



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPUS V**

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS**

**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**NATÁLIA DIAS CARDOSO**

**TOLERÂNCIA TÉRMICA DO PEIXE *Bathygobius soporator* (PERCIFORMES,  
GOBIIDAE), RESIDENTE DAS POÇAS DE MARÉS DA PRAIA DO CABO  
BRANCO, JOÃO PESSOA/PARAÍBA**

**JOÃO PESSOA  
2022**

NATÁLIA DIAS CARDOSO

**TOLERÂNCIA TÉRMICA DO PEIXE *Bathygobius soporator* (PERCIFORMES, GOBIIDAE), RESIDENTE DAS POÇAS DE MARÉS DA PRAIA DO CABO BRANCO, JOÃO PESSOA/PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Área de concentração:** Fisiologia Animal.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Enelise Marcelle Amado.

**JOÃO PESSOA  
2022**

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.

C4131 Cardoso, Natália Dias.  
Tolerância térmica do peixe *Bathygobius soporator* (Perciformes, Gobiidae), residente das poças de marés da praia do Cabo Branco, João Pessoa/Paraíba [manuscrito] / Natália Dias Cardoso. - 2022.  
40 p. : il. colorido.  
  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2022.  
"Orientação : Prof. Dr. Enelise Marcelle Amado ,  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."  
1. Gobiidae. 2. Zona intertidal. 3. Salinidade. 4.  
Temperatura de agitação térmica. I. Título  
  
21. ed. CDD 577

NATÁLIA DIAS CARDOSO

TOLERÂNCIA TÉRMICA DO PEIXE *Bathygobius soporator* (PERCIFORMES, GOBIIDAE), RESIDENTE DAS POÇAS DE MARÉS DA PRAIA DO CABO BRANCO, JOÃO PESSOA/PARAÍBA

Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Fisiologia Animal.

Aprovada em: 21/07/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Enlise Marcelle Amado (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Ênio Wocylí Dantas  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Lúcia Vendel  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, por todo amor e sacrifício,  
DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois mesmo sem merecer, me permitiu combater o bom combate.

À Santíssima Virgem Maria, por todo amparo, proteção e súplica atendida.

À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Enelise Marcelle Amado, por ter me dado o privilégio de estagiar e colaborar no Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA), por ser inspiração como pesquisadora, professora e pessoa, pelo conhecimento compartilhado, por toda assistência, compreensão e paciência prestada nesta pesquisa.

A todos meus professores, aqui destaco, Dr. Douglas Zeppelini Filho, Dr. Ênio Wocyli, Dr. Marcos Antônio Jeronimo, Dr. Sérgio Romero Xavier e Dr<sup>ª</sup>. Tacyana Ribeiro, por todo aprendizado, incentivo, inspiração, conversas e amizade criada.

À técnica de laboratório e minha professora, M<sup>ª</sup>. Alena Sousa Melo, por ser referência e inspiração na minha infância e vida acadêmica.

Aos meus pais, Emmanuel Pedro Moura Cardoso e Gilmara Dias de Araújo, por todo sacrifício realizado em prol da minha educação, pela inspiração em ser alguém melhor, pelo cuidado e zelo comigo, por sempre me manterem no reto caminho. Obrigada por tudo, por tanto amor e carinho, mesmo sendo esquecido muitas vezes por mim.

À minha irmã, Júlia Dias, por ser minha melhor amiga, por me ajudar em todos os momentos, por ser tão atenciosa e bondosa, o melhor presente que meus pais poderiam me dar.

Ao meu namorado, Júlio Neto, por ser meu melhor amigo, por me oferecer segurança e ajuda em todos os momentos, por cada conversa e compreensão, por toda inspiração e conhecimento. Obrigada por todo o amor, por me escutar, por toda felicidade que você me proporciona.

Aos meus sogros, Ana Maria e Evandro José, por terem cedido espaço para que eu pudesse realizar as atividades acadêmicas durante os períodos remotos.

Aos meus cunhados Kaio Herculano e Evandro Filho. Kaio, por todos os momentos de descontração, alegria, amizade e acolhimento. Evandro, por sua amizade e por ter me ajudado nas coletas. Vocês são os irmãos que não tive.

À minha família, meus avós, tios e primos, que me apoiaram e me incentivaram, aqui destaco meus tios, Antônio Carlos Dias e Hildegard Dias, que mesmo longe fisicamente sempre me incentivaram a estudar e me inspiram na superação de todos os momentos complicados da vida.

Aos amigos que fiz no curso, em especial, Aléxia Gonçalves, Laura Beatriz Reis, Marcela Formiga, Misael Augusto Neto, Gabriel Hiroshi, Jéssica Souza, Emanuelle Santana e Izabele Araújo, por sempre estarem presentes em todos momentos árduos desta caminhada e fazê-la parecer mais tranquila, pelo carinho, solicitude, paciência, companheirismo e atenção prestados.

A todos os meus amigos, em especial, meu padrinho Enzo Souto, ao casal de amigos Kleber Moreira e Raísse Herculano, e ao grupo Magnificat, por sempre me apoiarem e torcerem por mim.

Aos seguranças da UEPB, Edmilson, Lopes, Júlio César e André pelas conversas, proteção fornecida e pela presteza em que realizam os seus ofícios.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta para a realização e conclusão dessa pesquisa, obrigada.

*“O que as suas mãos tiverem que fazer, que as façam com toda a força, pois na sepultura, para onde você vai, não há atividade nem planejamento, não há conhecimento nem sabedoria.”*

**Bíblia Sagrada, Eclesiastes.**

## RESUMO

*Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) é uma espécie abundante no litoral brasileiro e está presente em diversos ambientes, desde mais rasos e calmos, até mais profundos e com elevado dinamismo. É considerada uma espécie residente de poças de maré, e, portanto, exposta às variações contínuas e acentuadas das características físico-químicas desse ambiente, especialmente de temperatura e salinidade. Desse modo, o presente estudo teve como objetivo investigar a tolerância térmica da espécie residente das poças de marés da Praia do Cabo Branco, João Pessoa/Paraíba em diferentes salinidades. Para tanto, os indivíduos foram expostos a um protocolo de aumento gradual de temperatura (0,1 °C por minuto) combinados a aumentos e diluições da salinidade da água do mar. O experimento definiu as Temperaturas de Agitação Térmica (Tag) dos animais para diferentes salinidades, registrando a temperatura na qual os indivíduos passaram a exibir comportamentos de escape. Os resultados demonstraram que a espécie apresentou menor tolerância térmica quando exposta a concentrações e diluições de salinidade comparada a salinidade controle (água do mar 35 ppt), sendo a Tag da salinidade controle equivalente a 39,1°C, enquanto as Tags das concentrações 40 ppt e 45 ppt foram, respectivamente 33,5°C e 33,6°C, e as Tags das diluições 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt e 30 ppt, foram 33,8°C; 35,2°C; 31,7°C e 31,4°C, respectivamente. Essas informações sugerem que a espécie poderia ser afetada em possíveis aumentos de temperatura dos oceanos e mudanças climáticas, uma vez que alterações na temperatura atmosférica influenciam diretamente nas flutuações de salinidade do ecossistema costeiro em que a espécie reside.

**Palavras-Chave:** Gobiidae. Zona intertidal. Salinidade. Temperatura de Agitação Térmica.

## ABSTRACT

*Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) is an abundant species on the Brazilian coast and is present in different environments, from shallower and calmer to deeper and more dynamic waters. It is considered a resident species of tide pools, and, therefore, exposed to continuous and accentuated variations of the physicochemical characteristics of this environment, especially temperature and salinity. Thus, the present study aims to investigate the thermal tolerance of the resident species of the tidal pools of Cabo Branco's beach, João Pessoa/Paraíba in different salinities. For this, the individuals were exposed to a protocol of gradual temperature increase (0.1 °C per minute) combined with increases and dilutions of seawater salinity. The experiment defined the Thermal Agitation Temperatures (Tag) of the animals for different salinities, recording the temperature at which the individuals started to exhibit escape behaviors. The results revealed that the species showed lower thermal tolerance when exposed to salinity concentrations and dilutions compared to the control salinity (35 ppt), with the Tag of the control salinity equivalent to 39.1°C, while the Tags of the 40 ppt and 45 ppt concentrations were, respectively, 33.5°C and 33.6°C, and the Tags of the 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt and 30 ppt dilutions were 33.8°C; 35.2°C; 31.7°C and 31.4°C, respectively. This information suggests that the species could be affected by possible increases in ocean temperature and climate change, since changes in atmospheric temperature directly influence the salinity fluctuations of the coastal ecosystem in which the species resides.

