



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO TRÊS RIOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**DINÂMICA SAZONAL DA AGREGAÇÃO DO TUBARÃO GALHA-  
PRETA (*CARCHARHINUS LIMBATUS*) NA BAÍA DA ILHA GRANDE,  
RJ**

**Thaissa Albuquerque Ribeiro Augusto**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Leonardo Mitrano Neves**

**TRÊS RIOS - RJ  
DEZEMBRO – 2024**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO TRÊS RIOS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**DINÂMICA SAZONAL DA AGREGAÇÃO DO TUBARÃO GALHA-  
PRETA (*CARCHARHINUS LIMBATUS*) NA BAÍA DA ILHA GRANDE,  
RJ**

**Thaissa Albuquerque Ribeiro Augusto**

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental,  
como requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três  
Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**TRÊS RIOS - RJ  
DEZEMBRO – 2024**

Augusto, Thaissa Albuquerque Ribeiro 1998

Dinâmica Sazonal da agregação do tubarão galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na baía da Ilha Grande, RJ.

34f. : fig 6, tabs 1.

Orientador: Leonardo Mitrano Neves.

Monografia (bacharelado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios.

Bibliografia: f. 28-34.

1. Elasmobrânquios – 2. Áreas marinhas protegidas – 3. Temperatura – 4. Reprodução. I. Augusto, Thaissa Albuquerque Ribeiro. II. Mitrano-Neves, Leonardo. III. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. IV. Dinâmica Sazonal da agregação do tubarão galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na baía da Ilha Grande, RJ.



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO TRÊS RIOS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA**

**DINÂMICA SAZONAL DA AGREGAÇÃO DO TUBARÃO GALHA-PRETA  
(*CARCHARHINUS LIMBATUS*) NA BAÍA DA ILHA GRANDE, RJ**

**Thaissa Albuquerque Ribeiro Augusto**

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental  
como pré-requisito parcial para obtenção do título de  
bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em 13/12/2024

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Orientador Leonardo Mitrano Neves

---

Prof. Dr. Alexandre Ferreira Lopes

---

Prof. Dr. Fábio Souto de Almeida

**TRÊS RIOS - RJ**  
**DEZEMBRO – 2024**

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente à Deus e aos meus guias por estarem comigo a todo momento, me guardarem e me manter de pé em todas as vezes que quis desistir. A fé move montanhas, e a perseverança vence batalhas.

Aos meus pais, Lígia e Adalto não há palavras no mundo que sejam suficientes para agradecer e expressar tudo que sinto por vocês, obrigada por todo apoio durante a caminhada, por inúmeros anos de sacrifício para me proporcionar a melhor educação possível, por me deixarem tentar de novo quando eu fracassei mais de uma vez, por cuidarem de mim e da minha saúde nas vezes que adoeci no meio do processo, obrigada por acreditarem no meu sonho e se tornarem meus maiores apoiadores.

Ao meu namorado, Patrick, companheiro de time e parceiro de aventuras agradeço por me ouvir falar inúmeras horas sobre o quão eu me sentia feliz e realizada com esse trabalho, por sempre me lembrar de ver o melhor lado das coisas, por me incentivar e apoiar em todas as etapas, por dizer a todo tempo que eu conseguiria e por me acalmar em todas as vezes em que eu precisei e principalmente por me apoiar em todas as minhas decisões.

Ao meu orientador, Léo, que me acompanhou durante longos anos, vivenciou minha paixão criar forma até poder estar nessas páginas, que não me permitiu desistir e não desistiu de mim, e que foi, sempre que eu precisei, compreensivo, parceiro e cuidadoso de todas as formas e em todas as situações, meu muito obrigada, seu suporte foi e é importante, obrigada por me permitir viver meu sonho.

Ao LABEMAC e a todos os seus integrantes, mas principalmente Lécio (você sempre soube que daria e você estava certo), Bia, Caio, Isa e Ícaro, minha eterna família acadêmica, agradeço por cada momento de descontração, cada café da tarde, as risadas e momentos de surtos coletivos, vocês fizeram parte desse processo tornando ele muito mais leve.

A todos os professores do Instituto Três Rios que estiveram na minha jornada, agradeço por todo o ensinamento que me fez crescer como profissional e como pessoa, por todos os conselhos e pela união que me permitiu chegar até aqui. Passar pela pandemia foi um momento difícil para todos nós, mas, com vocês, isso foi possível.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, Tassiane, Maria Júlia, Milene, Maurício, Maria Beatriz, Júlia, e há tantos outros que fiz pelo caminho, e especialmente a minha companheira de festas, trabalhos, filmes, almoços, choradeira e cafés da tarde Sabrina, com a amizade de vocês aprendi que mesmo longe de casa talvez não estejamos tão longe do lar, obrigada por todos os momentos, por todo carinho, conselhos, por cada sorriso e abraço.

Agradeço a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, minha casa durante esses anos, que por entre corredores me arrancou risadas, lágrimas e permitiu que eu me tornasse a pessoa que sou hoje, todos os dias foram novos aprendizados que guardarei com carinho em forma de lembrança.

Os resultados deste trabalho fazem parte do projeto "Tubarões da Baía da Ilha Grande", financiado pelo Shark Conservation Found e coordenado executivamente pelo Instituto Brasileiro de Conservação da Natureza (IBRACON), com apoio da Divers for Sharks e Instituto Mar Urbano. A coordenação científica é realizada pelo Laboratório de Ecologia Marinha e Costeira do Campus Três Rios da UFRRJ.

## RESUMO

As agregações de tubarões podem ser impulsionadas por fatores como reprodução, alimentação e busca por refúgio, resultando em movimentos e migrações com padrões sazonais e diários bem definidos. Estudar essas agregações é essencial para compreender melhor o comportamento e a ecologia das espécies, além de apoiar o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes. O objetivo deste estudo foi investigar a variação sazonal do tubarão galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na enseada de Piraquara de Fora, Baía da Ilha Grande, gerando conhecimento científico para a gestão de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral. A identificação e determinação do sexo dos tubarões foram realizadas por meio de filmagens subaquáticas com isca (BRUV), e a abundância foi estimada com o uso de transectos aéreos feitos por drones, no período de maio de 2023 a julho de 2024. Os dados de abundância foram obtidos a partir de quadros estáticos extraídos de voos a 70 m de altura, totalizando 184 quadrantes. A análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para identificar as variações na abundância de tubarões entre os meses de amostragem. Um total de nove indivíduos da espécie *Carcharhinus limbatus* foi registrado pelos BRUVs nos meses de junho de 2023, e maio, junho e julho de 2024. Três desses indivíduos foram identificados como fêmeas, enquanto o sexo dos demais não pôde ser determinado. As agregações foram observadas nos transectos aéreos durante os meses de outono e inverno (maio a setembro), com maiores valores em maio e junho, em comparação com agosto e setembro (PERMANOVA,  $p < 0,001$ ). O número máximo de tubarões observados simultaneamente ocorreu em maio de 2023 (113 indivíduos), caindo drasticamente em setembro (5 indivíduos), não sendo observados indivíduos no mês de outubro. A ocorrência de fêmeas adultas em águas rasas e quentes indica para uma possível agregação reprodutiva. Os resultados sugerem um evento de migração sazonal massiva em maio, com dispersão gradativa dos indivíduos entre agosto e setembro. Os tubarões foram encontrados ao longo de toda a enseada, mas geralmente em maior número próximo à Ilha Pingo D'Água, pertencente à Estação Ecológica de Tamoios, destacando a importância dessa área protegida para a conservação dos elasmobrânquios no estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Elasmobrânquios, áreas marinhas protegidas, temperatura, reprodução.

