ 0.23<br><b>(10.00-80.00)</b>  | 50.83 $\pm$ 0.17<br><b>(40.00-70.00)</b>  | 36.94 $\pm$ 0.10<br><b>(20.00-50.00)</b>  |
| Depth (cm)                                      | 98.33 $\pm$ 0.50<br><b>(30.00-220.00)</b> | 78.61 $\pm$ 0.40<br><b>(20.00-120.00)</b> | 197.78 $\pm$ 3.58<br><b>(20.00-197.00)</b> | 101.72 $\pm$ 0.29<br><b>(60.00-160.00)</b> | 113.89 $\pm$ 0,70<br><b>(20.00-310.00)</b> | 75.94 $\pm$ 0,34<br><b>(20.00-120.00)</b> | 94.17 $\pm$ 0.56<br><b>(40.00-150.00)</b> | 80.83 $\pm$ 0.32<br><b>(30.00-120.00)</b> |
| TDS (mg/l)                                      | 30.45 $\pm$ 0.04<br><b>(23.99-37.68)</b>  | 32.37 $\pm$ 0.04<br><b>(26.67-37.65)</b>  | 24.15 $\pm$ 0.08<br><b>(12.66-33.12)</b>   | 1338.53 $\pm$ 34.22<br><b>(17.66-8032)</b> | 23.22 $\pm$ 0.05<br><b>(11.89-29.62)</b>   | 28.33 $\pm$ 0.05<br><b>(23.59-35.70)</b>  | 51.87 $\pm$ 0.42<br><b>(27.72-81.12)</b>  | 22.21 $\pm$ 0.10<br><b>(12.66-34.58)</b>  |
| pH  | 6.50 $\pm$ 0.02<br><b>(1.63-7.93)</b>     | 7.46 $\pm$ 0.02<br><b>(3.44-10.22)</b>    | 6.79 $\pm$ 0.01<br><b>(4.41-7.81)</b>      | 7.35 $\pm$ 1.97<br><b>(4.35-10.29)</b>     | 6.23 $\pm$ 0.02<br><b>(0.55-7.75)</b>      | 6.67 $\pm$ 0.02<br><b>(3.63-8.89)</b>     | 6.99 $\pm$ 0.01<br><b>(6.14-7.50)</b>     | 8.49 $\pm$ 0.07<br><b>(3.70-9.52)</b>     |
| DO (mg/l)                                       | 3.80 $\pm$ 0.01<br><b>(0.01-5.33)</b>     | 4.84 $\pm$ 0.01<br><b>(3.93-6.43)</b>     | 1.72 $\pm$ 0.01<br><b>(0.11-4.30)</b>      | 1.55 $\pm$ 0.01<br><b>(0.01-3.30)</b>      | 2.66 $\pm$ 0.02<br><b>(0.81-4.98)</b>      | 3.04 $\pm$ 0.02<br><b>(0.61-5.90)</b>     | 2.74 $\pm$ 0.03<br><b>(0.50-4.72)</b>     | 2.23 $\pm$ 0.02<br><b>(0.01-4.45)</b>     |
| Chlorophyll ( $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ) | 2.63 $\pm$ 0.03<br><b>(0.00-7.89)</b>     | 1.32 $\pm$ 0.01<br><b>(0.98-2.96)</b>     | 2.63 $\pm$ 0.03<br><b>(0.00-7.89)</b>      | 4.77 $\pm$ 0.03<br><b>(1.97-7.89)</b>      | 1.97 $\pm$ 0.03<br><b>(0.00-6.90)</b>      | 2.30 $\pm$ 0.01<br><b>(0.98-3.94)</b>     | 4.44 $\pm$ 0.04<br><b>(1.97-6.90)</b>     | 6.58 $\pm$ 0.09<br><b>(0.98-22.69)</b>    |

**Tabela 2:** Valores da percentagem de contribuição (%) para os dados da granulometria e matéria orgânica (OM) durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 (Zona inferior e Zona superior) e Canal 2 (Zona inferior e Zona superior) no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão

|                  | Creek 1      |            |              |            | Creek 2      |            |              |            |
|------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
|                  | Lower        |            | Upper        |            | Lower        |            | Upper        |            |
|                  | <i>Rainy</i> | <i>Dry</i> | <i>Rainy</i> | <i>Dry</i> | <i>Rainy</i> | <i>Dry</i> | <i>Rainy</i> | <i>Dry</i> |
| OM               | 3.55         | 4.65       | 8.49         | 34.26      | 11.69        | 41.35      | 31.02        | 21.03      |
| Very coarse sand | 0.35         | 0.18       | 0.13         | 0.23       | 0.26         | 0.20       | 0.10         | 0.15       |
| Coarse sand      | 9.15         | 4.54       | 4.86         | 4.25       | 5.05         | 2.94       | 7.83         | 4.46       |
| Medium sand      | 36.21        | 34.84      | 36.60        | 30.03      | 22.48        | 16.02      | 24.58        | 17.85      |
| Fine sand        | 43.18        | 45.64      | 45.14        | 39.55      | 46.16        | 42.92      | 36.58        | 37.28      |
| Silt             | 9.64         | 10.47      | 11.05        | 16.95      | 19.61        | 28.85      | 23.55        | 18.22      |
| Clay             | 1.77         | 4.15       | 2.94         | 9.09       | 6.50         | 9.07       | 7.35         | 13.76      |

Com relação as variáveis geomorfológicas o Canal 1 apresentou em geral maiores valores, com exceção para o número de *spit* e a meandrificação (Tabela 2). Ressalta-se que o Canal 1 destaca-se com grandes valores para a abertura da boca e número de ramificações (Tabela 3).

**Tabela 3:** Valores das variáveis geomorfológicas aferidas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 (Zona inferior e Zona superior) e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Média  $\pm$  erro padrão.

| Parameters    | Creek 1          |                  | Creek 2          |                  |
|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|               | Lower            | Upper            | Lower            | Upper            |
| Width (m)     | 75.00 $\pm$ 0.12 | 19.10 $\pm$ 0.03 | 11.58 $\pm$ 0.02 | 9.40 $\pm$ 0.07  |
| Elevation (m) | 11.50 $\pm$ 0.01 | 20.89 $\pm$ 0.01 | 15.50 $\pm$ 0.04 | 23.00 $\pm$ 0.02 |



|                 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Length (Km)     | 7.25  | 7.25  | 2.62  | 2.62  |
| Mouth width (m) | 98.20 | 98.20 | 19.50 | 19.50 |
| Branches (n°)   | 6.00  | 6.00  | 2.00  | 2.00  |
| Spit (n°)       | 1.21  | 1.21  | 1.31  | 1.31  |
| Meander (ratio) | 1.38  | 1.38  | 2.29  | 2.29  |

**Tabela 4:** Valores do Pseudo F e significância (p) da PERMANOVA das variáveis abióticas aferidas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Valores significativos destacados em negrito.

|                      | Spatial                   |              | Temporal                  |              |
|----------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
|                      | Pseudo F <sub>2,138</sub> | <i>p</i>     | Pseudo F <sub>1,138</sub> | <i>p</i>     |
| Temperature (C°)     | 0.69                      | 0.580        | 0.92                      | 0.990        |
| Salinity             | <b>17.8</b>               | <b>0.001</b> | <b>5.38</b>               | <b>0.023</b> |
| Transparency (cm)    | <b>11.4</b>               | <b>0.001</b> | 3.35                      | 0.057        |
| Depth (cm)           | <b>4.08</b>               | <b>0.019</b> | <b>7.85</b>               | <b>0.005</b> |
| TDS (mg/l)           | 1.22                      | 0.310        | 0.95                      | 0.337        |
| pH                   | 1.89                      | 0.140        | 2.93                      | 0.080        |
| DO (mg/l)            | <b>26.21</b>              | <b>0.001</b> | 0.44                      | 0.480        |
| Chlorophyll          | <b>14.54</b>              | <b>0.001</b> | 2.99                      | 0.070        |
| OM (%)               | <b>300.39</b>             | <b>0.001</b> | 2.69                      | 0.990        |
| Very coarse sand (%) | 2.73                      | 0.057        | 0.14                      | 0.700        |
| Coarse sand (%)      | 2.59                      | 0.060        | <b>14.69</b>              | <b>0.001</b> |
| Medium sand (%)      | 0.49                      | 0.490        | 3.51                      | 0.060        |
| Fine sand (%)        | 2.76                      | 0.058        | 0.29                      | 0.058        |
| Silt (%)             | <b>3.66</b>               | <b>0.028</b> | 2.4                       | 0.130        |
| Clay (%)             | <b>9.9</b>                | <b>0.001</b> | <b>28.51</b>              | <b>0.001</b> |

### 3.2- Composição e estrutura das assembleias de peixes

Um total de 6.901 indivíduos foram capturados compreendidos em 76 espécies nas duas camboas estudadas (Tabela 5).

Quando analisados separadamente, 3779 indivíduos representados por 63 espécies foram, capturadas somente no Canal 1, sendo as mais abundantes numericamente *Ctenogobius boleosoma* e *Atherinella brasiliensis*, em termos de biomassa evidenciaram-se *Anchovia clupeioides* e *A. brasiliensis* (Tabela 5).

Já para o Canal 2 foram registrados 3.122 indivíduos representados por 55 espécies, sendo as mais abundantes *C. boleosoma* e *Anchoviella lepidentostole*, e para biomassa destacaram-se *Rhinosardinia bahiensis* e *Sphoeroides testudineus*.

Variações temporais também foram registradas para a composição e estrutura das assembleias de peixes (Tabela 5).

Para o Canal 1 durante o período chuvoso as espécies abundantes numericamente na parte inferior foram *A. brasiliensis*, *E. melanopterus* e *Hyporhamphus unifasciatus*, enquanto na parte superior destacaram-se *C. boleosoma*, *E. melanopterus* e *Poecilia reticulata*. Para biomassa, nesse mesmo período, destacaram-se na parte inferior *A. marinii*, *Lutjanus alexandrei* e *A. brasiliensis*, e na parte superior as espécies *Sphyraena guachancho*, *C. boleosoma* e *Sphoeroides greeleyi*. Durante o período seco, as espécies *A. brasiliensis*, *E. melanopterus* e *Lile piquitinga* foram numericamente abundantes na parte inferior, enquanto *C. boleosoma*, *Eugerres brasilianus* e *Mugil liza* na parte inferior. Para biomassa na parte inferior, durante esse período, os maiores registros ocorreram para *A. brasiliensis*, *Sphoeroides testudineus* e *E. melanopterus*, e para superior *Centropomus undecimalis*, *C. boleosoma* e *H. unifasciatus*.

