

**NATALIA PRISCILA ALVES BEZERRA**

**IMAGENS SUBAQUÁTICAS GERADAS PELAS ESTAÇÕES REMOTAS DE  
VÍDEO SUBAQUÁTICAS COM ISCA (BRUVS) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO  
PEDRO E SÃO PAULO**

**RECIFE,**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**

**BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**IMAGENS SUBAQUÁTICAS GERADAS PELAS ESTAÇÕES REMOTAS DE  
VÍDEO SUBAQUÁTICAS COM ISCA (BRUVS) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO  
PEDRO E SÃO PAULO**

**NATALIA PRISCILA ALVES BEZERRA**

Relatório de Estágio Supervisionado  
Obrigatório apresentado ao Curso de  
Engenharia de Pesca da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, como exigência para  
obtenção do Bacharel em Engenharia  
de Pesca.

**Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira**  
**Orientador**

**Recife,**  
**Dezembro de 2021**

## Ficha catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

B574i Bezerra, Natalia Priscila Alves  
Imagens subaquáticas geradas pelas *Estação Remota de Vídeo Subaquático com Isca (BRUVS)* no Arquipélago de São Pedro e São Paulo / Natalia Priscila Alves Bezerra. – 2021.  
26 f.: il.

Orientador: Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2021.  
Inclui bibliografia.

1. Ictiologia 2. Monitorização ambiental 3. Fauna marinha  
4. Proteção ambiental 5. Biologia marinha I. Oliveira, Paulo Guilherme Vasconcelos de, orient. II. Título

CDD 639

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO**

**BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**IMAGENS SUBAQUÁTICAS GERADAS PELAS ESTAÇÕES REMOTAS DE  
VÍDEO SUBAQUÁTICAS COM ISCA (BRUVS) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO  
PEDRO E SÃO PAULO**

**NATALIA PRISCILA ALVES BEZERRA**

ESO julgado adequado para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Pesca. Defendida e  
aprovada em 14/12/2021 pela  
seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira**  
(Orientador )  
[Departamento de Pesca e Aquicultura]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Dra. Ilka Siqueira Lima Branco Nunes**  
(Membro titular)  
[Departamento de Pesca e Aquicultura]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Prof. Dra. Juliana Ferreira dos Santos**  
(Membro titular)  
[Departamento de Pesca e Aquicultura]  
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

**Ms. Fernanda Virgínia Albuquerque da Silva**  
(Membro suplente)  
[Centro de Ciências Exatas e da Natureza]  
[Universidade Federal da Paraíba]

## Dedicatória

Ao nosso grande mestre e querido professor Fábio Hazin (*in memoriam*), pelos breves instantes compartilhados e por todas as portas e janelas abertas com vista para o mar.

## **Agradecimentos**

À minha família, meu maior tesouro e razão de tudo ser.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Departamento de Pesca e Aquicultura, por viabilizar a nossa trajetória acadêmica e atuação profissional. Agradeço a coordenadora do curso, Dra. Gelcirene Costa, por nos auxiliar no processo de conclusão dessa etapa.

Ao nosso querido professor Dr. Fábio Hazin, eterno mestre, por todo o conhecimento compartilhado ao longo dos anos e pelas oportunidades únicas de realizarmos sonhos inimagináveis. MUITÍSSIMO grata por tanto, professor Fábio!

Ao professor Dr. Paulinho Oliveira, meu querido orientador, pela parceria, dedicação e orientações no trabalho e na vida, sempre com palavras de encorajamento nos momentos em que mais precisei. Agradeço por você não soltar as nossas mãos e por nos conduzir com tamanha sabedoria. Você é pura luz!

À minha parceira, irmã e amiga de todas as horas Dra. Ilka Branco Nunes, por ser esse exemplo de ser humano e profissional que tanto amo e admiro. De todas as vezes que pensei em desistir, você sempre foi a minha inspiração para seguir adiante.

À minha amiga, irmã, companheira de muitos anos, Msc. Fernanda Albuquerque, pela parceria na vida e no trabalho, por todo cuidado e abrigo que somos. Amo você!

À Polly e Alê, pelos sonhos, trabalhos e viagens compartilhadas!

À Manu, Siba e Mari, por todo amor, conversas intermináveis e tantas vidas vividas juntas.

À Poseidon, meu cãopanheiro de intermináveis horas sentada na frente do computador, por nos ensinar o verdadeiro significado do amor.

À tod@s da grande família LOP/LEP/LATEP e aos colegas de graduação que estiveram ao nosso lado durante essa longa jornada.