## ABSTRACT

Shark aggregations can be driven by factors such as reproduction, feeding, and refuge, resulting in well-defined seasonal and daily movement and migration patterns. Studying these aggregations is essential for better understanding the behavior and ecology of these species, as well as for supporting the development of more effective conservation strategies. The aim of this study was to investigate the seasonal variation of blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) in Piraquara de Fora Cove, Ilha Grande Bay, providing scientific knowledge to support the management of the No-take Marine Protected Area, Tamoios Ecological Station. Shark identification and sex determination were conducted using baited remote underwater video (BRUV), while abundance was estimated through aerial transects using drones from May 2023 to July 2024. Abundance data were derived from static frames captured during flights at an altitude of 70 m, totaling 184 quadrants. Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA) was used to identify variations in shark abundance among sampling months. A total of nine individuals of the species *Carcharhinus limbatus* were recorded by BRUVs in June 2023 and in May, June, and July 2024. Three of these individuals were identified as females, while the sex of the remaining individuals could not be determined. Aggregations were observed in the aerial transects during autumn and winter months (May to September), with higher numbers recorded in May and June compared to August and September (PERMANOVA,  $p < 0.001$ ). The maximum number of sharks observed simultaneously occurred in May 2023 (113 individuals), declining sharply to 5 individuals in September and with no individuals observed in October. The presence of adult females in shallow, warm waters suggests the possibility of a reproductive aggregation. The findings indicate a large-scale seasonal migration event in May, followed by a gradual dispersion of individuals from August to September. Sharks were observed throughout the cove, with higher concentrations typically recorded near Pingo D'Água Island, a part of the Tamoios Ecological Station. This underscores the significance of this marine protected area for the conservation of elasmobranchs.

Keywords: Elasmobranchs, marine protected areas, temperature, reproduction.

## **LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS**

AMPs – Áreas Marinhas Protegidas

BIG – Baía da Ilha Grande

BRUVs - Baited Remote Underwater Video

EP- Erro Padrão

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

MaxN – Número máximo de indivíduos

MMA- Ministério do Meio Ambiente

PERMANOVA - Análise de Variância Permutacional

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Mapa da Baía da Ilha Grande com indicação da área de estudos .....                                                                                                                                                                                                | 17 |
| <b>Figura 2.</b> Metodologia do vídeo remoto subaquático com isca (BRUV). A e B - Implantação dos sistemas BRUV a partir do barco nos pontos de amostragem. C - BRUV em operação, registrando em uma laje submersa. ....                                                           | 18 |
| <b>Figura 3.</b> A - Voo de drone; B - Controle remoto com smartphone registrando um tubarão-galha-preta .....                                                                                                                                                                     | 19 |
| <b>Figura 4.</b> Indivíduos de <i>Carcharhinus limbatus</i> registrados por drones na enseada de Piraquara de Fora, Angra dos Reis, RJ, durante eventos de agregação (A e B). C - Comportamento de salto de um tubarão-galha-preta ( <i>Carcharhinus limbatus</i> ) .....          | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Indivíduos de <i>Carcharhinus limbatus</i> registrados por BRUVS (A, B e C) na enseada de Piraquara de Fora, Angra dos Reis, RJ. A - Registro de uma fêmea grávida .....                                                                                          | 23 |
| <b>Figura 6.</b> Localizações dos registros dos nove indivíduos por BRUVs e agregações (área sombreada) pelos transectos de drones (polígono tracejado) de tubarões-galha-preta ( <i>Carcharhinus limbatus</i> ) na enseada de Piraquara de Fora, na Baía da Ilha Grande, RJ ..... | 24 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Número de avistamentos de tubarões-galha-preta ( <i>Carcharhinus limbatus</i> ) e métodos utilizados em cada expedição na enseada de Piraquara de Fora, Baía da Ilha Grande ..... | 25 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## Sumário

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                          | 13 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL .....                    | 16 |
| 1.1.1 Objetivos Específicos .....           | 16 |
| 2. MATERIAIS E MÉTODOS.....                 | 16 |
| 2.1. ÁREA DE ESTUDO .....                   | 16 |
| 2.2. PROGRAMA DE AMOSTRAGEM – .....         | 17 |
| 2.3. TRATAMENTO E AANÁLISE DE DADOS – ..... | 20 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....             | 20 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....               | 27 |
| 5. REFERÊNCIAS .....                        | 28 |

# 1. INTRODUÇÃO

As agregações de tubarões podem ser impulsionadas por fatores bióticos, como reprodução, disponibilidade de presas, evasão de predadores e interação social (Jacoby et al. 2012), e devido à seleção de habitat, influenciada por fatores abióticos como temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, marés, fotoperíodo e pH (Schlaff et al. 2014, O'Brien et al. 2024). As flutuações nesses fatores atuam como sinais para movimentos e migrações. A ocorrência de agregações oferece uma oportunidade única para coletar dados que têm se mostrado difíceis de obter para espécies de elasmobrânquios, uma vez que geralmente são dispersas e de ampla distribuição (Musick et al. 2000), e compreender essas dinâmicas é essencial para estratégias eficazes de conservação e manejo, especialmente diante das mudanças ambientais (Schlaff et al. 2014). As alterações no ambiente, como o aumento da temperatura da água, podem afetar diretamente as rotas migratórias e os comportamentos reprodutivos dos tubarões, tornando necessário o monitoramento contínuo dessas populações para ajustes nos planos de conservação (Skomal et al. 2009).

O tubarão galha-preta, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839) é uma espécie de tamanho médio (até 286 cm de comprimento total) presente nas águas costeiras de mares tropicais e subtropicais ao redor do mundo (Burgess & Branstetter 2009), que ocorre principalmente perto da costa, incluindo fozes de rios, estuários, baías rasas e lamacentas, manguezais, lagoas e recifes de corais (Ebert et al. 2013). Sua reprodução vivípara, placentária de saco vitelino produz de 1 a 11 indivíduos com reprodução bienal ou trienal que varia regionalmente (Dudley & Cliff 1993, Castro 1996, Capapé *et al.* 2004, White 2007, Harry *et al.* 2019). Os tubarões galha-preta, como outras espécies de tubarões, possuem uma série de adaptações sensoriais que lhes permitem caçar em condições de baixa visibilidade, como águas turvas ou profundas, pois possuem linha lateral, sistema sensorial que detecta vibrações e movimentos na água, permitindo localizar suas presas mesmo quando a visão é limitada (Nelson et al. 2004). Além disso, os tubarões galha-preta também utilizam a eletorrecepção, que permite detectar campos elétricos gerados por movimentos musculares de outros organismos, o que é útil em ambientes com pouca luz (Klimley 1983).

As migrações do tubarão galha-preta são descritas em diferentes locais como na costa dos EUA, onde adultos e juvenis migram quando a temperatura da água cai abaixo de 21°C (Hueter & Manire 1994, Heupel & Hueter 2002), ao longo da costa do Senegal, onde fêmeas se aproximam da costa durante os meses de primavera e verão, quando as águas são mais quentes e favoráveis à reprodução (Diatta et al. 2001), no Golfo do México e na costa leste dos Estados Unidos, onde fêmeas também migram para águas mais rasas para dar à luz entre os meses de maio e junho (Branstetter 1981, Castro 1996). Diferentes estudos indicam que fêmeas de *C. limbatus* em diferentes partes do mundo atingem tamanhos de maturidade sexual e tamanhos máximos variados, o que sugere que as populações apresentam adaptações regionais específicas (Capapé 1984, Garrick 1982), portanto, as diferenças nas condições ambientais podem influenciar o comportamento migratório, incluindo a época e a duração das migrações reprodutivas.

No Atlântico Sul, *C. limbatus* tem registros de fêmeas grávidas, neonatos e juvenis no Nordeste, onde ocorrem no final da primavera e início do verão em praias abertas não protegidas com jovens restritos a águas mais rasas (Santander-Neto et al. 2020), e ao Sul, no estado do Paraná onde também se considera uma área de parturição e berçário para *C. limbatus* (Bornatowski, 2008). Em regiões como o nordeste brasileiro, as migrações são particularmente relacionadas à movimentação de presas, como peixes e cefalópodes, que seguem padrões sazonais que coincidem com os movimentos do tubarão (Bradaï et al. 2004), *Carcharhinus limbatus* também é visto no litoral nordestino, nas regiões costeiras do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia, e em áreas de maior profundidade como o Oceano Atlântico central (Castro 1996, Lessa et al. 2004).