Para o Canal 2, destacaram-se como espécies mais abundantes na parte inferior, durante o período chuvoso, as espécies *Rhinosardinia bahiensis*, *E. melanopterus* e *C. boleosoma*, enquanto na parte superior as espécies *C. boleosoma*, *G. stomatus* e *Megalops atlanticus*. Para biomassa, nesse período hidrológico, destacaram-se na parte inferior *R. bahiensis*, *Colomesus psittacus* e *S. testudineus*, e na parte superior *M. atlanticus*, *Sphoeroides testudineus* e *C. boleosoma*. Durante o período seco, as espécies mais abundantes na parte inferior foram *C. boleosoma*, *Gobionellus stomatus* e *E. brasilianus*, enquanto na

parte superior *C.boleosoma*, *G. stomatus* e *A. brasiliensis*. Para biomassa, destaque na parte inferior para *R. bahiensis*, *Colomesus psittacus* e *S. testudineus*, enquanto na parte superior *M. atlanticus*, *Sphoeroides testudineus* e *Anchoa spinifer*.

**Tabela 5:** Lista de espécies capturadas durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB, com as suas respectivas contribuições. N%= Frequência Numérica; O%= Frequência de Ocorrência; W%= Porcentagem de Peso. Espécies ordenadas de acordo com Nelson (2006).

| Espécies   | Creek 1 |      |           |      |           |           | Creek 2   |           |       |           |           |      |   |
|--|---------|------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|-----------|------|---|
|  | Rainy   |      |           | Dry  |           |           | Rainy     |           |       | Dry       |           |      |   |
|  | N%      | O%   | W%        | N%   | O%        | W%        | N%        | O%        | W%    | N%        | O%        | W%   |   |
| <i>Elops saurus</i> Linnaeus 1766                            | 0.12    | 3.03 | <<br>0.01 | -    | -         | -         | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Megalops atlanticus</i> Valenciennes, 1847                | -       | -    | -         | -    | -         | -         | 0.18      | 6.67      | 2.36  | 0.05      | 3.03      | 7.92 |   |
| <i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)                        | -       | -    | -         | 0.09 | 2.86      | <<br>0.01 | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Gymnothorax ocellatus</i> Agassiz,1831                    | 0.12    | 6.06 | 0.24      | -    | -         | -         | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Rhinosardinia bahiensis</i><br>(Steindachner,1879)        | -       | -    | -         | 0.05 | 2.86      | 0.07      | 38.5<br>2 | 20.0<br>0 | 79.30 | 2.50      | 15.1<br>5 | 1.20 |   |
| <i>Lile piquitinga</i> (Schreiner & Miranda<br>Ribeiro,1903) | 0.62    | 3.03 | 0.05      | 5.18 | 14.2<br>9 | 3.65      | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Sardinella brasilienses</i> (Steindachner,<br>1879)       | 0.06    | 3.03 | <<br>0.01 | -    | -         | -         | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier,1829)                  | -       | -    | -         | 0.23 | 2.86      | 1.53      | -         | -         | -     | -         | -         | -    | - |
| <i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)             | 0.06    | 3.03 | 0.01      | 1.85 | 5.71      | 0.24      | -         | -         | -     | 27.2<br>8 | 3.03      | 8.68 |   |

|   |           |           |       |      |           |      |      |           |           |      |           |      |
|---|-----------|-----------|-------|------|-----------|------|------|-----------|-----------|------|-----------|------|
| <i>Anchoviella brevirostris</i> (Günther, 1868)       | -         | -         | -     | 0.23 | 8.57      | 0.12 | -    | -         | -         | 0.90 | 3.03      | 0.22 |
| <i>Lycengraulis grossidens</i> (Spix & Agassiz, 1829) | 0.19      | 3.03      | 0.26  | 0.09 | 5.71      | 0.39 | 1.96 | 16.6<br>7 | 1.05      | 0.90 | 6.06      | 0.80 |
| <i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)           | -         | -         | -     | 0.46 | 5.71      | 0.55 | -    | -         | -         | 0.25 | 6.06      | 4.18 |
| <i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)           | 0.19      | 3.03      | 0.10  | 0.05 | 2.86      | -    | 1.51 | 10.0<br>0 | 0.08      | 2.40 | 18.1<br>8 | 2.46 |
| <i>Anchoa marinii</i> Hildebrand, 1943                | 41.6<br>7 | 15.1<br>5 | 51.90 | 0.60 | 5.71      | 0.51 | 0.09 | 3.33      | <<br>0.01 | 1.55 | 12.1<br>2 | 1.03 |
| <i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)         | 1.67      | 9.09      | 12.12 | 0.51 | 11.4<br>3 | 0.52 | -    | -         | -         | 5.21 | 12.1<br>2 | 4.24 |
| <i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)       | 0.43      | 6.06      | 0.04  | -    | -         | -    | -    | -         | -         | -    | -         | -    |
| <i>Sciades herzbergii</i> (Bloch, 1794)               | 0.06      | 3.03      | 5.31  | -    | -         | -    | -    | -         | -         | -    | -         | -    |
| <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)               | 0.06      | 3.03      | 0.17  | 0.05 | 2.86      | 0.05 | -    | -         | -         | -    | -         | -    |
| <i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)      | 0.62      | 18.1<br>8 | 0.86  | 1.25 | 31.4<br>3 | 5.06 | -    | -         | -         | 0.30 | 9.09      | 1.51 |
| <i>Thalassophryne nattereri</i> Steindachner, 1876    | -         | -         | -     | -    | -         | -    | 0.09 | 3.33      | 0.01      | 0.05 | 3.03      | 0.07 |
| <i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)             | -         | -         | -     | 1.11 | 17.1<br>4 | 4.17 | -    | -         | -         | 0.05 | 3.03      | 0.06 |
| <i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)             | 0.25      | 9.09      | 0.03  | 0.23 | 11.4<br>3 | 0.07 | -    | -         | -         | 0.05 | 3.03      | 0.16 |

|  |           |           |           |           |           |           |      |           |           |      |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|
| <i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825) | 17.5<br>2 | 45.4<br>5 | 9.07      | 24.2<br>1 | 57.1<br>4 | 30.69     | 1.16 | 10.0<br>0 | 0.36      | 6.51 | 36.3<br>6 | 18.40     |
| <i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859                | 0.80      | 6.06      | 0.02      | -         | -         | -         | 0.09 | 3.33      | 0.03      | 1.40 | 12.1<br>2 | 3.44      |
| <i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801       | 0.56      | 3.03      | 0.02      | -         | -         | -         | -    | -         | -         | 1.55 | 9.09      | 1.11      |
| <i>Cosmocampus elucens</i> (Poey, 1868)                | 0.06      | 3.03      | <<br>0.01 | -         | -         | -         | -    | -         | -         | -    | -         | -         |
| <i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch, 1789)                | 0.06      | 3.03      | 0.30      | -         | -         | -         | -    | -         | -         | -    | -         | -         |
| <i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)               | 0.06      | 3.03      | 0.23      | -         | -         | -         | -    | -         | -         | -    | -         | -         |
| <i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860               | -         | -         | -         | 0.05      | 2.86      | <<br>0.01 | -    | -         | -         | 0.20 | 9.09      | 0.19      |
| <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)           | -         | -         | -         | 0.09      | 5.71      | 3.61      | 0.09 | 3.33      | 0.28      | 0.45 | 18.1<br>8 | 4.53      |
| <i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)            | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -    | -         | -         | 0.05 | 3.03      | <<br>0.01 |
| <i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)             | -         | -         | -         | -         | -         | -         | 0.09 | 3.33      | <<br>0.01 | -    | -         | -         |
| <i>Rypticus randalli</i> Courtenay, 1967               | 0.06      | 3.03      | 0.19      | -         | -         | -         | -    | -         | -         | 0.40 | 9.09      | 3.53      |
| <i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831                      | 0.31      | 3.03      | 0.83      | 0.37      | 20.0<br>0 | 0.68      | 0.09 | 3.33      | 0.09      | 0.65 | 18.1<br>8 | 1.93      |
| <i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)       | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -    | -         | -         | 0.15 | 6.06      | <<br>0.01 |

|   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |      |           |      |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|------|
| <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801) | 0.43      | 15.1<br>5 | 0.11      | 0.79      | 14.2<br>9 | 0.41      | -         | -         | 0.03      | -    | -         | 0.16 |
| <i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier,1832)           | -         | -         | -         | 0.46      | 20.0<br>0 | 0.68      | 0.18      | 3.33      | 0.03      | -    | -         | -    |
| <i>Uraspis secunda</i> (Poey,1860)                  | 0.06      | 3.03      | 0.13      | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -    | -         | -    |
| <i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)                | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -         | 0.05 | 3.03      | 0.10 |
| <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)           | -         | -         | -         | 0.05      | 2.86      | <<br>0.01 | 0.09      | 3.33      | 0.02      | -    | -         | -    |
| <i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)            | -         | -         | -         | -         | -         | -         | 0.09      | 3.33      | 0.21      | -    | -         | -    |
| <i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007   | 0.99      | 15.1<br>5 | 14.25     | 0.05      | 2.86      | 0.12      | -         | -         | -         | 0.05 | 3.03      | 0.14 |
| <i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)      | 0.12      | 6.06      | 0.03      | -         | -         | -         | -         | -         | -         | -    | -         | -    |
| <i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)                 | 0.19      | 3.03      | <<br>0.01 | -         | -         | -         | 0.09      | 3.33      | <<br>0.01 | -    | -         | -    |
| <i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)    | 11.5<br>2 | 27.2<br>7 | 0.99      | 12.8<br>5 | 37.1<br>4 | 4.23      | 10.7<br>7 | 20.0<br>0 | 0.20      | 0.65 | 3.03      | 0.03 |
| <i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855  | 0.43      | 6.06      | 0.02      | 2.31      | 28.5<br>7 | 3.42      | 0.27      | 6.67      | <<br>0.01 | 0.65 | 12.1<br>2 | 0.09 |
| <i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)         | 0.31      | 12.1<br>2 | 0.06      | 7.67      | 28.5<br>7 | 2.11      | 10.0<br>5 | 33.3<br>3 | 2.05      | 1.35 | 27.2<br>7 | 3.80 |
| <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)            | 0.12      | 6.06      | <<br>0.01 | -         | -         | -         | 0.62      | 13.3<br>3 | 0.04      | 0.80 | 12.1<br>2 | 1.31 |