## Resumo

O Relatório de Estágio Supervisionado (RESO) teve como objetivo analisar as filmagens geradas pelas Estações Remotas de Vídeo Subaquáticas com Isca (BRUVs, sigla em inglês) provenientes do arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), a menor e mais remota ilha oceânica brasileira. A partir das observações das imagens, foi possível avaliar a eficácia dos BRUVs para monitorar a biodiversidade e realizar estimativas de abundância dos elasmobrânquios e peixes ósseos na região. Para tanto, as amostragens foram realizadas em profundidades que variaram entre 5 e 30 m no entorno do ASPSP, por meio do uso da câmera GoPro Hero 5 fixada a uma base de aço inoxidável em forma de trapézio, com uma extensão, em cuja extremidade foi posicionada a isca. Todos os organismos registrados nos vídeos foram identificados ao menor táxon possível. O número máximo de indivíduos de uma mesma espécie observados em cada ponto de coleta foram também contabilizados. Em expedições realizadas de setembro de 2018 até janeiro de 2020 ao ASPSP, foram registrados 2.700 minutos de vídeos, obtidos em 35 lançamentos dos BRUVs nas circunvizinhanças da ilha. Um total de 2.991 indivíduos foram registrados nos BRUVs, pertencentes a 6 ordens, 10 famílias e 19 espécies. Quatro espécies de elasmobrânquios e 15 de teleósteos foram avistadas. O cangulo-preto (*Melichthys niger*) foi a espécie mais representativa em número de indivíduos (1.822) com 61% de todos os exemplares registrados, seguido pelo peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) com 14% (404), guarajuba (*Caranx crysos*) (202) e xaréu-preto (*Caranx lugubris*). Quanto ao número total de elasmobrânquios registrados, a maior ocorrência foi atribuída ao tubarão lombo preto (*Carcharhinus falciformis*) (43), seguido pelo tubarão de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) (33) e a raia manta chilena (*Mobula tarapacana*) (13). O *C. falciformis* recebeu o status de vulnerável (VU) na categoria da IUCN, sendo essa espécie cerca da metade dos elasmobrânquios contabilizados. Além disso, *M. tarapacana* e o tubarão baleia (*Rhincodon typus*), também avistados nos BRUVs, são espécies classificadas como ameaçadas de extinção (EN), que fazem do arquipélago um ponto de passagem em suas rotas migratórias. Assim, o uso de BRUVs se mostrou eficiente para avaliar a fauna marinha na região, sendo uma técnica não invasiva e não destrutiva, ideal para o monitoramento de Áreas Marinhas Protegidas.

**Palavras-chaves:** Levantamento ictiofaunístico; Métodos não letais; Áreas Marinhas Protegidas; Monitoramento.

## Lista de Figuras

Página

- Figura 1: Localização geográfica do arquipélago de São Pedro e São Paulo com o detalhamento das novas Unidades de conservação: Monumento Natural Marinho (MONA) e Área de Preservação Ambiental (APA). ..... 14
- Figura 2: Estrutura dos BRUVs utilizados para monitorar a ictiofauna no arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. Imagem: Natalia Bezerra. .... 16
- Figura 3: Operação de lançamento dos BRUVs: A. Gravação do take; B. Suspensão do equipamento para ser colocado na borda da embarcação; C. Inserção do equipamento no mar e D. Controle do cabo para o posicionamento do BRUV na profundidade investigada. .... 18
- Figura 4: Localização geográfica do arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) com as delimitações da Área de Proteção Ambiental (APA) e Monumento Natural Marinho (MONA) (esquerda). Os pontos em laranja (direita) representam a distribuição espacial dos lançamentos..... 18
- Figura 5: Análise dos vídeos no programa Quicktime player com o frame da imagem para a identificação e quantificação dos exemplares..... 19
- Figura 6: Espécies de peixes ósseos registradas pelos BRUVs nas circunvizinhanças do arquipélago de São Pedro e São Paulo com o uso de BRUVs. A: cangulo-preto (*Melichthys niger*); B: peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*); C: guarajuba (*Caranx crysos*); D: xaréu-preto (*Caranx lugubris*); E: albacora laje (*Thunnus albacares*) e F: cavala wahoo (*Acanthocybium solandri*). ..... 21
- Figura 7: Espécies de elasmobrânquios avistadas nos experimentos com BRUVs no Arquipélago de São Pedro e São Paulo: A: uma fêmea do tubarão lombo-preto; B: associação interespecífica entre o tubarão lombo-preto e três espécies de peixes ósseos; C: raia manta-chilena e D: um macho do tubarão de Galápagos..... 22



