



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**BRENO SILVA MACÁRIO**

**VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS DE *ATHERINELLA*  
*BRASILIENSIS* EM DOIS BIÓTOPOS EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

**Campina Grande, 2019**

BRENO SILVA MACÁRIO

**VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS DE *ATHERINELLA  
BRASILIENSIS* EM DOIS BIÓTOPOS EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

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

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

**Campina Grande**

**2019**

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

M174v Macário, Breno Silva.

Variações nas condições fisiológicas de *Atherinella brasiliensis* em dois biótopos em um estuário tropical [manuscrito] / Breno Silva Macario. - 2019.

28 p. : il. colorido.

Digitado.

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

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

1. Habitats estuarinos . 2. Ecossistema costeiro. 3. Índice Hepatosomático. I. Título

21. ed. CDD 577.6

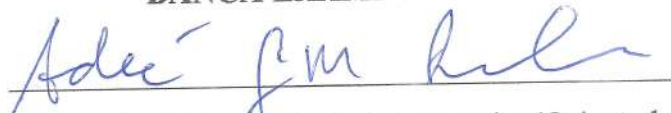
**VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS DE *ATHERINELLA BRASILIENSIS* EM DOIS BIÓTOPOS EM UM ESTUÁRIO TROPICAL**

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

Área de concentração: Ecologia

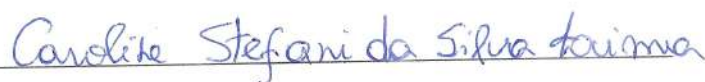
Aprovada em: 10/12/2019.

**BANCA EXAMINADORA**



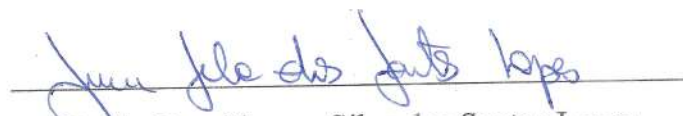
Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha (Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Msc. Caroline Stefani da Silva Lima

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Simone Silva dos Santos Lopes

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos familiares e amigos, por estarem  
sempre comigo, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria primeiramente de agradecer a Deus pelas graças que ele concedeu em minha vida, e foi devido as inúmeras graças que o senhor me proporcionou que hoje estou mais próximo de realizar o meu sonho. Das inúmeras graças que recebi agradeço principalmente as pessoas que o senhor colocou em meu caminho durante a vida, me sinto muito feliz em saber que tenho os melhores pais do mundo, e os melhores amigos que uma pessoa poderia desejar, por isso dou graças a Deus!

As primeiras pessoas que eu gostaria de agradecer, são meus pais Alberlândio (Lito) e Silvana (sig) , pois foram esses que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões ao longo da minha vida, eles sempre estiveram do meu lado, e sempre se sacrificaram por mim e por meus irmão, nunca vou esquecer o quanto eles se sacrificaram por mim. Se hoje eu estou me tornado um professor e por que dentro de casa eu tive os melhores professores da vida. Amo muito vocês, obrigado por tudo!!!

Agradeço aos meus irmãos, Bruno (ronck) e Larissa (amigo), por serem sempre meus companheiros e por sempre me estimularem, as vezes brigamos e vocês amam tirar onda da minha cara, mas amo vocês meus irmãos, a vida é bem mais divertida com vocês perto de mim. Muito obrigado por me aturarem e agradeçam também por eu aturar vocês (kkkkkk).

Agradeço aos meus avós, principalmente aos meus avós maternos, vovô Antônio e vovó Beatriz, por toda ajuda, paciência e incentivo ao longo de toda minha vida escolar e acadêmica.

Agradeço aos meus velhos amigos que sempre estiveram comigo, Emerson (Caxito), José Roberto (Betin) e Aluizia, por sempre estarem de braços aberto para mim quando eu preciso, por ouvirem meus problemas (Aluizia), por jogar um lolzinho toxico comigo (caxito kkkk) e por me proporcionar as melhores resenhas futebolísticas (Betin).

Agradeço aos meus professores, foram muitos que me marcaram e foram eles que sempre me estimularam e inspiraram a minha escolha, agradeço em especial a Tia Patrícia, da alfabetização pois foi a primeira pessoa a acreditar em mim como aluno, agradeço aos meus professores do ensino médio, Quiel e Juliana que só aumentaram minha paixão pelas ciências da vida e muito graças a eles hoje posso trilhar o mesmo caminho que eles. E a os meus professores da graduação: André, Simão, Simone, Adriane, Cibelle, Silvana, Sérgio, Joseline e Alberto.

Agradeço aos meus colegas de turma, por terem me proporcionado muitos momentos divertidos durante toda a graduação, obrigado Anna Cunha, Anna Lívia, Ana Carla, Ana Cláudia, Brunna, Bruno, Lauriston, Manuela, Leticia, Maria Eduarda, Valeska, Rebeca, Maria, Aryadne, Ayrton, Suney, Erick e os que não continuaram, Lucas, Renan e Cris, obrigado por tudo!!. Mas também gostaria de deixar um agradecimento especial para os Los BROTHERS originais, obrigado por serem meus amigos ao longo de todo esse tempo, principalmente vocês meninas, Brunna, Duda, Valeska e Anna Lívia, vocês são incríveis!!!

Agradeço aos amigos que o curso e a UEPB me trouxeram, obrigado aos amigos, Venâncio, Mateus Bernardo, Ana Vitória, Genil, Mônica, Maylla, Vitoria, Mateus (BOB), Matinho e Lidiane. Obrigado por de algum modo terem contribuído com boas risadas e boas conversas.

Agradeço também aos meus amigos biólogos queimadenses, por sempre tornarem as viagens diárias mais divertidas, obrigado amigos: Léo, Túlio, Tália, Mateus, Eumarquizey, Camila, Daísa, Camila Maria, Neco, Valeska, Luan, Erlâiny e Elisa.

Gostaria de agradecer ao pessoal do laboratório de biologia molecular, desde de Simone, que além de ter sido a melhor professora de genética que tive, também foi muito paciente pra se dá com dois ecólogos desastrados como eu e big big. Agradeço muito aos meninos, principalmente Lucas, Thuane e Julia por terem nos ensinado e nos ajuda sempre que precisamos, até nas férias, obrigado meninos!! Ah, não posso de agradecer a Silvana, por sempre nos ajudar e sempre está disponível e sempre nos receber bem.

Gostaria de agradecer ao meu Orientador, professor André Pessanha, que foi mais que um simples orientador, foi um professor incrível, uma grande inspiração e acima de tudo um grande amigo, a quem tenho muito carinho e sei que poderei contar sempre com sua paciência e alegria para melhor meu dia e de meus colegas de laboratório. Muito obrigado André por ser o melhor pai científico que qualquer graduando gostaria de ter, espero um dia ser tão bom profissional e como pessoa, assim como o senhor, muito grato por tudo!