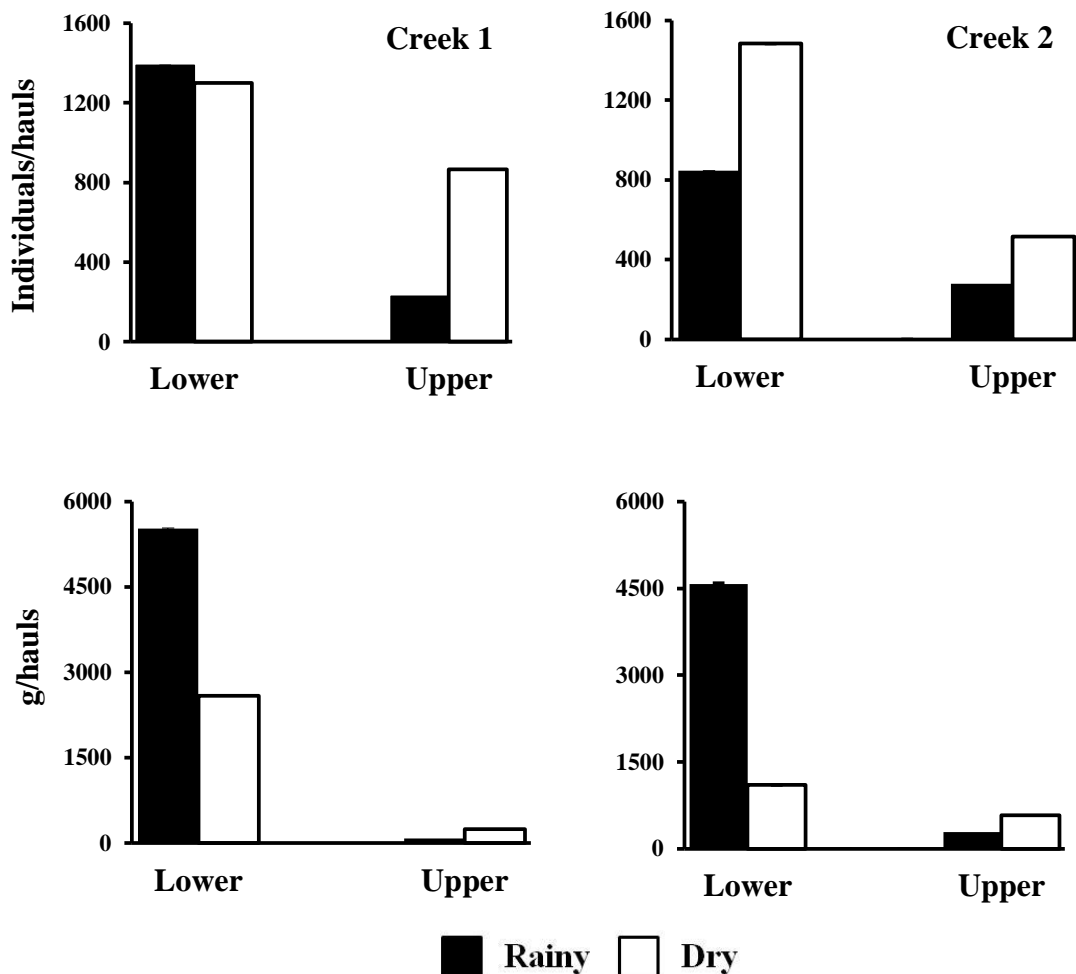
|   |      |      |           |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
|---|------|------|-----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| <i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842            | -    | -    | -         | 1.48 | 8.57 | 1.92 | -    | -    | -         | 1.75 | 21.2 | 2.98 |
|   |      |      |           |      |      |      |      |      |           |      | 1    |      |
| <i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)             | 0.06 | 3.03 | <<br>0.01 | -    | -    | -    | -    | -    | -         | -    | -    | -    |
| <i>Mugil curvidens</i> Valenciennes, 1836         | -    | -    | -         | -    | -    | -    | 0.27 | 3.33 | 0.01      | -    | -    | -    |
| <i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836            | 0.43 | 6.06 | 0.17      | -    | -    | -    | 0.18 | 6.67 | <<br>0.01 | 1.60 | 15.1 | 0.57 |
|   |      |      |           |      |      |      |      |      |           |      | 5    |      |
| <i>Mugil hospes</i> Jordan & Culver, 1895         | -    | -    | -         | -    | -    | -    | 0.44 | 6.67 | 0.06      | 1.10 | 12.1 | 0.93 |
|   |      |      |           |      |      |      |      |      |           |      | 2    |      |
| <i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836              | 0.19 | 6.06 | 0.04      | 0.92 | 17.1 | 0.29 | 0.62 | 13.3 | 0.02      | 0.50 | 9.09 | 0.16 |
|   |      |      |           |      | 4    |      |      | 3    |           |      |      |      |
| <i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)        | 0.12 | 6.06 | <<br>0.01 | 0.09 | 5.71 | 0.43 | -    | -    | -         | -    | -    | -    |
| <i>Sphyraena guachancho</i> (Cuvier, 1829)        | 0.25 | 6.06 | 1.02      | -    | -    | -    | -    | -    | -         | -    | -    | -    |
| <i>Erotelis smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)    | -    | -    | -         | 0.05 | 2.86 | 0.13 | -    | -    | -         | 0.05 | 3.03 | 0.35 |
| <i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837) | 0.50 | 9.09 | 0.62      | -    | -    | -    | -    | -    | -         | 0.40 | 15.1 | 3.34 |
|   |      |      |           |      |      |      |      |      |           |      | 5    |      |
| <i>Coryphopterus</i> sp.                          | -    | -    | -         | -    | -    | -    | 0.09 | 3.33 | <<br>0.01 | -    | -    | -    |
| <i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)          | -    | -    | -         | 0.05 | 2.86 | 0.02 | -    | -    | -         | 0.05 | 3.03 | 0.03 |
| <i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)       | -    | -    | -         | -    | -    | -    | 0.09 | 3.33 | 0.08      | 0.05 | 3.03 | 0.23 |
| <i>Gobionellus stomatus</i> Starks, 1913          | -    | -    | -         | 0.05 | 2.86 | <    | 4.00 | 23.3 | 0.40      | 3.25 | 51.5 | 2.58 |



|   |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|   |      |      |      |      |      |       | 0.01 | 3    |      | 2    |      |      |      |
| <i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)           | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | 0.18 | 6.67 | 0.61 | 0.05 | 3.03 | 0.06 |
| <i>Ctenogobius smaragdus</i> (Valenciennes, 1837)     | -    | -    | -    | -    | -    | -     | -    | 1.16 | 10.0 | 0.61 | 0.70 | 27.2 | 1.26 |
|   |      |      |      |      |      |       |      | 0    |      |      | 7    |      |      |
| <i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882) | 11.0 | 42.4 | 3.50 | 33.6 | 68.5 | 3.47  | 16.3 | 46.6 | 1.30 | 32.8 | 93.9 | 5.64 |      |
|   | 8    | 2    |      | 0    | 7    |       | 7    | 7    |      | 3    | 4    |      |      |
| <i>Citharichthys spilopterus</i> Günther, 1862        | 0.06 | 3.03 | 0.03 | 0.09 | 5.71 | 0.78  | 0.18 | 3.33 | 0.54 | 0.10 | 6.06 | 0.84 |      |
| <i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885             | 0.19 | 9.09 | 0.03 | 0.05 | 2.86 | <     | 0.80 | 23.3 | 0.14 | 0.20 | 9.09 | 0.06 |      |
|   |      |      |      |      |      | 0.01  |      | 3    |      |      |      |      |      |
| <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)              | 0.19 | 6.06 | 0.38 | 0.14 | 8.57 | 0.29  | 0.44 | 10.0 | 0.46 | 0.20 | 12.1 | 0.03 |      |
|   |      |      |      |      |      |       |      | 0    |      |      | 2    |      |      |
| <i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)   | -    | -    | -    | -    | -    | -     | 0.18 | 3.33 | 0.35 | 0.10 | 6.06 | 0.20 |      |
| <i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)        | 0.06 | 3.03 | <    | -    | -    | -     | -    | -    | -    | -    | -    | -    |      |
|   |      |      | 0.01 |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
| <i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)       | -    | -    | -    | 0.05 | 2.86 | 0.94  | -    | -    | -    | -    | -    | -    |      |
| <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)       | 5.08 | 21.2 | 3.90 | 2.13 | 25.7 | 26.77 | 3.02 | 30.0 | 4.73 | 0.70 | 27.2 | 7.49 |      |
|   |      | 1    |      |      | 1    |       |      | 0    |      |      | 7    |      |      |
| <i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900             | 1.86 | 18.1 | 4.51 | 0.42 | 14.2 | 2.05  | 0.53 | 6.67 | 1.14 | 0.05 | 3.03 | 1.94 |      |
|   |      | 8    |      |      | 9    |       |      |      |      |      |      |      |      |
| <i>Colomesus psittacus</i> (Bloch & Schneider, 1801)  | 0.06 | 3.03 | 0.27 | -    | -    | -     | 0.36 | 13.3 | 3.41 | -    | -    | -    |      |
|   |      |      |      |      |      |       |      | 3    |      |      |      |      |      |

### 3.3- Abundância e diversidade das assembleias de peixes

Em termos de abundância numérica (CPUE) e Biomassa (Figura 2), em geral os maiores valores foram registrados durante o período chuvoso nos pontos mais inferiores nos dois canais. Entretanto, também pode-se observar que uma maior CPUE foi registrada durante o período de seca no Canal 2. A PERMANOVA indicou diferenças para CPUE (PseudoF<sub>2,120</sub>= 6,51; p=0,001) e Biomassa (PseudoF<sub>2,120</sub>=6,78; p=0,001) entre os canais. Quando analisado separadamente cada canal, o *pair-wise* da PERMANOVA indicou diferenças significativas para CPUE, apenas para o Canal 1 (t=4,26; p=0,001). A Biomassa apresentou diferenças entre a zona superior e inferior para ambos os canais, (Canal 1: t=10,39; p= 0,001; Canal 2 :t=2,77; p < 0,05).



**Figura 2:** Variação espacial e temporal da abundância numérica (CPUE) e Biomassa durante os períodos de Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 (Zona inferior e Zona superior) e Canal 2 (Zona inferior e Zona superior), estuário do rio Mamanguape, PB.

O coeficiente de correlação de Pearson indicou uma relação significativa entre CPUE e Biomassa para as variáveis geomorfológicas de elevação, largura do canal e Profundidade somente para o Canal 1. Nesse caso a CPUE apresenta correlação negativa com elevação ( $r = -0,40$ ;  $P < 0,001$ ) e com a profundidade ( $r = -0,39$ ;  $P < 0,001$ ) e positiva para largura ( $r = 0,40$ ;  $P < 0,001$ ); para a biomassa o mesmo padrão foi observado, com correlação negativa com elevação ( $r = -0,29$ ;  $P < 0,001$ ) e com a profundidade ( $r = -0,12$ ;  $P < 0,001$ ) e positiva para largura ( $r = 0,31$ ;  $P < 0,001$ ).

No que se refere ao Canal 2 os atributos de CPUE e biomassa e as variáveis geomorfológicas não apresentaram valores significativos para a correlação de Pearson. No entanto, para abundância foi observada correlação negativa com elevação ( $r = -0,06$ ;  $P = 0,59$ ) e largura ( $r = -0,04$ ;  $P = 0,72$ ) e positiva com a profundidade ( $r = 0,17$ ;  $P = 0,16$ ); para biomassa, somente a elevação apresentou correlação negativa ( $r = -0,19$ ;  $P = 0,13$ ), largura ( $r = 0,07$ ;  $P = 0,57$ ) e profundidade ( $r = 0,24$ ;  $P = 0,06$ ) apresentaram correlações positivas.

