



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ANDRIELE JOSÉ DOS SANTOS**

**ABUNDÂNCIA DO TUBARÃO DE GALÁPAGOS (*CARCHARHINUS GALAPAGENSIS*, SNODGRASS E HELLER, 1905) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO COM O USO DE ESTAÇÃO DE VÍDEO REMOTA SUBAQUÁTICA COM ISCA (BRUVS).**

Recife  
2024

ANDRIELE JOSÉ DOS SANTOS

**ABUNDÂNCIA DO TUBARÃO DE GALÁPAGOS (*CARCHARHINUS GALAPAGENSIS*) (SNODGRASS E HELLER, 1905) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO COM O USO DE ESTAÇÃO DE VÍDEO REMOTA SUBAQUÁTICA COM ISCA (BRUVS).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Coorientador (a): Dra. Camila Brasilino Botelho de Araújo.

Recife

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- A583aa Santos, Andriele José  
ABUNDÂNCIA DO TUBARÃO DE GALÁPAGOS (CARCHARHINUS GALAPAGENSIS) (SNODGRASS E HELLER, 1905) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO COM O USO DE ESTAÇÃO DE VÍDEO REMOTA SUBAQUÁTICA COM ISCA (BRUVS). / Andriele José Santos. - 2024.  
48 f. : il.
- Orientadora: Paulo Guilherme de Oliveira Vasconcelos.  
Coorientadora: Camila Brasilino Botelho de Araujo.  
Inclui referências e apêndice(s).
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Recife, 2024.
1. Individualização. 2. Monitoramento. 3. Reavistagens. 4. Conservação. 5. Métodos Não-Letais. I. Vasconcelos, Paulo Guilherme de Oliveira, orient. II. Araujo, Camila Brasilino Botelho de, coorient. III. Título

---

CDD

ANDRIELE JOSÉ DOS SANTOS

**ABUNDÂNCIA DO TUBARÃO DE GALÁPAGOS (*CARCHARHINUS GALAPAGENSIS*) (SNODGRASS E HELLER, 1905) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO COM O USO DE ESTAÇÃO DE VÍDEO REMOTA SUBAQUÁTICA COM ISCA (BRUVS).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel

Aprovado em: 04/10/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (Orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Profa. Dra. Ana Carla Asfora El-Deir (Examinador Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

M.a Sara de Castro Loebens (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

Ao meu avô Vicente, que não via a hora de ter uma neta bióloga.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por todo apoio dado durante à graduação, desde dos cafés pra me manter acordada estudando até os shots de bebida pra me animar.

Ao meu avó Vicente (*In Memoriam*) que chorava de orgulho por ter uma neta na graduação.

A Bruno, Carvalho, Day e Duda por mesmo distantes continuarem presentes, obrigada pelo apoio.

A Mari por dividir a vida na pesquisa comigo e ser uma ótima amiga, nada disso seria possível se não tivesse você como minha parceira. Obrigada pelos puxões de orelha e sempre me lembrar que o esforço é reconhecido. E é claro que o gal não seria nada sem o fal.

A minha sobrinha Leninha por ser uma criança incrível e sempre ser companheira nas horas de análises.

A Felipe, Ruan e Gabi por sempre me lembrarem que iria dar certo.

A Sibebe por ter me adotado nessa missão que é o ASPSP e a Camila pelas horas dedicadas as análises de vídeo e na parte estatística, vocês foram as melhores coorientadoras.

A Dani e Paulinho por terem acreditado em mim e dado uma nova chance, além de terem me dado à oportunidade de trabalhar com tubarões.

Ao ECOTUBA por dividirem comigo a paixão pelos tubarões.

A Paulo e Iza por continuarem comigo nessa caminhada, amo vocês.

A toda família LEP e LOP/LATEP pelas conversas, os cafés e as palavras de consolo.

Ao PROGRAMA PRO-ARQUIPÉLAGO e a MARINHA pelo privilégio de participar desse grupo de pesquisadores que amam a pedrinha.

“Erga essa cabeça, mete o pé e vai na fé  
Manda essa tristeza embora  
Basta acreditar que um novo dia vai raiar  
Sua hora vai chegar”.

(Gilson Bernini)

## RESUMO

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo é um ambiente insular único, que representa um dos mais distantes pontos de agregação de tubarões e outros grandes peixes pelágicos no Atlântico Sudoeste. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a abundância do tubarão de galápagos (*Carcharhinus galapagensis*, Snodgrass & Heller, 1905) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo através de filmagens geradas por Estação de Vídeo Remota com Isca (BRUVS). As amostragens foram realizadas utilizando uma estrutura em aço inoxidável em formato de trapézio, onde foi instalada a câmera GoPro-hero 4, acondicionada numa caixa estanque, e na extensão da estrutura, foi acoplada uma caixa onde foram acomodadas as iscas, que geralmente foram constituídas de vísceras de peixes coletadas pelos pescadores. As gravações foram analisadas utilizando o reprodutor de vídeo VLC media player, buscando identificar a espécie, o sexo, o número de indivíduos e as frequências de observação absoluta e relativa de cada espécie observada. No total, foram analisados 21 lançamentos de vídeo no período de setembro de 2022 e setembro de 2023, com uma duração média de 65 minutos nos quais foram observadas 7 espécies, sendo 2 espécies de tubarões, sendo uma delas o tubarão de galápagos, e 5 espécies de peixes-ósseos. A espécie de tubarão mais abundante nas avistagens foi o tubarão lombo-preto (*Carcharhinus falciformes*) (4015), seguido do tubarão de galápagos (246), espécie alvo do presente estudo. No total 12 tubarões de galápagos foram individualizados através de características como de marcas de cópula, marcas naturais, anzóis e possíveis injúrias ocasionadas pela pesca, assim como através da presença de objetos agregados ao corpo, sendo 6 machos, 4 fêmeas e 2 não identificados. Dos tubarões de galápagos individualizados, apenas um indivíduo macho foi reavistado 4 vezes durante um período de 11 dias. Em relação as variáveis ambientais, o valor da correlação da TSM com o número de avistagens apresentou uma relação positiva e de força moderada ( $r= 0,55$ ). A correlação entre o número de avistagens e a profundidade do local do lançamento do BRUVS foi positiva e forte ( $r= 0,81$ ) enquanto que a correlação entre o número de avistagens e a profundidade de lançamento do equipamento foi positiva e moderada (0,65). Esses resultados mostram que os *Carcharhinus galapagensis* não é tão abundante quando comparado ao *C. falciformis* nos arredores do ASPSP, e sugere que a profundidade e outros fatores ambientais exercem sobre o número de avistagens da espécie no ASPSP.

**Palavras-chave:** Individualização, Monitoramento, Reavistagens, Conservação, Métodos Não-Letais

## ABSTRACT (OBRIGATÓRIO)

The Archipelago of São Pedro and São Paulo is a unique insular environment, representing one of the most distant aggregation points for sharks and other large pelagic fish in the southwest Atlantic. Thus, this study aimed to evaluate the abundance of the Galapagos shark (*Carcharhinus galapagensis*, Snodgrass & Heller, 1905) in the Archipelago of São Pedro and São Paulo through footage generated by Baited Remote Underwater Video Stations (BRUVS). Sampling was conducted using a trapezoidal stainless-steel structure, where a GoPro Hero 4 camera was installed inside a waterproof case, and an additional box for bait, typically consisting of fish offal collected by fishermen, was attached to the structure. The recordings were analyzed using VLC media player, aiming to identify the species, sex, number of individuals, and the absolute and relative observation frequencies of each observed species. In total, 21 video launches were analyzed from September 2022 to September 2023, with an average duration of 65 minutes during which 7 species were observed, including 2 species of sharks (one of which was the Galapagos shark) and 5 species of bony fish. The most abundant shark species observed was the blacktip shark (*Carcharhinus falciformis*) (4015), followed by the Galapagos shark (246), the target species of this study. A total of 12 Galapagos sharks were identified based on characteristics such as mating marks, natural marks, hooks, and possible injuries caused by fishing, as well as through the presence of objects attached to their bodies, consisting of 6 males, 4 females, and 2 unidentified individuals. Among the identified Galapagos sharks, only one male was re-sighted 4 times over a period of 11 days. Regarding environmental variables, the correlation between sea surface temperature (SST) and the number of sightings showed a positive and moderate relationship ( $r=0.55$ ). The correlation between the number of sightings and the depth of the BRUVS launch site was positive and strong ( $r=0.81$ ), while the correlation between the number of sightings and the depth of equipment launch was positive and moderate (0.65). These results indicate that *Carcharhinus galapagensis* is not as abundant compared to *C. falciformis* in the surroundings of ASPSP, suggesting that depth and other environmental factors influence the number of sightings of the species in ASPSP.

**Keywords:** Individualization, Monitoring, Resightings, Conservation, non-lethal methods

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>16</b>
	2.1 TAXONOMIA	16
	2.2 ECOLOGIA	17
	2.3 JUSTIFICATIVA	18
<b>3</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b>	<b>20</b>
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
4.1	ÁREA DE ESTUDO	21
4.2	ESTRUTURA DOS BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO STATION (BRUVS)	22
4.3	LANÇAMENTOS DOS BRUVS	23
4.4	ANÁLISE DE DADOS	23
4.5	IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE	23
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>24</b>
5.1	ESPÉCIES OBSERVADAS	24
5.2	INDIVIDUALIZAÇÃO DO <i>CARCHARHINUS GALAPAGENSIS</i>	30
5.3	REAVISTAGENS	33
5.4	PROPORÇÃO SEXUAL DOS TUBARÕES INDIVIDUALIZADOS	35
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>40</b>
	<b>APÊNDICE A</b> – Tabela com características de individualização permanentes	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tubarão de galápagos, *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass e Heller, 1905) é uma espécie que ocorre em águas tropicais e temperadas de ambientes costeiros e insulares (Compagno, 1984; Garrick, 1982) sendo encontrado em maior número em torno de ilhas oceânicas (Edwards e Lubbock, 1982; Compagno, 1984). A preferência por ilhas oceânicas é uma característica bastante comum dessa espécie e isto pode estar relacionado a grande produtividade primária desses ambientes, no qual o fluxo energético acaba favorecendo os níveis tróficos superiores (Gove et al., 2016), o que por sua vez, torna essas ilhas *hotspots* de biodiversidade marinha (Worm, Lotze, Myers, 2003). O *C. galapagensis* comumente apresenta caráter residente (Wetherbee; Crow; Lowe, 1996), característica comum em outras espécies do gênero *Carcharhinus* (Compagno, 1984).

No Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), o *C. galapagensis* é considerada uma espécie residente, e, provavelmente por conta da pressão pesqueira em torno da ilha, sofreu uma redução populacional (Edwards; Lubbock, 1982). Com essa redução e ausência em avistagens em censos visuais subaquáticos, em 2011 a espécie foi dada como localmente extinta (Feitoza et al., 2003; Luiz; Edwards, 2011). No entanto, essa informação foi refutada em um estudo posterior, com registros de avistagens da espécie no ASPSP desde 2009 (Oliveira, 2017). Esses estudos iniciaram os debates sobre a redução da população dos tubarões de galápagos no ASPSP, e, a partir dessas discussões, em 2012 a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM) recomendou a descontinuação da pesca de elasmobrânquios no ASPSP (SECIRM, 2012; BRASIL, 2018; Queiroz, 2020).