E por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amados colegas de laboratório, por terem me proporcionado os melhores momentos da graduação, por serem meus amigos, por me ajudarem com tudo que precisei, por fazer meus dias mais felizes, obrigado a vocês por tudo, Adailton (Ada), Maraísa (Mara), Adara, Genielyson

(Gegê), Éden (cozinha) e seu pouco juízo, Manú, Malú, Carol, Lili, Natalice, Renally, Rill, Karen, Zé Carlos, Diele nossa Lady do lep, Maísinha, Bia, Leticia, Henrique, Fernandinho, Fernandão, Whitney, Cassiano, Lucas (big big) e sua organização, Beth, Ronnie, Lauriston, Viviane, Gita, Renato e Stéphanie (tefinha), e gostaria de agradecer em especial a Iris e Maysa por serem minhas companheiras fies e que estão sempre comigo e sei que sempre poderei contar com. E gostaria também de agradecer em especial a Juan e Alexandre por terem me recrutado para esse cardume que amo tanto. E é por isso que posso dizer obrigado a todos vocês, amo muito vocês!



## Sumário

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2- METODOLOGIA</b> .....	12
<b>2.1 Área de estudo</b> .....	12
<b>2.2 Captura e processamento das amostras</b> .....	13
<b>2.3 Índice hepatossomático (HSI)</b> .....	14
<b>2.4 Extração e quantificação do material genético</b> .....	14
<b>2.5 Análises estatísticas</b> .....	15
<b>3- RESULTADOS</b> .....	16
<b>3.1 Estrutura de tamanho e biomassa</b> .....	16
<b>3.2 Índice hepatossomático (HSI) e quantificação do material genômico</b> .....	17
<b>3.3 Análise de componentes principais</b> .....	19
<b>4-DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5-CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24

## VARIAÇÕES NAS CONDIÇÕES FISIOLÓGICAS DE *ATHERINELLA BRASILIENSIS* EM DOIS BIÓTOPOS EM UM ESTUÁRIO TROPICAL

Breno Silva Macário

### RESUMO

Sistemas estuarinos são ecossistemas costeiros caracterizados por altas taxas de produtividade biológica e grande complexidade estrutural, devido a sua heterogeneidade de habitats, tornando esses ecossistemas importantes ambientes para o processo de recrutamento de diferentes espécies de organismos. Populações de peixes utilizam esses diferentes habitats como áreas para alimentação, crescimento e reprodução, e assim a qualidade como a quantidade desses ambientes, atuam de forma direta nas relações tróficas e também no bem-estar fisiológico das espécies. O presente trabalho foi desenvolvido no intuito de avaliar o efeito de dois biótopos estuarinos sobre as condições fisiológicas do peixe-rei *A. brasiliensis*, uma espécie de ampla distribuição na costa brasileira. Para isso foram coletados exemplares do peixe-rei em dois biótopos de um estuário tropical (bancos de fanerógamas marinhas e planícies de maré lamosa) utilizando uma rede de arrasto. Posteriormente todos os indivíduos coletados foram armazenados em gelo e trazidos para o laboratório, onde os indivíduos foram pesados e medidos. Para avaliar o bem-estar dos peixes na utilização dos biótopos foi calculado o índice Hepatosomático (HSI) e identificar diferenças na concentração do material genético foi realizado a quantificação do conteúdo de DNA genômico. Para essas análises foram utilizados o peso do fígado e porções de músculo dorsal dos peixes, respectivamente. Um total de 132 indivíduos foi capturado (103 na Planície de Maré e 29 no Banco de Fanerógamas), sendo estes representados em sua maioria por indivíduos juvenis. Os maiores conteúdos de DNA foram registrados para as amostras dos indivíduos do banco das fanerógamas e do HSI nos indivíduos da Planície de Maré, sendo que tais diferenças não foram significativas. Entretanto, quando analisados por tamanho, somente HSI apresentou diferenças significativas, os maiores valores sendo registrados para os juvenis. A Análise de Componentes explicou 82,2% da variabilidade dos dados, com o PC1 relacionado com os diferentes tamanhos e o PC2 explicando a separação das amostras codificadas por biótopo. Os nossos resultados apontaram para uma redução dos valores do HSI e do conteúdo total de DNA genômico para *A. brasiliensis* conforme a espécie atinge seu estágio reprodutivo. Também observamos uma separação espacial entre juvenis e adultos nos biótopos, essa separação seria em consequência a disponibilidade de recursos de cada biótopo, onde os adultos tendem a buscar ambientes mais complexos, como o banco de fanerógamas e os juvenis se agruparam em maior abundância nas planícies de maré devido a maior disponibilidade de recursos alimentares, devido as altas taxas de produtividade secundária desse biótopo. Os resultados desse trabalho com respeito ao uso de habitat por uma população de peixe estuarino contribuem com importantes informações que poderão ser usadas para estratégias de manejo e conservação desse ecossistema.

**Palavras-chaves:** Índice Hepatosomático. Concentração de DNA. Habitats estuarinos.

## VARIATIONS IN *ATHERINELLA BRASILIENSIS* PHYSIOLOGICAL CONDITIONS IN TWO BIOTOPTS IN A TROPICAL ESTUARY

Breno Silva Macário

### ABSTRACT

Estuarine systems are coastal ecosystems characterized by high biological productivity rates and great structural complexity due to their habitat heterogeneity, making these ecosystems important environments for the recruitment process of different species. Fish populations use these different habitats as areas for food, growth and reproduction, and thus the quality and quantity of these environments act directly on the trophic relationships and also on the physiological welfare of the species. The present work was developed to evaluate the effect of two estuarine biotopes on the physiological conditions of kingfish *A. brasiliensis*, a species widely distributed off the Brazilian coast. For this, specimens of Brazilian silverside were collected in two biotopes of a tropical estuary (seagrass beds and mudflats) using a beach seine. Subsequently, all collected individuals were stored on ice and brought to the laboratory, where the individuals were weighed and measured. To evaluate fish welfare in the use of biotopes, the Hepatosomatic Index (HSI) was calculated and if there was any difference in the concentration of genetic material, the quantification of genomic DNA content was performed. For these analyses we used the liver weight and dorsal muscle portions of the fish, respectively. A total of 132 individuals were captured (103 in Mudflat and 29 in seagrass), most of them represented by juveniles. The highest DNA contents were recorded for seagrass beds and HSI by Mudflat individuals, and such differences were not significant. However, when analyzed by size, only HSI showed significant differences, with the highest values being recorded for juveniles. Component Analysis explained 82.2% of data variability, with PC1 related to different sizes and PC2 explaining the separation of biotope samples. We also observed a spatial separation between juveniles and adults in the biotopes, this separation would be as a result the availability of resources of each biotope, where adults tend to look for more complex environments, such as the phanerogamous bank and juveniles clustered in greater abundance in the plains. tide due to the greater availability of food resources due to the high secondary productivity rates of this biotope. The results of this work with respect to habitat use by an estuarine fish population provide important information that can be used for management strategies and conservation of this ecosystem.

**Keywords:** Hepatosomatic Index. DNA concentration. Estuarine habitats

## 1- INTRODUÇÃO

Os estuários são tidos como ecossistemas de extrema importância para os processos reprodutivos relacionados com as populações de peixes marinhos, uma vez que a presença de um gradiente físico-químico, proporcionado pelos ciclos de maré, favorece as altas taxas de produtividade biológica, proporcionam recursos e refúgios nesses ambientes (WU et al., 2015; PAN et al., 2016). Esses ambientes proporcionam ainda uma elevada capacidade de suporte devido a heterogeneidade de ambientes, representados por habitats como os bancos de fanerógamas marinhas, as planícies de maré lamosa e os manguezais, por exemplo. (ROBERTSON e DUKE 1990; SHEAVES 2010). Ao longo dos estuários da costa brasileira, comunidade de peixes é caracterizada por sofrer grande influência da heterogeneidade de habitats e as variações de salinidade ao longo de toda sua costa (ANDRADE-TUBINO 2008).