### 3.4- Estrutura de tamanho

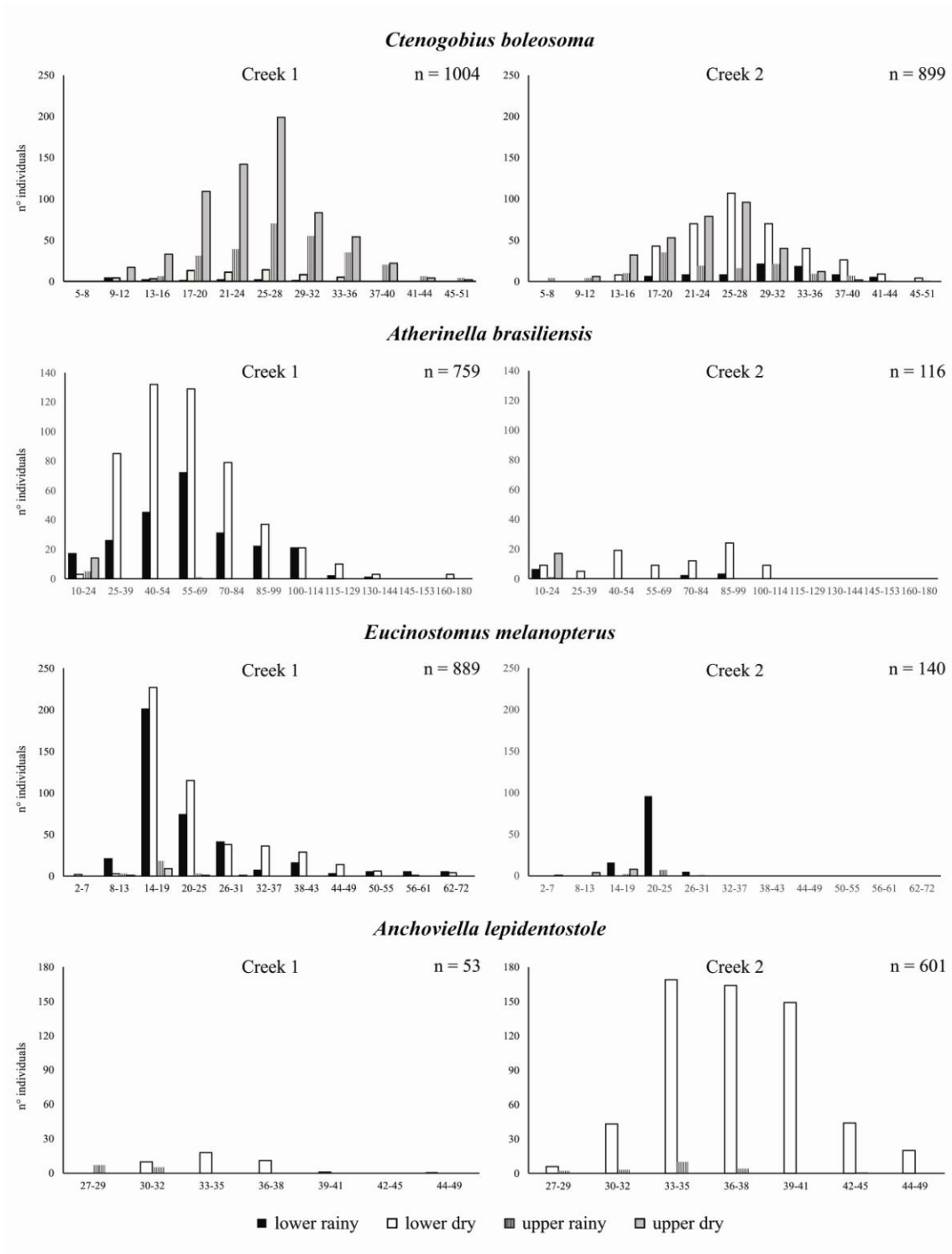
O estudo da estrutura de tamanho foi realizado para quatro espécies que ocorreram nas zonas inferiores e superiores de ambos os canais (Figura 3).

Para *Ctenogobius boleosoma* foram registrados indivíduos com comprimento total (CT) entre 5 e 51 mm, com moda em torno dos 25-28 mm, sendo os indivíduos maiores registrados na porção superior dos dois canais.

Para *A. brasiliensis* foram registrados indivíduos com CT entre 10 a 180 mm, onde os menores indivíduos foram registrados com maior abundância principalmente na parte inferior do Canal 1; para o Canal 2 foram registrados uma menor abundância, mas os indivíduos menores foram registrados também na parte inferior.

Para *E. melanopterus* houve o registro de CT entre 2 e 72 mm, com os indivíduos menores também sendo registrados na parte inferior dos canais, principalmente do Canal 1.

No que diz respeito a *A. lepidentostole* essa espécie foi a que apresentou maior abundância no Canal 2, com registros de CT de 27 a 49 mm, com moda entre 33 e 41 mm.

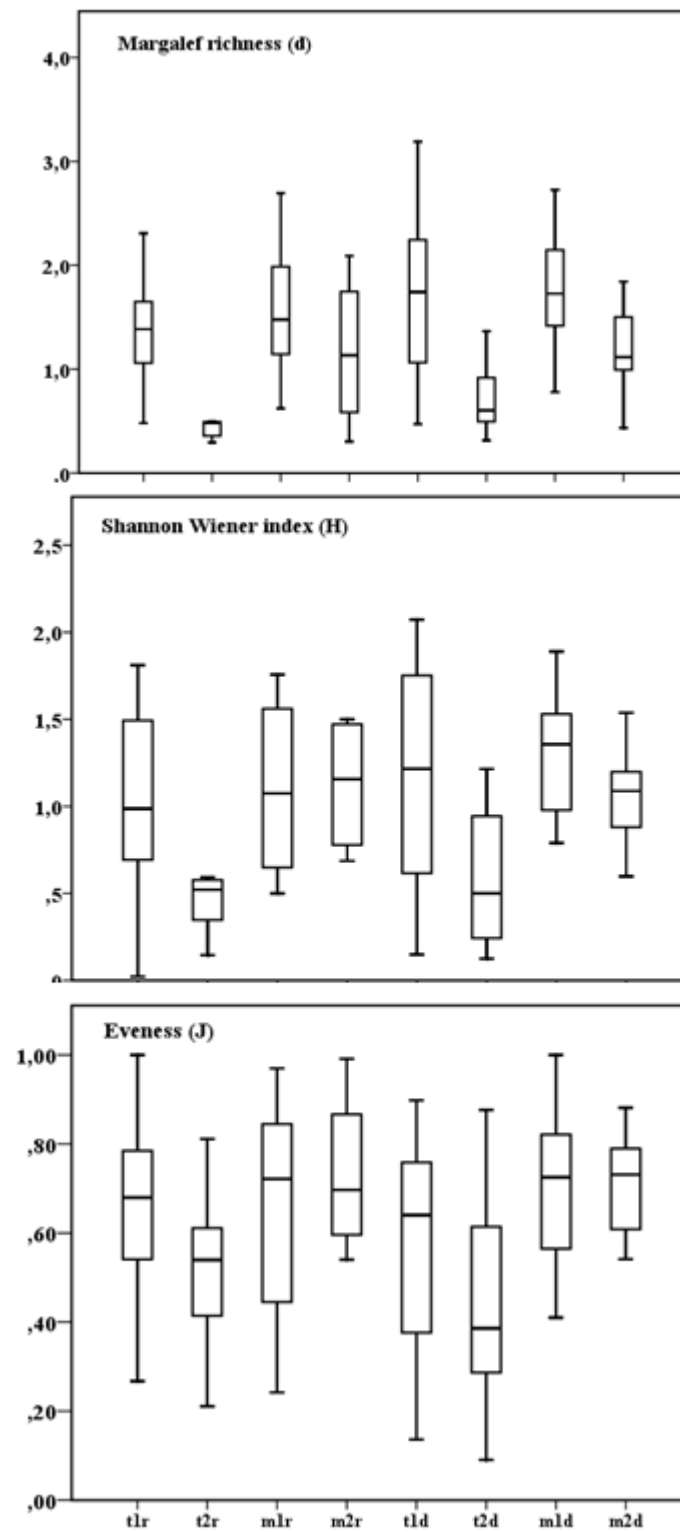


**Figura 3:** Estrutura de tamanho das espécies analisadas (mm); *C. boleosoma*, *E. melanopterus*, *A. brasiliensis*, e *A. lepidentostole*. Período (chuvoso e seco), Canal 1, zona inferior (Lower) e zona superior (Upper); Canal 2, zona inferior (Lower) e zona superior (Upper). Estuário do rio Mamanguape, PB, Brasil.

### 3.5- Índices de diversidade

Os índices de diversidade e riqueza apresentaram valores mais altos no Canal 2. O PERMANOVA indicou tais diferenças significativas para riqueza (Pseudo  $F_{3,101} = 17,90$ ;  $p=0,001$ ) e diversidade (Pseudo  $F_{3,101} = 8,36$ ;  $p=0,001$ ), e não para equitabilidade (Pseudo  $F_{3,101} = 1,72$ ;  $p=0,169$ ). Analisando o local de cada canal, tais índices também indicaram maiores valores nas áreas próximas a conexão com o rio principal, sendo que o *pair-wise* do PERMANOVA apresentou diferenças entre a parte superior das duas camboas para a riqueza (M1 x M2-  $t=2,62$  e  $p=0,001$ ; T1 x T2-  $t=5,23$  e  $p=0,001$ ) e diversidade (T1 x T2-  $t=3,76$  e  $p=0,003$ ).

Temporalmente não foram observadas diferenças significativas para os índices de riqueza e diversidade entre as camboas, com o PERMANOVA indicando os seguintes valores: riqueza (Pseudo  $F_{3,101} = 1,45$ ;  $p=0,245$ ) e diversidade (Pseudo  $F_{3,101} = 0,32$ ;  $p=0,867$ ), e para equitabilidade (Pseudo  $F_{3,101} = 0,67$ ;  $p=0,582$ ).



**Figura 4:** Boxplot dos Índices de diversidade  $D$  (Riqueza),  $J'$  (Equitabilidade) e  $H'$  (Diversidade); entre canais (Creek 1-Creek 2) e zonas (Lower-Upper) durante os períodos de

Chuva e Seca de 2014 no Canal 1 e Canal 2 no estuário do rio Mamanguape, PB. Canal 1 (T1 e T2) e Canal 2 (M1 e M2). r= chuva e d= seca

### **3.6- Influencia dos fatores ambientais sobre a estrutura das assembleias**

A análise de correspondência canônica (CCA) dos quais os dois primeiros eixos canônicos explicaram 45,6% da variância com as 14 variáveis ambientais preditoras significativas selecionadas através do teste de Monte Carlo (Tabela 6). O diagrama da ordenação apresenta uma separação espacial entre as zonas inferiores e superiores de ambos os canais ao longo do período sazonal (Fig 5). As amostras da parte inferior da Canal 1 (t1) foram plotadas na parte esquerda inferior do diagrama; as amostras da parte inferior da Canal 2 (m1) foram plotadas na parte direita superior; já as amostras referentes a parte superior dos dois canais (t2 e m2) foram plotadas na parte direita inferior.