Os tubarões são capturados por uma ampla variedade de pescarias e artes de pesca por setores variando de empresas industriais multinacionais a pescadores artesanais, sendo frequentemente uma fonte barata de proteína animal (Dent et al. 2015, Dulvy et al. 2017). O Brasil é o maior importador de carne de tubarão do mundo (Barreto et al. 2017, Niedermüller et al. 2021). A estatística pesqueira no país não tem sido apropriadamente coletada, e muitas espécies de tubarões ameaçados são livremente desembarcados e comercializados mesmo sendo proibidos pela legislação. A lei de proteção à fauna (*Lei nº 5.197/1967*) já estabelecia a proibição da caça esportiva e predatória de animais da fauna silvestre, reforçada por diversas legislações posteriores como a Lei de Crimes Ambientais (nº 9.605/1998) e a Instrução Normativa IBAMA (nº 12/2012) que proíbem o descarte de partes de tubarões, como barbatanas, a Portaria MMA nº 445/2014, que proíbe a captura, transporte, armazenamento e

comercialização de algumas espécies de tubarões. *Carcharhinus limbatus* é atualmente categorizada como vulnerável segundo a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (Rigby et al., 2020) e quase ameaçada pela lista brasileira de fauna ameaçada (ICMBio, 2024) e sua população global está em declínio, ameaçada principalmente pela pesca e pela perda e degradação dos habitats.

A redução da população de tubarões pode levar ao aumento das populações de mesopredadores (Myers et al. 2007), e a redução ou desequilíbrio nas espécies sob influência de predação desses indivíduos (Pace et al. 1999). As populações de tubarões costeiros são particularmente vulneráveis à captura devido à proximidade com as populações humanas, onde a pressão de pesca e a degradação do habitat são altas (Holland et al. 1999). Algumas espécies de tubarões formam agregações semelhantes por sexo (Sims 2005) por razões relacionadas à parturição (Hight & Lowe 2007), ou segregados por tamanho devido à seleção de habitat (Simpfendorfer et al. 2005), o que os tornam ainda mais vulneráveis às atividades antrópicas.

As Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) têm sido reconhecidas como uma estratégia eficaz para restaurar os ecossistemas marinhos e melhorar a resiliência de espécies chave, como os tubarões, que desempenham papéis ecológicos fundamentais na regulação de outras populações marinhas (Game et al., 2009). Essas áreas podem ter um papel fundamental na proteção de diferentes espécies e fases do ciclo de vida dos tubarões (Knip et al. 2012; Gallagher et al. 2021), em especial aquelas de proteção integral, especialmente se incorporarem seus habitats preferenciais (Albano et al. 2021). Assim, o fortalecimento e expansão das AMPs são essenciais para garantir a conservação dos tubarões e a saúde dos ecossistemas marinhos como um todo.

A baía da Ilha Grande, situada na costa sul do estado do Rio de Janeiro, tem sido conhecida pela ocorrência do tubarão galha-preta, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839), observados em agregações de dezenas de indivíduos dentro dos limites da unidade de proteção integral marinha ‘Estação Ecológica de Tamoios - ESEC-Tamoios’. Ainda não se tem dados básicos sobre a dinâmica sazonal e aspectos populacionais como a razão sexual e estrutura de tamanho dos indivíduos. Uma investigação detalhada sobre a agregação do tubarão galha-preta na região permitirá melhorar a gestão das unidades de conservação marinhas, garantindo a proteção de seus habitats e o fortalecimento das estratégias de preservação.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a dinâmica sazonal da agregação do tubarão galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na baía da Ilha Grande.

### 1.1.1 Objetivos Específicos

- Determinar o período da agregação de *C. limbatus* na baía da Ilha Grande;
- Identificar os padrões de uso do habitat de *C. limbatus* na região;

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

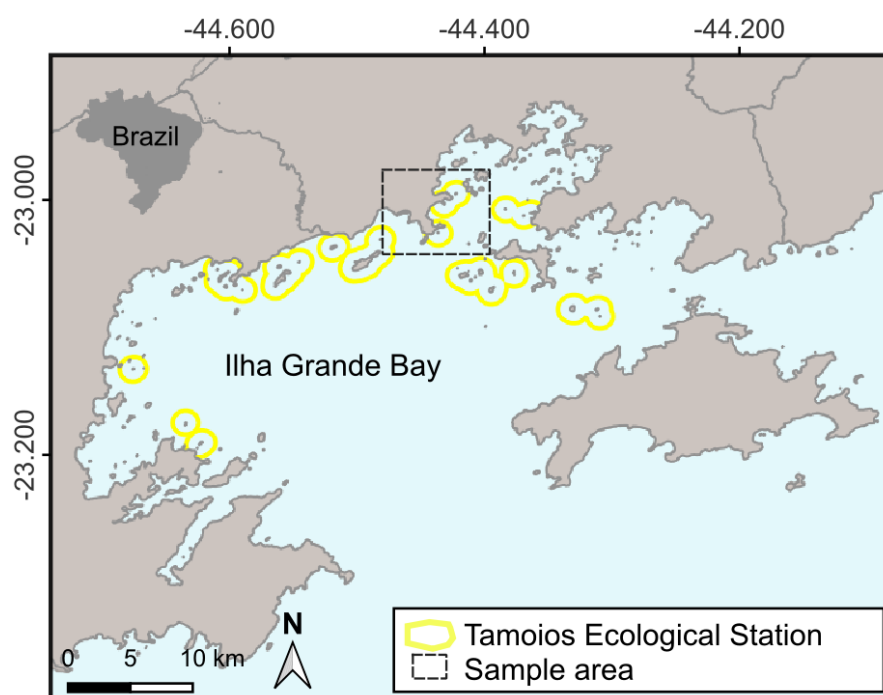
As amostragens foram realizadas na baía da Ilha Grande (BIG) no sul do estado do Rio de Janeiro (23°06 S, 44°42 W; Figura 1). A baía apresenta uma área de superfície de 470 km<sup>2</sup> e tem duas entradas para o oceano em cada lado da Ilha Grande, de 193 km<sup>2</sup> (Kjerfve et al. 2021). Um canal estreito de 2,3 km de largura e aproximadamente 35 m de profundidade divide a BIG nas porções oeste e leste. A temperatura de superfície na BIG varia de 24,4 a 28,4 °C no verão e 24 a 26 °C no inverno (Creed et al. 2007).

A BIG é uma área de grande importância ecológica e estratégica, tanto para a biodiversidade marinha quanto para o estudo de ecossistemas costeiros e foi considerada uma área de extrema prioridade para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade regionais (Creed et al. 2007), a baía é cercada por uma rica variedade de habitats, incluindo praias, manguezais, áreas de recifes de corais, e sistemas estuarinos, que abrigam uma vasta gama de espécies marinhas e terrestres e devido a sua riqueza e diversidade de espécies que atrelam-se as peculiaridades geográficas, hidrográficas e oceanográficas da região, e ainda fatores como diversidade e conectividade dos sistemas costeiros, aporte de matéria orgânica proveniente de rios e variação de fatores oceanográficos físicos e químicos (Lana et al., 1996; Brandini et al., 1997; Costa, 1998). Pesquisas têm demonstrado a necessidade de gestão e proteção efetiva dessa área para garantir a sustentabilidade dos recursos naturais e a conservação de seus ecossistemas (Medeiros et al., 2009).

As atividades econômicas na BIG inclui o turismo, geração de energia (usinas nucleares), estaleiros, marinas privativas, terminais de óleo, um porto comercial e a pesca

recreacional e comercial. A Estação Ecológica de Tamoios (ESEC – Tamoios), uma área de proteção integral, cobre parte da baía e inclui vinte e nove ilhas, rochedos, lajes e seus respectivos entornos marinhos com 1km de raio (Figura 1).

A área onde os tubarões são registrados localiza-se na enseada de Piraquara de Fora, com aproximadamente 3 km<sup>2</sup>, sob a influência da descarga de efluente termal das usinas nucleares, e possui uma parcela protegida pela ESEC – Tamoios (Figura 1).