Em 2018 o *C. galapagensis* foi globalmente listado como “pouco preocupante” pela Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, 2019), enquanto que, na Lista Vermelha de espécies ameaçadas de extinção do Brasil, a espécie está listada atualmente como “criticamente ameaçada” (Brasil, 2022). Por se tratar de uma espécie sob declínio populacional e ameaçada de extinção, o uso de métodos de amostragens não invasivos para a coleta de dados é extremamente indicado (Alcantara, 2021; Pelletier et al., 2011; Ellender et al., 2012), para que a realização de novos estudos sobre essas espécies ocorra sem causar danos adicionais a suas populações.

Nesse sentido, o *Baited Remote Underwater Video Station* (BRUVS) é uma ótima ferramenta para a coleta de dados não invasivos, além de evitar a interação do animal com o pesquisador. O uso do BRUVS é uma importante alternativa para estudos sobre ecologia de peixes em ambientes em que o censo visual subaquático é limitado (Cappo et al., 2003). E assim como os

censos visuais, os BRUVS também podem coletar informações de abundância das espécies, no qual são importantes dados para estimar a estrutura populacional de uma região (Harvey et al. 2002; Watson et al. 2010; Bezerra, 2021). Desse modo, o objetivo do presente estudo foi descrever a estrutura populacional e o caráter residente do tubarão de galápagos que habita o ASPSP, a partir da análise de vídeos utilizando a tecnologia do BRUVS, visando contribuir com informações para a formulação de medidas de manejo eficazes para a conservação da espécie.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 TAXONOMIA

O *Carcharhinus galapagensis* pertence a classe dos Chondrichthyes, uma classe com cerca de 1.500 espécies existentes, representada pelos tubarões, raias e quimeras (Eschmeyer et.al., 2024), caracterizados por possuírem o esqueleto cartilaginoso, o corpo coberto por dentículos dérmicos que se assemelham a pequenos dentes e órgão reprodutor entre as nadadeiras pélvicas dos machos, chamado cláster (Heinicke, Naylor, Hedges, 2009).

A classe Chondrichthyes é dividida em duas subclasses, a Elasmobranchii formada pelos tubarões e pelas raias e a Holocephali formada pelas quimeras. Na subclasse Elasmobranchii, os tubarões possuem corpo, geralmente, fusiforme, com fendas que variam de cinco a sete pares e nadadeiras peitorais localizadas nas laterais do corpo próximas à cabeça (Gomes, et. al, 2019).

A família Carcharhinidae, a qual pertence o *C. galapagensis*, é uma das mais diversas e abundantes em águas tropicais costeiras, além de apresentar importância econômica devido a pesca, e importância ecológica devido a predação e controle populacional de diferentes presas (Barreiros; Gadig, 2011; Compagno, 1984; Gadig, 2001; Garrick, 1982; Oliveira, 2017). Essa família está dentro da ordem Carcharhiniformes, que apresentam as seguintes características morfológicas: primeira nadadeira dorsal possui origem anterior as nadadeiras pélvicas, 5 fendas branquiais, nadadeiras peitorais posteriores a base da 5ª fenda branquial, ausência de espiráculos, olhos com membrana nictitante, próximos a boca e dentes em formato de lâmina com uma cúspide. A reprodução, em sua maioria, é vivípara, com indivíduos podendo chegar a 3 metros de comprimento (Barreiros; Gadig, 2011; Froese; Pauly, 2010).

O *C. galapagensis* por sua vez, é caracterizado por possuir uma coloração cinza-acastanhado na região superior e branco na região ventral, entre as nadadeiras dorsais com o ápice e focinho suavemente arredondado, e peitorais grandes e semi falcadas, olhos grandes, dentes superiores triangulares e serrilhados inferiores pontiagudos (Compagno, Dando; Fowler, 2005; Barreiros; Gadig, 2011). É comumente confundido com outra espécie do mesmo gênero, como por exemplo o tubarão-negro, *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818) (Garrick, 1982).

## 2.2 ECOLOGIA

Em 1905, Robert Evans Snodgrass e Edmund Heller, em uma expedição para as ilhas Galápagos, catalogaram o *C. galapagensis*, que foi avistado nas proximidades da ilha. De acordo com as descrições dos pesquisadores, o tamanho de um indivíduo coletado era de aproximadamente 1,60 m de comprimento. Além disso, relataram que a espécie era extremamente abundante na ilha (Snodgrass & Heller, 1905). O *C. galapagensis* é uma espécie encontrada mundialmente em águas tropicais e temperadas de ambientes costeiros e insulares (Compagno, 1984; Garrick, 1982), e em áreas com águas claras, com fortes correntes e com fundos coralinos e rochosos (Wass, 1971). São encontrados em maior número em torno de ilhas oceânicas (Randall, 1963; Edwards e Lubbock, 1982, Compagno, 1984, Wetherbee et al., 1996, Hobbs et al., 2008).

Os *C. galapagensis* possuem reprodução vivípara placentária e geram de 6 a 18 neonatos, com comprimento variando entre 57 e 80 cm cada. Quando adultos podem chegar a medir cerca de 3 metros de comprimento total (Barreiros; Gadig, 2011). Por ser uma espécie K estrategista, o *C. galapagensis* apresenta crescimento lento, maturidade sexual tardia e baixa fecundidade, como outros tubarões (Camhi et al., 1998), características que os tornam um dos grupos mais ameaçados do planeta. A sobrepesca é uma das principais responsáveis pela redução das populações de elasmobrânquios ao redor do mundo, pois geralmente, mesmo que devolvidos ao oceano após uma captura acidental (*bycatch*), alguns indivíduos não sobrevivem (Stevens et al., 2000).

Por se tratar de uma espécie altamente migratória, o *C. galapagensis* é considerada vulnerável, em toda sua distribuição global, à sobrepesca (Queiroz, et. al, 2012; Luiz; Edwards, 2011). Sobre a atualização da lista de espécies ameaçadas feita pela IUCN, onde avalia o *C. galapagensis*, foi realizada em 2018, sendo assim necessário que ocorra uma atualização desses dados, para que com isso mais informações sobre a espécie sejam suficientes para que possamos compreender mais sobre o seu hábito, visando sua conservação.

**Figura 1** - Indivíduo de tubarão de galápagos, *Carcharhinus galapagensis*, observado através do BRUVS no ASPSP.



**Foto:** A autora, 2024.

### 2.3 JUSTIFICATIVA

Em 2011, o tubarão de galápagos foi considerado extinto no entorno do ASPSP devido à pressão pesqueira (Luiz; Edwards, 2011), o que influenciou a recomendação da descontinuação da pesca de elasmobrânquios no ASPSP (SECIRM, 2012). Após a recomendação, novos estudos comprovaram que a espécie não só estava presente no local, como também estava presente em abundância (Oliveira, 2017; Queiroz et al., 2021). Devido a essa abundância elevada, estudos que utilizam a metodologia de mergulho, foram proibidos no ASPSP, visando reduzir o risco de incidentes com a espécie, visto que, o tubarão de galápagos pode apresentar um comportamento inquisitivo e agressivo, podendo interagir de forma negativa com os mergulhadores, ocasionando incidentes (Compagno, Dando; Fowler, 2005).

Devido esta problemática, a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), através do Programa Arquipélago (PROARQUIPÉLAGO), coordena um estudo que realiza o monitoramento dos tubarões no ASPSP, investigando a abundância e o comportamento dos tubarões residentes no entorno do arquipélago. Os resultados visam contribuir para uma nova deliberação acerca das atividades executadas no ASPSP, colaborando na tomada de decisão sobre manter ou não a proibição das atividades de mergulho científico na região.

Além disso, os tubarões possuem importância ecológica na estruturação das comunidades marinhas, garantido assim a saúde dos oceanos (Motta et al., 2024), e, como citado anteriormente, atualmente o *C. galapagensis* está na lista de espécies ameaçadas, listado como “pouco preocupante” pela IUCN (IUCN, 2019), e como “criticamente ameaçada” pelo Ministério do Meio Ambiente do Brasil (BRASIL, 2022). Dessa forma, é esperado que os resultados gerados por este estudo resultem em informações sobre os padrões comportamentais da população de *C. galapagensis* residente do ASPSP, identificando possíveis variações na sazonalidade e abundância e gerando informações importantes para a conservação da espécie.

### 3. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve o objetivo descrever a estrutura populacional e a abundância dos tubarões de galápagos, *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass e Heller, 1905), que habitam o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).

#### 3.1 ESPECÍFICOS

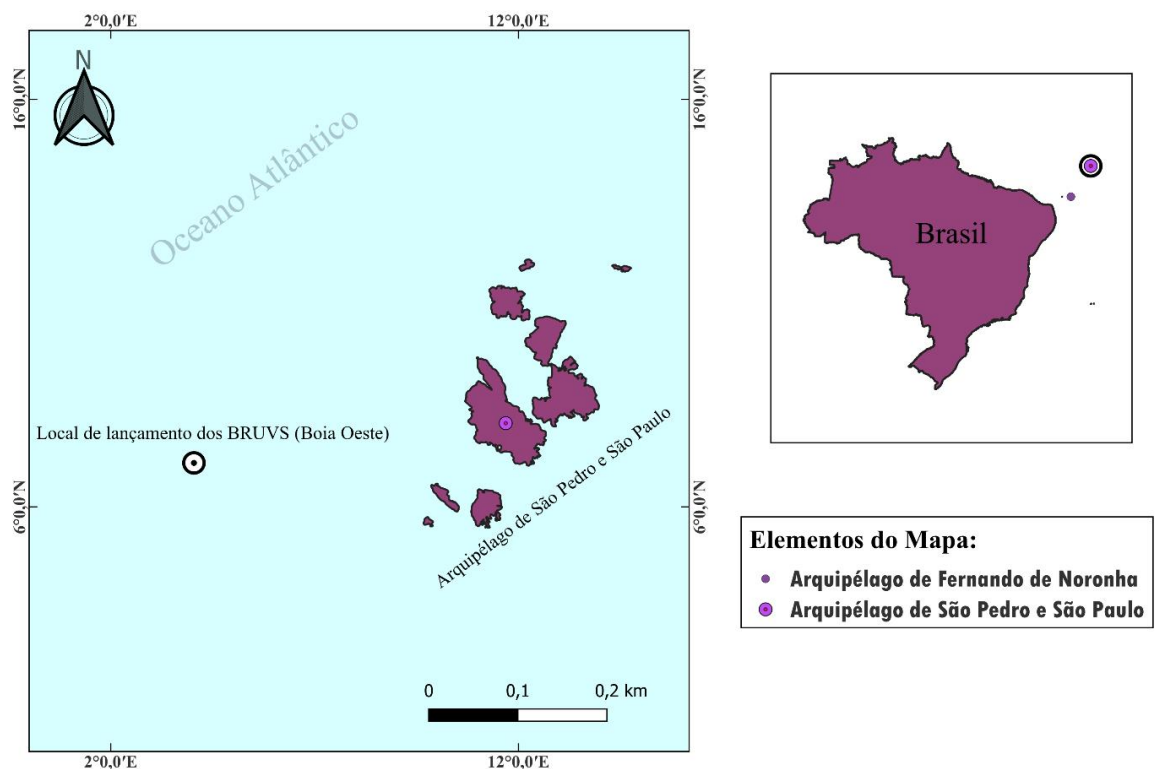
- Investigar a abundância do tubarão de galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP);
- Identificar a proporção sexual dos tubarões de galápagos no ASPSP.
- Individualizar os tubarões de galápagos a partir de marcas e características individuais;
- Avaliar o período de permanência dessa espécie no ASPSP por meio das reavistagens.