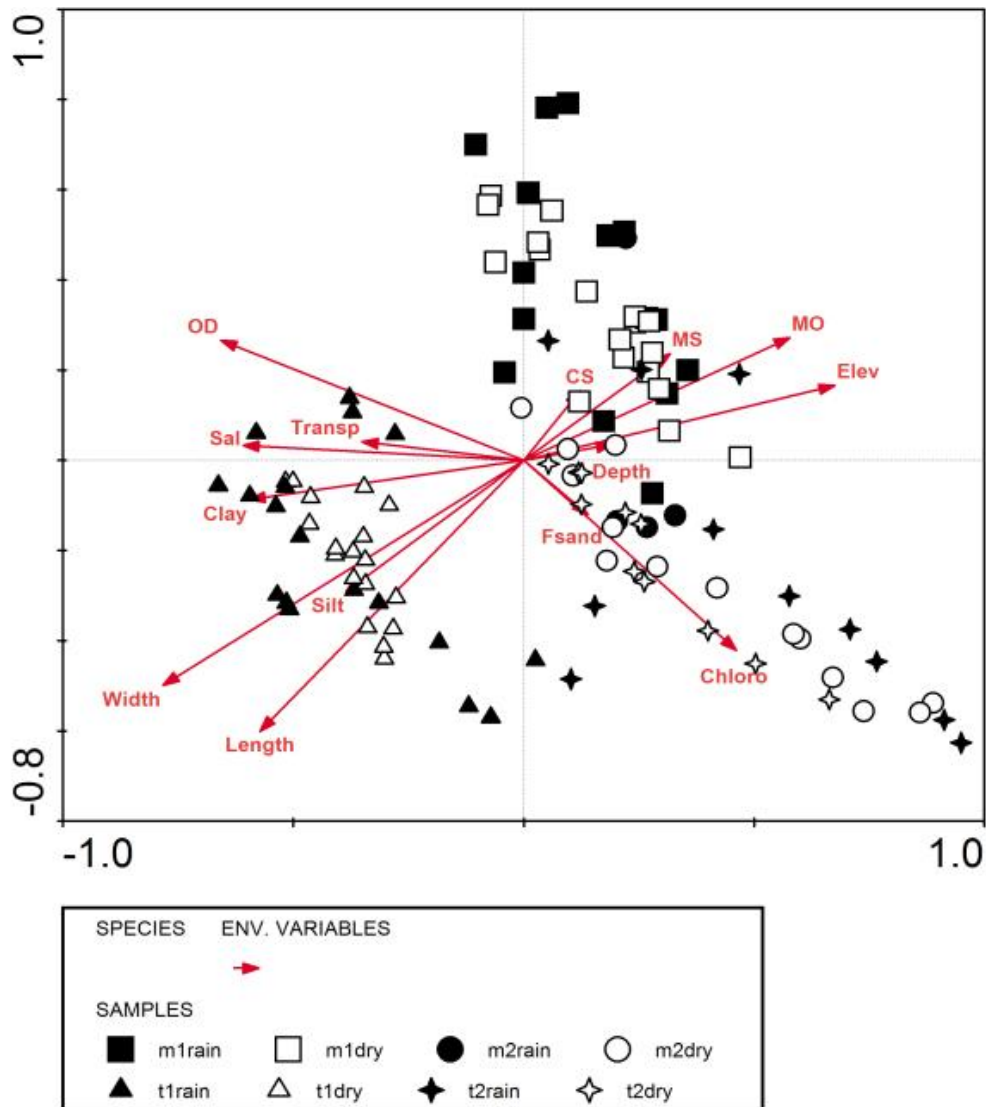
Para a zona inferior do Canal 1 (t1) constatou-se uma maior correlação com os seguintes parâmetros geomorfológicos de comprimento e a largura do canal, bem como para componentes mais finos do substrato tais como silte e argila. Os parâmetros com maior correlação para a zona inferior do canal 2 (m1) foram representados pela elevação, teor de matéria orgânica, areia grossa e areia média. Já o terceiro grupo observado foi formado pelas zonas superiores de ambos os canais (t2 e m2) estiveram correlacionados, principalmente com a concentração de clorofila-a.

As espécies *R. bahiensis*, *S. tessellatus*, *M. brevirostris*, *C. smaragdus*, *A. januaria*, *C. macrops*, *D. rhombeus*, *E. brasilianus*, *M. liza*, *C. stigmaticus*, *C. undecimalis*, *M. curvidens* e *G. stomatus* estiveram relacionadas as amostras da parte inferior do Canal 2 (m1); as espécies *Diapterus auratus*, *O. palometa*, *S. greeleyi*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus*, *S. marina*, *A. marinii*, *A. brasiliensis*, *L. piquitinga*, *L. alexandrei*, *A. lineatus*, *S. testudineus*, *E. argenteus*, *S. timucu*, e *S. barracuda* apresentaram maiores abundâncias na parte inferior do canal 1 (t1). Já as espécies *C. boleosoma*, *C. parallelus*, *R. randalli*, *P. reticulata* e *P. vivípara*, apresentando maior abundância na parte superior dos dois canais , t2 e m2 (Figura 6) .

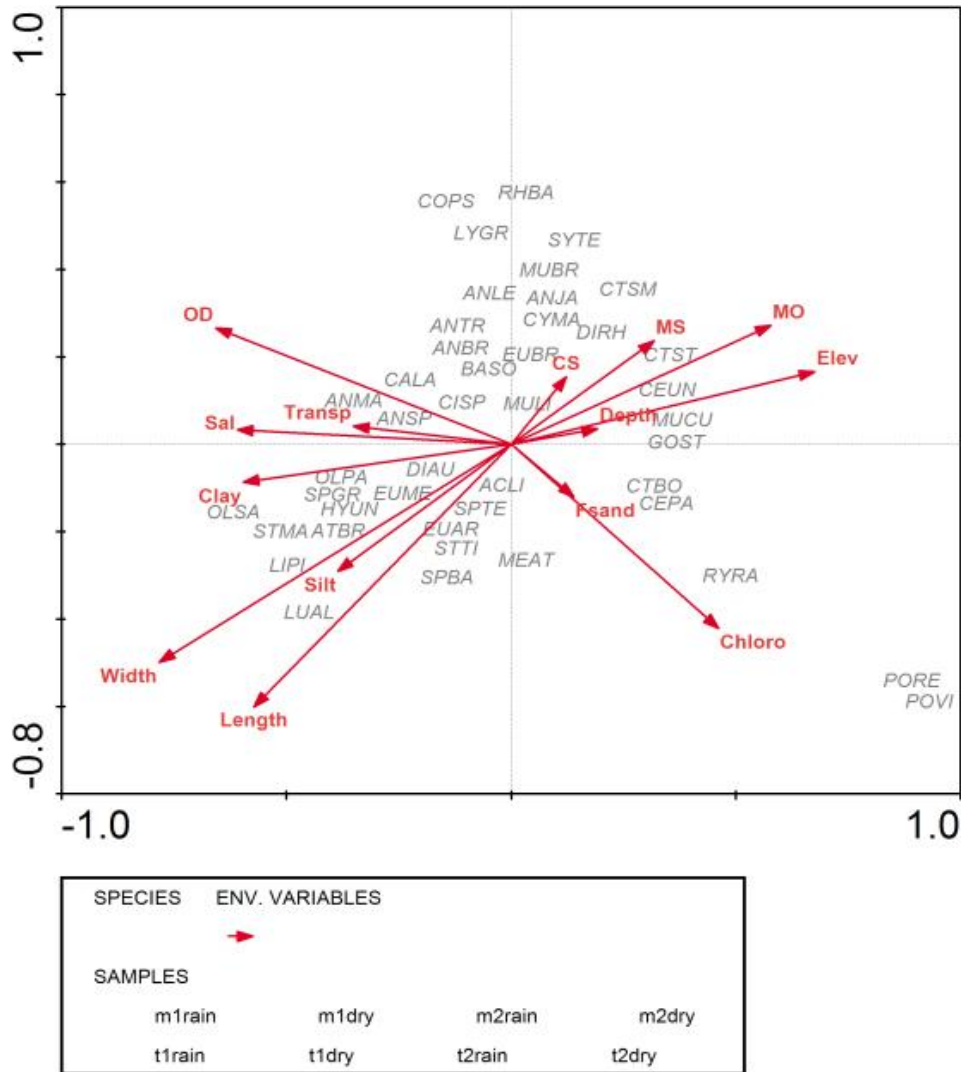
**Tabela 6:** Valores dos eixos da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da biomassa em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1);m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2) ao longo do período estudado; Fatores ambientais e seus respectivos valores de significância (p): Salinidade, transparência, profundidade, oxigênio dissolvido, clorofila, largura, comprimento, elevação, Matéria orgânica salinidade (MO), CS (areia grossa), MS (areia média) e, areia fina (Fsand), silte e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB.

| Correlation matrix                   | Axes            |       |       |
|--------------------------------------|-----------------|-------|-------|
|                                      | 1               | 2     |       |
| Eigenvalues                          | 0.43            | 0.29  |       |
| Species environment correlations     | 0.91            | 0.85  |       |
| Cumulative % variance Species data   | 6.90            | 11.60 |       |
| Species-environment relation         | 27.20           | 45.60 |       |
| Sum of all unconstrained eigenvalues | 6.29            |       |       |
|                                      | <i>p values</i> |       |       |
| <i>Salinity</i>                      | 0.002           | -0.56 | 0.03  |
| <i>Transparency</i>                  | 0.002           | -0.32 | 0.04  |
| <i>Depth</i>                         | 0.002           | 0.18  | 0.03  |
| <i>OD</i>                            | 0.002           | -0.60 | 0.23  |
| <i>Chloro</i>                        | 0.002           | 0.42  | -0.36 |
| <i>Width</i>                         | 0.002           | -0.71 | -0.42 |
| <i>Elevation</i>                     | 0.002           | 0.62  | 0.14  |
| <i>Length</i>                        | 0.002           | -0.52 | -0.51 |
| <i>MO</i>                            | 0.002           | 0.53  | 0.23  |
| <i>CS</i>                            | 0.002           | 0.11  | 0.13  |
| <i>MS</i>                            | 0.008           | 0.29  | 0.20  |
| <i>Fsand</i>                         | 0.002           | 0.13  | -0.10 |
| <i>Silt</i>                          | 0.006           | -0.35 | -0.25 |
| <i>Clay</i>                          | 0.002           | -0.54 | -0.07 |





**Figura 5:** Análise CCA (Análise de Correspondência Canônica) da biomassa em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1); m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2) para o período seco e chuvoso; Fatores ambientais: largura, comprimento, elevação, salinidade clorofila, oxigênio dissolvido (OD), MS (areia média) e CS (areia grossa), areia fina (Fsand) e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB.