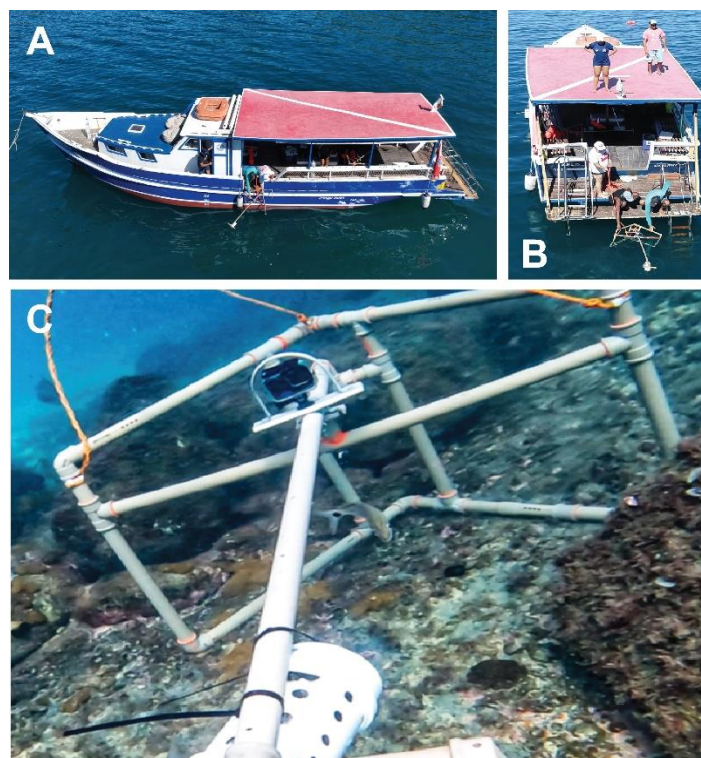
**Figura 1.** Mapa da Baía da Ilha Grande com indicação da área de estudo.

## 2.2. PROGRAMA DE AMOSTRAGEM

Foram realizados levantamentos aéreos e subaquáticos para avaliar a presença e a sazonalidade dos tubarões na Baía da Ilha Grande, Sudeste do Brasil. As amostragens subaquáticas foram realizadas entre maio de 2023 e julho de 2024, enquanto as aéreas entre maio e outubro de 2023 e fevereiro a julho de 2024. Durante os trabalhos de campo, a temperatura e a salinidade foram medidas com auxílio da sonda multiparâmetro Hanna HI98196, com medições na superfície e subsuperfície (3 m de profundidade).

O método de filmagem subaquática com isca (BRUV, *Baited Remote Underwater Video*) foi utilizado para o registro subaquático dos tubarões (Figura 2). O sistema BRUV é

uma metodologia não destrutiva que permite estimar as espécies carnívoras atraídas pela isca, as quais frequentemente evitam mergulhadores (Rolim et al. 2019, Schramm et al. 2020). O equipamento consistiu em uma base de PVC com uma câmera digital de vídeo (GoPro Hero 10) acoplada e uma gaiola com isca posicionada no final de um braço de 1,5 m. Em cada BRUV, foram utilizados 800 g de sardinha triturada (*Sardinella brasiliensis*). Iscas oleosas são indicadas para levantamentos com BRUV devido à dispersão da pluma de odor (Dorman et al. 2012). Todas as gravações foram feitas em vídeo de alta definição 4K (4096 × 2160) a 60 quadros por segundo, com a duração de 50 minutos em cada lançamento do BRUV (Langlois et al. 2020). No total 117 BRUVs foram lançados durante o período de pesquisa. Os registros dos vídeos dos BRUVs foram analisados para contabilizar e identificar os indivíduos e a partir destes vídeos a espécie e o sexo dos indivíduos foram determinados quando possível, além de analisados o comportamento dos tubarões em interação com o BRUV. Os tubarões foram identificados ao menor nível taxonômico segundo Gomes et al. (2019).



**Figura 2.** Metodologia do vídeo remoto subaquático com isca (BRUV). A e B - Implantação dos sistemas BRUV a partir do barco nos pontos de amostragem. C - BRUV em operação, registrando em uma laje submersa.

Foram utilizados drones (modelos DJI Phantom 4 Pro e DJI Mavic 3 Classic) para quantificar o número máximo de tubarões em cada ocasião de amostragem ao longo de transectos lineares de 1000 metros de comprimento, a uma altitude de 70 metros. Os drones também foram posicionados a uma altura de 4 metros para identificação dos tubarões. Os voos foram monitorados e controlados por meio do aplicativo DJI GO 4 (DJI Inc.), vinculado a um smartphone afixado ao controle remoto. Frames dos vídeos foram extraídos e importados para o ImageJ (v. 1.52) em ordem sequencial, permitindo contagens manuais de tubarões, segundo Ayres et al. (2021). Drones demonstraram ser ferramentas eficazes para avaliar presença, uso de habitat e comportamento dos tubarões (Ayres et al. 2021; Butcher et al. 2021).



**Figure 3.** A - Voo de drone; B - Controle remoto com smartphone registrando um tubarão-galha-preta.

Foram realizados cento e dezessete BRUVs (8 a 19 por mês), totalizando aproximadamente 8.040 minutos na mesma área onde os tubarões foram observados por drones. Em 01 de Setembro de 2023 e 24 de julho de 2024 foram realizados apenas dois BRUVs devido às condições do tempo. Em 24 de Julho de 2024 foi feito um BRUV pelágico com câmera 360° para observar o comportamento dos indivíduos, e uma possível ocorrência de comportamento evasivo ou de esquivo a presença do BRUV. Nesse sistema foi utilizada uma tainha inteira, amarrada a uma corda de nylon. Um total de 10 horas de voos de drones foram realizados, resultando em 8 horas de gravações de tubarões na enseada de Piraquara de Fora.

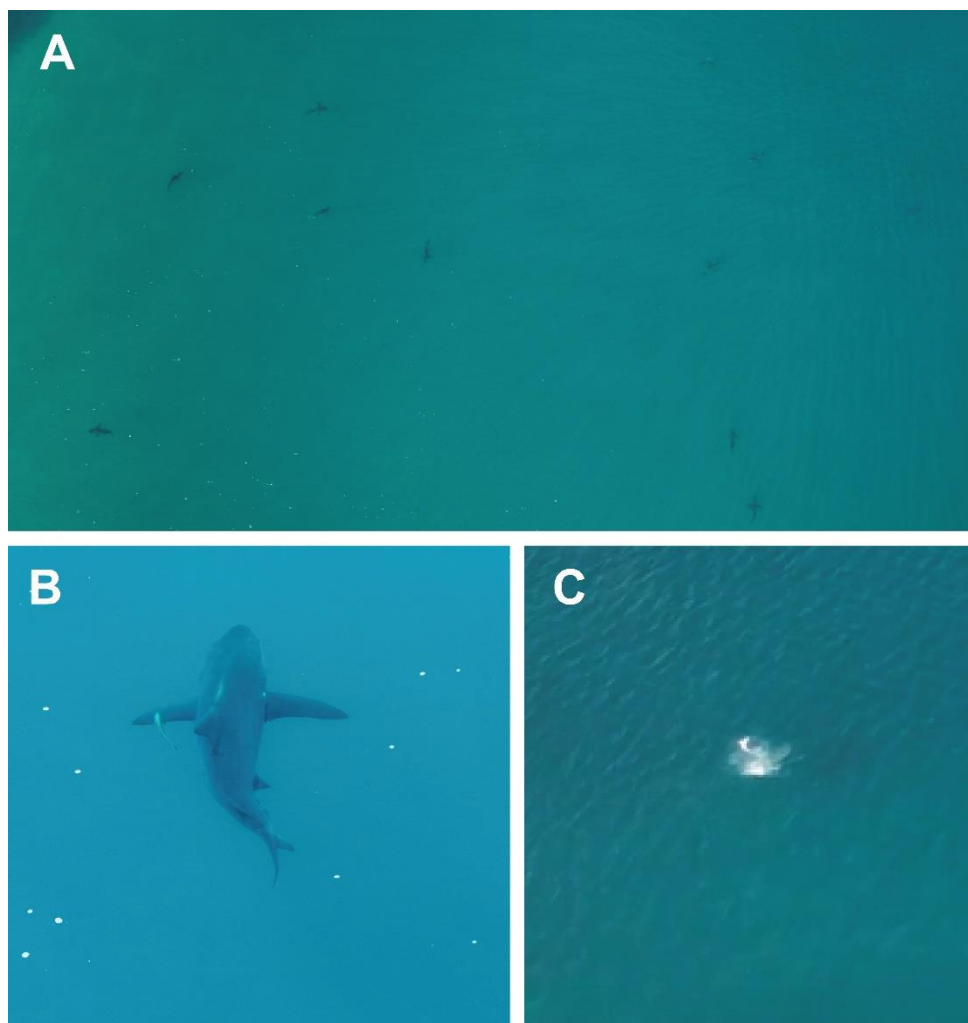
### 2.3. TRATAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Todas as amostras de vídeo foram analisadas usando o software VLC media player gratuito, e as análises das imagens captadas através do drone e BRUV's foram realizadas por três diferentes observadores para identificação e contabilização dos indivíduos. Os dados de abundância foram obtidos a partir de quadros estáticos extraídos dos voos de drone, que totalizaram 184 quadrantes. O MaxN foi definido como o número máximo de indivíduos presentes ao mesmo tempo no frame retirado das câmeras, sendo uma medida conservadora de abundância relativa que evita contagens repetidas dos mesmos alvos. A análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) foi utilizada para identificar as variações na abundância de tubarões entre os meses de amostragem (maio a outubro de 2023). A análise foi realizada através do pacote estatístico PRIMER Versão 6 (Anderson et al. 2008).