**Keywords:** Gobiidae. Zone intertidal. Salinity. Thermal Agitation Temperature.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> –	Imagem de exemplar da espécie <i>Bathygobius soporator</i> predando na poça de maré da Praia do Cabo Branco.....	18
<b>Figura 2</b> –	A) Posição do ponto de coleta em relação ao Brasil. B) Localização do ponto de coleta no Estado da Paraíba.....	20
<b>Figura 3</b> –	Imagem da Praia do Cabo Branco durante a baixa-mar evidenciando a poça de maré.....	21
<b>Gráfico 1</b> –	Médias das Temperaturas de Agitação Térmica ( $T_{ag}$ °C $\pm$ SE) de <i>Bathygobius soporator</i> em condições de aumento de salinidade.....	27
<b>Gráfico 2</b> –	Médias das Temperaturas de Agitação Térmica ( $T_{ag}$ °C $\pm$ SE) de <i>Bathygobius soporator</i> em condições de redução de salinidade.....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	–	Comportamentos de escape.....	23
<b>Tabela 2</b>	–	Regimes de salinidade.....	24
<b>Tabela 3</b>	–	Caracterização físico-química das poças. Outubro de 2021.....	25
<b>Tabela 4</b>	–	Caracterização físico-química das poças. Fevereiro de 2022.....	26
<b>Tabela 5</b>	–	Experimento de tolerância à temperatura de <i>Bathygobius soporator</i> em salinidade controle.....	27

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AO	Abertura opercular
AOi	Abertura opercular inicial
AOf	Abertura opercular final
CT <sub>máx</sub>	Temperatura Crítica máxima
LEFA	Laboratório de Ecofisiologia Animal
ppt	Partes por mil
Tag	Temperatura de Agitação Térmica
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Celsius
®	Marca Registrada
‰	Por mil

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	18
2.1 Poças de maré e seus desafios.....	18
2.2 Fauna encontrada nas poças e adaptações .....	19
2.3 <i>Bathygobius soporator</i> .....	20
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 Objetivo geral.....	22
3.2 Objetivos específicos .....	22
4. METODOLOGIA .....	23
4.1 Área de estudo .....	23
4.2 Seleção e caracterização das poças de maré .....	24
4.3 Coleta e manutenção dos animais.....	25
4.4 Morfometria.....	25
4.5 Experimento de tolerância à temperatura .....	25
4.6 Experimento de tolerância ao regime de aumento de temperatura em diferentes regimes de salinidades.....	27
4.7 Análise estatística .....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
5.1 Caracterização das poças de marés.....	29
5.2 Tolerância à temperatura .....	30
5.3 Tolerância ao regime de aumento de temperatura nas diferentes salinidades .....	31
6. CONCLUSÃO .....	36
REFERÊNCIAS .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Poças de maré são áreas que se formam aleatoriamente na praia durante a baixa mar e que devido a delimitação de sedimentos rochosos, a água fica acumulada nessa depressão formada (FANGUE, 2001). Esse ecossistema é extremamente instável e seus parâmetros físico-químicos são afetados principalmente pelos ciclos das marés. (METAXAS; SCHEIBLING, 1993).

Apesar de ser um ambiente bastante desafiador, alguns organismos optam por se refugiar por um breve tempo nas poças de maré, ou até mesmo usá-las como residência permanente, pois nas poças há uma alta diversidade de espécies, como: crustáceos, algas e peixes; (ROSA et. al., 1997; SOARES et. al., 2016), mesmo sendo uma área rasa e pequena comparada com outros ecossistemas costeiros e com o mar.

Entretanto, para residirem nesse ambiente, além de lidar com a predação, esses indivíduos enfrentam desafios fisiológicos constantemente, como a dessecação, principalmente devido às alterações bruscas na temperatura e salinidade, o que pode estimular o desenvolvimento de mecanismos adaptativos para a permanência e/ou sobrevivência desses organismos em ambientes costeiros (FILHO et. al., 2006).

Uma das espécies de peixe residentes das poças de maré é *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) pertencentes a família Gobiidae, esses animais podem ser encontrados em zonas litorâneas do Atlântico Ocidental (GARZÓN-FERREIRA; ACERO, 1992) e em grande abundância na costa brasileira. São encontrados em ambientes completamente distintos: desde locais com maiores profundidades, oligohalino e baixos níveis de dinamismo, até áreas mais rasas, estuarinas e com alto grau dinâmico, como as poças de maré.

Por utilizar as poças de maré como residência permanente, a espécie possui indicativo de alta tolerância aos parâmetros físico-químicos das poças. Em estudos de tolerância térmica realizados por Vinagre e colaboradores (2015) e Rummer e colaboradores (2009), a CTmax (Temperatura Crítica Máxima) desses organismos chegou a atingir 39,3 °C, e 40,9 °C, respectivamente. Entretanto, não há estudos que tenham registrado a tolerância térmica em salinidades diluídas ou concentradas em que a espécie experimenta nas poças de marés. Além disso, estudos apontam que organismos que vivem em ambientes costeiros encontram-se em seu limite de tolerância térmica (SOMERO, 2002; SORTE et. al, 2019), e que mudanças climáticas podem ter um grande

efeito negativo às espécies encontradas em ecossistemas da zona intertidal (HURD et. al., 2016; MADEIRA et. al., 2012; SCHUTZ, et. al., 2016; SORTE et. al., 2019).

Aspectos da ecologia e da biologia de *B. soporator* já são bastante explorados na literatura, como por exemplo, comportamentos de defesa e territorial em períodos reprodutivos (MENDES, 2006), características tróficas e reprodutivas (SOARES et. al., 2016; BARRALLI et. al., 2021), distribuição e abundância da espécie (GARZÓN-FERREIRA; ACERO, 1992; ROSA et. al., 1997). Entretanto, existe uma carência em artigos que abordam a fisiologia da espécie.

Desse modo, o presente trabalho pretende ampliar o conhecimento fisiológico de *Bathygobius soporator* residente das poças de maré da Praia do Cabo Branco, por meio da realização de experimentos que visam determinar a performance da espécie às variações de temperatura em diferentes regimes de salinidades.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Poças de maré e seus desafios

A zona entre-marés, também conhecida como zona litoral ou intertidal, se estende desde a linha da maré mais alta até a maré mais baixa. Nessa subdivisão do domínio bentônico, encontra-se um ecossistema marinho bastante peculiar: as poças de maré; que são definidas como depressões formadas na região litorânea durante a baixa-mar, fazendo com que a água fique retida e sem conexão direta com o mar (ZANDER et. al.,1999) durante esse período.

As poças de maré localizadas nos trópicos, durante o dia, passam por dois períodos de emersão e dois de imersão da água do mar devido às marés semidiurnas; isso significa que esse ambiente fica exposto ao ar por aproximadamente seis horas por período de emersão até que aconteça a maré alta novamente e o ciclo se repita. Esse ambiente apresenta ondulações constantes nas variações de temperatura, salinidade, pH, e disponibilidade de O<sub>2</sub> devido à influência predominante dos ciclos das marés (METAXAS; SCHEIBLING, 1993; HORN, et. al., 1999) e das estações do ano (LEGRAND et. al., 2018).

Por apresentarem uma baixa profundidade, pequena área e baixo volume de água em relação ao mar e outros ambientes costeiros, as poças de maré ficam expostas diretamente à radiação solar durante a baixa-mar, gerando em dias mais quentes um elevado aumento de temperatura e, conseqüentemente, elevação na concentração da salinidade em decorrência do aumento da evaporação da água retida. Em compensação, em dias mais frios ou chuvosos, o oposto também pode ocorrer; no qual a temperatura da água tende a ficar mais amena e a salinidade da poça tende a ficar mais diluída em função do acúmulo de água da chuva e baixo teor de evaporação. Além disso, a variação de temperatura também ocorre no mesmo dia, uma vez que ocorre uma baixa-mar no período do dia e outra no período da noite.