## Lista de tabelas

Página

Tabela 1: Peixes observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo por meio do Sistemas de Vídeo Submarino Remoto com Iscas (BRUVs), com os seus status de conservação de acordo com os critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN): Dados deficientes (DD), Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU) e Em perigo (EN). .....	20
---	----

## Sumário

1.	Introdução.....	11
2.	Objetivos.....	12
2.1	Objetivo geral .....	12
2.2	Objetivos específicos .....	13
3.	Desenvolvimento do ESO .....	13
3.1	Descrição da área do estágio.....	13
3.2	Área de estudo .....	13
3.3	Instalação dos BRUVs .....	14
3.4	Funcionamento dos BRUVs .....	16
3.5	Levantamento das espécies no entorno do ASPSP.....	19
4.	Considerações Finais .....	23
5.	Referências Bibliográficas.....	24

## 1. Introdução

Estudos relacionados ao monitoramento de espécies a partir da coleta de exemplares provenientes da atividade pesqueira podem causar danos as populações que já sofrem severas ameaças, a exemplos do grupo dos elasmobrânquios, ao qual pertencem os tubarões e raias (Maunder & Punt 2004; Cross 2015). Entretanto, para grupos que já se encontram sobreexplorado, o desenvolvimento de técnicas alternativas de amostragem que visem elucidar as suas características ecológicas sem, porém, impactar negativamente os seus estoques ou ecossistemas nos quais habitam, tem sido fortemente encorajado (Hammerschlag & Sulikowski 2011; Baker et al. 2016).

Embora o censo visual subaquático seja atualmente a alternativa não-letal mais utilizada para o estudos de assembleia de peixes, essa metodologia apresenta um viés intrínseco, relacionado com a presença do mergulhador no ambiente, com a consequente atração ou afugentamento de espécies, além de demandar investimentos mais elevados em equipamentos e mão de obra especializada para o mergulho (Edgar et al. 2004; Meekan & Cappelletti, 2004). Com as inovações tecnológicas das últimas décadas, houve a ampliação dos métodos de amostragens não-letais e não-invasivos, com o intuito de avaliar a ictiofauna, especialmente em ambientes que apresentem perigo aos amostradores ou de difícil acesso.

Nesse sentido, embora não seja ainda comumente empregado, Estações Remotas de Vídeo Subaquáticas com Isca, sigla em inglês do *Baited Remote Underwater Video Surveys* (BRUVs), tem produzido resultados bastante satisfatórios na pesquisa com peixes e elasmobrânquios (Meekan & Cappelletti 2004; Brooks et al., 2011; Whitmarsh et al. 2014). Igualmente aos censos visuais, com esse método é possível avaliar a biodiversidade, abundância e distribuição das espécies, sendo possível também inferir dados importantes sobre a estrutura e dinâmica populacional de uma região (Harvey et al. 2002; Watson et al. 2010). Ainda, com o uso dos BRUVs, é possível realizar um número maior de amostragens em um menor período de tempo, além de permitir a pesquisa em ambientes com maiores profundidades em decorrência da autonomia da estrutura, dispensando a presença de mergulhadores para a execução do trabalho (Haggitt et al. 2013).

Assim, existe uma variedade de métodos de pesquisa em ambientes naturais capazes de gerar estimativas de diversidade e abundância das espécies, por isso o uso de diferentes metodologias é ideal para o monitoramento a longo prazo, a fim suprimir os vieses amostrais de cada método, assim como compara-los quanto a precisão dos resultados obtidos (Baker et al. 2016). Embora as amostragens com os BRUVs possam subestimar o número de indivíduos amostrados, sendo esse o principal viés amostral da metodologia, a partir das filmagens são gerados registros permanentes dos indivíduos sem a necessidade de coleta do animal e/ou armazenamento em grandes coleções, reiterando as vantagens do uso dessa tecnologia, especialmente em pesquisas com maior duração.

Em áreas marinhas protegidas com elevado grau de conservação, a utilização dos BRUVs tem sido a ferramenta priorizada para elucidar e monitorar a fauna local, por não causar nenhum dano ao ambiente, respeitando com isso as diretrizes de proteção integral dessas unidades de conservação (De Vos et al. 2014; Espinoza et al. 2014; Speed et al. 2018). O menor e mais isolado ecossistema insular brasileiro, o arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), recentemente passou por um período de transição em que a antiga Área de Proteção Ambiental (APA) foi substancialmente ampliada, a partir da criação de uma nova APA incluindo toda a Zona Econômica Exclusiva (ZEE) no entorno do ASPSP, além da criação de um Monumento Natural Marinho (MONA), na porção leste do arquipélago. O MONA assume a categoria restritiva de proteção integral, por isso atividades pesqueiras não são autorizadas nessa área. Sendo assim, o uso de BRUVs tanto na APA quanto no MONA é uma alternativa não-letal que condiz com as normas estabelecidas para as unidades de conservação (UC).