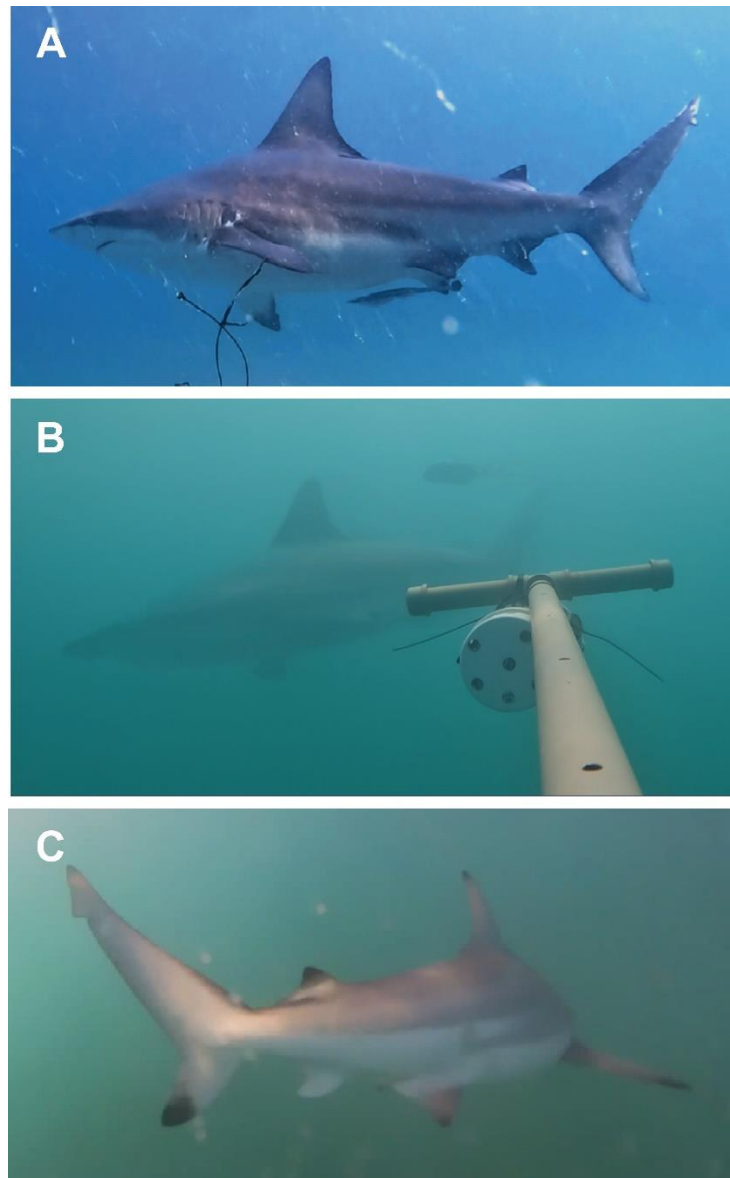
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura na enseada de Piraquara de Fora variou de 24,1 a 31,6°C (superfície), e de 22,8 a 27,4°C ('subsuperfície' a 3m de profundidade) no ano de 2023, e de 23,8 a 33,9°C (superfície) e de 22,5 a 30,9 (subsuperfície) no ano de 2024. A salinidade variou de 36,5 a 38,9 (superfície) e de 37,1 a 39,4 (subsuperfície) no ano de 2023, e de 31,8 a 38,6 (superfície) e 35,6 a 39,9 (subsuperfície) no ano de 2024.

As imagens de drones registraram tubarões galha-preta (*C. limbatus*) formando agregações em diferentes áreas da enseada (Figura 4). Seis dos 117 BRUVs registraram nove indivíduos entre o período de maio de 2023 a julho de 2024 (Figura 5). Quatro registros foram feitos em junho de 2023, dois (2) em maio de 2024, um (1) em junho de 2024 e dois (2) em julho de 2024. Destes, quatro foram identificados, todos da espécie *C. limbatus*, sendo três identificadas como fêmeas, enquanto o sexo nos demais registros não foram determinados. O comprimento total dos tubarões registrados variou entre 150 e 200 centímetros, referindo-se então a indivíduos adultos (Castro 1996).

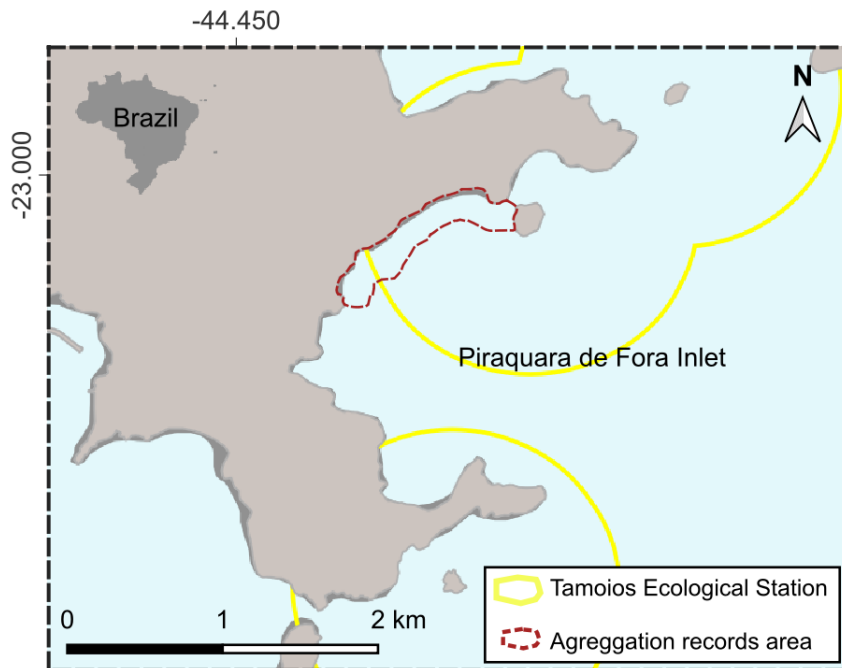


**Figura 4.** Indivíduos de *Carcharhinus limbatus* registrados por drones na enseada de Piraquara de Fora, Angra dos Reis, RJ, durante eventos de agregação (A e B). C - Comportamento de salto de um tubarão-galha-preta (*Carcharhinus limbatus*).



**Figura 5.** Indivíduos de *Carcharhinus limbatus* registrados por BRUVS (A, B e C) na enseada de Piraquara de Fora, Angra dos Reis, RJ. A - Registro de uma fêmea grávida.

Os registros foram feitos desde apenas alguns metros da costa (10 metros, profundidade < 2m) até perto da entrada da enseada de Piraquara (500 m da costa, em profundidades de 8 a 10m). As agregações foram observadas principalmente no setor norte da enseada de Piraquara de Fora, no entorno da ilha do Pingo D'Água, pertencente à Estação Ecológica de Tamoios (Figura 6).



**Figura 6.** Localizações dos registros dos nove indivíduos por BRUVs e agregações (área sombreada) pelos transectos de drones (polígono tracejado) de tubarões-galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) na enseada de Piraquara de Fora, na Baía da Ilha Grande, RJ.