## 4.METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O local de estudo foi o Arquipélago de São Pedro e São Paulo ( $0^{\circ}55'02''N$ ,  $029^{\circ}20'42''O$ ) localizado na porção norte da Dorsal Meso-Atlântica, considerado o menor arquipélago tropical do mundo (Mabessoone & Coutinho 1970) (Figura 2) Por ser um local rico em diversidade de fauna, torna-se um ambiente estratégico para as espécies migratórias (Viana et al. 2013; Macena & Hazin 2016; Bezerra, 2021). Em 2018, ocorreu a criação de duas áreas marinhas protegidas (AMPs), sendo o Monumento Natural (MONA), considerado uma área de proteção integral, que cobre cerca de 4.726.318 hectares de mar territorial (BRASIL, 2018), e a outra uma Área de Proteção Ambiental (APA), na qual abrange toda Zona Econômica Exclusiva (ZEE). O ASPSP também é uma importante área de pesca de espécies de peixes com valor comercial como a albacora-laje, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788), e a cavala-impigem, *Acanthocybium solandri* (Cuvier, 1832) (Viana et al., 2013).

**Figura 2** - Mapa de localização do Arquipélago São Pedro e São Paulo e do local de lançamentos dos BRUVS.



**Fonte:** Ruan Kadjevic.

#### 4.2 ESTRUTURA DOS BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO STATION (BRUVS)

O Baited Remote Underwater Video Station (BRUVS) utilizado foi constituído por uma estrutura em aço inoxidável em formato de trapézio, onde foi instalada a câmara GoPro-hero\_4, acondicionada numa caixa estanque. Na extensão da estrutura, denominada “braço” foi acoplada uma caixa onde foram acomodadas as iscas, que geralmente foram constituídas de vísceras de peixes coletadas pelos pescadores, em especial vísceras de albacora-laje (*Thunnus albacares*) e de xaréu-preto (*Caranx lugubris*). Para que a estrutura não ficasse à deriva um cabo foi amarrado no barco, e para dar flutuabilidade, bóias do tipo bala também foram acopladas ao BRUVS (Figura 3).

**Figura 3** - Estrutura do BRUVS utilizada para observação dos tubarões de galápagos no ASPSP.



**Fonte:** Mariana Cruz, 2024.

### 4.3 LANÇAMENTOS DOS BRUVS

Antes do lançamento dos BRUVS, foi feito um *take*, informando o local, a data, a hora e o número do lançamento. Posteriormente, o equipamento foi suspenso com o auxílio de um cabo e lançado na água. As variáveis ambientais, sendo elas, profundidade do equipamento e do local, temperatura da superfície do mar (TSM), força e direção da corrente, cobertura das nuvens, foram anotadas. A câmera foi programada para gravar por cerca de 90 minutos, que também foi o tempo de permanência do BRUVS dentro da água.

### 4.4 ANÁLISE DE DADOS

As gravações foram analisadas utilizando o reprodutor de vídeo VLC media player, buscando identificar a espécie, o sexo, o número de indivíduos e as frequências de observação absoluta e relativa de cada espécie observada. Posteriormente, foi analisado o número de observação dos *C. galapagensis*, bem como o número máximo de indivíduos ( $N_{m\acute{a}x}$ ) observados em um único frame, a abundância relativa por hora ( $N_{m\acute{a}x}/h$ ) da espécie e a sua abundância total, que foi igual ao somatório do  $N_{m\acute{a}x}$  ( $SN_{m\acute{a}x}$ ) (Alcantara, 2021).

A relação entre o número de observações de *Carcharhinus galapagensis* e as variáveis ambientais foi investigada através de gráficos de dispersão e do teste de correlação linear de Pearson e a proporção sexual dos tubarões individualizados foi avaliada com o teste qui-quadrado ( $X^2$ ).

### 4.5. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

As características utilizadas para identificar o *C. galapagensis* através das imagens capturadas pelo BRUVS, foram a altura da 1° nadadeira dorsal, origem da 1° nadadeira dorsal oposta as nadadeiras peitorais, origem da 2° nadadeira dorsal sobre a origem da nadadeira anal, margem moderadamente livre da 2° nadadeira dorsal e formato do focinho longo e arredondado (Compagno, 1984; Gadig, 2001; Ebert; Dando, 2015; Froese; Pauly, 2017).

Tubarões cuja a identificação não foi possível à nível de espécie foram identificados em relação ao gênero *Carcharhinus* e tubarões não identificados à nível de gênero por passarem longe do campo de visão da câmera, foram classificados como *Selachimorpha*. Peixes-ósseos não identificados à nível de espécie foram classificados como *Teleostei*.

## 5.RESULTADOS

### 5.1 ESPÉCIES OBSERVADAS

Foram analisados 21 lançamentos, realizados entre setembro de 2022 e setembro de 2023, com uma duração média de 65 minutos nos quais foram observadas 7 espécies, sendo 2 espécies de tubarões, o tubarão de galápagos, *Carcharhinus galapagensis* (Snodgrass & Heller, 1905) e o tubarão-lombo-preto, *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839), e 5 espécies de peixes-ósseos, o peixe-rei, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825), a pijirica, *Kyphosus vaigiensis* Quoy & Gaimard, 1825), o cangulo-preto, *Melichthys niger* (Bloch, 1786), a barracuda, *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792) e o xaréu-preto, *Caranx lugubris* (Poey, 1860) (Tabela 1).

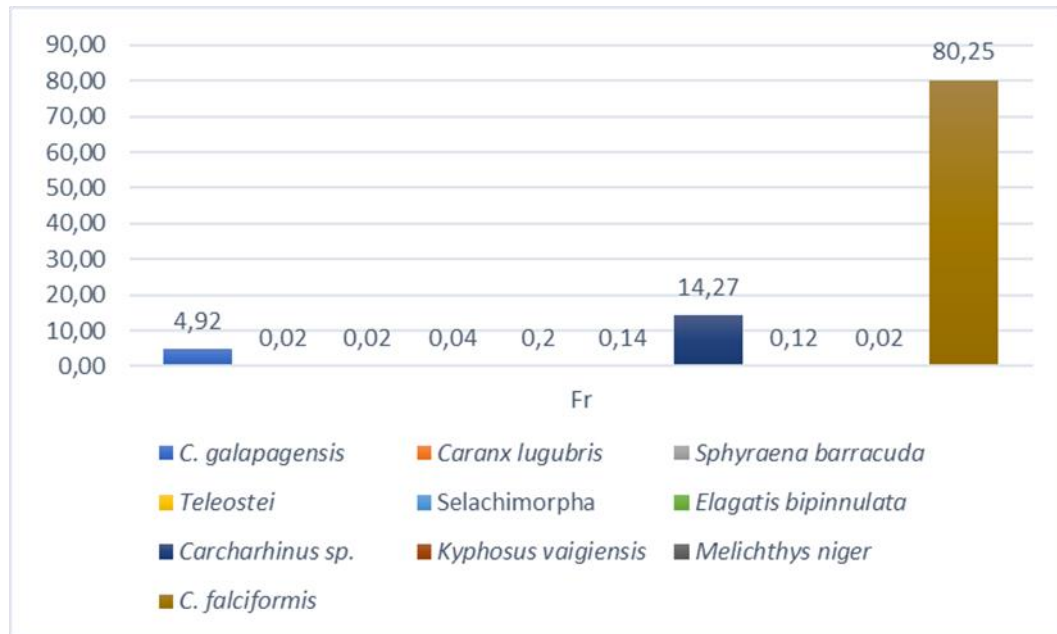
Os tubarões identificados à nível de gênero como *Carcharhinus* sp. foram os mais observados, com 714 observações em tela (14,27%), seguido pelo *Carcharhinus falciformes* com 4015 observações (80,25%), *Carcharhinus galapagensis* com 246 observações, (4,92%), os tubarões classificados como Selachimorpha com 10 observações, (0,2%). Os peixes classificados como Teleostei com 2 observações (0,04%) e pelos peixes ósseos *Elegatis bipinnulata* com 7 observações (0,14%), *Kyphosus vaigiensis* com 6 observações, (0,12%), *Caranx lugubris* com 1 observação (0,02%), *Sphyraena barracuda* com 1 observação (0,02%) e *Melichthys niger* com 1 observação (0,02%) (Tabela 1; Gráfico 1). Das espécies observadas, apenas os tubarões estão listados como espécies ameaçadas de extinção da IUCN e do MMA do Brasil (Quadro 1).

**Tabela 1-** Espécies avistadas durante análises de vídeo, incluindo suas frequências absolutas e relativas.

	Frequência de Observação Absoluta	Frequência de Observação de Relativa
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	246	4,92%
<i>Carcharhinus falciformis</i>	4015	80,25%
<i>Elagatis bipinnulata</i>	7	0,14%
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	6	0,12%
<i>Melichthys niger</i>	1	0,2%
<i>Caranx lugubris</i>	1	0,02%
<i>Sphyraena barracuda</i>	1	0,02%
<i>Teleostei</i>	2	0,04%
<i>Selachimorpha</i>	10	0,2%
<i>Carcharhinus</i> sp.	714	14,27%
Total	5003	100%

**Fonte:** A autora, 2024.

**Gráfico 1** - Frequência de observação relativa das espécies avistadas durante as análises de vídeo.



**Fonte:** A autora, 2024.

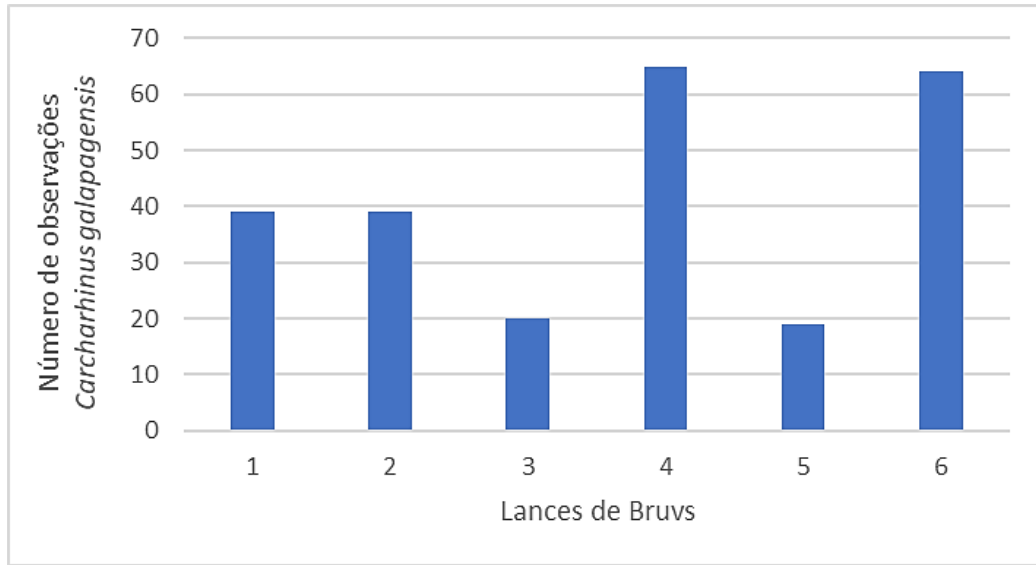
**Quadro 1** - Status de conservação da espécie na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e do Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA).