Populações de peixes utilizam diferentes habitats para realizarem seus nichos, sejam tróficos ou reprodutivos, assim a qualidade como a quantidade desses ambientes, podem agir de forma direta nas relações tróficas e de recrutamento (GIBSON 1994). Características como a presença de manguezais ou bancos de fanerógamas marinhas dentro dos estuários, permitem uma maior capacidade de suporte a determinados habitats, permitindo o estabelecimento de uma ictiofauna que utilize esses ambientes em seus primeiros anos de vidas devido à complexidade estrutural dos mesmos (SHEAVES, JOHNSTON & JOHNSON 2013). Diferente da quantidade, a qualidade de um habitat não pode ser medida diretamente, e assim presume-se que habitats de melhor qualidade (para peixes) são aqueles onde a disponibilidade adequada de alimento, as taxas de mortalidade não excedem as taxas de natalidade, além de apresentarem variáveis ambientais adequadas para as espécies, principalmente a temperatura e salinidade (GIBSON, 1994).

Habitats como bancos de fanerógamas marinhas tem se tornado um importante objeto de estudo na ecologia marinha em geral. Para os peixes, esse habitat tem se mostrado um importante sítio reprodutivo e crescimento, muito disso devido às altas taxas de produtividade primária e secundária, que possibilitam assim o estabelecimento de uma comunidade biológica rica e diversificada (WILLIAMS et al., 2016). Por sua vez, ambientes como as planícies de maré, são ambientes ecologicamente cruciais no desenvolvimento inicial de muitos peixes, pois além de apresentarem altas taxas de

produtividade secundária, devido a riqueza em macroinvertebrados bentônicos, esses ambientes são inacessíveis a grande predadores devido a serem ambientes rasos (LAFFAILLE, FEUNTEUN & LEFEUVRE, 2000; SANTOS et al., 2018).

O peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* é uma espécie de ampla distribuição nos estuários tropicais do Brasil. A alta abundância dessa espécie ao longo da costa brasileira é explicada pela grande plasticidade ecológica, além de características importantes como eurialina e apresentar hábito alimentar oportunista (PESSANHA & ARAÚJO 2001; CONTENTE, STEFANONI & SPACH 2010). Além de sua alta plasticidade, *A. brasiliensis* destaca-se também como um importante presa para outros peixes (CARVALHO, & SPACH 2015), apresentando, portanto, um importante papel na cadeia trófica estuarina. Além de apresentar uma desova parcelada, e seu rápido desenvolvimento, favorecendo a entrada de juvenis constantes durante o ano (BRITO et al., 2019).

Compreender as respostas fisiológicas de um organismo as condições encontradas em seu habitat tornam-se essenciais para entender como ocorrem etapas de seu ciclo de vida, devido às informações sobre o crescimento ontogenético e as interações com seus habitats (PECK et al., 2013). Para populações de peixes, índices como o índice hepatossomático (HSI) fornece uma resposta satisfatória sobre as condições ambientais as quais estão sendo submetidas, uma vez que o fígado é um órgão de intensa atividade metabólica, e através desse índice é possível avaliar o possível estado metabólico dos indivíduos. Além disso, técnicas de biologia molecular são constantemente usadas nos estudos, tanto no âmbito da pesquisa básica como na pesquisa aplicada. Na pesquisa básica ferramentas moleculares tem se mostrado uma importante fonte de dados nas questões relacionadas com a história evolutiva de muitas espécies, suas adaptações e interações em relação ao ambiente (MALANDRAKIS, GOLOMAZOU & PANAGIOTAKI 2019).

Compreender os aspectos inter-relacionados a conectividade entre as populações é uma das questões centrais da ecologia populacional além de ser crucial na gestão de populações para conservação (PAETKAU 2004). Além disso o uso da quantificação do DNA é uma ferramenta da ecofisiologia que vem demonstrando novas possibilidades no entendimento do crescimento, da mortalidade e das relações com meio ambiente para populações de peixes (e.g. BUCKLEY 1984; CLEMMESSEN 1994; FONSECA 2006). Indiretamente, tal ferramenta permite analisar os efeitos de diferentes

ambientes sobre o estado nutricional de uma espécie, podendo indicar ambientes com melhores condições para o desenvolvimento ontogenético da mesma (BORNMAN, STRYDOM & CLEMMESSEN 2018).

Com o aumento da população humana ao longo da costa, a perda e fragmentação de habitats tende a influenciar sobre os padrões de recrutamento de várias espécies que dependem dos ecossistemas estuarinos para a manutenção de suas populações, uma vez que o caráter heterogêneo dos estuários fornece diversidade e complexidade de habitat para as populações de peixes, que necessitam em suas fases iniciais de desenvolvimento de uma maior quantidade energética para seu desenvolvimento (NAGELKERKEN et al., 2015; JAMES et al., 2019). Assim surge a seguinte pergunta: Os diferentes biótopos encontrados dentro de um mesmo ecossistema estuarino tendem a alterar as condições fisiológicas do peixe-rei *Atherinella brasiliensis*? Estuários tendem a ser ambientes heterogêneos e dinâmicos com grande número de biótopos (= habitats), sendo esses, importantes áreas no recrutamento de várias espécies de peixes, e esses por consequência atuam sobre as condições fisiológicas dos indivíduos. Assim este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de dois biótipos distintos, através da quantificação do DNA genômico e do índice hepatossomático (HSI) na condição nutricional das populações de *Atherinella brasiliensis*, uma espécie estuarino residente.

## **2- METODOLOGIA**

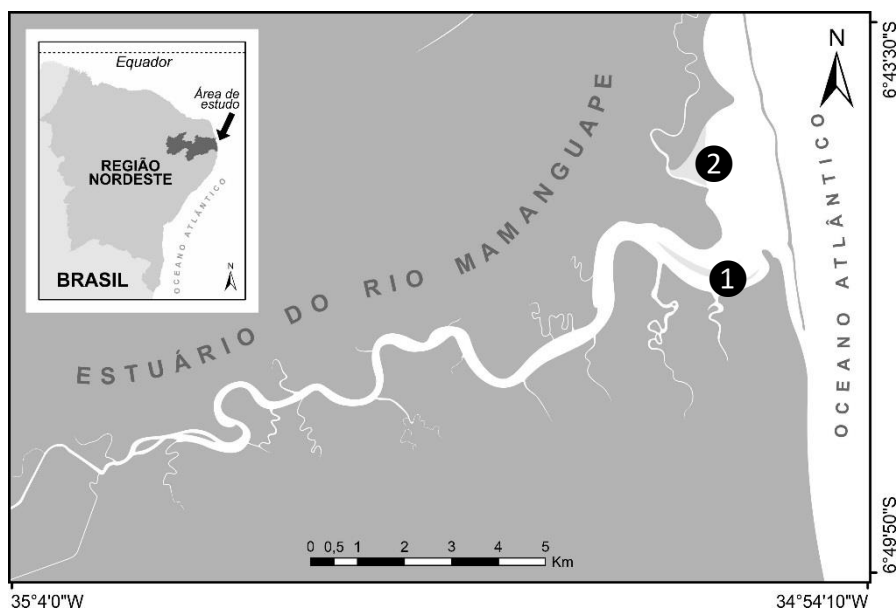
### **2.1 Área de estudo**

O estuário do rio Mamanguape está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, entre os municípios de Rio Tinto e Marcação, na seguinte coordenada geográfica 6° 43' 02"S e 35° 67' 46" O (Figura 1). A sua extensão é de cerca de 25 km no sentido leste-oeste e de 5 km no sentido norte-sul, constituído por uma área de 16.400 hectares de manguezal que faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape (CERHPB, 2004). O clima da região é tropical do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. Segundo dados da AESA, a estação chuvosa tem início em fevereiro, prolongando-se até julho, com precipitações máximas em abril, maio e junho; a estação seca ocorre na primavera-verão, com estiagem mais rigorosa nos meses de