Apesar de suas características morfométricas e de sua alta instabilidade nos parâmetros físico-químicos, determinantes para a presença de várias espécies (WHITE et. al., 2015), as poças de maré são caracterizadas como um ecossistema marinho de densa produtividade e de grande diversidade de espécies; principalmente de organismos da ictiofauna (PASTRO et. al., 2016; ROSA et. al.,1997); além disso, poças que estão mais próximas ao mar tendem a ter uma quantidade maior de indivíduos quando comparadas

com poças que estão mais próximas à região litorânea superior (CASSAMALI et. al., 2017).

## **2.2 Fauna encontrada nas poças e adaptações**

As poças de maré também são caracterizadas por servirem como residência e refúgio para diversas espécies marinhas (MENDONÇA et. al., 2018), no qual os organismos que as utilizam podem ser definidos como residentes, oportunistas ou transitórios (ZANDER, et. al., 1999) dependendo da finalidade e do tempo de permanência na poça.

Indivíduos que residem nas poças necessitam de adaptações para sobreviverem às pressões das poças, uma vez que a manutenção da homeostase de diversos organismos marinhos só funciona plenamente em baixa escala das variações abióticas; como temperatura e salinidade, por exemplo. Em contrapartida, organismos que vivem em ambientes de constante desafio, como as poças de maré, são mais resistentes às variações das condições ambientais do que indivíduos que ocorrem em ecossistemas abaixo dos níveis das marés (HELMUTH, 2009; MADEIRA et. al., 2012; SORTE et. al., 2019).

Alguns animais marinhos são chamados de osmoconformadores, isso significa que esses indivíduos mudam as concentrações dos seus fluidos extracelulares em função do ambiente, entretanto conseguem suportar alterações nas variações de salinidade através de mecanismos de regulação de volume celular (FREIRE, et. al., 2008; FOSTER, et. al., 2010; DAVID, et. al., 2018). Em oposição, osmorreguladores conseguem controlar as concentrações protegendo suas células de um estresse osmótico, isso ocorre graças ao transporte iônico presente na interface entre o fluido extracelular e o ambiente externo, possibilitando a esses seres tolerância às variações de salinidade e manutenção adequada da homeostase osmótica (EVANS, 2008; LARSEN et. al., 2011).

Peixes são animais osmorreguladores, e as espécies eurialinas, como as que residem nas poças de maré, podem manter a concentração interna de seus fluidos corpóreos independente da concentração osmótica e iônica do ambiente, realizando absorção e excreção ativa de sal em uma ampla faixa de salinidades (Marshall 2012). Ainda, espécies residentes desses ambientes instáveis tendem a lidar com situações de alta concentração salina, devido a evaporação da água e a exposição ao sol, mas demonstram excelente capacidade osmorregulatória para ocupar esses ambientes (FREIRE; PODRÓCIMO, 2007; GONZALEZ, 2012).

Animais que vivem em ambientes instáveis apresentarem além de adaptações fisiológicas, adaptações comportamentais e morfológicas. (HORN, et. al., 1999; RICHARDS, 2011). Peixes e alguns invertebrados que vivem nas poças de maré, tendem a se esconderem embaixo das rochas para evitar a dessecação (MACIEIRA, et. al., 2015) e predação – não só de animais marinhos, mas também de animais terrestres como as aves – já que dessa forma, ficam menos expostos. Além disso, para suportar mudanças nas variações de salinidade e temperatura, podem reduzir sua atividade numa tentativa de economizar energia, e se enterrar no sedimento para evitar a predação e possivelmente para tentar proteger os olhos (BEMVENUTHI; FISCHER, 2010).

### 2.3 *Bathygobius soporator*

*Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) é uma espécie de peixe pertencente à família Gobiidae (Figura 1), bastante abundante no Atlântico Ocidental (GARZÓN-FERREIRA; ACERO, 1992; RODRIGUEZ-REY, et. al., 2018) e em toda a costa do Brasil. É conhecida popularmente como Amboré e pode ser encontrada em diversos ecossistemas, como costões rochosos, estuários, poças de marés e manguezais. É considerada residente das poças de maré, devido a sua grande abundância nesse ambiente marinho (PASTRO, et. al., 2016, ROSA, et. al., 1997).

*B. soporator* possui nadadeiras pélvicas fundidas, como se fosse um tipo de ventosa, no qual as utilizam para se fixarem ao substrato. É considerada uma espécie bentônica e sedentária (FANTA, 1997), e pode ser usada como bioindicador natural da qualidade dos ambientes bentônicos, uma vez que são intimamente envolvidas com o substrato e possuem baixa mobilidade.

A espécie possui coloração castanha com pequenas manchas brancas e listras relativamente densas e escuras na região dorsal-lateral do corpo. Seu tamanho pode variar entre 1,2 cm a 9,6 cm (SOARES, et. al, 2016). A dieta é composta por crustáceos, peixes e algas, sendo descrita na literatura como espécie onívora (NASCIMENTO; PERET, 1986; LOPES; OLIVEIRA-SILVA, 1998).

Segundo estudos realizados por Barralli e seus colaboradores (2021), a espécie possui dimorfismo sexual, no qual as fêmeas são menores que os machos, isso pode acontecer devido às influências do ambiente, como por exemplo, a temperatura, que é o principal fator nos ecossistemas aquáticos (MORA; OSPINA, 2001; SOMERO, 2002). A espécie apresenta ampla tolerância térmica (RUMMER, et. al., 2009; VINAGRE, et. al,

2015), atingindo temperaturas consideravelmente elevadas. Entretanto, apesar de viverem em um ambiente de alta instabilidade osmótica, sua performance diante de alterações de salinidade ainda não foi estudada.

**Figura 1** – Imagem de um exemplar de *Bathygobius soporator* predando na poça de maré da Praia do Cabo Branco.



**Fonte:** Produzida pela autora, 2022.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Investigar a tolerância de *Bathygobius soporator* residente das poças de maré da Praia do Cabo Branco a um aumento gradual de temperatura em diferentes salinidades.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Caracterizar os parâmetros físico-químicos das poças de maré da Praia do Cabo Branco
- ✓ Determinar a temperatura máxima que os animais toleram antes de exibir comportamento de escape
- ✓ Determinar se variação de salinidade influencia na temperatura máxima tolerada
- ✓ Promover experimentos não letais prezando pela recuperação dos animais

## 4. METODOLOGIA

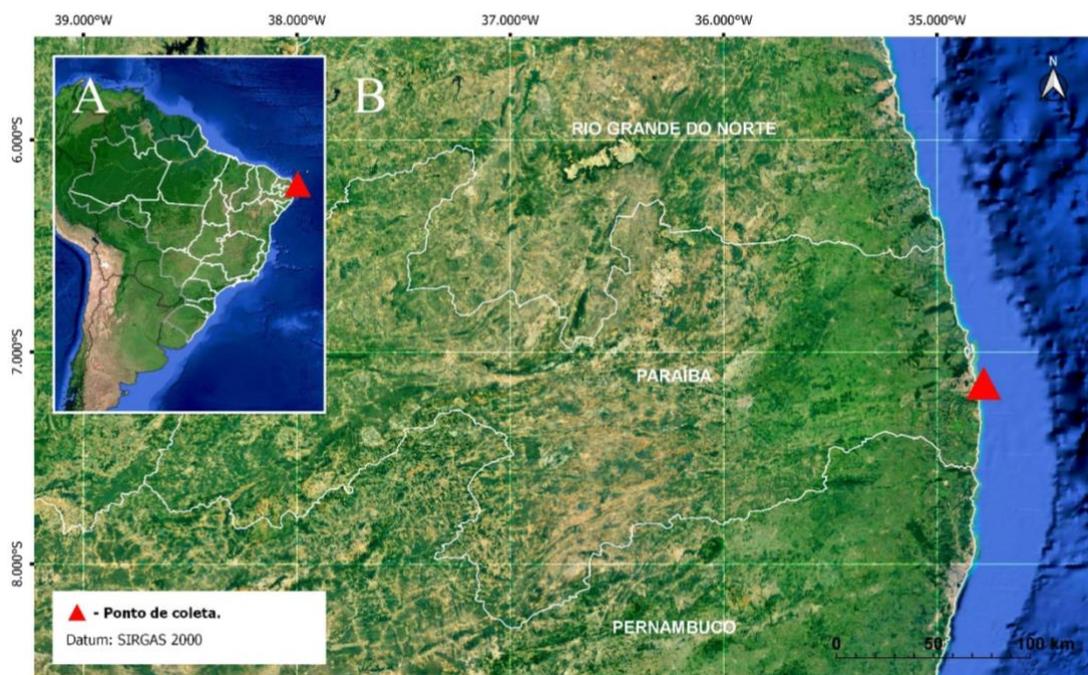
### 4.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada com animais coletados nas poças de marés localizadas ao sul da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil ( $7^{\circ}08'44.1''\text{S } 34^{\circ}48'15''$  Oeste).