**Figura 6:** Análise CCA (Análise de Correspondência Canônica) da composição em razão das Zonas; t1(zona inferior Canal 1), t2(zona superior Canal 1); m1(zona inferior Canal 2), m2 (zona superior Canal 2) para o período seco e chuvoso; Fatores ambientais: largura, comprimento, elevação, salinidade clorofila, oxigênio dissolvido (OD), MS (areia média) e CS (areia grossa), areia fina (Fsand) e argila. Estuário do rio Mamanguape, PB. As abreviações foram elaboradas a partir das duas primeiras letras da família e do epíteto específico.

## 4 Discussão

Os resultados das amostragens realizadas nas duas camboas do estuário do rio Mamanguape indicaram que a geomorfologia dos canais, bem como a proximidade de conexão destes com o canal principal, influenciaram a composição e abundância das assembleias de peixes. Tais resultados foram evidenciados pela Análise de Correspondência Canônica, quando as variáveis como largura e comprimento do canal, elevação e profundidade foram selecionadas como preditoras por essa análise.

Dessa maneira assume-se uma conexão entre estruturas geomorfológicas e ecológicas, na qual a forma da paisagem pode destacar-se como determinante na estruturação das assembleias de peixes. Estudos focados na geomorfologia têm demonstrado padrões na densidade dos peixes em relação à posição espacial das paisagens marinhas (HOOD, 2002), sobretudo baseados em características como: a distância da boca do estuário (BELL; STEFFE; WESTOBY, 1988), a distância das áreas de alimentação (PITTMAN et al., 2007), volume (profundidade, extensão e largura), áreas de fronteira (KNEIB, 1997) bem como a presença de diferentes de habitats adjacentes (NAGELKERKEN et al., 2015).

Os canais estudados exibiram uma diferenciação espacial quanto ao gradiente físico-químico, no qual as zonas inferiores exibiram uma maior salinidade, maior concentração de OD e transparência da água em relação as zonas superiores. Dessa forma, a diferenciação entre as zonas pode estar conectada com forças hidrodinâmicas relacionadas com a maior influência do fluxo de maré, que por sua vez torna as zonas inferiores das camboas mais similares ao canal principal.

Tais características podem explicar a maior abundância de peixes juvenis e larvas em comparação com as porções superiores. Esses resultados são corroborados pelo estudo apresentado por Murchie et al (2015), para um estuário tropical nas Bahamas, que observaram que as características físico químicas tornam as áreas próximas a conexão das camboas com os estuários mais acessíveis a uma ampla diversidade de espécies de peixes com diferentes tamanhos.

Outro fator que pode estar associado a tal padrão, refere-se aos movimentos dos peixes juvenis em relação aos fatores ambientais registrados ao longo dos canais estudados. Nossos resultados indicaram uma diminuição da abundância conforme a depleção da concentração do

oxigênio dissolvido, indicando que condições de hipóxia influenciam profundamente a presença tal como os movimentos das larvas e juvenis. Os estudos de Tzeng e Wang (1992), em um estuário tropical de Taiwan, também evidenciaram esse padrão.

No presente estudo, a abundância de peixes também reduziu significativamente em relação ao decréscimo nos valores de salinidade, indicando que as larvas são predominantes em águas com um alto teor salino e bem oxigenadas, não estando presentes em zonas de baixa salinidade e OD, conforme caracterizaram-se as porções superiores dos canais estudados. Estes atributos físico-químicos, baixa salinidade e hipóxia, poderiam estar associados a elevada mortalidade das larvas presentes nas áreas menos salinas. A dominância dos indivíduos de *C. boleosoma*, nas porções superiores das camboas, bem como das espécies dulcícolas *P. vivipara* e *P. reticulata* estariam associados a esse evento, dado a elevada capacidade osmorregulatória inerentes a estas espécies (JIN et al., 2010).

De acordo com Allen (2007), além das condições físico-químicas e a maior complexidade das áreas intertidais em relação ao canal principal, a estrutura física diferente entre camboas permite que distintas assembleias possam ser registradas. A largura do canal, que proporciona melhores condições de conexão entre a camboa e o canal, destacou-se como condicionante estrutural importante nos atributos das assembleias de peixes no estuário estudado.

Uma maior abundância e riqueza no Canal 1, caracterizado por apresentar maior largura e abertura dessa conexão, permite uma maior taxa de colonização por parte dos peixes nessa camboa. A maior riqueza reflete-se também no número de indivíduos piscívoros registrados nesse local, a exemplo de *S. marina*, *L. alexandrei*, *S. timucu* e *S. barracuda*, que aproveitam a abundância desses recursos e contribui assim para um efeito positivo na diversidade (RICKLEFS, 2010).

O volume de água que entra em cada camboa durante a maré enchente, bem como a complexidade do canal (meandros e bifurcações) são fatores de destaque nos padrões relacionados a uma grande abundância e diversidade dos peixes (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; MICHIO FUKUSHIMA, 2001; WOOTTON, 1992). Alguns autores destacam a importância dos diferentes sistemas de canais na composição das assembleias de peixes em estuários temperados australianos (PEASE, 1999; ROY et al., 2001; SAINTILAN, 2004) e americanos (ALLEN et al., 2007; WALTERS et al., 2003).

Sob uma abordagem topográfica, estudos ratificam que a área inundada na camboa está associada a medidas geomorfométricas relacionadas ao volume de água (profundidade, largura e comprimento do canal), que são determinantes na distribuição dos peixes, uma vez que grandes massas de água tem a capacidade de atrair e suportar grandes densidades de cardumes (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; PEASE, 1999). Assim, as maiores extensões, tais como as observadas no Canal 1, apresentam uma correlação positiva entre riqueza de espécies e área inundada.

Essas extensões mais amplas podem exibir uma maior disponibilidade de microhabitats, ofertando uma maior quantidade de recursos a serem explorados pelos peixes juvenis. Desta maneira o Canal 1, bem como a zona inferior, apresenta uma maior capacidade de suporte para as assembleias de peixes.

Diversos autores sugerem que canais heterogêneos destacam-se como mais diversos e densos em ambientes costeiros rasos (MCIVOR; ODUM, 1988; ROZAS; ZIMMERMAN, 2000). Tal padrão também foi observado entre pequenos e grandes estuários por Chapman e Kramer (1999), Pease (1999) e Saintilan (2004). Por sua vez, Desmond e Williams (2000) apontam que estas diferenças também repercutem entre canais de dimensões distintas. Nestasamboas ainda considera-se que os canais adjacentes também são relativos a área. Assim, quanto maior o número de ramificações, maior a área e o número habitats ofertados. Dessa forma, para os estuários tropicais a geomorfologia do canal também é um fator importante para explicar a seleção do tipo de habitat pelas espécies, principalmente em uma pequena escala espacial (NEVES et al., 2013).

A variação tidal também é um fator ambiental limitante na estruturação e dispersão das espécies de peixes e invertebrados, principalmente por atuar nas flutuações da salinidade, pois tendem a restringir o uso, a distribuição e a persistência dos indivíduos nas camboas (ALLEN et al., 2007; DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000; HOLLAND et al., 2004; WALTERS et al., 2003). Esses mesmos autores ainda apontam que as maiores densidades de peixes são encontradas em zonas com baixa correnteza e com fluxos de maré lento, condizente com as características da parte inferior do Canal 1.

Dessa forma, conforme apontado por Saintilan (2004), a largura das conexões dos canais influencia nessa dinâmica, sendo de suma importância para a distribuição e abundância. Uma vez que as condições químicas e geológicas influenciadas pelo ciclo das

marés, permitem a conectividade entre os ambientes estuarinos por parte dos peixes. Canais com aberturas largas permitem que uma maior densidade de ovos e larvas de peixes consigam mover-se mais facilmente para o interior das camboas.

Por sua vez, Desmond e Williams (2000) atribuiu uma grande riqueza de espécies de peixes nas zonas próximas a conexão com o canal principal, pelo fato destas zonas apresentaram um tempo de inundação mais estendido, onde a cunha salina permanece por um tempo prolongado, ratificando as menores variações salinas nas zonas inferiores encontradas neste estudo.

Nesse estudo observou-se que espécies formadoras de cardume como *A. brasiliensis*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus* e *R. bahiensis*, foram dominantes, sobretudo nas zonas inferiores dos canais devido a duas características: estabilidade da salinidade e composição do substrato. Nessa área estuarina os ciclos tidais permitiriam um melhor acesso aos recursos disponíveis, conforme ressaltado por Tzeng e Wang (1992).

Outro ponto importante refere-se à similaridade da salinidade da parte inferior das camboas à do canal principal, e que portanto, não afetaria os cardumes de juvenis de espécies eurihalinas, permitindo o suporte destas populações nessas áreas (CHAVES; VENDEL, 1997; CLARK; PESSANHA, 2015; GNING et al., 2010; NEVES et al., 2006). Os movimentos tidais são extremamente importantes para peixes, pois com do aumento da área alagada os peixes têm maior acesso a outros recursos localizados além da área da franja do manguezal (MORTON; POLLOCK; BEUMER, 1987).

Com relação ao substrato, os sedimentos arenosos que formam extensas áreas na parte inferior das camboas, permitiriam maior acesso aos recursos alimentares.

No caso de *A. brasiliensis*, estudos tem destacado o padrão de distribuição fortemente conectado com bancos deposicionais de sedimento arenoso, uma vez que tal substrato tem sido relacionado como local favorável para a reprodução (deposição dos ovos) e consumo dos recursos alimentares acumulados nesse tipo de substrato (FRANÇA et al., 2007; NEVES et al., 2006; RIBEIRO; MOLINA, 2013).

Quanto ao *E. melanopterus*, os indivíduos presentes nessa área, predam eficientemente Cyclopoida, Calanoida, Ostracoda e Nematoda, os quais são de suma importância sobretudo para indivíduos pequenos presentes nessa camboa (Figueiredo e Pessanha, 2015, *in press*).

Outros trabalhos apontam para uma relação estreita entre substrato arenoso e o consumo de presas por espécies zoobentófagas (GNING et al., 2010; REIS; KULLANDER; FERRARIS, 2003). O estudo realizado por Allen (2007) indicou que a distribuição dos recursos alimentares correlaciona-se positivamente com características geomorfológicas ligadas as áreas de borda do canal e a complexidade (presença de raízes bancos de areia), onde camboas com extensas áreas intertidais ofertam uma grande quantidade de invertebrados bentônicos, microalgas e crustáceos planctônicos, consistindo em um local de alimentação (FRANCO et al., 2012; VISINTAINER; BOLLENS; SIMENSTAD, 2006).

A distinção de três assembleias evidentes pela Análise de Correspondência Canônica torna visível a importância do espaço para organização dessas assembleias. Na zona inferior do Canal 1, os fatores abióticos que apresentaram maior correspondência com as assembleias de peixes foram a largura, o comprimento, oxigênio dissolvido, salinidade transparência, argila e silte.