outubro a dezembro. A precipitação anual normal situa-se entre 1750 e 2000 mm anuais e a temperatura média de 24-26 °C.

Dois biótopos estuarinos foram escolhidos para a amostragem dos indivíduos de *Atherinella brasiliensis* no estuário do rio Mamanguape: Planície de Maré (=Mudflat) e o Banco de Fanerógamas. Os biótopos foram escolhidos de acordo com as seguintes características: facilidade de acesso e as diferenças estruturais e ecológicas. O primeiro biótopo, Planície de maré (=Mudflat) é caracterizado por ser uma área com um substrato predominantemente lamoso, não vegetado e que forma uma extensa planície durante a baixa mar. Já o Banco de Fanerógamas, é formado por machas (=patches) de *Halodule wrightii* (Ascherson, 1868) e *Halophila decipiens* (Ostenfeld, 1902), que crescem sob um substrato predominantemente arenoso (DA SILVA et al., 2014).

**Figura 1:** Mapa com indicações dos habitats estudados no estuário do rio Mamanguape: 1= Planície de maré e 2=Banco de Fanerógamas.



Fonte: Acervo laboratório de ecologia de peixes - UEPB

## 2.2 Captura e processamento das amostras

Para a captura dos indivíduos utilizou-se de uma rede de arrasto de praia, com 12 metros de comprimento e 1 m de altura e malha de 2,5 cm. Os arrastos foram realizados perpendiculares a margem do estuário, sendo realizados dois arrastos por biótopo e cada arrasto teve em média 3 minutos de duração cada. Os indivíduos coletados foram

armazenados em gelo e trazidos para o laboratório. Posteriormente foram realizadas as retiradas dos tecidos necessários para a quantificação do DNA.

Foram selecionados 12 indivíduos do banco de fanerógamas marinhas e 14 indivíduos da planície de maré, aleatoriamente entre as amostras capturadas, para que fosse feito a quantificação do seu DNA genômico. Para extração e quantificação do DNA foram retiradas amostras de tecidos do músculo dorsal de cada indivíduo com aproximadamente 20 mg. Os demais indivíduos foram utilizados para mensurar biomassa (g) e comprimento total (mm), além do índice hepatossomático (HSI).

### **2.3 Índice hepatossomático (HSI)**

Para a retirada do fígado dos indivíduos foi realizada uma incisão na cavidade abdominal dos animais, da área abdominal até o ânus. Após a retirada do fígado o mesmo foi pesado em uma balança de precisão de 0,001 g. O índice hepatossomático (HSI) foi calculado de acordo com a equação descrita por Mazlan & Rohaya (2008):  $HSI = (LW/BW) \times 100\%$ , onde LW é igual ao peso(g) do fígado fresco e BW é o peso(g) corporal total úmido do peixe.

### **2.4 Extração e quantificação do material genético**

A extração do material genético das amostras foi realizada utilizando Purelink Kit de purificação de DNA genômico, conforme as recomendações do fabricante, ao final da extração foram recuperados 50µL DNA genômico purificado de *Atherinella brasiliensis*, posteriormente foi feita uma eletroforese em gel de agarose a 1% à 80 volts a 40 minutos para verificar a qualidade das amostras. A quantificação do DNA extraído das amostras foi realizada através de Quant-iT™ DNA assay Kits e lidas em Qybit invetrogen 3.0, onde foram realizadas treplicas de cada amostra, para posteriormente serem calculadas as concentrações medias por amostras.



**Figura 2:** A – Captura das amostras de *Atherinella brasiliensis*; B – Coletas e armazenamento das amostras de tecido; C – Extração do DNA; D – Migração do DNA em Gel de agarose; E e C – Quantificação do DNA



Fonte: Acervo laboratório de ecologia de peixes - UEPB

## 2.5 Análises estatísticas

Para as análises estatísticas realizamos um teste t de Student para verificar diferenças significativas dentro da biomassa, comprimento, quantidade de DNA e o índice hepatossomático das amostras, tanto para as amostras coletadas no mesmo ambiente como entre os ambientes, para isso utilizamos do software R (versão 3.6.1). Dois fatores foram estabelecidos: Biótopo (2 níveis: fanerógamas e planície) e tamanho (2 níveis: jovens e adultos). Indivíduos com comprimentos totais < 70mm forma considerados indivíduos adultos e os indivíduos a partir desse tamanho forma considerados adultos.

A matriz de dados dos dados a ser analisada pela análise de componentes principais (ACP) foi construída a partir das 26 amostras da quantificação do DNA. Os dados de CT, Concentração de DNA e HSI foram transformados através de Box-Cox, posteriormente normalizados, com os biótopos e tamanhos sendo os fatores utilizados na construção do diagrama de ordenação da ACP. A ACP foi obtida através do pacote estatístico PRIMER v6 + PERMANOVA (versão 6.0).

### 3- RESULTADOS

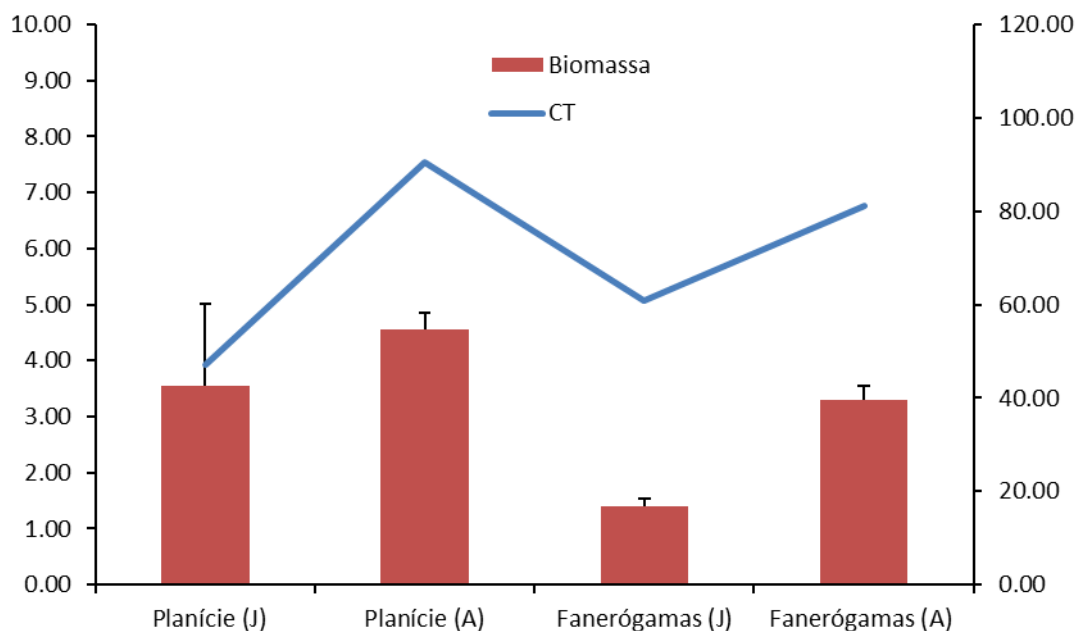
#### 3.1 Estrutura de tamanho e biomassa