A Praia do Cabo Branco é caracterizada pela quantidade de poças de maré e rochas espalhadas pela região litorânea. Isso ocorre, pois na região sul da Praia do Cabo Branco encontra-se a falésia do Cabo Branco, a qual se caracteriza pela composição de aglomerados de rochas areníticas-ferruginosa (GONDIM et. al., 2008), que vão desde a região supralitoral até a plataforma continental.

Devido às oscilações e impactos dos ciclos das marés, essas rochas acabam sendo reduzidas, ficando acumuladas de forma aleatória na praia e, quando ocorre a baixa-mar, a água fica retida nessas rochas, impedindo um contato direto com o mar e delimitando as poças de marés em conjunto com algas calcárias (ROSA et. al., 1997), o que possibilita a formação de microhabitats para diversas espécies.

**Figura 2** – A) Posição do ponto de coleta em relação ao Brasil. B) Localização do ponto de coleta no estado da Paraíba.



**Fonte:** Produzido por Oliveira-Neto, M. A., 2022.

**Figura 3** – Imagem da Praia do Cabo Branco durante a baixa-mar evidenciando a poça de maré.



**Fonte:** Produzida pela autora, 2022.

#### 4.2 Seleção e caracterização das poças de maré

As poças foram selecionadas seguindo critérios que levaram em consideração: tamanho, profundidade e fácil acesso. Foram selecionadas três poças de tamanhos e profundidades semelhantes que ficam submersas na preamar e isoladas do mar na baixa-mar. Após a seleção, durante a baixa-mar, as poças foram numeradas e medidas com o auxílio de uma trena: Poça 1 (P1) possui 12cm de profundidade, a poça 2 (P2) possui 15cm de profundidade, enquanto a poça 3 (P3) possui 13cm de profundidade durante a baixa-mar. A caracterização físico-química das poças foi realizada duas vezes durante as marés de sizígia e período seco; a primeira em outubro de 2021 e a segunda em fevereiro de 2022. Com o auxílio de um termômetro digital (Tp101) e um refratômetro (RTS-101ATC) os parâmetros físico-químicos foram registrados de hora em hora, totalizando 6 horas durante a maré baixa, desde o início da emersão (logo que a poça se isola do mar), até o fim da emersão (no momento seguinte ao que ela se reconecta com o mar). A título de comparação, também foram realizadas medidas dos parâmetros físico-químicos no mar – no início da região infralitoral – nos mesmos períodos e com os mesmos

equipamentos. A temperatura foi medida com o termômetro, no qual foi colocado similarmente na mesma profundidade e no centro nas três poças, de modo que não tocasse o fundo da poça, nem ficasse superficial. A salinidade foi medida com o auxílio do refratômetro, no qual a amostra de água utilizada no aparelho foi retirada similarmente na mesma profundidade, e a cada nova análise entre as poças, o equipamento era lavado com água destilada.

### **4.3 Coleta e manutenção dos animais**

Para os experimentos de tolerância de temperatura e salinidade, após a caracterização das poças, foram realizadas quatro coletas, no qual os peixes eram capturados de modo aleatório com o auxílio de uma rede de pesca para aquário no período de maré-baixa. Em cada coleta, foram coletados de 10 a 20 indivíduos. Após a coleta, os peixes foram acondicionados em caixas plásticas contendo água do local e transportados até o Laboratório de Ecofisiologia Animal (LEFA) do Campus V da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), onde foram mantidos com aeração constante e fotoperíodo natural até a realização dos experimentos. Os animais foram alimentados todos os dias, uma vez por dia com ração para peixe em flocos (Basic Alcon) até a realização dos procedimentos. Os peixes passaram um período de três dias para aclimatar à temperatura ambiente do laboratório (23°C) para a realização dos experimentos.

### **4.4 Morfometria**

Após a fase de caracterização das poças foram coletados ao todo 68 exemplares da espécie (em quatro coletas independentes), sendo 22 indivíduos coletados na poça 1 (12cm), 23 indivíduos na poça 2 (15cm) e 23 indivíduos na poça 3 (13 cm).

Para a medição do tamanho dos indivíduos (cabeça-cauda) foi utilizado uma régua de 30 cm. Para a medição do peso, foi utilizada uma balança analítica (Shimadzu Ay 220), no qual o animal era inserido dentro de um copo, e o peso do copo retirado do valor final, sendo considerado seu peso total em gramas (g).

A média do tamanho dos indivíduos foi igual a  $5,77 \pm 0,38$  cm e a média do peso dos exemplares foi equivalente a  $3,49 \pm 0,51$  g.

### **4.5 Experimento de tolerância à temperatura**

Após a aclimação dos peixes e período de jejum por pelo menos 24 horas para garantir um estado pós-absortivo (MCDONNELL; CHAPMAN, 2015), foi possível iniciar a realização dos experimentos de tolerância térmica. Foi realizado o experimento térmico baseado no método dinâmico descrito por Mora e Ospina (2001). O método consiste em submeter os animais a um protocolo de aumento gradual de temperatura e determinar a Temperatura Crítica Máxima (CT<sub>máx</sub>) que é definida como a média aritmética do valor térmico coletivo em que o ponto final (perda do equilíbrio) é atingido.

No entanto, de acordo com Kochhann e colaboradores (2021) determinar métricas comportamentais antes do ponto crítico pode ser mais relevante do ponto de vista ecológico. Desse modo, no presente estudo, comportamentos relacionados à tentativa de escape foram considerados como ponto final (Tabela 1), na justificativa de também ser um método de baixa letalidade.

**Tabela 1** – Comportamentos de escape.

Nado agitado próximo à superfície
Cabeça na superfície da água
Pulo para fora da água

**Fonte:** Elaborada pela autora, 2022.

Os indivíduos foram submetidos individualmente a um aumento gradual equivalente a 0,1°C/min (aumento de 1 grau a cada 10 minutos) da temperatura da água, que foi regulado por um aparelho de banho maria digital (QUIMIS- Q218) que continha água destilada, e monitorado e registrado por um termômetro digital. Em todos os aquários testes foi padronizado o volume de água do aquário, totalizando 1 litro. A temperatura e salinidade dos aquários testes foram registradas inicialmente, sendo a temperatura inicial padronizada equivalente a 23°C e a salinidade 35‰. A temperatura em que os animais passaram a exibir comportamentos de escape (Temperatura de Agitação Térmica, Tag) foi então registrada com o auxílio de um termômetro digital. 8 indivíduos foram utilizados nesta etapa e foi calculada a Tag – que é a média coletiva da temperatura de agitação térmica – para os indivíduos da Praia do Cabo Branco. Foi registrada também a frequência da abertura opercular (AO), no início (AO<sub>i</sub>) e ao final (AO<sub>f</sub>) da exposição dos

animais ao regime de aumento de temperatura, em uma tentativa de inferir o estado metabólico do animal.