Nesse contexto, o relatório de estágio supervisionado teve por objetivo estimar a diversidade, abundância e produzir imagens de peixes e elasmobrânquios com o uso de BRUVs nas circunvizinhanças do arquipélago de São Pedro e São Paulo, na expectativa de que as informações geradas possam contribuir para a gestão eficiente desse importante ecossistema insular.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Este relatório teve como objetivo apresentar informações acerca da diversidade de peixes ósseos e elasmobrânquios com o uso de BRUVs no entorno do Arquipélago de

São Pedro e Paulo, a fim de avaliar a eficiência da implementação desses equipamentos para o monitoramento das espécies a partir de uma metodologia não letal e pouco invasiva. Os dados obtidos com esse estudo podem auxiliar na elaboração de medidas para a proteção das espécies registradas na ilha.

## **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Avaliar a eficácia dos BRUVs no monitoramento das espécies no ASPSP;
- ✓ Produzir imagens subaquáticas das principais espécies de peixes e elasmobrânquios registrados nos BRUVs;
- ✓ Identificar e quantificar as espécies de peixes ósseos e elasmobrânquios presentes nas imagens geradas pelos BRUVs;
- ✓ Identificar a proporção sexual dos elasmobrânquios, quando possível.

## **3. Desenvolvimento do ESO**

### **3.1 Descrição da área do estágio**

O presente estágio foi realizado de forma remota, no período de 01/09/2021 e 01/12/2021. Os dados aqui apresentados foram coletados no ASPSP durante as expedições realizadas de setembro de 2018 até janeiro de 2020, contudo as imagens provenientes dos BRUVs foram analisadas no período correspondente ao ESO.

### **3.2. Área de estudo**

O arquipélago de São Pedro e São Paulo (0°55'02"N, 029°20'42"O), localizado sobre a falha transformante da Dorsal Meso-Atlântica, é o menor ecossistema insular tropical do mundo, com área aproximada de 0,5 km<sup>2</sup> (Mabessoone & Coutinho 1970). Em decorrência da sua posição geográfica privilegiada, praticamente no meio do Oceano Atlântico, distando cerca de 530 mn de Natal- RN, no Brasil, e 985 mn da Guiné-Bissau, no continente africano, o ASPSP é um local estratégico no ciclo migratório de diversas

espécies, além de servir de abrigo para uma rica e diversificada fauna (Viana et al. 2013; Macena & Hazin 2016). O ASPSP, que outrora já pertencia a uma Área de Proteção Ambiental (APA) da qual também faziam parte o arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas, recentemente teve a área de proteção ambiental no seu entorno significativamente ampliada, a partir da criação de uma nova APA, estendendo-se a toda Zona Econômica Exclusiva (ZEE) das adjacências do ASPSP, conjuntamente com um Monumento Natural Marinho (MONA), somando, assim, uma área de 13.900 hectares de mar territorial do entorno da ilha (Fig. 1).