Espécie	Nome popular	Status de conservação IUCN	Status de conservação MMA
<i>Carcharhinus falciformis</i>	Tubarão lombo-preto	VU (Vulnerável)	CR (Criticamente Ameaçada)
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Tubarão de galápagos	LC (Pouco Preocupante)	CR (Criticamente Ameaçada)
<i>Kyphosus vaigiensis</i>	Pijirica	LC (Pouco Preocupante)	AUSENTE
<i>Melichthys niger</i>	Cangulo-preto	LC (Pouco Preocupante)	AUSENTE
<i>Sphyrna barracuda</i>	Barracuda	LC (Pouco Preocupante)	AUSENTE
<i>Caranx lugubris</i>	Xaréu-preto	LC (Pouco Preocupante)	AUSENTE
<i>Elagatis bipinnulata</i>	Peixe-rei	LC (Pouco Preocupante)	AUSENTE

**Fonte:** A autora, 2024.

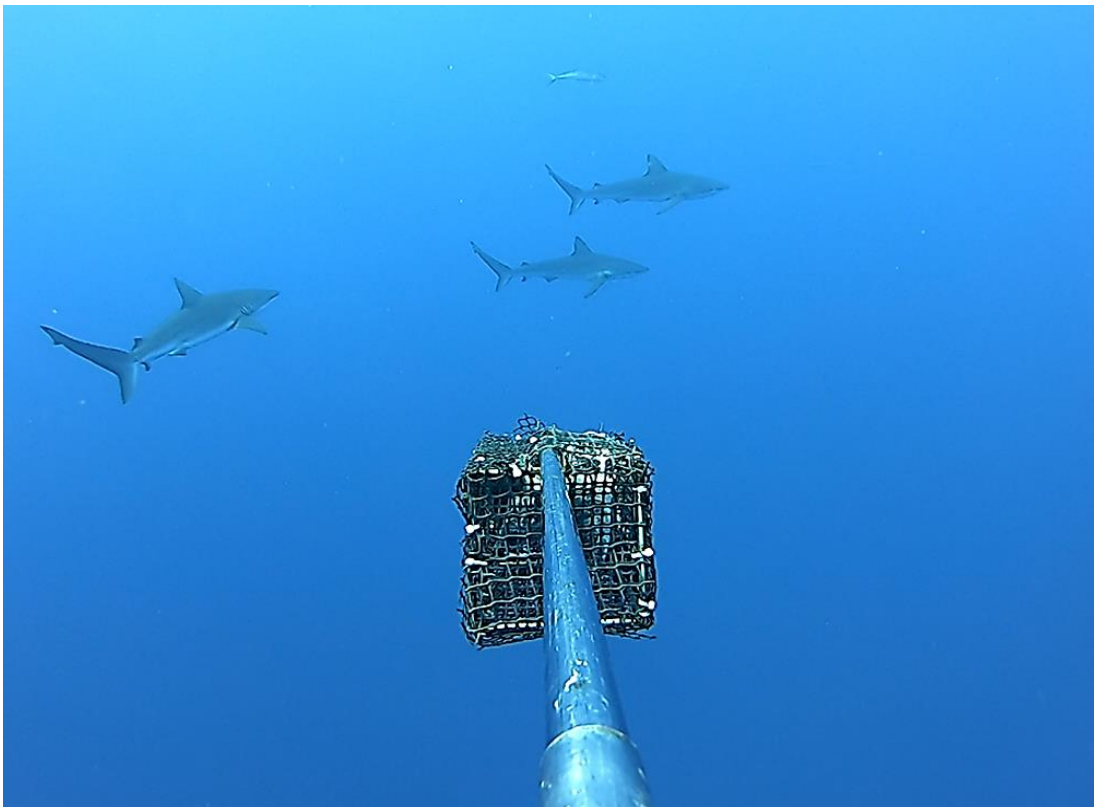
Dos 21 lançamentos analisados no total, o *C. galapagensis* só foi observado em 6 lances, os quais apresentaram uma média de 78 minutos de duração cada (Gráfico 2). O  $N_{m\acute{a}x}$  observado por vídeo para a espécie foi de 3 indivíduos no mesmo frame, no dia 4 de novembro de 2022 (Figura 4). A abundância relativa por hora ( $N_{m\acute{a}x} h^{-1}$ ) (Gráfico 3) variou de 0,2 a 0,6 e a abundância total da espécie ( $SN_{m\acute{a}x}$ ) foi igual a 12.

**Gráfico 2** - Número de observações de *Carcharhinus galapagensis* por lance de BRUVS no ASPSP.



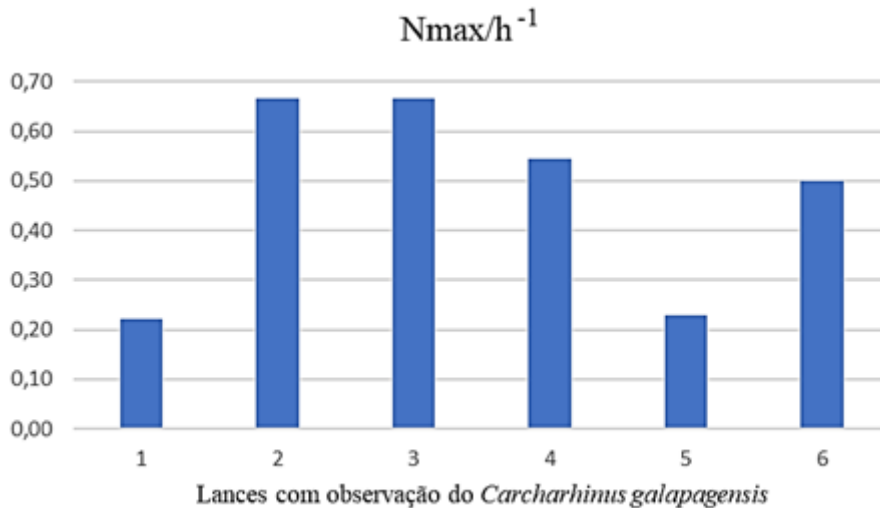
**Fonte:** A autora, 2024

**Figura 4** - Número máximo de indivíduos ( $N_{m\acute{a}x}$ ) de *Carcharhinus galapagensis* observados em um único frame de vídeo no ASPSP.



**Fonte:** A autora, 2024.

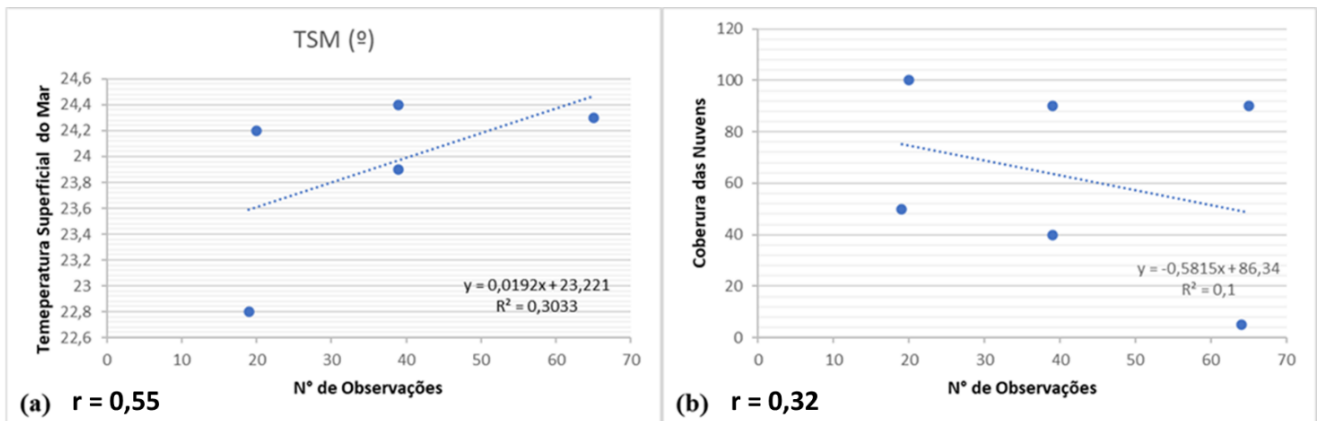
**Gráfico 3** - Abundância relativa por hora ( $N_{\max}/h^{-1}$ ) dos *Carcharhinus galapagensis* observados por lances através dos BRUVS no ASPSP.



**Fonte:** A autora, 2024.

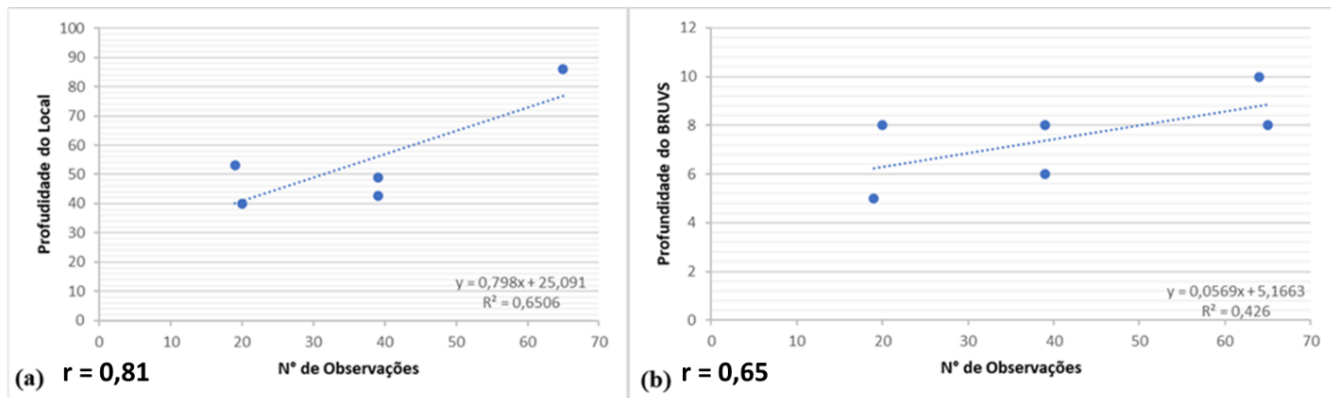
Em relação as variáveis ambientais, o valor da correlação da TSM com o número de avistagens apresentou uma relação positiva e de força moderada ( $r= 0,55$ ), sugerindo que quanto maior a TSM, maior o número de avistagens. Já a correlação entre a cobertura de nuvens e o número de avistagens, apresentou relação negativa e de força fraca ( $r= 0,32$ ), (Gráfico 4). A correlação entre o número de avistagens e a profundidade do local do lançamento do BRUVS foi positiva e forte ( $r= 0,81$ ) enquanto que a correlação entre o número de avistagens e a profundidade de lançamento do equipamento foi positiva e moderada ( $0,65$ ) (Gráfico 5). Assim como a correlação entre o número de avistagens e a direção da corrente que também apresentou uma relação positiva e de força moderada ( $r= 0,51$ ).