#### **4.6 Experimento de tolerância ao regime de aumento de temperatura em diferentes regimes de salinidades**

Após um período de três dias de aclimação às condições laboratoriais e de jejum de 24 horas, os animais foram submetidos ao teste de tolerância de temperatura em condições de redução e aumento de salinidade. Os peixes foram expostos individualmente em aquários com capacidade de 1 L com diferentes regimes de salinidade (Tabela 2) até completar um n de 10 indivíduos para cada salinidade. Foi utilizado o mesmo procedimento e equipamentos descritos no item 4.5 para registrar a tolerância ao aumento gradual de temperatura.

**Tabela 2** – Regimes de salinidade.

Diluição	15‰	20‰	25‰	30‰
Controle	35‰			
Concentração	40‰	45‰		

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

As salinidades em regime de diluição foram obtidas diluindo a água do mar com água destilada, enquanto as salinidades do regime de concentração foram obtidas adicionando sal marinho para aquarismo na água do mar, e após a diluição ou concentração, com o auxílio de um refratômetro, a salinidade era conferida.

Para o teste da salinidade controle (item 4.5) foram utilizados apenas 8 indivíduos, na justificativa de que a salinidade 35‰ é considerada a média de salinidade do mar, sendo um nível salino ideal, evitando a retirada de mais exemplares da espécie de seu habitat. Enquanto para todas as outras salinidades (item 4.6) – tanto diluição como concentração – o n-amostal foi equivalente a 10 indivíduos.

#### **4.7 Análise estatística**

Os dados estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Os dados apresentaram distribuição normal através do teste de Shapiro-Wilk e apresentaram homogeneidade de variância pelo teste de Levene. Os dados foram comparados com teste  $t$  para testar duas variáveis, no caso a abertura opercular inicial e a abertura opercular final, e ANOVA de uma via (com Holm-Sidak como pós teste), para comparar a Tag nas salinidades de concentração (35, 40 e 45 ppt) e nas salinidades diluídas (15, 20, 25, 30 ppt) sempre considerando a água do mar como controle (35 ppt). A confecção dos gráficos e as análises estatísticas foram realizadas pelo software SIGMAPLOT 11.0.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização das poças de marés

Os resultados dos parâmetros físico-químicos realizados nas poças durante um período de 6 horas na primeira caracterização e 4 horas na segunda caracterização, revelaram que houve variação de temperatura e salinidade ao longo dos ciclos das marés. Na primeira caracterização, a temperatura variou de 31,6°C a 40,5°C e a salinidade variou de 16‰ a 34‰ (Tabela 3). Já na segunda caracterização, a temperatura mínima foi igual a 29°C e a máxima foi igual a 37,8°C, e a salinidade variou de 13‰ a 28‰ (Tabela 4).

Além disso, o mar apresentou condições mais estáveis nas variações de salinidade e temperatura; durante a primeira caracterização, a temperatura variou de 33,1°C a 33,6°C e a salinidade variou de 30‰ a 35‰. Já na segunda caracterização, a temperatura mínima foi 33,2 °C e a máxima 33,9 °C, enquanto a salinidade mínima foi 33‰ e a máxima 35‰.

**Tabela 3** – Caracterização físico-química das poças de marés. Outubro de 2021.

	1H	2H	3H	4H	5H	6H
P1						
Temp	33,5°C	34,7°C	33,5°C	34,8°C	31,6°C	33,1°C
Salin	26‰	30‰	22‰	23‰	17‰	16‰
P2						
Temp	32,9°C	33,7°C	34,1°C	34,4°C	31,8°C	33,4°C
Salin	31‰	33‰	30‰	32‰	23‰	20‰
P3						
Temp	34,8°C	36,5°C	36,2°C	40,5°C	33,8°C	34,8°C
Salin	28‰	30‰	26‰	34‰	25‰	18‰
Mar						
Temp	33,6°C	33,1°C	33,3°C	33,6°C	33,4°C	33,1°C
Salin	32‰	33‰	30‰	34‰	34‰	32‰

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

**Tabela 4** – Caracterização físico-química das poças de marés. Fevereiro de 2022.

	1H	2H	3H	4H
P1				

Temp	29°C	32,7°C	34,5°C	35,1°C
Salin	13‰	16‰	17‰	21‰
P2				
Temp	29,4°C	32,6°C	35,9°C	37,1°C
Salin	15‰	18‰	20‰	24‰
P3				
Temp	30°C	34,8°C	36 °C	37,8°C
Salin	15‰	18‰	23‰	28‰
Mar				
Temp	33,2°C	33,4°C	33,7°C	33,9°C
Salin	33‰	33‰	34‰	35‰

**Fonte:** Elaborada pela autora, 2022.

A caracterização físico-química das poças de marés realizada, no mês de fevereiro do ano de 2022 (Tabela 4), totalizou apenas quatro horas. Isso se deu em virtude do rápido aumento da maré, tornando o local inviabilizado para o prosseguimento das últimas duas horas de amostragem. Entretanto, o ocorrido não comprometeu os resultados da caracterização do local.

## 5.2 Tolerância à temperatura

Cada indivíduo testado apresentou um comportamento semelhante; à medida que as temperaturas continuavam aumentando, eventualmente os peixes começavam a nadar ao redor dos limites do aquário teste, de maneira rápida e agitada, e logo em seguida os peixes emergiam e/ou tentavam pular do recipiente, esse comportamento de agitação foi interpretado como comportamento de fuga, numa tentativa possível de procurar um ambiente mais favorável à sua permanência. A Temperatura de Agitação Térmica foi anotada (Tabela 5) assim que os indivíduos realizavam algum dos comportamentos mencionados, e quando apresentavam algum comportamento de fuga, os peixes eram removidos do aquário experimental e transferidos para um aquário de recuperação mantido na temperatura original do tratamento (23°C).

Para cada animal a Temperatura de Agitação Térmica representa a temperatura em que o indivíduo demonstrou comportamento de fuga, junto com abertura opercular inicial (AO<sub>i</sub>) na temperatura inicial de 23°C e a abertura opercular final (AO<sub>f</sub>) apresentada na temperatura de fuga.

**Tabela 5** – Experimento de tolerância à temperatura em salinidade controle de *Bathygobius soporator*. Tag = Temperatura de Agitação térmica; AO<sub>i</sub> = Abertura opercular inicial; AO<sub>f</sub> = Abertura opercular final.

35‰ ppt	Tag (°C)	AO <sub>i</sub>	AO <sub>f</sub>
P1	39°C	65/m	104/m
P2	40°C	67/m	110/m
P3	37°C	62/m	99/m
P4	38°C	61/m	96/m
P5	41°C	68/m	108/m
P6	39°C	59/m	97/m
P7	40°C	70/m	114/m
P8	39°C	60/m	106/m

**Fonte:** Elaborada pela autora, 2022.

A média da tolerância térmica coletiva na salinidade 35 ppt foi  $39,1 \pm 0,4$  °C. Já a abertura opercular inicial (AO<sub>i</sub>) foi de  $64 \pm 1,4$  e a final (AO<sub>f</sub>)  $104,2 \pm 2,3$  aberturas por minuto. A frequência opercular final foi estatisticamente maior do que a frequência opercular no início do experimento (teste *t*,  $p < 0,05$ ,  $n = 8$ ).