Ao total foram coletados 132 indivíduos de *A. brasiliensis*, sendo a maior abundância encontrada na planície de maré lamosa (103 indivíduos) que apresentaram em média 66,09 mm de comprimento (variação: 29-116 mm). Esses indivíduos foram representados por 45 adultos e 58 juvenis. No banco de fanerógamas foram capturados 29 indivíduos sendo representados por 18 indivíduos adultos e 11 indivíduos juvenis com comprimento médio de 73,41 mm (variação: 45-95 mm) (Figura 3).

A biomassa total foi de 410,72 g, sendo a maior biomassa encontrada também na planície de maré lamosa com 336 g de matéria fresca de *A. brasiliensis*, representando 81,80% de toda biomassa coletada, com média de 3,99 g e máximas e mínimas de 10,11 g e 0,22 g respectivamente. O banco de fanerógamas foi responsável por 18,20% da biomassa (total de 74,95 g), com média de 2,58 g por indivíduos, com máximas e mínimas de 5,31 g e 0,55 g, respectivamente (Gráfico 1).

Pelo teste t de Student não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os valores de biomassa e comprimento entre os biótopos, os valores de p observados foram respectivamente de 0,12 e 0,10, respectivamente.

**Gráfico 1:** Aspectos populacionais de juvenis e adultos de *A. brasiliensis* nos biótopos da Planície de Maré e no Banco de Fanerógamas no estuário do rio Mamanguape: Distribuição do Comprimento Total (mm) e da Biomassa (g).



Fonte: Gráfico elaborado pelo próprio autor

### 3.2 Índice hepatossomático (HSI) e quantificação do material genômico

A concentração média de DNA na população foi de 5,19 ng/μl, sendo os maiores valores na concentração de DNA observado nos bancos de fanerógamas marinhas em relação a Planície de Maré. O teste t não apresentou diferenças para a concentração de DNA por biótopo ( $t= 1,128$ ;  $p= 0,272$ ) e por tamanho ( $t= -0,159$ ;  $p= 0,875$ ). (gráfico 2)

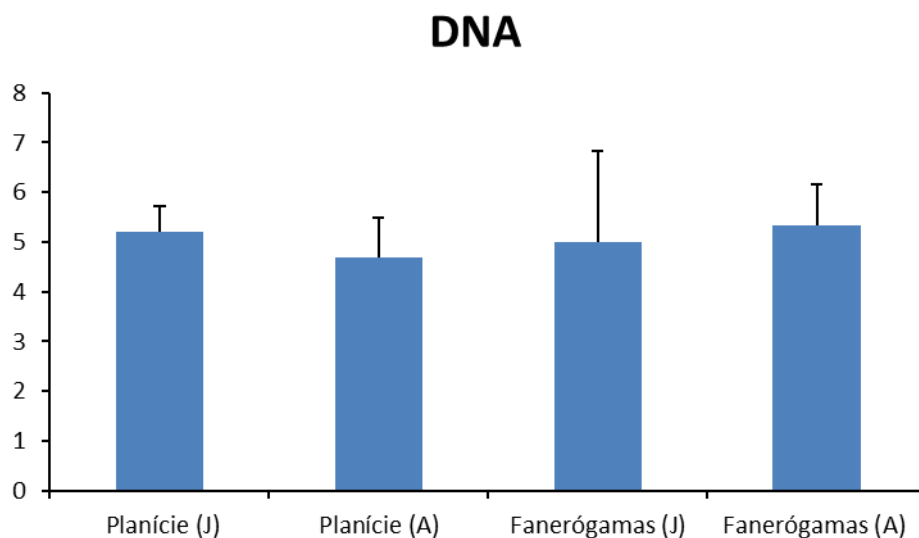
**Tabela 1:** Valores das treplicas das amostras e a concentração media de DNA de cada Amostra

Biótopo	Amostra	M1 (ng/μl)	M2 (ng/μl)	M3 (ng/μl)	MT (ng/μl)
P. Maré	27	4,92	4,93	4,96	4,94
P. Maré	28	3,56	3,54	3,54	3,55
P. Maré	29	7,7	7,78	7,74	7,74
P. Maré	30	6,4	6,32	6,24	6,32
P. Maré	31	4,92	4,96	4,88	4,92
P. Maré	32	5,82	6,04	6	5,94
P. Maré	33	3,24	2,44	2,68	2,79
P. Maré	34	2,72	2,7	2,68	2,7
P. Maré	35	4,38	4,36	4,32	4,35
P. Maré	36	3,5	3,5	3,48	3,50

P. Maré	104	5,09	5,54	5,74	5,46
P. Maré	105	6,2	5,84	5,76	5,92
P. Maré	106	7,24	7,76	7,98	7,66
P. Maré	107	3,94	4,04	3,92	3,97
Fanerógamas	108	4,12	4,04	3,98	4,05
Fanerógamas	109	6,26	6,16	6,18	6,2
Fanerógamas	110	4,2	4,42	4,52	4,38
Fanerógamas	2	1,57	1,4	1,39	1,59
Fanerógamas	3	5,1	4,84	4,74	4,42
Fanerógamas	4	4,7	4,68	4,66	4,51
Fanerógamas	5	9,3	9,32	9,3	8,23
Fanerógamas	6	6,88	6,8	6,74	6,60
Fanerógamas	7	1,73	1,25	1,14	2,78
Fanerógamas	9	3,9	3,74	3,68	5,08
Fanerógamas	10	10	10,4	10	10,1
Fanerógamas	11	5,72	5,66	5,64	7,00

Fonte: Tabela elaborada pelo autor

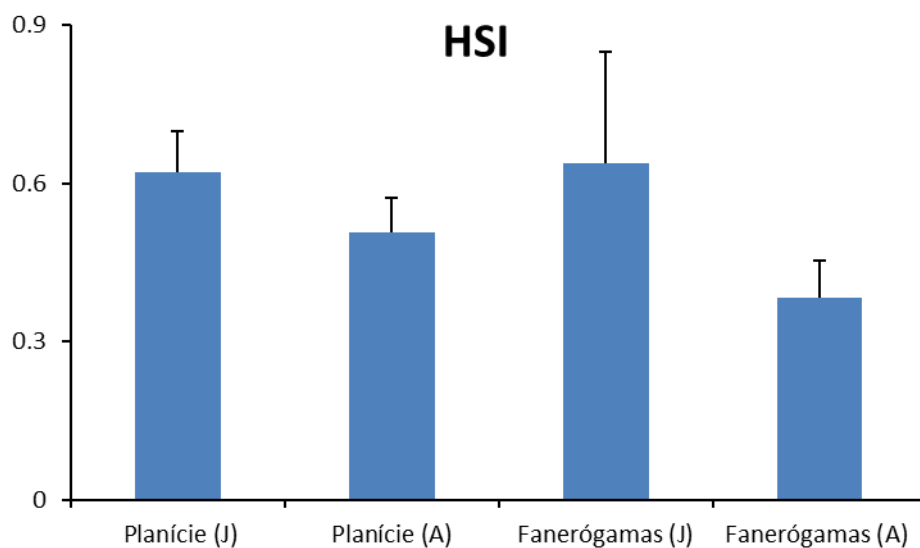
**Gráfico 2:** Concentração média de DNA de juvenis e adultos nos diferentes biótopos.