Nessa perspectiva, espécies como *Diapterus auratus*, *O. palometa*, *S. greeleyi*, *E. melanopterus*, *H. unifasciatus*, *S. marina*, *A. marinii*, *A. brasiliensis*, *L. piquitinga*, *L. alexandrei*, *A. lineatus*, *S. testudineus*, *E. argenteus*, *S. timucu*, e *S. barracuda* apresentaram maior relação com tais fatores. Essas espécies, classificadas como eurihalinas, conseguem adaptar-se mais facilmente as características físicas e químicas instáveis das massas d'água dessa região do canal, graças a alta capacidade osmorregulatória (PRODOCIMO; FREIRE, 2006).

Um segundo grupo indicado no diagrama de ordenação da CCA foi formado por amostras a zona inferior do canal 2, tendo grande correlação com o teor de matéria orgânica, a areia grossa e areia média. Nestas locais espécies como: *R. bahiensis*, *S. tessellatus*, *M. brevirostris*, *C. smaragdus*, *A. januaria*, *C. macrops*, *D. rhombeus*, *E. brasilianus*, *M. liza*, *C. stigmaticus*, *C. undecimalis*, *M. curvidens* e *G. stomatus* destacaram-se com uma maior correlação com esse ambiente.

Nesse contexto é possível identificar grupos cuja distribuição reflete uma alta associação com a composição e padrão do substrato. Os Mugilideos (*M. brevirostris*, *M. liza* e *M. curvidens*) segundo apontam Mwandya et al. (2010) são espécies cujo os indivíduos juvenis apresentam alta associação com áreas de mangue para forragear em virtude do microfitobentos presente sob sedimento lamoso. Essa mesma característica também pode ser

associada para os representantes dos gobídeos (JIN et al., 2007, 2010). A dominância destas famílias é um padrão recorrente em vários estuários, onde canais de maré são dominados por poucas *taxa* residentes detritívoras que são fundamentais como base para a cadeia trófica, disponibilizando nutrientes do sedimento para a coluna d'água (DESMOND; ZEDLER; WILLIAMS, 2000).

Outro padrão nas assembleias de peixes evidenciada pela CCA, refere-se as zonas superiores dos canais amostrados (t2 e m2). Neste estudo, fatores ambientais como profundidade, clorofila *a* e areia fina foram os que melhor caracterizaram a estrutura das assembleias nestes ambientes. Ao que se refere a composição, o uso destes habitats foi restrito a poucas espécies, das quais *C. boleosoma* evidenciou-se como dominante numericamente, devido à forte associação desta espécie com locais de sedimento fino, profundos, turvos e altamente produtivos (canais cercados por vegetação de mangue) (GREENFIELD; JOHNSON, 1999; YANG; WILLIAMS; LEE, 2003). Por sua vez, a presença de *P. reticulata* e *P. vivípara*, pode estar relacionada ao fato de que a ordem Cyprinodontiforme apresentar hábito alimentar oportunista bem como alta tolerância a baixa oxigenação, estando presentes em águas dulcícolas ou salobras (ARAÚJO et al., 2009), sendo tais características condizentes com as áreas superiores, onde há diluição.

Os resultados desse trabalho também apontam a importância dos canais nos estuários atuarem como áreas de berçário (NAGELKERKEN et al., 2015). Nas duas camboas pode-se observar que *C. boleosoma*, *E. melanopterus* e *A. brasiliensis* apresentaram pequenos indivíduo juvenis ao longo de todo período estudado, e dessa maneira, ratifica-se o papel de tais camboas como zonas de berçário para estas espécies (FELIX et al., 2006; FRANÇA et al., 2007; ROZAS; ZIMMERMAN, 2000).

Com relação a *C. boleosoma*, os menores indivíduos foram registrados na parte superior dos canais, as quais são porções mais estreitas e onde foram registradas águas mais turvas, com alto teor de matéria orgânica e Clorofila -a. Tal padrão também foi observado nos estudos de Jin et al. (2007), Allen (2007) e McIvor e Odum (1988), onde a família Gobiidae foi recorrente em camboas pequenas, estreitas e com perfil seccional inclinado. Estes locais segundo Wasserman (2012) são característicos para tal *taxon* por apresentarem alta disponibilidade de alimento. Essas áreas, por sua vez, possuem o substrato densamente ocupadas por bancos de diatomáceas, as quais são responsáveis pelas altas concentrações de



clorofila *a* (JIN et al., 2007; LETOURNEUR et al., 2001). Todo esse microfitobentos representa, portanto, um hábitat ideal para o ciclo de vida estes indivíduos, uma vez que tais tapetes verdes representam um importante recurso trófico para a família Gobiidae (YANG; WILLIAMS; LEE, 2003).

Já na parte inferior das camboas, há um maior acesso dos peixes juvenis a microhabitats, como os pneumatóforos, que funcionam como áreas de refúgio e alimentação, principalmente para juvenis, que tentam fugir dos predadores (MUMBY et al., 2004; ROBERTSON; DUKE, 1987). Tais características foram importantes nas zonas mais baixas da camboa, quando uma alta abundância de peixes nessa fase do ciclo de vida foi registrada. Toda uma heterogeneidade e uma grande disponibilidade de recursos, acarretam em maior número de nichos que podem ser explorados, suportando assim uma maior diversidade de espécies se comparadas com ambientes mais homogêneos (KNEIB, 1997; ROZAS; MCIVOR; ODUM, 1988; WALTERS et al., 2003). Esses microhabitats possibilitam o estabelecimento de diversos invertebrados associados as macroalgas e raízes de mangue, funcionando como um atrativo de recursos alimentares para os peixes juvenis (NANJO et al., 2014).

## 5 Conclusão

Os resultados desse estudo apontaram que a geomorfologia do canal exerce influência na abundância e na composição das espécies, que selecionam os locais com menores variações físico-químicas e de grande disponibilidade de recursos, sendo largamente utilizados por migrantes tidais e indivíduos menores residentes, como locais importantes para completarem seu ciclo de vida. Dessa forma a geomorfologia estaria diretamente ligada a função do habitat, correlacionando-se com os recursos que podem estar disponíveis para as assembleias, bem como no particionamento dos mesmos.

Dentre as variáveis geomorfológicas analisadas, destacaram-se extensão, largura e profundidade. Assim, foi evidenciado que o canal 1 por ser mais extenso, tem a capacidade de abrigar maiores valores desses parâmetros das assembleias de peixes. Além disso, a parte inferior dos canais, por conectarem-se com canal principal, também destaca-se com maiores registros desse parâmetro quando comparadas a parte superior. Esta por sua vez, possui uma assembleia bem representada pelos gobiídeos (em especial *C. boelosoma*), que possui uma associação com menores salinidades e concentração de oxigênio dissolvido.

## 6 Referências Bibliográficas

- ALLEN, D. M.; HAERTEL-BORER, S. S.; MILAN, B. J.; BUSHEK, D.; DAME, R. F. Geomorphological determinants of nekton use of intertidal salt marsh creeks. **Marine Ecology Progress Series**, v. 329, p. 57–71, 2007.
- ANDERSON, M.; BRAAK, C. T. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, v. 73, n. 2, p. 85–113, jan. 2003.
- ANDERSON, T. W. Predator responses, prey refuges, and density-dependent mortality of a marine fish. **Ecology**, v. 82, n. May 1974, p. 245–257, 2001.
- ARAÚJO, F.; PEIXOTO, M. G.; PINTO, B. C. T.; TEIXEIRA, T. P. Distribution of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1860) and *Phalloceros caudimaculatus* (Hensel, 1868) along a polluted stretch of the Paraíba do Sul River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 1, fev. 2009.
- BAXTER, C. V.; HAUER, F. R. Geomorphology, hyporheic exchange, and selection of spawning habitat by bull trout (*Salvelinus confluentus*). **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 57, n. 7, p. 1470–1481, 2000.
- BELL, J. D.; STEFFE, A. S.; WESTOBY, M. Location of seagrass beds in estuaries: effects on associated fish and decapods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 122, n. 2, p. 127–146, out. 1988.
- BINSONG, J.; XU, W.; GUO, L.; CHEN, J.; FU, C. The impact of geomorphology of marsh creeks on fish assemblage in Changjiang River estuary \*. v. 32, n. 2, p. 469–479, 2014.
- BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Ecology of sandy shores: 1-328** Elsevier, Amsterdam, , 1990.
- CHAVES, P. DE T. DA C.; VENDEL, A. L. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 81–89, 1997.
- CLARK, F. J. K.; PESSANHA, A. L. M. Diet and ontogenetic shift in habitat use by *Rhinocardinia bahiensis* in a tropical semi-arid estuary, north-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 01, p. 175–183, 2015.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. An approach to statistical analysis and interpretation. **Change in Marine Communities**, v. 2, 1994.
- D'AMBROSIO, J. L.; WILLIAMS, L. R.; WITTER, J. D.; WARD, A. Effects of geomorphology, habitat, and spatial location on fish assemblages in a watershed in Ohio, USA. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, n. 1-4, p. 325–341, 2009.
- DESMOND, J. S.; ZEDLER, J. B.; WILLIAMS, G. D. Fish use of tidal creek habitats in two southern California salt marshes. **Ecological Engineering**, v. 14, n. 3, p. 233–252, 2000.
- FELIX, F. C.; SPACH, H. L.; HACKRADT, C. W.; MORO, P. S.; ROCHA, D. C. Abundância sazonal e assembléia de peixes em praias estuarinas da Baía de Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, n. 1, p. 35–47, 2006.

FIGUEIREDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1978.

FIGUEIREDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: VI. Teleostei (5)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2000.

FIGUEREIDO, J.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil III. Teleostei (2)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.

FRANÇA, E. J.; SEVERI, W.; CASTRO, M. F.; MEDEIROS, T. N.; EL-DEIR, A. C. A. Description of *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) (Atheriniformes: Atherinopsidae) larvae from the Jaguaribe River estuary, Itamaracá island, Northeastern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 5, n. 3, p. 369–374, set. 2007.

FRANCO, T. P.; NEVES, L. M.; TEIXEIRA, T. P.; ARAÚJO, F. G. Patterns of spatial distribution of five species of mojarras (Actinopterygii: Gerreidae) in a small tropical estuary in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, n. 05, p. 1217–1225, 2012.

FUKUSHIMA, M. Salmonid habitat -geomorphology relationships in lowgradient streams. **Ecology**, v. 82, n. 5, p. 1238–1246, 2001.

GNING, N. Le Loc'h, F.; THIAW, O. T.; ALIAUME, C.; VIDY, G. Estuarine resources use by juvenile Flagfin mojarra (*Eucinostomus melanopterus*) in an inverse tropical estuary (Sine Saloum, Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 86, n. 4, p. 683–691, 2010.

GRANADOS-DIESELDORFF, P.; BALTZ, D. M. Habitat use by nekton along a stream-order gradient in a Louisiana estuary. **Estuaries and Coasts**, v. 31, n. 3, p. 572–583, 2008.