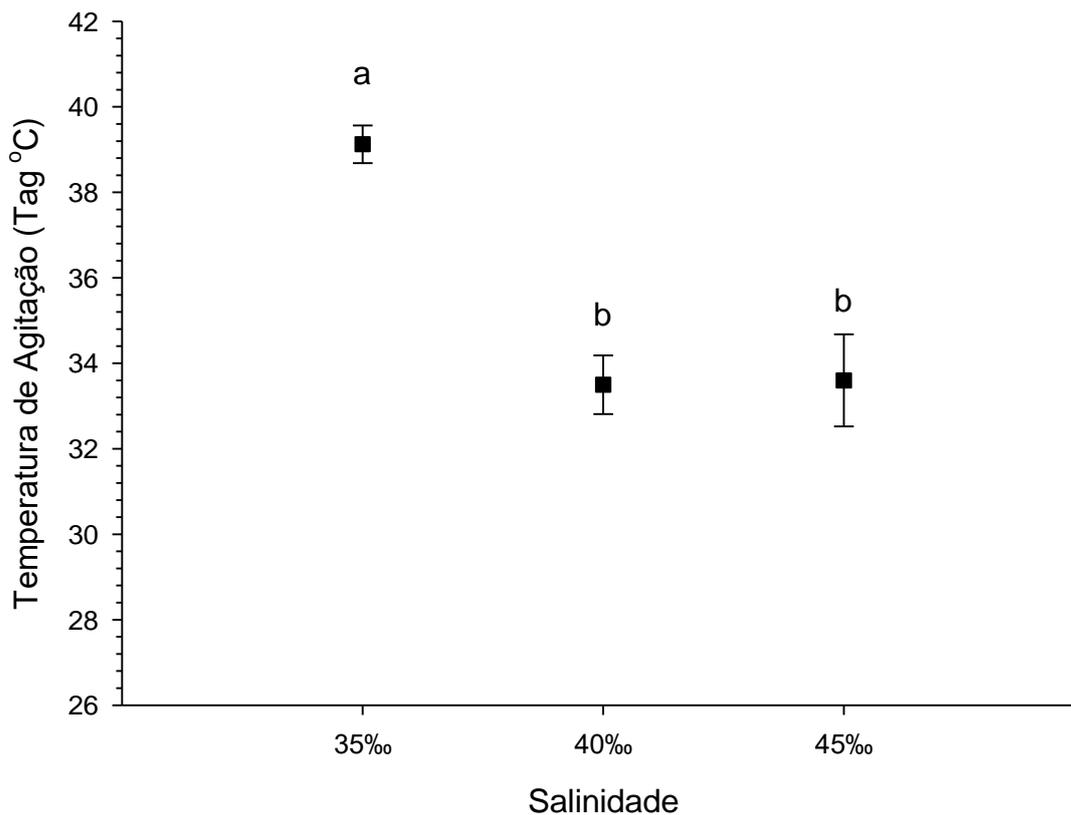
### 5.3 Tolerância ao regime de aumento de temperatura nas diferentes salinidades

Os experimentos de tolerância ao aumento de temperatura em diferentes salinidades mostraram que, quando expostos a concentrações ou diluições da salinidade, os peixes apresentavam menor tolerância quando comparados ao experimento realizado na salinidade controle, sendo da Tag das concentrações (Gráfico 1) e diluições inferiores a Tag controle (Gráfico 2).

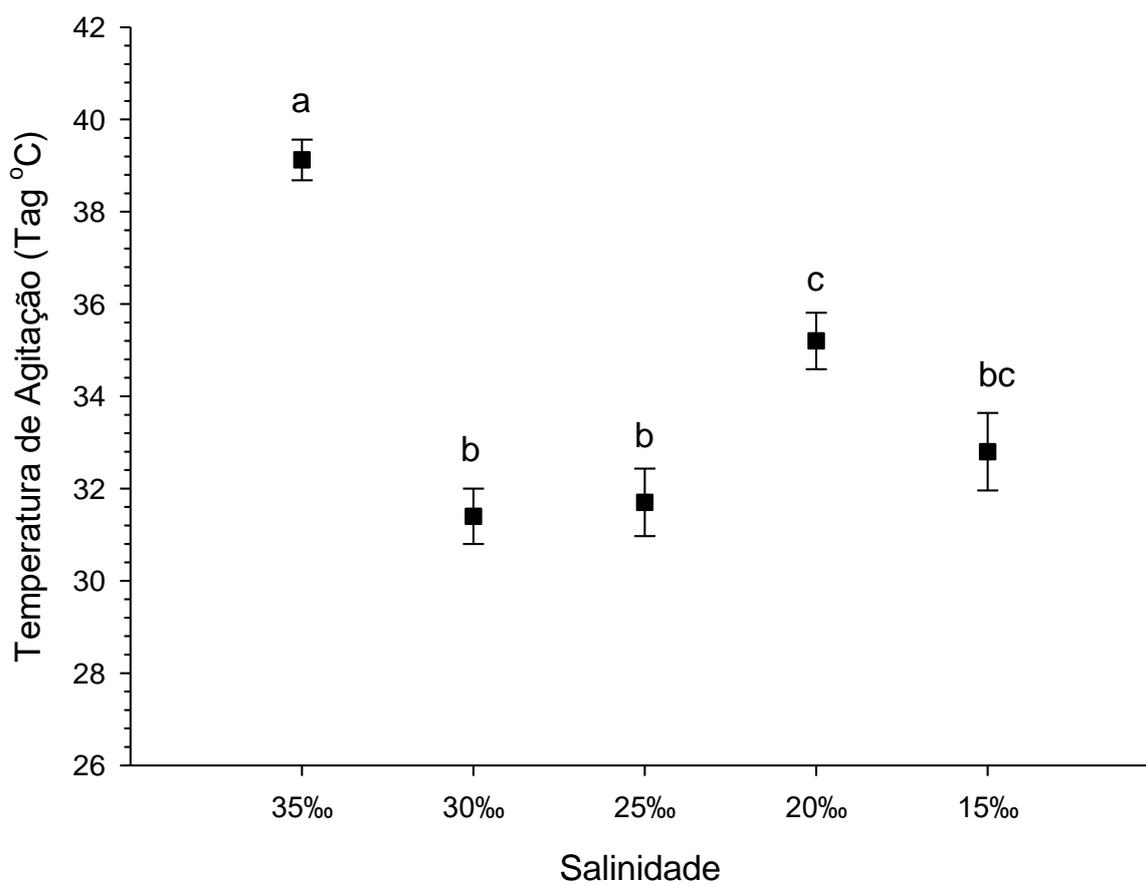
A média da Tag na salinidade controle (35 ppt) foi  $39,1 \pm 0,4$  °C. Já a média das Tags nas concentrações de salinidade 40 ppt e 45 ppt, foram, respectivamente,  $33,5 \pm 0,7$  e  $33,6$

$\pm 1$ ; e nas diluições de salinidade 15 ppt, 20 ppt, 25 ppt e 30 ppt, as Tags foram, respectivamente,  $32,8 \pm 0,8$ ;  $35,2 \pm 0,6$ ;  $31,7 \pm 0,7$  e  $31,4 \pm 0,6$

**Gráfico 1** – Média da Temperatura de Agitação Térmica (Tag °C  $\pm$  SE) de *Bathygobius soporator* em condições de concentração de salinidade. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (one way ANOVA  $p < 0,05$ ,  $n = 10$ ).



**Gráfico 2** - Média da Temperatura de Agitação Térmica (Tag °C  $\pm$  SE) de *Bathygobius soporator* em condições de diluição de salinidade. Letras diferentes indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos (one way ANOVA  $p < 0,05$   $n = 10$ ).



Dos 68 exemplares da espécie utilizados para a realização dos experimentos (8 na salinidade 35, e 10 em cada uma das 6 salinidades experimentais), apenas 5 morreram durante a recuperação, sendo 3 peixes na recuperação do regime de salinidade 45 ppt e 2 peixes no regime de salinidade 25 ppt. Entretanto, não foi possível concluir se a causa das mortes foi em decorrência dos testes de variações de salinidade combinados com aumentos da temperatura porque houve uma queda de energia no Laboratório que afetou a aeração dos aquários e ocasionou o desativamento do ar-condicionado que mantinha a temperatura do aquário em 23 °C, o que pode ter sido responsável pela morte dos peixes. De todo modo, a baixa mortalidade registrada reforça que a Tag é um experimento informativo, de baixa letalidade e mais ecológico (KOCHHANN, et. al., 2021). Além disso, logo após a recuperação em cada etapa experimental, os 63 peixes foram devolvidos as poças que foram retirados.