**Gráfico 4** - Relações entre o número de avistagens de *Carcharhinus galapagensis*, a Temperatura Superficial do Mar (TSM) (a) e Cobertura de nuvens (b).



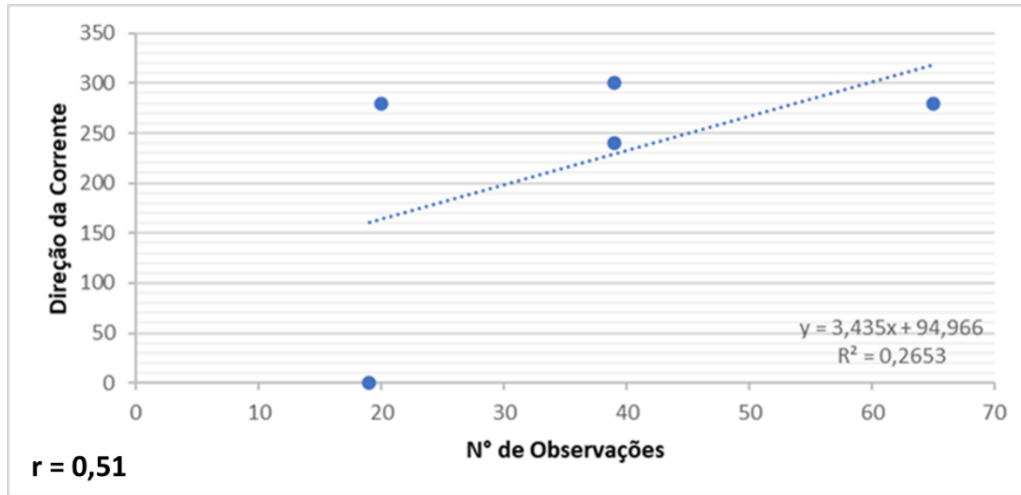
**Fonte:** A autora, 2024.

**Gráfico 5** - Relações entre o número de avistagens de *Carcharhinus galapagensis*, a profundidade do local de lançamento (a) e a profundidade de lançamento do BRUVS (b).



**Fonte:** A autora, 2024.

**Gráfico 6** - Relação entre o número de avistagens de *Carcharhinus galapagensis* e a direção da Corrente.



**Fonte:** A autora, 2024.

## 5.2. INDIVIDUALIZAÇÃO DO *CARCHARHINUS GALAPAGENSIS*

Um total de 12 *C. galapagensis* foram individualizados através de marcas de cópula, marcas naturais, anzóis e possíveis injúrias ocasionadas pela pesca, assim como através da presença de objetos agregados ao corpo (Tabela 2). (APÊNCICE A)

**Tabela 2** - Individualização dos *Carcharhinus galapagensis* durante análise de BRUVS por número, características e sexo.

NÚMERO DO INDIVÍDUO	CARACTERÍSTICAS	SEXO
1	Cicatriz esbranquiçada no focinho e arranhões, anzol no lado direito da boca com linha e isca artificial de cavala	F
2	Cicatriz no lado esquerdo da boca e anzol do lado direito da boca	M

3	Tecido em volta do corpo, cicatrizes no focinho, anzol do lado direito da boca e escoriações acima da nadadeira anal na lateral esquerda	F
4	Arranhões na ponta do focinho do lado direito; anzol com linha na lateral direita e anzol do lado esquerdo da boca; dorsal denteada	M
5	Pequeno corte próximo a ponta da nadadeira peitoral direita	NI
6	Nadadeira dorsal com corte próximo à ponta	M
7	Risco na cabeça e dois cortes na peitoral esquerda	F
8	Cicatrizes na lateral direita do corpo próximos à nadadeira peitoral	M
9	Corte diagonal na nadadeira dorsal na parte superior e na base da nadadeira dorsal	M
10	Cicatrizes na região interdorsal, marca plástica amarela, cicatriz na lateral esquerda do corpo e pequeno corte na nadadeira dorsal e deformidade no focinho e anzol no canto direito da boca.	NI
11	Cicatriz acima da nadadeira pélvica esquerda, dorsal com corte e arranhões acima do focinho.	M
12	Dorsal cortada na parte de cima e diagonal, arranhões brancos na lateral esquerda do corpo, mancha escura no lóbulo superior lado direito.	F

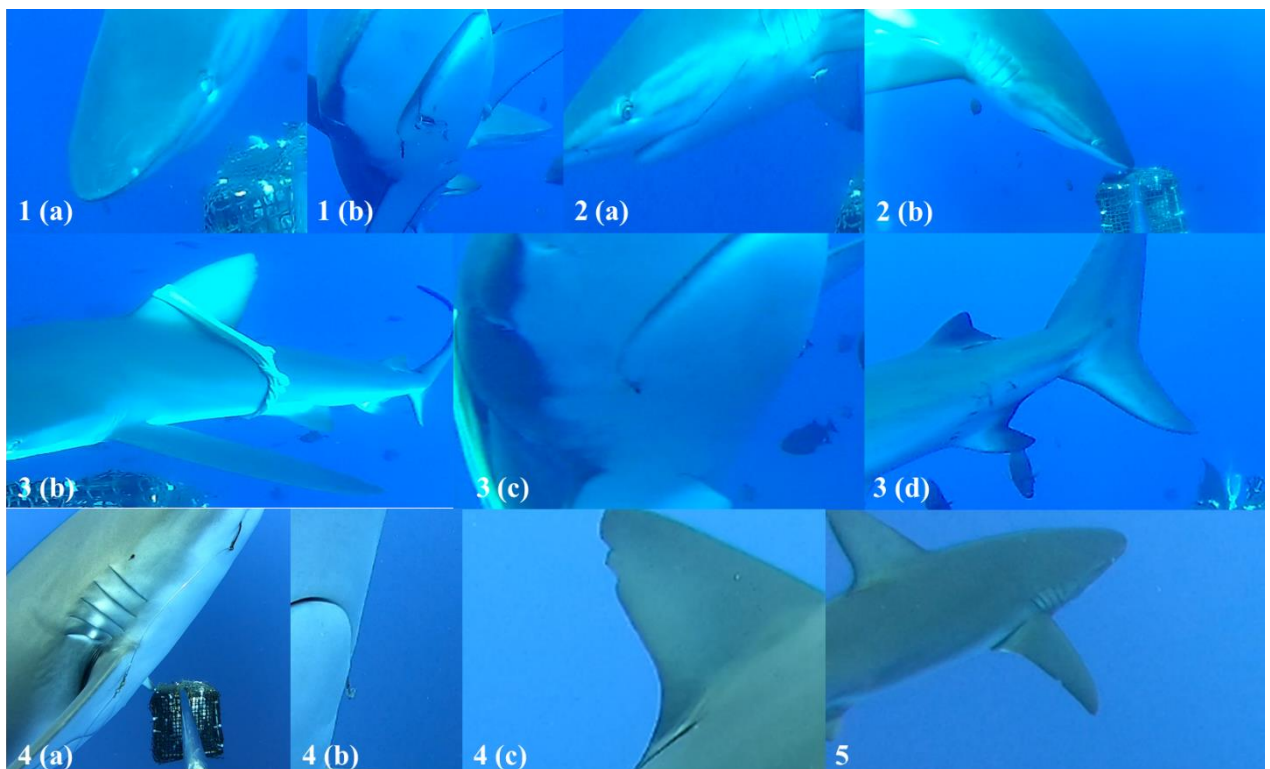
**Fonte:** A autora, 2024.

O indivíduo número 1 apresentou uma cicatriz esbranquiçada no focinho e alguns arranhões (Figura 5. 1 (a)), um anzol no lado direito da boca com uma isca artificial de cavala

aderida a linha (Figura 5. 1(b)). O indivíduo de número 2 foi diferenciado dos demais devido a presença de uma cicatriz no lado esquerdo da boca (Figura 5. 2 (a)) e um anzol do lado direito da boca (Figura 5. 2 (b)), enquanto que o indivíduo número 3 foi diferenciado dos demais devido a presença de um tecido em volta do corpo (Figura 5. 3.(a)) e a presença de cicatrizes no focinho e de um anzol do lado direito da boca (Figura 5. 3 (b)), além de escoriações na lateral esquerda acima da nadadeira anal (Figura 5. 3 (c)).

O indivíduo de número 4 foi diferenciado devido a presença de arranhões na ponta do focinho do lado direito do corpo, presença de um anzol com linha na lateral direita (Figura 5. 4 (a)) e presença de mais um anzol do lado esquerdo da boca (Figura 5. 4 (b)) e a dorsal denteada (Figura 5. 4 (c)). Já o indivíduo de número 5 foi diferenciado dos demais devido a presença de um pequeno corte próximo a ponta da sua nadadeira peitoral direita (Figura 5. 5).