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

O valor médio do HSI indicou maiores valores para os indivíduos capturados na Planície de Maré e para os indivíduos Juvenis (Figura 3). O teste t não apresentou diferenças para o HSI por biótopo ( $t = -1,320$ ;  $p = 0,201$ ), mas somente tamanho ( $t = 2,714$ ;  $p = 0,013$ ). (gráfico 3)

**Gráfico 2:** Valores médios para o índice hepatossomático entre as adultos e juvenis para a planície de maré e o banco de fanerógamas.



Fonte: Gráfico elaborado pelo próprio autor

### 3.3 Análise de componentes principais

A análise de Componentes Principais (ACP) indicou uma separação tanto por biótopo e também pelas diferentes fases do ciclo de vida (Tabela 1). Os dois eixos da PCA explicaram 82,2% da variabilidade dos dados (CP1=53,9% e CP2=28,9%) (Tabela 1). O CP1 separou as amostras em juvenis e adultos, sendo que os primeiros apresentaram uma correlação negativa com a concentração de DNA, enquanto os adultos apresentaram correlações positivas com o CT e o HSI (Figura 4). Já o eixo CP2 separou as amostras por biótopos, com as amostras da planície de maré correlacionados negativamente com o HSI e as amostras do Banco de Fanerógamas correlacionado positivamente com as concentrações de DNA e o CT (Figura 4).

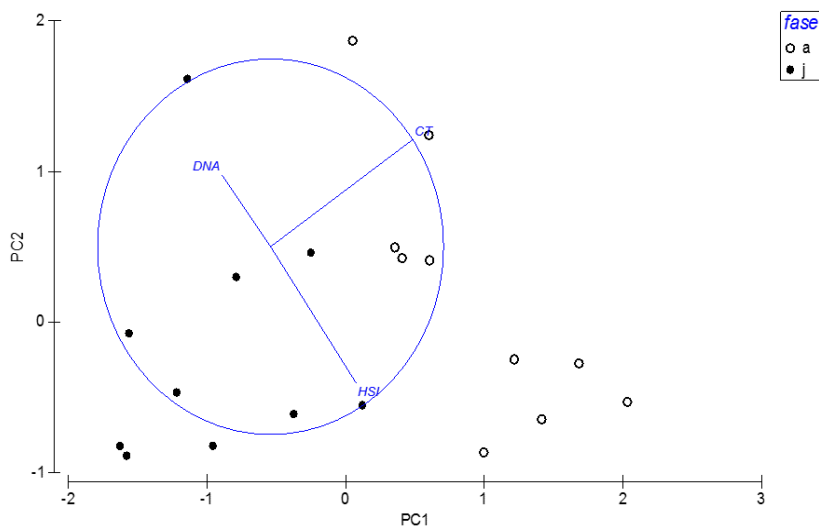
**Tabela 2:** Análise dos Componentes Principais (ACP) sobre características da população de *Atherinella brasiliensis* em dois biótopos do estuário do rio Mamanguape

<i>Factor loads</i>	CP 1	CP2
<i>Concentração de DNA</i>	-0,28	0,38
<i>HIS</i>	0,49	-0,73
<i>Comprimento Total</i>	0,82	0,57

<i>Eigenvalues</i>	<b>1,29</b>	<b>0,70</b>
<i>Variância Explicada (%)</i>	<b>53,9</b>	<b>28,9</b>

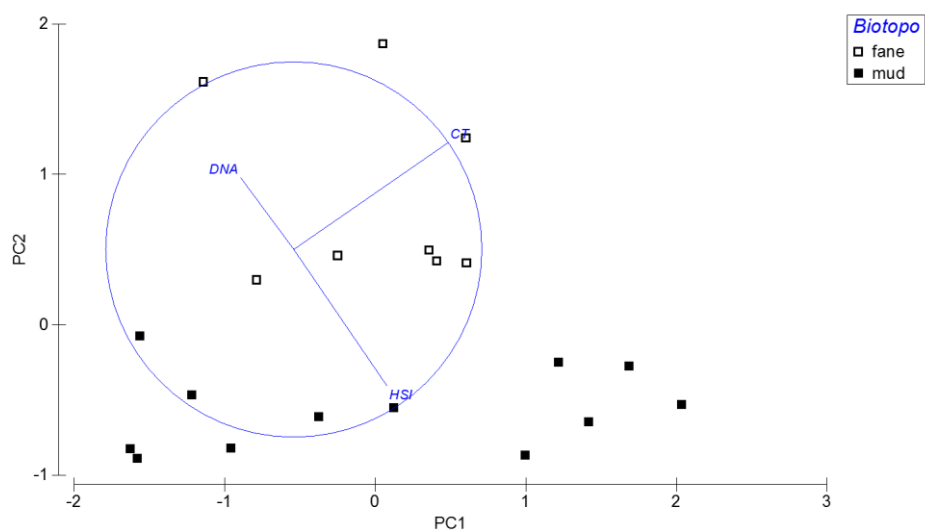
Fonte: Tabela elaborada pelo autor

**Gráfico 4:** Diagrama de Ordenação da ACP: Eixo 1 com as amostras codificadas por fases do ciclo de vida (a= adultos e j= juvenis).



Fonte: Gráfico elaborado pelo autor

**Gráfico 5:** Diagrama de Ordenação da ACP: Eixo 2 com as amostras codificadas por biótopo (Fane= fanerógamas marinhas e mud= planície de maré lamosa).



Fonte: Gráfico elabora pelo autor

#### 4-DISCUSSÃO

A Análise da estrutura populacional de *Atherinella brasiliensis* no estuário do Rio Mamanguape indicou que os dois biótopos estudados são utilizados de forma diferenciada por essa espécie, sendo tais habitats estratégicos para diferentes estágios ontogenéticos ao longo do ciclo de vida. As maiores abundâncias foram registradas na planície de maré, representadas principalmente de juvenis do ano (<70 mm), enquanto nos bancos de fanerógamas, apesar da menor abundância numérica a população foi representada por indivíduos reprodutivamente maduros ou próximos de atingirem a maturidade. Esses resultados são corroborados pelos estudos de Campos et al. (2015) e Brito et al. (2019) que apontaram maior abundância nesses biótopos, uma vez que os autores apontam grande quantidade de recursos alimentares que são usados para o crescimento desses indivíduos. Assim nossos dados sugerem que as populações de *Atherinella brasiliensis*, que usualmente seriam consideradas entidades homogêneas, apresentam variações intrapopulacionais importantes, tanto na quantidade de DNA como no HSI (usados aqui como indicador de metabolismo). Da Silva Cortinhas et al. (2016) descreveram que *A. brasiliensis* é uma espécie que apresenta um padrão de uso de habitats distintos durante o seu ciclo de vida, onde a desova da espécie comumente ocorre em águas mais rasas, e o forrageio e maturação das gônadas ocorrem em habitats de águas mais profundos e estruturalmente mais complexos.