GREENFIELD, D. W.; JOHNSON, R. K. Assemblage structure and habitat associations of western Caribbean gobies (Teleostei: Gobiidae). **Copeia**, p. 251–266, 1999.

HETTLER JR, W. F. Nekton use of regularly-flooded saltmarsh cordgrass habitat in North Carolina, USA. **Marine ecology progress series. Oldendorf**, v. 56, n. 1, p. 111–118, 1989.

HOLLAND, A. F.; SANGER, D.M.; GAWLE, C. P.; LERBERG, S. B.; SANTIAGO, M. S.; RIEKERK, G. H. M.; ZIMMERMAN, L. E.; SCOTT, G. I. Linkages between tidal creek ecosystems and the landscape and demographic attributes of their watersheds. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 298, n. 2, p. 151–178, 2004.

HOOD, W. G. Landscape allometry: from tidal channel hydraulic geometry to benthic ecology. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 59, n. 8, p. 1418–1427, 2002.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphoLOGY. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275, 1945.

JIN, B.; FU, C.; ZHONG, J.; LI, B.; CHEN, J.; WU, J. Fish utilization of a salt marsh intertidal creek in the Yangtze River estuary, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 73, n. 3-4, p. 844–852, 2007.

- JIN, B.; QIN, H.; XU, W.; WU, J.; ZHONG, J.; LEI, G.; CHEN, J.; FU, C. Nekton use of intertidal creek edges in low salinity salt marshes of the Yangtze River estuary along a stream-order gradient. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 88, n. 3, p. 419–428, jul. 2010.
- KNEIB, R. T. The role of tidal marshes in the ecology of estuarine nekton. **Oceanography and Marine Biology**, v. 35, p. 163–220, 1997.
- KNEIB, R. T.; SCHEELE, C. E. H. Does tethering of mobile prey measure relative predation potential? An empirical test using mummichogs and grass shrimp. **Marine Ecology Progress Series**, v. 198, p. 181–190, 2000.
- KRAMER, D. L.; CHAPMAN, M. R. Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function. **Environmental Biology of Fishes**, v. 55, p. 65–79, 1999.
- LETOURNEUR, Y. DARNAUDE, A.; SALEN-PICARD, C.; HARMELIN-VIVIEN, M. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean soft-bottom area (Gulf of Fos, France). **Oceanologica Acta**, v. 24, n. 3, p. 273–285, maio 2001.
- MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Biological diversity: frontiers in measurement and assessment**. [s.l.] Oxford University Press, 2011.
- MCIVOR, C. C.; ODUM, W. E. Food, Predation Risk, and Microhabitat Selection in a Marsh Fish Assemblage. **Ecology**, 1988.
- MCIVOR, C. C.; ROZAS, L. P. Direct nekton use of intertidal saltmarsh habitat and linkage with adjacent habitats: a review from the southeastern United States. 1996.
- MENEZES, N.; FIGUEREIDO, J. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil IV. Teleostei (3)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.
- MENEZES, N.; FIGUEREIDO, J. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4)**. São Paulo - SP: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1985.
- MORTON, R. M.; POLLOCK, B. R.; BEUMER, J. P. The occurrence and diet of fishes in a tidal inlet to a saltmarsh in southern Moreton Bay, Queensland. **Australian Journal of Ecology**, v. 12, p. 217–237, 1987.
- MUMBY, P. J.; EDWARDS, A. J.; ARIAS-GONZÁLEZ, J. E.; LINDEMAN, K.C.; BLACKWELL, P.G.; GALL, A.; GORCZYNSKA, M. I.; HARBORNE, A.R.; PESCOD, C. L.; RENKEN, H.; WABNITZ, C. C. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. **Nature**, v. 427, n. 6974, p. 533–536, 5 fev. 2004.
- MURCHIE, K. J.; DANYLCHUK, S. C.; DANYLCHUK, A. J.; COOKE, S. J. Fish Community and Habitat Assessments of Three Adjacent Tidal Creeks on Cape Eleuthera, The Bahamas. **American Fisheries Society Symposium**, p. 67–80, 2015.
- MWANDYA, A. W.; GULLSTRÖM, M.; ANDERSSON, M. H.; ÖHMAN, M. C.; MGAYA, Y. D.; BRYCESON, I. Spatial and seasonal variations of fish assemblages in mangrove creek systems in Zanzibar (Tanzania). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 89, n. 4, p. 277–286, nov. 2010.
- NAGELKERKEN, I.; SHEAVES, M.; BAKER, R.; CONNOLLY, R. M. The seascape

nursery: A novel spatial approach to identify and manage nurseries for coastal marine fauna. **Fish and Fisheries**, v. 16, n. 2, p. 362–371, 2015.

NANJO, K.; KOHNO, H.; NAKAMURA, Y.; HORINOUCI, M.; SANO, M. Differences in fish assemblage structure between vegetated and unvegetated microhabitats in relation to food abundance patterns in a mangrove creek. **Fisheries Science**, v. 80, n. 1, p. 21–41, 11 jan. 2014.

NEVES, L. M.; PEREIRA, H. H.; DA COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G. Uso do manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, pelo peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 421–428, jun. 2006.

NEVES, L. M.; TEIXEIRA, T. P.; FRANCO, T. P.; PEREIRA, H. H.; ARAÚJO, F. G. Fish composition and assemblage structure in the estuarine mixing zone of a tropical estuary: comparisons between the main channel and an adjacent lagoon. **Marine Biology Research**, v. 9, n. 7, p. 661–675, ago. 2013.

NOVAKOWSKI, K. I.; TORRES, R.; GARDNER, L. R.; VOULGARIS, G. Geomorphic analysis of tidal creek networks. **Water Resources Research**, v. 40, n. 5, p. n/a–n/a, 2004.

ONO, Y. Structure of landscape and geomorphology. **Transactions, Japanese Geomorphological Union**, v. 16, p. 195–213, 1995.

PALUDO, D.; KLONOWSKI, V. S. Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros. **Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Caderno nº**, 1999.

PEASE, B. C. A spatially oriented analysis of estuarine and their associated commercial fisheries in New South Wales, Australia. **Fisheries Research**, **42: 67-86**, v. 42, 1999.

PETERSON, G. W.; TURNER, R. E. The value of salt marsh edge vs interior as a habitat for fish and decapod crustaceans in a Louisiana tidal marsh. **Estuaries**, v. 17, n. 1, p. 235–262, 1994.

PETERSON, J. T.; RABENI, C. F. The Relation of Fish Assemblages to Channel Units in an Ozark Stream. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 130, n. 5, p. 911–926, 2001.

PITTMAN, S. J.; CHRISTENSEN, J. D.; CALDOW, C.; MENZA, C.; MONACO, M. E. Predictive mapping of fish species richness across shallow-water seascapes in the Caribbean. **Ecological Modelling**, v. 204, n. 1-2, p. 9–21, maio 2007.

POTTHOFF, M. T.; ALLEN, D. M. Site fidelity, home range, and tidal migrations of juvenile pinfish, *Lagodon rhomboides*, in salt marsh creeks. **Environmental Biology of Fishes**, v. 67, n. 3, p. 231–240, 2003.

PRODOCIMO, V.; FREIRE, C. A. The  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $2\text{Cl}^-$  cotransporter of estuarine pufferfishes (*Sphoeroides testudineus* and *S. greeleyi*) in hypo- and hyper-regulation of plasma osmolality\*. v. 142, p. 347–355, 2006.

- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check list of the freshwater fishes of South and Central America**. [s.l.] Edipucrs, 2003.
- RIBEIRO, E. D.; MOLINA, W. F. Marcada Diferenciação Cariotípica entre as “Manjubas” *Atherinella blackburni* e *A. brasiliensis* (Atheriniformes). **Biota Amazônia**, v. 3, n. 2, p. 40–52, 30 ago. 2013.
- RICKLEFS, R. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
- ROBERTSON, A. I.; DUKE, N. C. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. **Marine Biology**, v. 205, p. 193–205, 1987.
- ROY, P.; WILLIAMS, R. J.; JONES, A. R.; YASSINI, I.; GIBBS, P. J.; COATES, B.; WEST, R. J.; SCANES, P. R.; HUDSON, J. P.; NICHOL, S. Structure and Function of South-east Australian Estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 53, n. 3, p. 351–384, set. 2001.
- ROZAS, L. P.; MCIVOR, C. C.; ODUM, W. E. Intertidal rivulets and creekbanks: corridors between tidal creeks and marshes. **Marine Ecological Progress Series**, v. 47, p. 303–307, 1988.
- ROZAS, L. P.; ZIMMERMAN, R. J. Small-scale patterns of nekton use among marsh and adjacent shallow nonvegetated areas of the Galveston Bay Estuary, Texas ( USA ). v. 193, n. Kneib 1997, p. 217–239, 2000.
- SAINTILAN, N. Relationships between estuarine geomorphology, wetland extent and fish landings in New South Wales estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 4, p. 591–601, 2004.
- SIMENSTAD, C. A.; HOOD, W. G.; THOM, R. M.; LEVY, D. A.; BOTTOM, D. L. Landscape structure and scale constraints on restoring estuarine wetlands for Pacific Coast juvenile fishes. In: **Concepts and controversies in tidal marsh ecology**. [s.l.] Springer, 2002. p. 597–630.
- SNEDDEN, G. A.; CABLE, J. E.; KJERFVE, B. Estuarine Geomorphology and Coastal Hydrology. In: **Estuarine Ecology**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 19–38.
- STRAHLER, A. N. **Quantitative geomorphology of drainage basin and channel networks**. [s.l.: s.n.].
- TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. [s.l.] Ltc Rio de Janeiro, 2005. v. 10
- TZENG, W.-N.; WANG, Y.-T. Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui River, Taiwan. **Marine Biology**, v. 113, n. 3, p. 481–490, jul. 1992.
- UNMACK, P. J. Fish persistence and fluvial geomorphology in central Australia. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 4, p. 653–669, 2001.
- VISINTAINER, T. A.; BOLLENS, S. M.; SIMENSTAD, C. Community composition and diet of fishes as a function of tidal channel geomorphology. **Marine Ecology Progress**

**Series**, v. 321, p. 227–243, 2006.

WALTERS, D. M.; LEIGH, D. S.; FREEMAN, M. C.; FREEMAN, B. J.; PRINGLE, C. Geomorphology and fish assemblages in a Piedmont river basin, U.S.A. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1950–1970, 2003.

WASSERMAN, R. J. Feeding ecology of the early life-history stages of two dominant gobiid species in the headwaters of a warm-temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 109, p. 11–19, 2012.

WOOTTON, R. J. **Fish Ecology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1992.

YANG, K. Y.; WILLIAMS, G. A.; LEE, S. Y. Selective feeding by the mudskipper (*Boleophthalmus pectinirostris*) on the microalgal assemblage of a tropical mudflat. **Marine Biology**, v. 143, n. 2, p. 245–256, 1 ago. 2003.