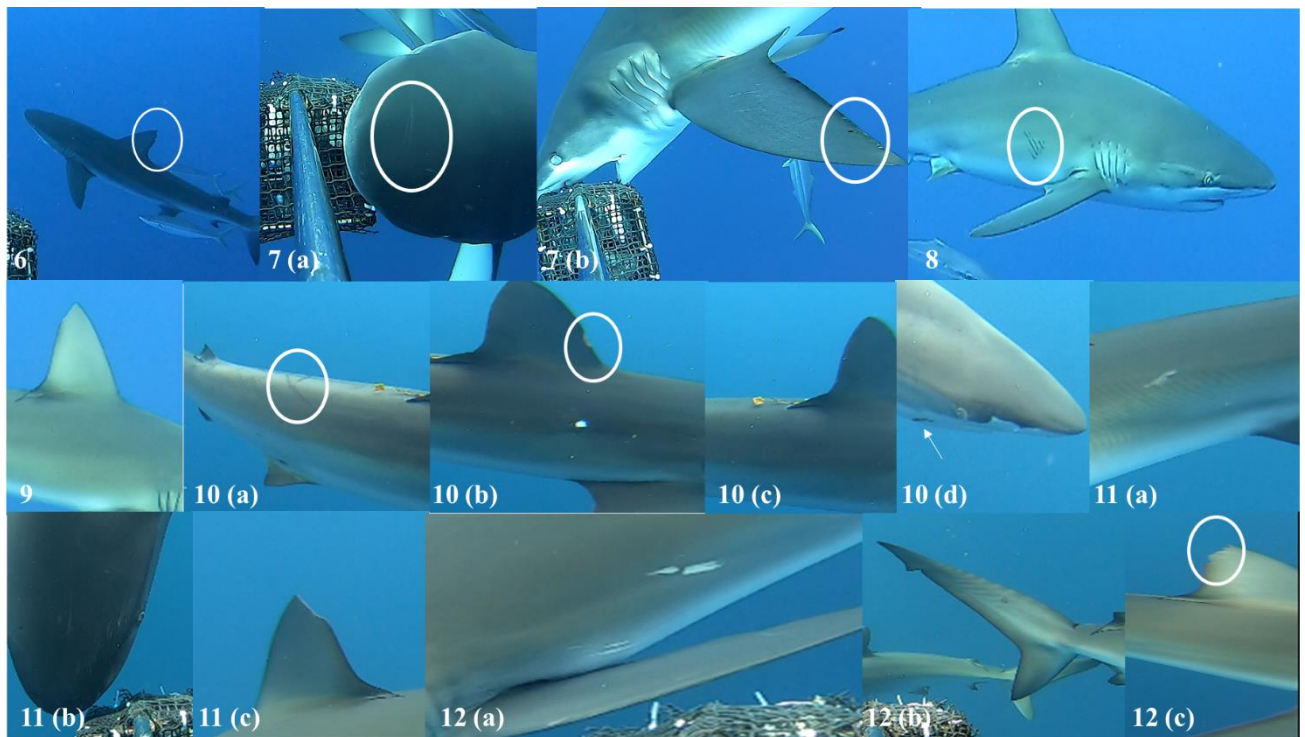
**Figura 5 - *Carcharhinus galapagensis* individualizados avistados através da análise dos BRUVS lançados no ASPSP (parte 1)**



**Fonte:** A autora, 2024.

O indivíduo de número 6 foi diferenciado devido a presença de um corte próximo à ponta da sua nadadeira dorsal (Figura 6. 6). O tubarão número 7 foi diferenciado devido a presença de arranhões no focinho (Figura 6. 7 (a)) e dois cortes na peitoral esquerda (Figura 6. O tubarão número 8 foi diferenciado devido a presença de cicatrizes na lateral direita do corpo próximos à nadadeira peitoral (Figura 6. 8). O tubarão de número 9 foi diferenciado devido a presença de um corte diagonal na parte superior da sua nadadeira dorsal e na base da sua nadadeira dorsal (Figura 6. 9). O tubarão número 10 apresentou cicatrizes na região interdorsal (Figura 6.10 (a)), uma marca plástica amarela (Figura 6. 10 (c)), cicatriz na lateral esquerda do corpo e um pequeno corte na nadadeira dorsal (Figura 6.10 (b)), além de uma deformidade no focinho e anzol no canto direito da boca. (Figura 6. 10 (d)). O tubarão de número 11 apresentou uma cicatriz acima da nadadeira pélvica esquerda (Figura 6.11 (a)) a dorsal com corte (Figura 6.11(c)) e arranhões acima do focinho (Figura 6.11(c)). O tubarão de número 12 apresentou dorsal cortada na parte de cima e diagonal (Figura 6. 12 (c)), arranhões brancos na lateral esquerda do corpo (Figura 6. 12 (a)), mancha escura no lóbulo superior lado direito (Figura 6.12 (b)).

**Figura 6** - *Carcharhinus galapagensis* individualizados avistados através da análise dos BRUVS lançados no ASPSP (parte 2).



**Fonte:** A autora, 2024.

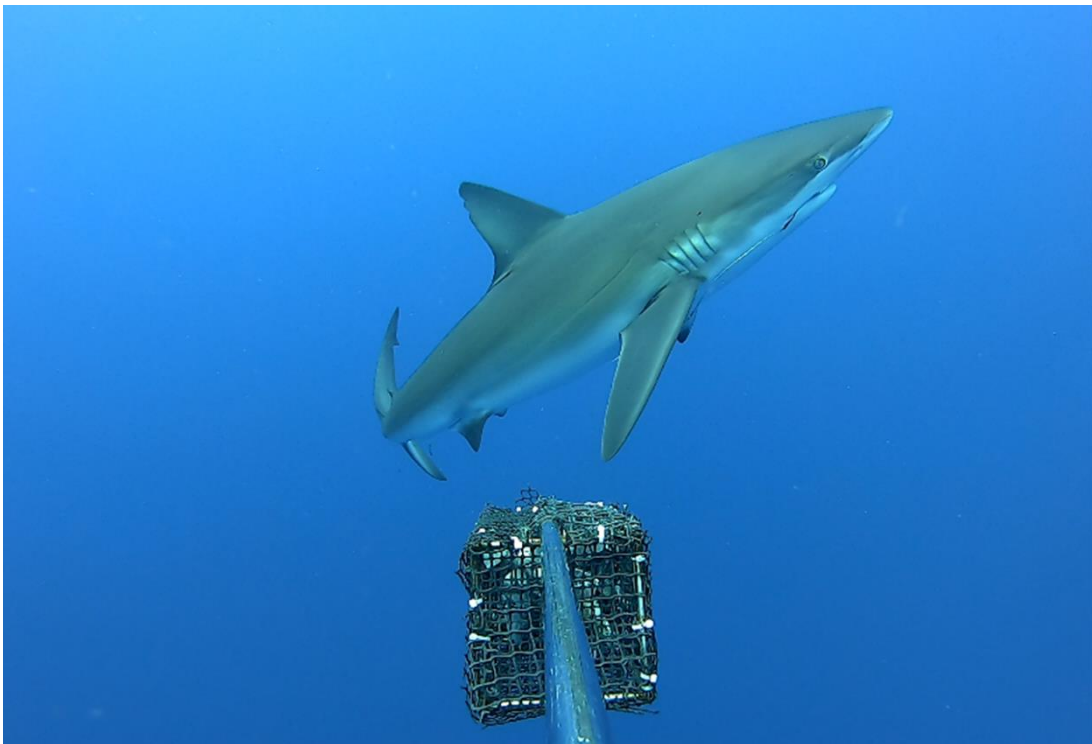
### 5.3. REAVISTAGENS

Dos tubarões individualizados, apenas um indivíduo foi reavistado durante as análises de vídeos de BRUVS (Tabela 4).

**Tabela 3** - Reavistagens do indivíduo número 4 durante análises de vídeo.

DATA	Nº DO TUBARÃO	SEXO
27/10/2022	4	M
29/10/2022	4	M
04/11/2022	4	M
06/11/2022	4	M

**Figura 7** - Indivíduo de *C. galapagensis* reavistado durante as análises de BRUVS.



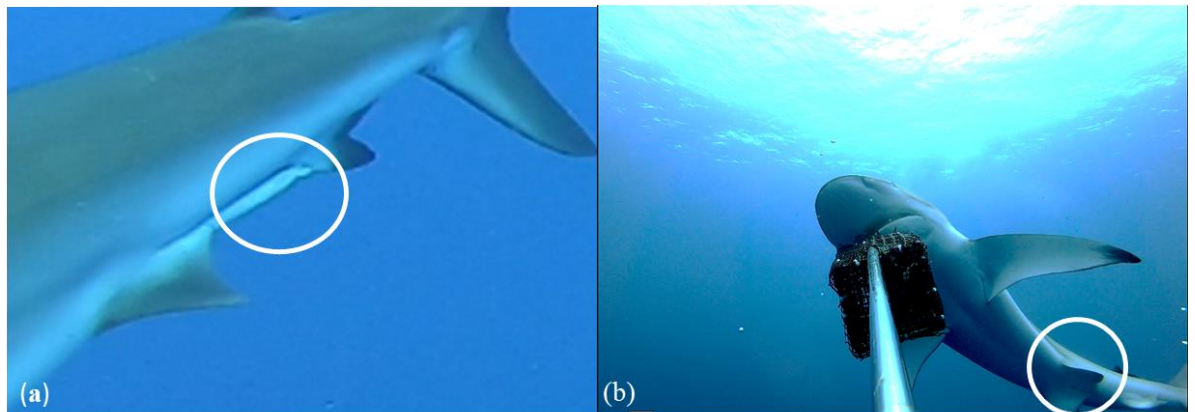
**Fonte:** A autora, 2024.

A primeira avistagem do indivíduo ocorreu em 27 de outubro de 2022, sendo observado novamente dois dias depois, em 29 de outubro. No mês seguinte, o mesmo tubarão foi registrado em 4 de novembro, cinco dias após a primeira avistagem. Após mais dois dias, em 6 de novembro de 2022, ele foi reavistado. Dessa forma, o maior período de permanência desse indivíduo no ASPSP foi de 11 dias.

#### 5.4. PROPORÇÃO SEXUAL DOS TUBARÕES INDIVIDUALIZADOS

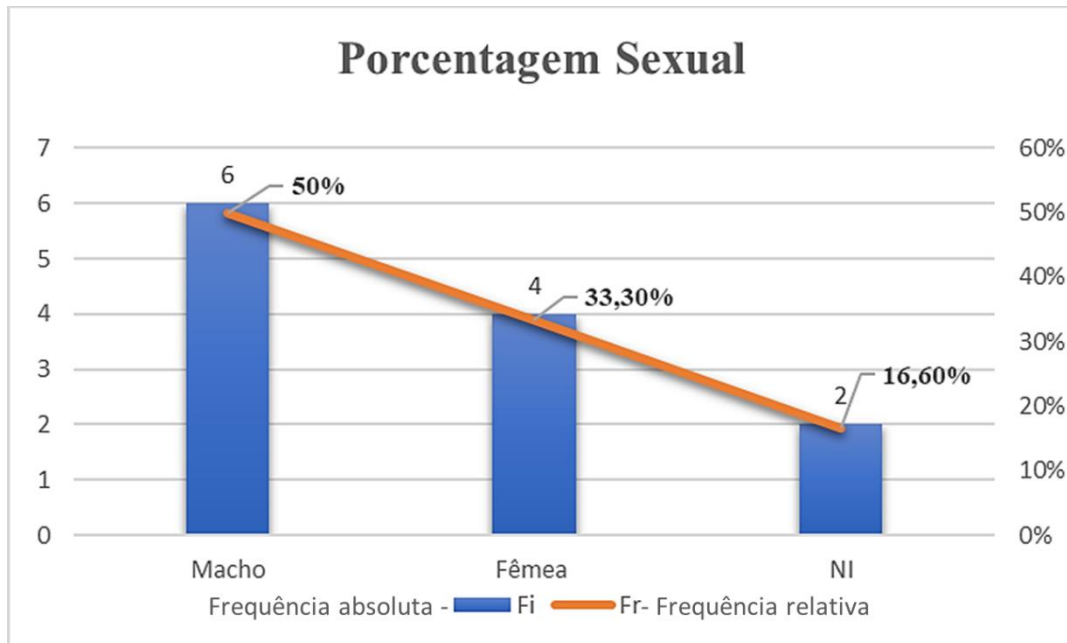
Devido ao dimorfismo sexual aparente, foi possível avaliar a proporção sexual dos tubarões individualizados (Figura 7), dos 12 *C. galapagensis* individualizados, 6 foram machos (50% do total de observações), 4 foram fêmeas (33,3%), e 2 indivíduos não tiveram o sexo identificados (16,6%). O teste  $X^2$  foi igual a 0,4, sendo 0,2 para fêmeas e 0,2 para os machos, com a razão sexual observada não diferindo da razão esperada de 1:1 ( $X^2$  calculado = 0,4 <  $X^2$  crítico = 3,841) e o valor do grau de liberdade igual a 1 ( $gl= 2 - 1 = 1$ ) (Gráfico 7).