Apesar de não serem encontradas diferenças significativas para a quantidade de DNA por biótopos e por tamanho pelo teste t, a Análise de Componentes Principais (ACP) indicou um padrão entre esses fatores. A maior correlação da quantidade de DNA foi influenciada pelas amostras de indivíduos juvenis, uma vez que devido ao crescimento há uma maior hipertrofia muscular gerando menor agregação de células por amostra de tecido. O trabalho de Zhang et al (2015) sobre aspectos fisiológicos do peixe elétrico *Paramisgurnus dabryanus* apresentou uma correlação negativa entre o comprimento total e a concentração de DNA por amostra de tecido. Os autores supramencionados explicam essa correlação com base nas diferenças da hiperplasia e hipertrofia muscular entre juvenis e adultos, uma vez que juvenis tendem a apresentar maior concentração de DNA por amostra de tecido devido a maior densidade de células.

Ressalta-se que em geral nos animais a maior concentração de DNA/mg de tecido é inversamente a hipertrofia celular no músculo dos indivíduos de adultos (CHÍCHARO & CHÍCHARO 2008; DIAZ et al., 2018). É importante destacar que os peixes tem um crescimento muito rápido, principalmente as larvas em relação aos adultos, conforme sugerido por Bornman, Strydom e Wooldrigde (2019), corroborando assim a nossa hipótese.

A ACP também evidenciou correlações negativas do HSI com o biótopo Planície de Maré. Os biótopos estudados são considerados importantes habitats de crescimento e desenvolvimento para as espécies de peixes, e acabam por influenciar no *fitness* ecológico dessas populações. As Planícies de maré, portanto, são tidas como ambientes com altas taxas de produtividade secundária, principalmente graças a alta abundância de zooplâncton e macrofauna bentônica (e.g. DITMANN, 2000; FARHADIAN & POULADI, 2014), que são presas comuns na dieta de *A. brasiliensis* em seus estágios iniciais (CAMPOS et al., 2015 & BRITO et al., 2019). Alguns autores descrevem o peixe-rei como espécie oportunista, predadora de zooplâncton, principalmente copépodes (CAMPOS et al., 2015).

A grande quantidade de itens predados sobre a planície de maré, conforme indicado por trabalhos anteriores realizados com essa mesma espécie nesse local (BRITO et al., 2019), podem ajudar a esclarecer os maiores valores de HSI registrados nesse local. Com a maior ingestão de itens alimentares, o fígado tem a capacidade de processar os nutrientes (em especial ácidos graxos e o metabolismo proteico), que levam a maior síntese e acúmulo de substâncias de reserva no tecido hepático, resultando no aumento da proporção seu peso e o peso corporal (CABALLERRO et al., 2004). A relação entre consumo de energia e deposição de reservas energéticas se mantém quando o alimento é consumido em excesso, resultando em maior acúmulo de substrato energético no fígado, que por sua vez, aumenta da proporção entre o peso do fígado e o peso corporal (KROGDAHL et al., 2004)

Em oposição, os bancos de fanerógamas apresentaram os menores valores de HSI, devido ao maior número de indivíduos na fase de adultos. Essa correlação está associada com a depleção das reservas de energia (glicogênio e triglicerídeos) no fígado principalmente durante a fase reprodutiva (HUBER & BENGTONSON 1999). Essa afirmativa é validada por Piah e Bucher (2014), onde os mesmos descrevem que para o Tetraodontídeo, *Tetractenos hamiltoni*, as reservas de gordura, principalmente as



armazenadas no fígado durante as fases de crescimento são amplamente empregadas na maturação gonadal da espécie, influenciando no tamanho do órgão.

Uma maior densidade de adultos dessa espécie já havia sido relatada por Da Silva et al. (2014) no biótopo do banco de fanerógamas. Segundo esses autores o substrato predominantemente arenoso (84% de areia nos bancos de fanerógamas) é associado com a ovoposição pelas fêmeas de *Atherinella brasiliensis*, uma vez que os ovos demersais se aderem uns aos outros nesse substrato (ovos adesivos), formando pequenos cordões para evitar que sejam levados pelas marés (ISHIMATSU et al 2018). Além disso, os bancos de fanerógamas são caracterizados como ambientes que suportam altas produtividades biológicas além de oferecer refúgio contra predadores (WILLIAMS et al. 2016).

O pequeno universo amostral para quantificação do DNA nesse trabalho pode estar nos fornecendo dados que precisam ser melhor explorados, o que nos deixa aberto para pesquisas futuras, uma vez que esse é o primeiro estudo do tipo na região do estuário do Rio Mamanguape. Há uma necessidade de adotarmos um maior universo amostral para essa variável, o que não invalida nosso dado, uma vez que é bem aceito dentro dos estudos de ecologia de peixes uma correlação linear negativa entre o comprimento padrão do animal e a concentração de DNA.

Um outro ponto que poderia esclarecer o uso desses habitats pela espécie nesse estuário seria a adoção da relação RNA:DNA, que é amplamente utilizada nas abordagens sobre a utilização de áreas de berçário em estuários pelos peixes. Com isso medidas de conservação desses habitats para o ciclo de vida dessas populações e de populações associadas, de maior valor comercial, poderiam ser sugeridas para gestão desse importante ecossistema costeiro.

## **5-CONCLUSÃO**

O presente trabalho demonstrou que a população de peixe-rei (*Atherinella brasiliensis*), utiliza de diferentes biótopos estuarinos para realizar seu ciclo de vida, onde a planície de maré se mostrou um ambiente favorável ao estabelecimento de juvenis e o banco de fanerógamas marinhas sendo um ambiente favorável ao desenvolvimento reprodutivo da população, com uma predominância de adultos. A espécie também demonstra sofrer acentuadas variações metabólicas relacionadas às

migrações entre os diferentes habitats. Nosso estudo fornece dados importantes a respeito do uso de habitat por uma espécie estuarino dependente, esses dados podem nos ajudar a entender melhor a dinâmica de deslocamento das populações de peixes estuarinos, permitindo assim um traçar de estratégias adequadas de conservações nesses ecossistemas.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Climatologia da precipitação anual acumulada (mm) – ano 2010. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/jsp/monitoramento/chuvas/climatologiasGraficos.jsp>>. Acesso em 25 mar. 2015

BORNMAN, Eugin; STRYDOM, Nadine A.; WOOLDRIDGE, Tris H. Predator-prey interactions associated with larval *Gilchristella aestuaria* (family Clupeidae) in mangrove and non-mangrove estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 228, p. 106391, 2019.