É registrado na literatura, que a Temperatura Crítica máxima (CTmax) tolerada pela espécie encontrada em regiões temperada e subtropical, na salinidade de 35 ppt, pode variar em entre 39,3°C (VINAGRE, et. al., 2015) a 40,9°C (RUMMER, et. al., 2009),

respectivamente. Entretanto, os peixes da espécie coletados nas poças de maré da Praia do Cabo Branco, são de região tropical, e apresentaram média da Tag equivalente a  $39,1 \pm 0,4$  °C na salinidade controle (35‰). Essas informações sugerem que, possivelmente, os exemplares de *Bathygobius soporator* encontrados em regiões tropicais podem apresentar uma CTmax superior quando comparados com exemplares de *Bathygobius soporator* encontrados nas regiões subtropicais, e principalmente regiões temperadas, uma vez que esses animais não são tão desafiados com elevadas temperaturas como os peixes encontrados nas regiões tropicais. Além disso, a CTmax e outros parâmetros fisiológicos e comportamentais podem variar em função do protocolo utilizado (CHOWN, et. al., 2009). Na pesquisa realizada por Vinagre e colaboradores (2015), a temperatura de aclimação foi de 29°C, enquanto na pesquisa de Rummer e colaboradores (2009) foi de 28 °C. Para este estudo, a temperatura de aclimação foi equivalente a 23°C devido às condições laboratoriais.

As Tags registradas neste estudo são frequentemente encontradas nas poças de maré estudadas. Inclusive, durante a fase de caracterização das poças, foram registradas temperaturas mais elevadas do que as médias das Tags em diferentes variações de salinidade, o que pode significar que a espécie residente das poças de maré, e de região tropical, já esteja muito próximo do seu limite de tolerância térmica. Estudos indicam que espécies tropicais podem apresentar maior vulnerabilidade e baixa adaptação às mudanças climáticas se comparadas às espécies residentes de zonas temperadas (NATI, et. al., 2021). No entanto, comportamentos de agitação não foram observados durante a fase de caracterização das poças de maré pelos exemplares da espécie, podendo indicar que a manipulação laboratorial e as condições de aclimação podem ter influenciado na manifestação dos comportamentos de escape dos peixes durante os experimentos. Sendo assim, é necessário o desenvolvimento de novos estudos em campo e em diferentes temperaturas de aclimação, visando uma possível padronização dos protocolos experimentais.

Além disso, essa diferença do valor da Tag na salinidade controle em relação às outras Tags nas variações de salinidade, pode significar um ajustamento fisiológico comportamental da espécie em decorrência das mudanças das características físico-químicas das poças de maré que residem, uma vez que durante o período de preamar, o animais e as poças ficam expostos às condições fornecidas pelo mar.

Durante o teste de tolerância térmica na salinidade controle (35 ppt), a abertura opercular inicial (AOi) dos animais foi anotada na temperatura de aclimação (23°C) e a final

(AOf) na temperatura em que apresentavam comportamentos de escape. A média da AOi foi equivalente a 64 aberturas por minuto, enquanto a média da AOf foi igual a 104/m, essa informação pode sugerir que elevações na temperatura influenciam nas taxas enzimáticas, no qual há um gasto maior de energia, e também no aumento da frequência respiratória, uma vez que aumentos na temperatura tendem a diminuir a concentração de oxigênio disponível na água.

Além disso, a área de estudo além de ser afetada pelos impactos gerados pela erosão da barreira do Cabo Branco e pelos ciclos das marés, sofre influências antrópicas. Por ser uma praia urbana da capital do estado da Paraíba, a Praia do Cabo Branco é um dos pontos turísticos da cidade pessoense, e devido a isso, obras estão sempre presentes no local. Atualmente (2022), está acontecendo na região sul da praia uma obra orquestrada pela prefeitura de João Pessoa, no qual o objetivo da operação é a construção de um muro gabião para a contenção de danos ocasionados pelas ondas. Devido a isso, mudanças na estrutura biológica e ecológica das poças de marés presentes no local podem acontecer. Além do mais, durante o período de caracterização das poças, foi encontrado conteúdo poluente e oleoso de coloração acinzentada e alguns indivíduos decápodes mortos, em uma das poças selecionadas (P3). Dessa forma, estudos futuros que considerem não só os estressores naturais do ambiente, mas também as alterações causadas pela ação humana, são necessários e relevantes para entender a ecofisiologia de espécies que habitam a região.

## 6. CONCLUSÃO

Com os resultados do presente estudo, foi possível verificar que a espécie residente de poças de marés, *Bathygobius soporator*, apresentou excelente performance aos elevados aumentos de temperatura em variadas concentrações e diluições de salinidade. Entretanto, também foi demonstrado que variações de salinidade, tanto em regimes de diluição como em regimes de concentração, podem influenciar na temperatura máxima tolerada pela espécie.

Essas informações sugerem que a espécie poderia ser afetada em possíveis aumentos da temperatura dos oceanos e mudanças climáticas, uma vez que alterações na temperatura atmosférica influenciam diretamente nas flutuações de salinidade do ecossistema costeiro que a espécie reside.

A amplificação de estudos científicos na área da fisiologia em ambientes costeiros, como as poças de maré, é imprescindível para a conservação e manejo de todas as espécies que utilizam essas áreas.

## REFERÊNCIAS

- BARRALLI, G. H. C.; VALE, J. G.; STAHELIN, G.; BRANCO, J. O. Biological and ecological aspects of *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) (Perciformes, Gobiidae) from Santa Catarina, Southern Brazil. **Papéis Avulsos De Zoologia**, v. 61, n. 15, p. 1-9, 2021.
- BEMVENUTI, M. A.; FISCHER, L. G. Peixes: Morfologia e Adaptações. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n.1, p. 31-54, 2010.
- CASSAMALI, A. S.; CERQUEIRA, L. O.; NUNES, E. T.; BRAGA, A. A. Caracterização de poças de maré e levantamento taxonômico de macrobentônicos na praia Costa Azul, em Iriiri-ES. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 555, 2017.
- CHOWN, S. L.; JUMBAM, K. R.; SORENSEN, J. G.; TERBLANCHE, S. Phenotypic variance, plasticity and heritability estimates of critical thermal limits depend on methodological context. **Functional ecology**, v. 23, n. 1, p. 133–140, 2009.
- DAVID, D. D.; LIMA, O. G.; NÓBREGA, A. M. C. S.; AMADO, E. M. Capacity of tissue water regulation is impaired in an osmoconformer living in impacted estuaries?. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 166, p. 375-382, 2018.
- EVANS, D. H. Teleost fish osmoregulation: what have we learned since August Krogh, Homer Smith, and Ancel Keys. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 295, n. 2, p. 4-13, 2008.
- FANGUE, N. A.; FLAHERTY, K. E.; RUMMER, J. L.; COLE, G.; HANSEN, K.S.; HINOTE, R.; NOEL, B. L.; WALLMAN, H.; BENNETT, W. A. Temperature and hypoxia tolerance of selected fishes from a hyperthermal rockpool in the dry tortugas, with notes on diversity and behavior. **Caribbean Journal of Science**, v. 37, n.2, p. 81-87, 2001.
- FANTA, E. Behaviour and circadian rhythm of the fish *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) under the influence of environmental salinity and temperature. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 221-244, 1997.
- FILHO, J. S. R.; BUSMAN, D.V.; VIANA, A. P.; GREGÓRIO, A. M.; OLIVEIRA, D. M. Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Ciências Naturais)**, v. 1, n. 3, p. 85-96, 2006.
- FOSTER, C.; AMADO, E. M.; SOUZA, M. M.; FREIRE, C. A. Do osmoregulators have lower capacity of muscle water regulation than osmoconformers? A study on decapod crustaceans. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology**, v. 313, n. 2, p. 80-94, 2010.
- FREIRE, C. A.; AMADO, E. M.; SOUZA, L. R.; VEIGA, M. P.; VITULE, J. R.; SOUZA, M. M.; PRODUCIMO, V. Muscle water control in crustaceans and fishes as a function of habitat, osmoregulatory capacity, and degree of euryhalinity. **Comparative**

**Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 149, n. 4, p. 435- 446, 2008.

FREIRE, C. A.; PRODOCIMO, V. Special challenges to teleost fish osmoregulation in environmentally extreme or unstable habitats. **In Fish osmoregulation, CRC Press**, p. 249-276, 2007

GARZÓN-FERREIRA, J.; ACERO, A. P. Los Peces del Genero *Bathygobius* (Perciformes: Gobiidae) del Caribe Colombiano. **Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betin**, v. 21, n. 1, p. 23-32, 1992.