**Figura 8** - Dimorfismo sexual dos *C. galapagensis*, sendo (a) macho com cláspes evidentes, e (b) fêmea, com cloaca evidente, avistados através dos BRUVS no ASPSP.



**Fonte:** A autora, 2024.

**Gráfico 7** - Proporção sexual do *Carcharhinus galapagensis* observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo através dos BRUVS.



**Fonte:** A autora, 2024.

## 6. DISCUSSÃO

A abundância do *C. galapagensis* observada no presente estudo, nos arredores do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, por meio da análise de vídeos subaquáticos, pode ser considerada baixa, especialmente em comparação com a abundância dos *Carcharhinus falciformis* registrada no mesmo banco de dados. Essa diferença nas abundâncias entre essas espécies já havia sido registrada em estudos anteriores no arquipélago (Oliveira, 2017; Alcantara, 2021; Queiroz et al., 2021) e foi associada à competição por recursos, como espaço e alimento. No estudo de Oliveira (2017), o autor menciona a fidelidade espacial do *C. galapagensis* a boia oeste, já que a espécie foi avistada apenas nessa área. No entanto, não conseguimos confirmar essa hipótese, pois nossas análises estavam direcionadas principalmente para a boia oeste. Isso aconteceu devido à dinâmica da embarcação de apoio à pesquisa do ASPSP, que permanecia ancorada na boia oeste.

Outra hipótese relacionada a essa baixa abundância observada dos *C. galapagensis* no ASPSP está relacionada ao processo de migração vertical, visto que os *C. galapagensis* podem ficar cerca de 6h sem subir para a coluna d'água realizando mergulhos profundos abaixo da termoclina (Meyer; Papastamatiou; Holland, 2010), o que pode influenciar de forma negativa a captação de imagens da espécie, visto que os lançamentos dos BRUVS foram feitos em horários fixos (9h-12h) em que há a possibilidade desses animais não estarem tão ativos.

Oliveira (2017), observou, que as detecções dos indivíduos de *C. galapagensis* marcados no ASPSP, foram realizadas no período diurno (entre 6h -18h), sendo necessário mais estudos relacionados a compreensão da movimentação da espécie na região. Sabidamente, o *C. galapagensis*, é uma espécie que não se orientada pela superfície, sendo necessário métodos de capturas de dados serem mais variados, para que seja possível obter informações sobre a espécie (Queiroz, 2021).

De modo geral, a distribuição vertical também é um comportamento que já foi observado para outras espécies no ASPSP, como o tubarão-baleia e a raia manta *Mobula tarapacana*, que realizam mergulhos profundos na região (Andrzejaczek et al., 2022); permanecendo em profundidades elevadas durante longos períodos de tempo.

Outro fator bastante relevante é que os indivíduos de *C. galapagensis* possam estar migrando para outras regiões, pois trata-se de uma espécie que apesar de habitar ilhas oceânicas, eles podem realizar migrações. Um estudo sobre descrição do uso sazonal do habitat e residência do tubarão-martelo-recortado (*Sphyrna lewini*) e do *C. galapagensis* na Ilha de Mikomoto, no Japão, mostrou que a espécie *C. galapagensis* marcado com uma etiqueta PSAT

migrou para longe do local de marcação, cerca de 897,47 km, enquanto que *S. lewini* percorreu cerca de 295,62 km (Gallagher, et. al, 2022).

A hipótese da migração vertical também pode explicar as correlações positivas observadas entre o número de avistagens da espécie e a profundidade do local de lançamento dos BRUVS (correlação positiva e forte) e de profundidade do BRUVS (positiva e moderada). Apesar do lançamento dos BRUVS serem realizados na mesma boia, à oeste do ASPSP, essa boia sofre influência das correntes, e conseqüentemente acaba sendo arrastada, o que por sua vez, altera a profundidade do local de lançamento do BRUVS, visto que o assoalho oceânico que compõe o entorno do ASPSP é constituído por diversos montes submarinos.

A relação negativa entre a cobertura de nuvens e o número de observações também mostra como essa condição afeta a observação da espécie através dos BRUVS, que apresentou um menor número de observações de *C. galapagensis* em condições com uma maior quantidade de nuvens. A temperatura superficial do mar (TSM) também parece ser um fator que influencia a abundância dos *C. galapagensis*. Sabidamente, valores de TSM podem influenciar o comportamento de presença e ausência de tubarões, sendo uma variável ambiental importante pra explicar os padrões de movimentação de diferentes espécies de elasmobrânquios (Williamson et.al, 2019; Jacob et. al, 2022).

A presença de anzóis nos *C. galapagensis* observados através dos BRUVS evidenciam a interação da espécie com a pesca comercial da região, algo que já vem sendo observado por pesquisadores e que vem apresentando um aumento considerável nos últimos anos segundo os pescadores (informações pessoais). Além disso, essa interação pode ocasionar uma pesca acidental, algo prejudicial pois se trata de espécie ameaçada de extinção. Sendo assim, é necessário que seja proposta a descontinuação da pesca nos arredores do ASPSP, corroborando para preservação de uma espécie residente da região.

As deformidades observadas em alguns indivíduos de *C. galapagensis* no ASPSP também sugerem efeitos teratogênicos associados a presença de poluentes na região de estudo, como observado por Araújo (2024). No entanto, novos estudos precisam ser realizados para investigar ambas as hipóteses acima.

Por fim, o presente trabalho também não mostrou evidências da existência de uma proporção sexual diferente da esperada (1:1) para o *C. galapagensis* no ASPSP, o que sugere que não existe uma segregação sexual entre os indivíduos desta espécie, assim como foi observado previamente por Bezerra (2021).

## 7. CONCLUSÃO

Este estudo contribui para o entendimento da abundância e comportamento do *C. galapagensis* nos arredores do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), destacando fatores que influenciam sua detecção e presença. As observações indicam que variáveis ambientais, como a temperatura superficial do mar e a cobertura de nuvens, afetam a atividade e a visibilidade da espécie, sugerindo a importância de considerar essas condições em futuras coletas de dados. Além disso, a baixa abundância registrada pode estar relacionada tanto à migração vertical quanto à migração para outras regiões, conforme observado em outros estudos com a mesma espécie.

A ausência de segregação sexual entre os indivíduos de *C. galapagensis* corrobora achados prévios, reforçando a hipótese de que machos e fêmeas compartilham os mesmos habitats. Além disso, é necessário o uso de métodos mais variados, sendo o BRUVS uma metodologia auxiliar, para obter uma compreensão mais precisa dos padrões de movimentação e uso de habitat dessa espécie.

Em suma, este trabalho fornece uma base importante para o monitoramento contínuo de *C. galapagensis* no ASPSP, ressaltando a necessidade do aprimoramento das técnicas de coleta de dados para captar com mais precisão a dinâmica populacional e comportamental dessa espécie em ecossistemas oceânicos.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, R. **Estudo da Assembleia de Peixes do Arquipélago de São Pedro e São Paulo com o Uso de Estação Remota de Vídeo Subaquático com Isca (BRUVS)**. 2021. 59 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Recife, 2021.
- ANDRZEJACZEK, S., LUCAS, T. C., GOODMAN, M. C., HUSSEY, N. E., ARMSTRONG, A. J., CARLISLE, A & SULIKOWSKI, J. A. 2022. **Diving into the vertical dimension of elasmobranch movement ecology**. *Science Advances*, 8(33), eabo1754.
- ARAÚJO, C. B. B. (2024). **Genotoxicidade comparativa de grandes peixes pelágicos em duas unidades de conservação do Atlântico Equatorial: Arquipélago de Fernando de Noronha e Arquipélago de São Pedro e São Paulo**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, p. 115.
- BARNETT, A. et al. **Residency and spatial use by reef sharks of an isolated seamount and its implications for conservation**. *PLoS ONE*, v. 7, n. 5, p. 1–12, 2012.
- BARREIROS, J.P.; GADIG, O.B.F. **Catálogo Ilustrado dos Tubarões e Raias dos Açores**. Angra do Heroísmo: IAC- Instituto Açoriano da Cultura. ISBN 978-989-8225-24-5. 2011.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Reconhece a Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Portaria GM/MMA nº 300, de 13 de dezembro de 2022. Diário Oficial da União, 234. ed. p. 1-90. 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/legislacao/portaria/695-2022.html>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- BRASIL. Decreto n. 9.313, de 19 de março de 2018. Cria a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e o Monumento Natural do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Diário Oficial da União, 2018.
- BEZERRA, NATALIA. **Imagens subaquáticas geradas pelas estações remotas de vídeo subaquáticas com isca (BRUVS) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo**, 2021.
- CAMHI, M. et al. **Sharks and their Relatives: Ecology and Conservation**. Occasional Paper, n. 20, p. 39, 1998.
- COMPAGNO, L. J. V. **Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1984.
- COMPAGNO, L.; DANDO, M.; FOWLER, S. **Sharks of the World**. Princeton University Press, Princeton, 2005.
- CAPPO, M.; HARVEY, E.; MALCOLM, B. H.; SPEARE, P. **Potential of Video Techniques to Monitor Diversity, Abundance and Size of Fish in Studies of Marine Protected Areas**. BEUMER, J. P.; GRANT, A. Aquatic Protected Areas: what works best and how do we know. 1 ed. Cairns: Australian Society for Fish Biology, 2003. p. 455-464. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/233531387\\_Potential\\_of\\_video\\_techniques\\_to\\_monitor\\_diversity\\_abundance\\_and\\_size\\_of\\_fish\\_in\\_studies\\_of\\_Marine\\_Protected\\_Areas](https://www.researchgate.net/publication/233531387_Potential_of_video_techniques_to_monitor_diversity_abundance_and_size_of_fish_in_studies_of_Marine_Protected_Areas). Acesso em: 27 fev. 2024.

DULVY, N. K. et al. **You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays**. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v. 18, n. 5, 2008.

DULVY, N. K. et al. **Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays**. *ELife*, p. 1–34, 2014.