BORNMAN, Eugin; STRYDOM, Nadine; CLEMMESSEN, Catriona. Appraisal of Warm-Temperate South African Mangrove Estuaries as Habitats to Enhance Larval Nutritional Condition and Growth of *Gilchristella aestuaria* (Family Clupeidae) Using RNA: DNA Ratios. **Estuaries and Coasts**, v. 41, n. 5, p. 1463-1474, 2018

BRITO, Gitá JS et al. Intraspecific food resource partitioning in Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atheriniformes: Atherinopsidae) in a tropical estuary, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 17, n. 2, 2019.

BUCKLEY, L. J. RNA-DNA ratio: an index of larval fish growth in the sea. **Marine Biology**, v. 80, n. 3, p. 291-298, 1984

CABALLERO, M. J. et al. Histological alterations in the liver of sea bream, *Sparus aurata* L., caused by short-or long-term feeding with vegetable oils. Recovery of normal morphology after feeding fish oil as the sole lipid source. **Journal of Fish Diseases**, v. 27, n. 9, p. 531-541, 2004

CAMPOS, Dafne Marcelle de Almeida Ramos et al. Trophic relationships among fish assemblages in a mudflat within Brazilian marine protected area. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n. 2, p. 135-146, 2015

CERHPB – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. **Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**. João Pessoa, 2004. Mimeo.

CHÍCHARO, Maria Alexandra; CHÍCHARO, Luis. RNA: DNA ratio and other nucleic acid derived indices in marine ecology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 9, n. 8, p. 1453-1471, 2008

CLEMMESSEN, Catriona. The effect of food availability, age or size on the RNA/DNA ratio of individually measured herring larvae: laboratory calibration. **Marine Biology**, v. 118, n. 3, p. 377-382, 1994.

CONTENTE, R. F.; STEFANONI, M. F.; SPACH, HLs. Feeding ecology of the Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae) in a sub-tropical estuarine ecosystem. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 91, n. 6, p. 1197-1205, 2011

DA SILVA CORTINHAS, Maria Cristina et al. Genetic structuring among silverside fish (*Atherinella brasiliensis*) populations from different Brazilian regions. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 178, p. 148-157, 2016.

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

DE ANDRADE TUBINO, Magda Fernandes; RIBEIRO, Ana Luísa Reis; VIANNA, Marcelo. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 5, 2008

DE CARVALHO, Barbara Maichak; SPACH, Henry Louis. Habitat use by *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1825) in intertidal zones of a subtropical estuary, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 37, n. 2, p. 177-184, 2015.

DITTMANN, S. Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Australia. **Journal of Sea Research**, v. 43, n. 1, p. 33-51, 2000.

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

FONSECA, V. F.; VINAGRE, C.; CABRAL, H. N. Growth variability of juvenile soles *Solea solea* and *Solea senegalensis*, and comparison with RNA: DNA ratios in the Tagus estuary, Portugal. **Journal of Fish Biology**, v. 68, n. 5, p. 1551-1562, 2006.

GIBSON, R. N. Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. **Netherlands Journal of Sea Research**, v. 32, n. 2, p. 191-206, 1994

HUBER, Marina; BENGTON, David A. Effects of photoperiod and temperature on the regulation of the onset of maturation in the estuarine fish *Menidia beryllina* (Cope) (Atherinidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 240, n. 2, p. 285-302, 1999

ISHIMATSU, Atsushi; MAI, Hieu Van; MARTIN, Karen LM. Patterns of Fish Reproduction at the Interface between Air and Water. **Integrative and Comparative Biology**, v. 58, n. 6, p. 1064-1085, 2018.,

JAMES, Nicola C. et al. The importance of different juvenile habitats as nursery areas for a ubiquitous estuarine-dependent marine fish species. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 226, p. 106270, 2019.

KROGDAHL, Åshild; SUNDBY, Anne; OLLI, Jan J. Atlantic salmon (*Salmo salar*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) digest and metabolize nutrients differently. Effects of water salinity and dietary starch level. **Aquaculture**, v. 229, n. 1-4, p. 335-360, 2004.

LAFFAILLE, Pascal; FEUNTEUN, Eric; LEFEUVRE, J.-C. Composition of fish communities in a European macrotidal salt marsh (the Mont Saint-Michel Bay, France). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 51, n. 4, p. 429-438, 2000

MALANDRAKIS, E. E.; GOLOMAZOU, E.; PANAGIOTAKI, P. Fish and Genes: From Marine Ecology to Applied Hydrobiology and Beyond. 2019.

MAZLAN, A. G.; ROHAYA, M. Size, growth and reproductive biology of the giant mudskipper, *Periophthalmodon schlosseri* (Pallas, 1770), in Malaysian waters. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 24, n. 3, p. 290-296, 2008

NAGELKERKEN, Ivan et al. 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

PAETKAU, David et al. Genetic assignment methods for the direct, real-time estimation of migration rate: a simulation-based exploration of accuracy and power. **Molecular ecology**, v. 13, n. 1, p. 55-65, 2004

PAN, Ching-Wen et al. Factors governing phytoplankton biomass and production in tropical estuaries of western Taiwan. **Continental Shelf Research**, v. 118, p. 88-99, 2016

PECK, Myron A. et al. Life cycle ecophysiology of small pelagic fish and climate-driven changes in populations. **Progress in Oceanography**, v. 116, p. 220-245, 2013

PESSANHA, André Luiz Machado; ARAÚJO, Francisco Gerson. Recruitment of the silverside, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard)(Atheriniformes, Atherinopsidae), in continental margin of Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 4, p. 1265-1274, 2001

PIAH, Rumeaida Mat; BUCHER, Daniel J. Reproductive Biology of Estuarine Pufferfish, *Marilyna pleurosticta* and *Tetractenos hamiltoni* (Teleostei: Tetraodontidae) in Northern NSW: Implications for Biomonitoring. In: **Proceedings of the Linnean Society of New South Wales**. 2014.

ROBERTSON, Alistar I.; DUKE, Norman C. Recruitment, growth and residence time of fishes in a tropical Australian mangrove system. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 31, n. 5, p. 723-743, 1990

SANTOS, Cesar et al. A ictiofauna em duas planícies de maré do setor eusalino da Baía de Paranaguá, PR. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 28, n. 1, p. 49-60, 2018

SHEAVES, Marcus et al. Nursery function drives temporal patterns in fish assemblage structure in four tropical estuaries. **Estuaries and Coasts**, v. 36, n. 5, p. 893-905, 2013

SHEAVES, Marcus; JOHNSTON, Ross; CONNOLLY, Rod M. Temporal dynamics of fish assemblages of natural and artificial tropical estuaries. **Marine Ecology Progress Series**, v. 410, p. 143-157, 2010

WILLIAMS, Jason A. et al. Seagrass fragmentation impacts recruitment dynamics of estuarine-dependent fish. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 479, p. 97-105, 2016

WU, Mingquan et al. Combining remote sensing and eddy covariance data to monitor the gross primary production of an estuarine wetland ecosystem in East China. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 17, n. 4, p. 753-762, 2015.

ZHANG, Y.-L. et al. Ontogenetic changes in RNA, DNA and protein contents of Chinese loach, *Paramisgurnus dabryanus* (Dabry de Thiersant, 1872), larvae and juveniles. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 5, p. 876-882, 2015.