As agregações de *C. limbatus* foram registradas nos meses de outono e inverno na Baía da Ilha Grande (maio, junho, julho, agosto e setembro de 2023; abril, maio, julho, agosto e setembro de 2024) (Tabela 1), com registros variando de 5 a 113 indivíduos (Tabela 1). A abundância de *C. limbatus* variou entre os meses (PERMANOVA,  $p < 0,001$ ), com maiores valores em maio e junho, em comparação com agosto e setembro. Os dados indicam que os tubarões permaneceram na enseada durante 4 meses, e a mudança abrupta no número de indivíduos entre os meses de abril e maio sugere uma chegada conjunta. Por outro lado, o número de registros declina a partir de junho, indicando uma saída gradual da enseada.

**Tabela 1.** Número de avistamentos de tubarões-galha-preta (*Carcharhinus limbatus*) e métodos utilizados em cada expedição na enseada de Piraquara de Fora, Baía da Ilha Grande.

| Data        | Metodologia   | Amostras       | Abundância máxima |
|-------------|---------------|----------------|-------------------|
| 25/05/2023  | Drone         | 7 transectos   | 113               |
|             | BRUV          | 12 lançamentos | 0                 |
| 22/06/2023  | Drone         | 3 transectos   | 61                |
|             | BRUV          | 12 lançamentos | 4                 |
| 27/07/2023  | BRUV          | 12 lançamentos | 0                 |
| 01/08/ 2023 | Drone         | 3 transectos   | 34                |
| 03/08/2023  | Drone         | 4 transectos   | 43                |
| 01/07/2023  | Drone         | 1 transectos   | 12                |
|             | BRUV          | 2 lançamentos  | 0                 |
| 21/07/2023  | Drone         | 3 transectos   | 0                 |
| 28/07/2023  | BRUV          | 17 lançamentos | 0                 |
| 11/10/2023  | Drone         | 3 transectos   | 0                 |
| 31/10/2023  | Drone         | 2 transectos   | 0                 |
|             | BRUV          | 8 lançamentos  | 0                 |
| 10/11/2023  | Drone         | 3 transectos   | 0                 |
| 27/02/2024  | Drone         | 1 transectos   | 0                 |
|             | BRUV          | 12 lançamentos | 0                 |
| 23/04/2024  | Drone         | 4 transectos   | 5                 |
|             | BRUV          | 11 lançamentos | 0                 |
| 14/05/2024  | Drone         | 2 transectos   | 8                 |
| 28/05/2024  | Drone         | 4 transectos   | 48                |
|             | BRUV          | 5 lançamentos  | 0                 |
|             | BRUV Pelágico | 5 lançamentos  | 2                 |
| 25/06/2024  | BRUV          | 15 lançamentos | 0                 |
|             | BRUV Pelágico | 4 lançamentos  | 1                 |
| 04/07/2024  | Drone         | 3 transectos   | 6                 |
| 24/07/2024  | BRUV 360°     | 2 lançamentos  | 1                 |

As amostragens com drones representaram a maior parte das observações dos tubarões, enquanto os BRUVs serviram para confirmar a identificação da espécie e verificar o sexo dos animais. Os registros subaquáticos de tubarões representaram apenas 4,5% do total de lançamentos de BRUVs, no entanto, os BRUVs pelágicos, que atuam nos primeiros 2,5 m a partir da superfície, apresentaram um desempenho significativamente melhor. Do total de 11 BRUVs pelágicos, 4 registraram boas imagens (36,4% do total).

Neste estudo, a eficiência dos BRUVs para obter estimativas de abundância foi prejudicada pela baixa visibilidade ( $< 1,5$  m) no fundo do local de estudo. Os sedimentos finos do substrato da enseada, quando em suspensão, especialmente durante a maré enchente, cria uma pluma de sedimentos que impede a obtenção de imagens. O baixo interesse dos tubarões pelas iscas utilizadas no BRUVs também foi observado, com nenhum dos indivíduos registrados interagindo diretamente com a caixa de iscas maceradas. Entretanto, há um registro de indivíduo retirando a isca inteira que estava no BRUV pelágico com câmera 360°. Os tubarões de outras regiões da costa sudeste subtropical brasileira têm sido registrados investindo sobre as iscas dos BRUVs (Motta et al. 2024), o que indica que a falta de interação com os BRUVs do nosso estudo esteja relacionada a comportamentos específicos da galhadeira em áreas de agregação.

A ocorrência de dezenas de tubarões entre maio e início de setembro, e a ausência no final de setembro e em outubro indica que a agregação ocorre nos meses de outono e inverno. Durante este período, a temperatura de superfície da água é significativamente maior na enseada de Piraquara de Fora (25,8 - 27,8°C), onde ocorre a saída do efluente termal das usinas nucleares de Angra dos Reis, em comparação à temperatura da água na área de captação (21,8 °C), localizada em Itaorna (Dias & Bonecker, 2008). A termoclima na enseada de Piraquara é muito acentuada, com variação de temperatura entre a superfície e o fundo (10m) entre 5-10 °C durante o inverno (Dias & Bonecker, 2008; Teixeira et al. 2012). No entanto, a temperatura de fundo varia pouco entre a área que concentrou o maior número de tubarões (setor norte da Piraquara de Fora) e o local de captação (máximo de 1,5°C), e existem relatos de pescadores de que tubarões agregam na baía antes da instalação das centrais nucleares. Dessa maneira, mais estudos são necessários para compreender o papel da temperatura na ocorrência dos tubarões na enseada de Piraquara de Fora.

A temperatura e salinidade afetam a presença e a movimentação desses tubarões ao longo da área costeira, uma vez que eles possuem tolerâncias fisiológicas específicas para esses parâmetros. A temperatura da água é um fator crucial que regula o metabolismo e a

atividade dos tubarões-galha-preta (O'Brien et al. 2024). A espécie é predominantemente associada a águas costeiras, tolerando a variação na salinidade típica de zonas de transição entre ambientes marinhos e estuarinos. Essa tolerância à diferentes salinidades permitem à espécie se mover entre diferentes tipos de habitat, desde áreas costeiras rasas até zonas mais profundas e abertas. Estudos indicam que mudanças abruptas na salinidade, como as provocadas por fortes chuvas ou pela entrada de água doce nos estuários, podem alterar o comportamento de forrageamento e a movimentação desses tubarões (Bass et al., 1973). A combinação de temperatura e salinidade pode criar condições ideais para o tubarão-galha-preta em determinadas regiões, como a Baía da Ilha Grande.

O registro de fêmeas grávidas indica que a agregação na Piraquara de Fora é reprodutiva. Os relatos de pescadores da região, que capturavam fêmeas grávidas no outono/inverno na baía, reforçam esta hipótese. Existem evidências de que as fêmeas adultas do tubarão-galha-preta buscam águas mais quentes para elevar sua temperatura corporal. Isso fornece suporte para comportamentos de termorregulação nesta espécie, em que os indivíduos são capazes de aumentar suas taxas metabólicas através da termotaxia, possivelmente para aumentar suas vantagens reprodutivas (Speed et al. 2012). O ciclo reprodutivo da espécie envolve vitelogênese e gestação, com as fêmeas carregando os filhotes por vários meses antes da parturição (Castro 1996). O parto de *C. limbatus* no sudoeste do Atlântico ocorre no final da primavera e início do verão, o que indica que as fêmeas da Piraquara de Fora possam estar em gestação (Castro 1996). O fato dessas fêmeas migrarem para áreas costeiras mais quentes sugere que essas zonas ofereçam condições ideais para a alimentação e o desenvolvimento reprodutivo, com temperaturas que favorecem o crescimento dos embriões.

A atividade de perseguição às presas foi observada através do drone em uma ocasião, sobre um cardume de tainha (*Mugil* spp.). A Piraquara de Fora apresenta elevada abundância de tainhas durante o inverno (Teixeira et al. 2012), táxon conhecido por tolerar elevadas temperaturas (Mora & Ospina, 2001). A agregação de *C. limbatus* pode ser associada à abundância da presa nos meses de inverno (Kajiura & Tellman, 2016). A presença de presas reforça a importância da área para a manutenção de agregações de tubarões.

Os avistamentos ocorreram durante o outono e inverno, especificamente entre maio e início de setembro, na região da enseada de Piraquara de Fora. Esse padrão sazonal pode indicar uma preferência dos tubarões por essas águas mais rasas durante os meses mais frios, possivelmente devido às maiores temperaturas da água ou disponibilidade de presas. A região da Piraquara parece fornecer um habitat favorável para os tubarões nesse período, o que

sugere a necessidade de um monitoramento contínuo para entender melhor a dinâmica populacional e os padrões de comportamento dos tubarões ao longo do ano.