EBERT, D.A. DANDO. **On Board Guide for the Identification of Pelagic Sharks and Rays. Western Indian Ocean**. FAO/IOC, 2015.

EDWARDS, A. J.; LUBBOCK, H. R. **The Shark population of Saint Paul's Rocks**. *Copeia*, n. 1, p. 223–225, 1982.

EDWARDS, A.J., LUBBOCK, H.R., 1982. **The Shark population of Saint Paul's Rocks**. *Copeia* 223–225. <https://doi.org/10.2307/1444304>

ELLENDER, B. R., BECKER, A., WEYL, O. L., & SWARTZ, E. R. (2012). **Underwater video analysis as a non-destructive alternative to electrofishing for sampling imperilled headwater stream fishes**. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 58-65

FERRETTI, F. et al. **Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean**. *Ecology Letters*, v. 13, n. 8, p. 1055–1071, 2010.

FEITOZA, B.M.; ROCHA, L.A.; LUIZ JR., O.J.; FLOETER, S.R.; GASPARINI, J.L. Reef fishes of St. Paul's Rocks: new records and notes on biology and zoogeography. *Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, v.7, n. 2, p. 61–82, 2003.

FROESE, R.; PAULY, D. (Eds) 2017 Fishbase. World Wide Web electronic publication. FAO Guides for Fisheries Purposes Disponível em: < <http://www.fishbase.org/search.php>>

FRICKE, R., ESCHMEYER, W. N. & FONG, J. D. 2024 SPECIES BY FAMILY/SUBFAMILY. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>) Electronic version accessed 17 october 2024.

GOMES, U.; SANTOS, H.; GADIG, O.; SIGNORI, C.; VICENTE, M. **Guia Para Identificação Dos Tubarões, Raias e Quimeras do Estado Rio de Janeiro (Chondrichthyes: Elasmobranchii e Holocephali)**. *Revista Nordestina de Biologia*, João Pessoa, v. 27, n. 1, p. 171-368, 2019.

GADIG, O. B. F. **Tubarões da Costa Brasileira**. 2001.

GARRICK, J. A. F. Sharks of the Genus *Carcharhinus*. National Marine Fisheries Service, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) Technical Report 445, 194, 1982.

GOVE, J. M. et al. **Near-island biological hotspots in barren ocean basins.** Nature Communications, v. 7, p. 1–8, 2016.

GRAHAM, N. A. J.; SPALDING, M. D.; SHEPPARD, C. R. C. **Reef shark declines in remote atolls highlight the need for multi-faceted conservation action.** Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, v. 20, n. 5, p. 543–548, 2010.

HOBBS, J.-P. A. et al. **Unique fish assemblages at world’s southernmost oceanic coral reefs, Elizabeth and Middleton Reefs, Tasman Sea, Australia.** Coral Reefs, v. 27, n. 1, p. 15, 2008.

HARVEY, E.; SHORTIS, M.; STADLER, M. & CAPPO, M. 2002. **A comparison of the accuracy and precision of measurements from single and stereo-video systems.** Mar Technol Soc J, 36: 38-49.

HEINICKE, M.; NAYLOR, G.; HEDGES, S. **Cartilaginous fishes (Chondrichthyes).** In: HEDGES, S.; KUMAR, S. The Timetree of Life. Oxford: Oxford University Press, 2009. p. 320-327. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9rt1c1hl49MC&oi=fnd&pg=PA320&dq=the+timetree+of+life+cartilaginous&ots=PX\\_L0ckqAj&sig=v-1-yW0uIge7UuZo6laSXwS7XeE](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=9rt1c1hl49MC&oi=fnd&pg=PA320&dq=the+timetree+of+life+cartilaginous&ots=PX_L0ckqAj&sig=v-1-yW0uIge7UuZo6laSXwS7XeE). Acesso em: 27 fev. 2024.

IUCN. *Carcharhinus galapagensis*. The IUCN Red List of Threatened Species - International Union for Conservation of Nature, 2019. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/41736/2954286#bibliography>>. Acesso em 23 fev 2024.

IUCN. *Elagatis bipinnulata*. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2015: e.T16440027A16510157. 07 de agosto de 2024 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16440027A16510157>.em. Acessado em 07 de aug. de 2024.

IUCN. 2015. *Sphyræna barracuda* (versão errata publicada em 2017). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2015: e.T190399A115319634. 26 de agosto de 2024 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T190399A15603115>.en. Acessado em 26 aug. de 2024.

IUCN. 2021. *Carcharhinus falciformis* (versão alterada da avaliação de 2017). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2021: e.T39370A205782570. 06 de setembro de 2024 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T39370A205782570>.en. Acessado em 06 sep. de 2024.

IUCN. 2015. *Caranx lugubris* (versão errata publicada em 2017). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2015: e.T16431757A115357187. 26 de agosto de 2024 <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16431757A16509762>.en. Acessado em 26 aug de 2024.

IUCN. *Kyphosus vaigiensis*. Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2015: e.T46086190A46664689. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T46086190A46664689>.en. Acessado em 07 de agosto de 2024.

IUCN. 2015. *Melichthys niger* (versão errata publicada em 2016). Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN 2015: e. T193609A97666184. Acessado em 07 de agosto de 2024.

KINNEY, M. J.; SIMPFENDORFER, C. A. **Reassessing the value of nursery areas to shark conservation and management.** Conservation Letter, v. 2, p. 53–60, 2009.

Kohler, N.E., Casey, J.G., Turner, P.A., 1998. NMFS cooperative shark tagging program, 1962-93: An atlas of shark tag and recapture data. Mar. Fish. Rev. 60, 1–87.

LOWE, C.G., WETHERBEE, B.M., MEYER, C.G., 2006. **Using acoustic telemetry monitoring techniques to quantify movement patterns and site fidelity of sharks and giant trevally around French Frigate Shoals and Midway Atoll.** Atoll Res Bull 543, 281–303.

MABESSOONE, J.M. & COUTINHO, P.N. 1970. **Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil.** Trabalhos oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, 12: 1-214.

MACENA, B. C. L. & HAZIN, F. H. V. 2016. **Whale Shark (Rhincodon typus) Seasonal Occurrence, Abundance and Demographic Structure in the Mid-Equatorial Atlantic Ocean.** Plos One 11, e0164440.

MOTTA, F.; GARLA, R.; SAMPAIO, C.; BAGGIO, M.; ROLIM, F.; FREITAS, R. SALES, G.; GADIG, O. Tubarões e Raias no Contexto das Áreas Marinhas Protegidas no Brasil. Pan Tubarões, 2023. Cap. 5, p. 151-171. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/1709>. Acesso em: 28 fev. 2024.

MUCIENTES, G. R. et al. **Sexual segregation of pelagic sharks and the potential threat from fisheries.** Biology Letters, v. 5, n. 2, p. 156–159, 2009.

MYERS, R. A.; WORM, B. **Extinction, survival or recovery of large predatory fishes.** The Royal Society, v. 360, n. January, p. 13–20, 2005.

OLIVEIRA, L. P. P. **Abundância relativa e uso do habitat por tubarões do gênero Carcharhinus (C. falciformis, C. galapagensis e C. obscurus) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo - Brasil.** Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

PELLETIER, D., K. LELEU, G. MOU-THAM, N. GUILLEMOT & P. CHABANET, 2011. **Comparison of visual census and high-definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages.** Fisheries Research 107: 84–93.

PAPASTAMATIOU, Y.P., WETHERBEE, B.M., LOWE, C.G., CROW, G.L., 2006. **Distribution and diet of four species of carcharhinid shark in the Hawaiian Islands: evidence for resource partitioning and competitive exclusion.** Mar. Ecol. Prog. Ser. 320, 239–251.

QUEIROZ, J.; BEZERRA, N.; MACENA, B.; HAZIN, F. **Back from the dead? Not really. The tale of the Galapagos shark (Carcharhinus galapagensis) in a remote Brazilian archipelago.** Biological Conservation, Amsterdã, v. 256, p. 1-8, abr, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000632072100149X>. Acesso em: 28 fev. 2024.

ROFF, G. et al. **Decline of coastal apex shark populations over the past half century.** *Communications Biology*, v. 1, n. 223, p. 1–11, 2018.

SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR (SECIRM). Proposta para ordenamento de atividade pesqueira. Brasília, DF: Marinha do Brasil, 2012.

STEDMAN, N.; GARNER, M. Chondrichthyes. In: TERIO, K.; MCALOOSE, D.; LEGER, J. *Pathology of Wildlife and Zoo Animals*. Amsterdã: Elsevier, 2018. Cap. 40, p. 1003-1018.

SNODGRASS, RE & HELLER, E. (1905) Artigos da Expedição Hopkins-Stanford aos Galápagos, 1898-1899. XVII. Peixes costeiros das ilhas Revillagigedo, Clipperton, Cocos e Galápagos. *Anais da Academia de Ciências de Washington*, 6, 333–427

SIMPFENDORFER, C.A., HEUPEL, M.R., WHITE, W.T., DULVY, N.K., 2011. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Mar. Freshw. Res.* 62, 518–527. <https://doi.org/10.1071/MF11086>

VIANA, D.; BRANCO, I.; FERNANDES, C.; FISCHER, A.; CARVALHO, F.; TRAVASSOS, P. & HAZIN, F. 2013. **Reproductive biology of the wahoo, *Acanthocybium solandri* (Teleostei: Scombridae) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil.** *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 1: 049-057.

VIANA, D. L. et al. *Ciências do mar: dos oceanos do mundo ao nordeste do Brasil. bioecologia, pesca e aquicultura. Volume 2.* Recife: Via Design e Publicações, 2021.

WASS, R. C. A comparative study of the life history, distribution and ecology of the sandbar shark and the gray reef shark in Hawaii. PhD dissertation, University of Hawaii, Honolulu, 1971.

WATSON, D. L.; HARVEY, E.S.; FITZPATRICK, B.M.; LANGLOIS, T.J. & SHEDRAWI, G. 2010. Assessing reef fish assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare? *Marine Biology*, 157: 1237-1250.

WETHERBEE, B.M., CROW, G.L., LOWE, C.G., 1996. Biology of the Galapagos shark, *Carcharhinus galapagensis*, in Hawai'i. *Environ. Biol. Fishes* 45, 299–310.

WORM, B.; LOTZE, H. K.; MYERS, R. A. Predator diversity hotspots in the blue ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 100, n. 17, p. 9884–9888, 2003.

**APÊNDICE A - TABELA COM CARACTERÍSTICAS DE INDIVIDUALIZAÇÃO PERMANENTES**

<b>NÚMERO DO TUBARÃO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>SEXO</b>	<b>ID</b>
<b>3</b>	Escoriações acima da nadadeira anal na lateral esquerda	F	1
<b>4</b>	Dorsal denteada	M	2
<b>9</b>	Corte diagonal na nadadeira dorsal na parte superior e na base da nadadeira dorsal	M	3
<b>10</b>	Deformidade no focinho e anzol no canto direito da boca.	NI	4
<b>11</b>	Dorsal com corte	M	5
<b>12</b>	Mancha escura no lóbulo superior lado direito.	F	6