GONDIM, A. I.; LACOUTH, P.; ALONSO, C.; MANSO, C. L. C. Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotrop.** v. 8, n. 2, p. 151-159, 2008.

GONZALEZ, R. J. The physiology of hyper-salinity tolerance in teleost fish: a review. **Journal of Comparative Physiology**, v. 182, n. 3, p. 321-329, 2012.

HELMUTH, B. From cells to coastlines: how can we use physiology to forecast the impacts of climate change?. **Journal of Experimental Biology**, v. 212, n. 6, p. 753-760, 2009.

HORN, M. H.; MARTIN, K. L.; CHOTKOWSKI, M. A. Intertidal fishes: life in two worlds. **Academic Press**, v.1, p. 1-6, 1999.

HURD, L.E. et al. Amazon floodplain fish communities: habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. **Biological Conservation**, v. 195, p. 118-127.2016

KOCHHANN, D.; SARMENTO, C. G.; DE OLIVEIRA, J. C.; QUEIROZ, H. L.; VAL, A. L.; CHAPMAN, L. J. Take time to look at the fish: Behavioral response to acute thermal challenge in two Amazonian cichlids. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology**, v. 335, n. 10, p. 735-744, 2021.

LARSEN, E. H.; DEATON, L. E.; ONKEN, H.; O'DONNELL, M.; GROSELL, M.; DANTZLER, W. H.; WEIHRAUCH, D. Osmoregulation and excretion. **Comprehensive physiology**, v. 4, n. 2, p. 405-573, 2011.

LEGRAND, E.; RIERA, P.; POULIQUEN, L.; BOHNER, O.; CARIU, T.; MARTIN, S. Ecological characterization of intertidal rockpools: Seasonal and diurnal monitoring of physicochemical parameters. **Regional Studies in Marine Science.** v. 17, p. 1-10, 2018.

LOPES, P. R. D.; OLIVEIRA-SILVA, J. T. Alimentação de *Bathygobius soporator* (Valenciennes, 1837) (Actinopterygii: Teleostei: Gobiidae) na localidade de Cacha Pregos (Ilha de Itapatica), Bahia, Brasil. **Biotemas**, v. 11, p. 81-92, 1989.

MACIEIRA, R. M.; SIMON, T.; PIMENTEL, C. R.; JOYEUX, J. C. Isolation and speciation of tidepool fishes as a consequence of Quaternary sea-level fluctuations. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, n. 1, p. 385-393, 2015.

MADEIRA, D.; NARCISO, L.; CABRAL, H. N.; VINAGRE, C. Thermal tolerance and potential impacts of climate change on coastal and estuarine organisms. **Journal of Sea Research**, v. 70, p. 32-41, 2012.

MARSHALL, W. S. Osmoregulation in estuarine and intertidal fishes. In Fish physiology. **Academic Press**, v. 32, p. 395-434, 2012.

MCDONNELL, L. H.; CHAPMAN, L. J. At the edge of the thermal window: effects of elevated temperature on the resting metabolism, hypoxia tolerance and upper critical thermal limit of a widespread African cichlid. **Conservation Physiology**, v. 3, n. 1, 2015.

METAXAS, A.; SCHELBLING, R. E. Community structure and organization of tidepools. **Marine Ecology Progress Series**, v. 98, n. 1, p. 187-198, 1993.

MENDES, L. F. História natural dos amborés e peixes-macaco (Actinopterygii, Blennioidei, Gobioidae) do Parque Nacional Marinho do Arquipélago de Fernando de Noronha, sob um enfoque comportamental. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 817-823, 2006.

MENDONÇA, V.; MADEIRA, C.; DIAS, M.; VERMANDELE, F.; ARCHAMBAULT, P.; DISSANAYAKE, A.; CANNING-CLODE, J.; FLORES, A. A. V.; SILVA, A.; VINAGRE, C. What's in a tide pool? Just as much food web network complexity as in large open ecosystems. **PLoS One**, v. 13, n. 7, p. 20-66, 2018.

MORA, C.; OSPINA, A. Tolerance to high temperatures and potential impact of sea warming on reef fishes of Gorgona Island (tropical eastern Pacific). **Marine Biology**, v. 139, n. 4, p. 765-769, 2001.

NASCIMENTO, M. T.; PERET, A. C. Reprodução e Nutrição de *Bathygobius soporator* (Cuvier & Valenciennes, 1837) do Canal do Itajuru, Cabo Frio - RJ (Perciformes - Gobioidae - Gobiidae). **Ciência e Cultura**, v. 38, p. 1404-1413, 1986.

NATI, J. J. H.; SVENDSEN, M. B. S.; MARRAS, S.; KILLEN, S. S.; STEFFENSEN, J. F.; MCKENZIE, D. J.; DOMENICI, P. Intraspecific variation in thermal tolerance differs between tropical and temperate fishes. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 21-27, 2021.

PASTRO, G.; DIAS, G. M.; GIBRAN, F. Z. Structure and composition of fish assemblages from São Sebastião Channel tide pools, southwestern Atlantic. **Biota Neotrop.** v. 16, n. 3, 2016.

RICHARDS, J. G. Physiological, behavioral and biochemical adaptations of intertidal fishes to hypoxia. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 2, p. 191-199, 2011.

RODRÍGUEZ-REY, G. T.; CARVALHO FILHO, A.; DE ARAÚJO, M. E.; SOLÉ-CAVA, A. M. Evolutionary history of *Bathygobius* (Perciformes: Gobiidae) in the Atlantic biogeographic provinces: a new endemic species and old mitochondrial lineages. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 182, n. 2, p. 360-384, 2018.

ROSA, R. S.; ROSA, I. L.; ROCHA, L. A. Diversity of the tidal pool ichthyofauna of Cabo Branco beach, João Pessoa, Paraíba, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 1, p. 201-212, 1997.

RUMMER, J. L.; FANGUE, N. A.; JORDAN, H. L.; TIFFANY, B. N.; BLANSIT, K. J.; GALLEHER, S.; KIRKPATRICK, A.; KIZLAUSKAS, A. A.; POMORY, C. M.; BENNETT, W. A. Physiological tolerance to hyperthermia and hypoxia and effects on species richness and distribution of rockpool fishes of Loggerhead Key, Dry Tortugas National Park. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 371, n. 2, p. 155-162, 2009.

SHULTZ, A. D.; ZUCKERMAN, Z. C.; SUSKI, C. D. Thermal tolerance of nearshore fishes across seasons: implications for coastal fish communities in a changing climate. **Marine biology**, v.163, n. 4, p. 83, 2016.

SOARES, B. E.; LOBATO, C. M. C.; FREITAS, D. T. H.; OLIVEIRA-RAIOL, R. D.; MONTAG, L. F. A. Sex differences on the feeding of the gobiid fish *Bathygobius saporator* in tide pools of Maiandeuá Island, Pará, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 106, p. 1-4, 2016.

SOMERO, G. N. Thermal physiology and vertical zonation of intertidal animals: optima, limits, and costs of living. **Integrative and comparative biology**, v. 42, n. 2, p. 780-789, 2002.

SORTE, C. J.; BERNATCHEZ, G.; MISLANIL, K. A. S.; PANDORI, L. L.; SILBIGER, N. J.; WALLINGFORD, P. D. Thermal tolerance limits as indicators of curret and future intertidal zonation patterns in a diverse mussel guild. **Marine Biology**, v. 166, n. 1, p. 1-13, 2019.

VINAGRE, C.; LEAL, I.; MENDONÇA, V.; FLORES, A. A. Effect of warming rate on the critical thermal maxima of crabs, shrimp and fish. **Journal of thermal biology**, v. 47, p. 19-25, 2015.

WHITE, G. E., HOSE, G. C.; BROWN, C. Influence of rock-pool characteristics on the distribution and abundance of inter-tidal fishes. **Marine Ecology**, v. 36, p. 1332-1344, 2015.

ZANDER, C. D.; NIEDER, J.; MARTIN, K. L. Vertical Distribution Patterns. In: HORN, M. H.; MARTIN, K. L.; CHOTKOWSKI, M. A. Intertidal Fishes: Life in two worlds. **Academic Press**, San Diego, p. 26-53, 1999.