Os indivíduos foram observados ao longo de em toda enseada de Piraquara de Fora (2,5 km<sup>2</sup>), no entanto, ocorreram principalmente no setor norte, região próxima a ilha do Pingo d'água (0,8 km<sup>2</sup>), dentro dos limites da ESEC-Tamoios. Embora as áreas marinhas protegidas de grande área (>100km<sup>2</sup>) fornecem maior grau de proteção para espécies muito móveis e amplamente distribuídas (Edgar et al. 2014; Gallagher et al. 2021), os resultados deste trabalho demonstram que unidades menores podem ser particularmente importantes para proteção de elasmobrânquios.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo registrou a agregação de indivíduos adultos da espécie *Carcharhinus limbatus* na Baía da Ilha Grande entre os meses de maio e setembro, indicando a preferência dos tubarões por áreas próximas à costa com águas de maior temperatura durante o outono e inverno. A ocorrência de fêmeas adultas, com registro de indivíduos grávidos, indica que a agregação é reprodutiva, e a procura por águas mais quentes pode ser associada a comportamentos de termorregulação e aumento de taxas metabólicas.

O aumento abrupto do número de indivíduos entre abril e maio sugerem um evento de migração sazonal massiva, com dispersão gradativa dos indivíduos entre agosto e setembro. As agregações dos tubarões galha-preta ocorreram predominantemente no entorno da Ilha Pingo d'água, pertencente à ESEC-Tamoios. Esta observação coloca a ESEC-Tamoios em posição de destaque para a conservação de Elasmobrânquios em áreas costeiras em todo o sudoeste do Atlântico. Os resultados apresentados apontam para a necessidade do monitoramento contínuo da agregação, visando acompanhar mudanças temporais de longo prazo e fortalecer as medidas de proteção da ESEC-Tamoios.

## 5. REFERÊNCIAS

- Albano P S, Fallows C, Fallows M, Schuitema O, Bernard A T, Sedgwick O, Hammerschlag N (2021) Successful parks for sharks: No-take marine reserve provides conservation benefits to endemic and threatened sharks off South Africa. *Biological conservation*, 261: 109302.
- Ayres K.A, Ketchum JT, González-Armas R, Galván-Magaña F, Hearn A, Elorriaga-Verplancken FR, & Kajiura SM. (2021) Seasonal aggregations of blacktip sharks *Carcharhinus limbatus* at a marine protected area in the Gulf of California, assessed by unoccupied aerial vehicle surveys. *Marine Ecology Progress Series*, 678: 95-107.
- Barreto RR, Bornatowski H, Motta FS, Santander-Neto J, Vianna GMS, Lessa R (2017) Rethinking use and trade of pelagic sharks from Brazil. *Marine Policy*, 85: 114-122.
- Bass AJ et al. (1973) "Sharks of the genus *Carcharhinus* in the eastern Atlantic." *Fisheries Bulletin*, 71(4), 719-732.
- Bernal D, Carlson JK, Goldman KJ, Lowe CG (2004) Energetics, Metabolism, and Endothermy in Sharks and Rays. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (eds) *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Marine Biology Series, Boca Raton, Florida.
- Bornatowski, Hugo (2008) A parturition and nursery area for *Carcharhinus limbatus* (Elasmobranchii, Carcharhinidae) off the coast of Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 56. 317-319. 10.1590/S1679-87592008000400008.
- Butcher PA, Colefax AP, Gorkin III RA, Kajiura SM, López NA, Mourier J, ... & Raoult V. (2021) The drone revolution of shark science: A review. *Drones*, 5(1), 8.
- Bradaï MN et al. (2004) "Reproductive biology of *Carcharhinus limbatus* in the Mediterranean." *Environmental Biology of Fishes*, 71(1), 55-67.
- Brandini FP, Lopes RM, Gutseit KS, Spach HL, Sassi R (1997) Planctologia na plataforma continental do Brasil - Diagnose e revisão bibliográfica. *Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva- REVIZEE*. 196p.
- Branstetter S. (1981) "Reproductive biology of the blacktip shark *Carcharhinus limbatus*." *Environmental Biology of Fishes*, 6(3), 25-33.

Branstetter S. (1987) Age and growth estimates for blacktip, *Carcharhinus limbatus*, and spinner, *C. brevipinna*, sharks from the northwestern Gulf of Mexico. *Copeia*. 1987; 1987(4):964-74. Available from: <https://www.jstor.org/stable/1445560>.

Brasil. (2014) *Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2014*. Diário Oficial da União.

Borer ET, Seabloom EW, Shurin JB, Anderson KE, Blanchette CA, Broitman B., ... & Halpern BS (2005) What determines the strength of a trophic cascade?. *Ecology*, 86(2), 528-537.

Castro Jose (1993) The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*. 38. 37-48. 10.1007/BF00842902. *Environ Biol Fishes* 38:37–48.

Castro Jose (1996) Biology of the Blacktip Shark, *Carcharhinus Limbatus*, off the Southeastern United States. *Bulletin of Marine Science*. 59. 508-522. Capapé, C. (1984). Biology of *Carcharhinus limbatus* in the eastern Atlantic Ocean. *Fishery Bulletin*, 82(3), 499-510.

Capapé, Christian & Seck AA. & Diatta Y. & Reynaud, Christian & Hemida, Farid & Zaouali Jeanne. (2004) Reproductive biology of the blacktip shark, *Carcharhinus limbatus* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off west and north African coasts. *Cybium*. 28. 275-284.

Costa H. (1998) Uma avaliação da qualidade das águas costeiras do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar - Femar.

Creed JC, Pires DO, Figueiredo MAO (2007) Biodiversidade Marinha da baía de Ilha Grande. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria Nacional de Biodiversidade e Florestas, - Departamento de Conservação da Biodiversidade. Biodiversidade 23. Brasília. 75-107 pp.

Creed JC, Oliveira AES, Pires DO, Figueiredo MAO, Ferreira CEL, Ventura CRR, Brasil ACS, Young PS, Absalão RS, Paiva PC, Castro CB & Serejo CR (2007) RAP Ilha Grande – um levantamento da biodiversidade: histórico e conhecimento da biota; p. 43-63

Dent, Felix, and Shelley Clarke. (2015) "State of the global market for shark products." *FAO Fisheries and Aquaculture technical paper* 590.

de Oliveira Dias, C, & Bonecker SLC. (2008) Long-term study of zooplankton in the estuarine system of Ribeira Bay, near a power plant (Rio de Janeiro, Brazil). *Hydrobiologia*, 614, 65-81.

Diatla Y, Fall E, & Diop, M. (2001) Migration and reproductive behavior of *Carcharhinus limbatus* off Senegal. *Marine Biology*, 138(3), 477-484.

Dorman SR, Harvey ES, Newman SJ. (2012) Bait effects in sampling coral reef fish assemblages with stereo-BRUVs. *PLoS One*, 7: e41538.

Dudley SFJ, Cliff G. Sharks caught in the protective gill nets off Natal, South Africa. 7. The blacktip shark *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes). *Afr J Mar Sci*. 1993; 13(1):237-54. <https://doi.org/10.2989/025776193784287356>

Dulvy, Nicholas & Simpfendorfer, Colin & Davidson, Lindsay & Fordham, Sonja & Brautigam, Amie & Sant, Glenn & Welch, David. (2017) Challenges and Priorities in Shark and Ray Conservation. *Current Biology*. 27. R565-R572. 10.1016/j.cub.2017.04.038.

Ebert, David & Fowler, Sarah & Compagno, Leonard. (2013) *Sharks of the World: A Fully Illustrated Guide*.

Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., Kininmonth, S., Baker, S. C., Banks, S., ... & Thomson, R. J. (2014) Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506(7487), 216-220.

Gadig OBF, Motta FS, Namora RC (2002) Projeto Cação - A study on small coastal sharks in São Paulo, southeast Brazil. In: Duarte P (ed) *Proceedings of the International Conference on Sustainable Management of Coastal Ecosystems*. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, pp 239–246.

Gallagher AJ, Vianna GM, Papastamatiou YP, Macdonald C, Guttridge TL, & Hammerschlag N. (2015) Biological effects, conservation potential, and research priorities of shark diving tourism. *Biological Conservation*, 184, 365-379.

Game ET et al. (2009) "Pelagic protected areas: The missing dimension in ocean conservation." *Trends in Ecology & Evolution*, 24(7), 360-369.

Garrick JA (1982) Sharks of the genus *Carcharhinus* in the eastern Pacific. *Copeia*, 1982(1), 57-66.

- Gomes, U.L., Santos, H.R.S., Gadig, O.B.F., Signori, C.N. & Vicente, M.M. (2019) Guia para identificação dos tubarões, raias e quimeras do Rio de Janeiro (Chondrichthyes: Elasmobranchii e Holocephali). *Revista Nordestina de Biologia Paraiba*, 27(1), 171–368.
- Harry AV, Morgan JAT, Ovenden JR, Tobin AJ, Welch DJ, Simpfendorfer CA. (2012) Comparison of the reproductive ecology of two sympatric blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus* and *Carcharhinus tilstoni*) off north-eastern Australia with species identification inferred from vertebral counts. *J Fish Biol.* 81(4):1225-33. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03400.x>.
- Heupel MR, Hueter RE (2002) Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. *Mar Freshw Res* 53(2):543–550.
- Hight BV, Lowe CG (2007) Elevated body temperatures of adult female leopard sharks, *Triakis semifasciata*, while aggregating in shallow nearshore embayments: evidence for behavioral thermoregulation? *J Exp Mar Bio Ecol* 352(1):114–128.
- Holland KN, Wetherbee BW, Lowe CG, Meyer CG (1999) Movements of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in coastal Hawaiian waters. *Mar Biol* 134:665–673.
- Hueter, R. E., and C. A. Manire (1994) Bycatch and catch-release mortality of small sharks in the Gulf Coast nursery grounds of Tampa Bay and Charlotte Harbor. NOAA/NMFS/MARFIN Project NA17FF037801, Final Report, Mote Marine Laboratory, Sarasota, Florida.
- ICMBio (2024) Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. Disponível em: <https://salve.icmbio.gov.br/> [acessado em 19 de Dezembro 2024].
- Jacoby DM, Croft DP, Sims DW (2012) Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. *Fish Fish* 13: 399–417.
- Kajiura SM, Tellman SL (2016) Quantification of Massive Seasonal Aggregations of Blacktip Sharks (*Carcharhinus limbatus*) in Southeast Florida. *PLoS One* 11:e0150911.
- Kjerfve B, Dias GTM, Filippo A, Geraldles MC (2021) Oceanographic and environmental characteristics of a coupled coastal bay system: Baía de Ilha Grande-Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil. *Reg Stud Mar Sci* 41:101594.
- Klimley AP (1983) "The electroreception of sharks and rays." In: *Sharks and their relatives: The biology of elasmobranch fishes*, edited by G. R. O. Snelson. Springer, 81-96.

Knip DM, Heupel MR, & Simpfendorfer CA (2012) Evaluating marine protected areas for the conservation of tropical coastal sharks. *Biological conservation*, 148(1), 200-209.

Lana PC, Camargo MG, Brogim RA & Isaac VJ (1996) O Bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE. Rio de Janeiro: FEMAR. 431 p.

Langlois T, Goetze J, Bond T et al. (2020) A field and video annotation guide for baited remote underwater stereo-video surveys of demersal fish assemblages. *Methods Ecol Evol* 11:1401–1409. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13470>.

Lessa RP, et al. (2004) "Distribution, biology, and population structure of *Carcharhinus limbatus* in the Western Atlantic Ocean." *Environmental Biology of Fishes*, 71(1), 1-11.

Medeiros RM, Souza LM, & Santos AS. (2009) "Impactos do turismo e da pesca no ecossistema da Baía da Ilha Grande." *Journal of Coastal Research*, 25(3), 412-417.

Mora C. & AF. Ospína, (2001) Tolerance to high temperatures and potential impact of sea warming on reef fishes of Gorgona Island (tropical eastern Pacific). *Marine Biology* 139: 765–769.

Motta FS, Rolim FA, Athayde ACS, Gragnolati, M, Munhoz RR, Chelotti LD, ... & Gadig OB (2024) Initial effects of the expansion and enforcement of a subtropical marine reserve on threatened shark species. *Environmental Biology of Fishes*, 107(2), 237-248.

Musick JA, Burgess G, Cailliet G, Camhi M, Fordham S (2000) Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* 25: 9–13.

Myers RA, Baum JK, Shepherd T, Powers SP, & Peterson CH, (2007) Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, 315, 1846–1850.

Nelson DR et al. (2004) Sharks and their senses: Advances in the biology of cartilaginous fishes. *Marine and Freshwater Research*, 55(3), 227-248.

Neves LM, Teixeira-Neves TP, Pereira-Filho GH, Araújo FG (2016) The farther the better: effects of multiple environmental variables on reef fish assemblages along a distance gradient from river influences. *PLoS One* 11:e0166679.

Niedermüller S, Ainsworth G, Juan Sd, García R, Ospina-Alvarez A, Pita, P, & Villasante, S. (2021) The shark and ray meat network: A deep dive into a global affair. Rome: WWF.

O'Brien, K. A., Cortés, E., Driggers III, W. B., Frazier, B. S., & Latour, R. J. (2024). Niche structure and habitat shifts for coastal sharks of the US Southeast Atlantic and Gulf of Mexico. *Fisheries Oceanography*, e12676.

Pace ML, Cole JJ, Carpenter, SR, & Kitchell, JF (1999) Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 14(12), 483-488.

Rigby, C.L., Carlson, J., Chin, A., Derrick, D., Dicken, M. & Pacoureau, N. (2020) *Carcharhinus limbatus*. The IUCN Red List of Threatened Species.

Rolim FA, Langlois, T, Rodrigues PF, Bond T, Motta FS, Neves, LM, & Gadig, OB (2019) Network of small no-take marine reserves reveals greater abundance and body size of fisheries target species. *PLoS One*, 14(1), e0204970.

Santander-Neto J, Yokota L, Meneses TS de (2020) Parturition time for the Blacktip shark, *Carcharhinus limbatus* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae), in Southwestern Atlantic. *Neotrop Ichthyol* 18:e200029.

Schlaff AM, Heupel MR, Simpfendorfer CA (2014) Influence of environmental factors on shark and ray movement, behaviour and habitat use: a review. *Rev Fish Biol Fish* 24: 1089–1103.

Schramm, Elisabeth & Klein, Daniel & Elsaesser, Moritz & Furukawa, Toshi & Domschke, Katharina (2020) Review of Dysthymia and Persistent Depressive Disorder: History, correlates, and clinical implications. *The Lancet Psychiatry*. 7. 10.1016/S2215-0366(20)30099-7.

Simpfendorfer CA, Freitas GG, Wiley TR, Heupel MR (2005) Distribution and habitat partitioning of immature bull sharks (*Carcharhinus leucas*) in a southwest Florida estuary. *Estuaries* 28(1):78–85.

Skomal GB et al. (2009) "Movements of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in the North Atlantic." *Marine Biology*, 156(6), 1405-1414.

Speed CW, Meekan MG, Field IC, McMahon CR, & Bradshaw CJ (2012) Heat-seeking sharks: support for behavioural thermoregulation in reef sharks. *Marine Ecology Progress Series*, 463, 231-244. or behavioural thermoregulation in reef sharks." *Marine Ecology Progress Series* 463 (2012): 231-244.

Teixeira TP, Neves LM, & Araújo, FG (2012) Thermal impact of a nuclear power plant in a coastal area in Southeastern Brazil: effects of heating and physical structure on benthic cover and fish communities. *Hydrobiologia*, 684, 161-175.

Vianna GM, Meekan MG, Pannell DJ, Marsh SP, & Meeuwig JJ (2012) Socio-economic value and community benefits from shark-diving tourism in Palau: a sustainable use of reef shark populations. *Biological Conservation*, 145(1), 267-277.

White WT (2007) Catch composition and reproductive biology of whaler sharks (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) caught by fisheries in Indonesia. *Journal of Fish Biology*, 71: 1512-1540. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01623.x>