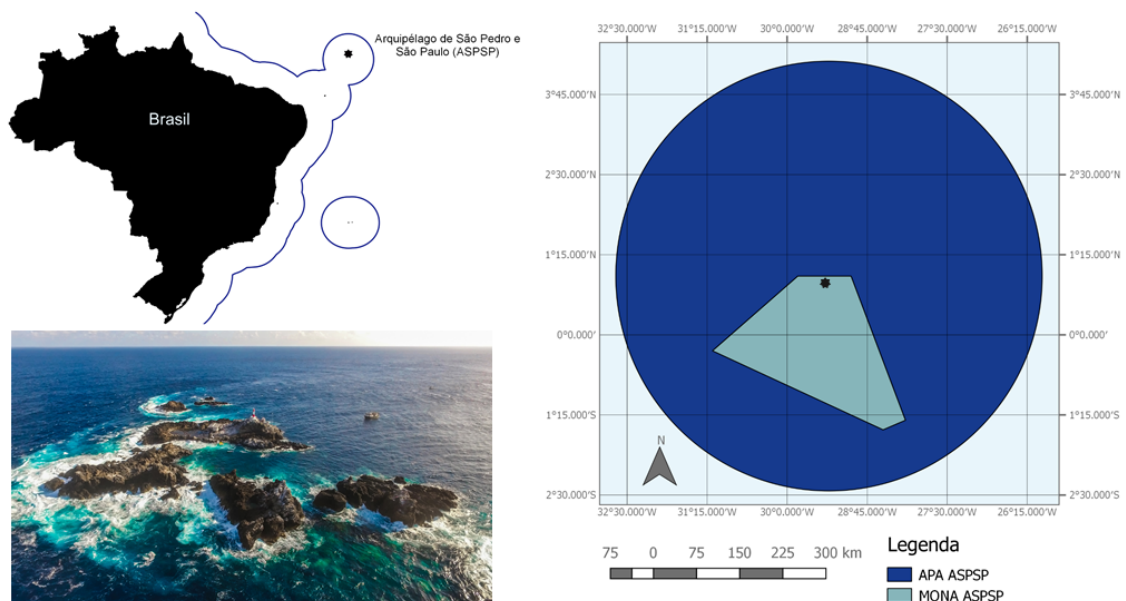


Figura 1: Localização geográfica do arquipélago de São Pedro e São Paulo com o detalhamento das novas Unidades de conservação: Monumento Natural Marinho (MONA) e Área de Preservação Ambiental (APA).

### 3.3 Instalação dos BRUVs

No ASPSP, a estrutura do BRUV utilizada foi projetada com material em aço inoxidável em formato de trapézio, na qual foi acondicionada uma câmera de vídeo GoPro 5 em caixa estanque na base do equipamento. Além disso, existe uma extensão denominada de braço, cuja extremidade recebeu uma caixa vazada com iscas no seu interior. Na caixa de iscas foram acondicionados cerca de 1 kg de peixe voador

(*Cheilopogon cyanopterus*) ou vísceras de peixes, com o objetivo de atrair os grandes peixes pelágicos para as proximidades do equipamento. Cabos e boias do tipo bala foram utilizadas para a amarração do equipamento na embarcação e flutuabilidade da estrutura, respectivamente (Fig. 2). Como não foi possível fixar a estrutura no assoalho oceânico em decorrência da profundidade na região, os BRUVs ficaram no ambiente pelágico suspensos pelas forças exercidas pelas boias. As vantagens desse artefato são a fácil construção e o custo relativamente baixo quando comparado aos outros tipos de amostragens, razão pela qual essa metodologia vem sendo empregada com sucesso no monitoramento principalmente a longo prazo de assembleias de peixes em vários locais do mundo (Mallela & Pelletier 2014). Experimento com os BRUVs já foram realizados de forma satisfatória com o mesmo protocolo metodológico em Recife e arquipélago de Fernando de Noronha (Bezerra et al. 2020; Schmid et al. 2020).



Figura 2: Estrutura dos BRUVs utilizados para monitorar a ictiofauna no arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. Imagem: Natalia Bezerra.

Após os lançamento dos BRUVs, um pesquisador habilitado mergulhou para averiguar o correto posicionamento da estrutura, sempre que possível. No transcorrer de cada experimento, foram registrados em um caderno a prova de água os pontos de cada amostragem (latitude e longitude) e profundidades de lançamento dos equipamentos. As câmeras foram programadas para gravarem continuamente por 90 minutos, incluindo o tempo de lançamento e recolhimento do equipamento.

### 3.4. Funcionamento dos BRUVs



Os equipamentos foram lançados cuidadosamente pelo pesquisadores, sendo obrigatório antes de inserir o BRUV na água a realização de um *take* (Fig. 3 A) em cada filmagem, com a informação do local, data e número de lançamento do BRUV. Após o *take*, a estrutura foi suspensa pela pesquisadora (Fig. 3 B) e o equipamento colocado na água com o auxílio do cabo para controle da descida do BRUV até a profundidade investigada (Figs. 3 C e D). No arquipélago de São Pedro e São Paulo, foram registrados 2.700 minutos de vídeos, obtidos em 35 lançamentos dos BRUVs no entorno da ilha (Fig. 4). Os horários de lançamento dos BRUVs variaram de 7 horas até às 16 horas e os equipamentos foram posicionados em profundidades com variação de 5 a 30 metros no entorno do ASPSP.



Figura 3: Operação de lançamento dos BRUVs: A. Gravação do take; B. Suspensão do equipamento para ser colocado na borda da embarcação; C. Inserção do equipamento no mar e D. Controle do cabo para o posicionamento do BRUV na profundidade investigada.

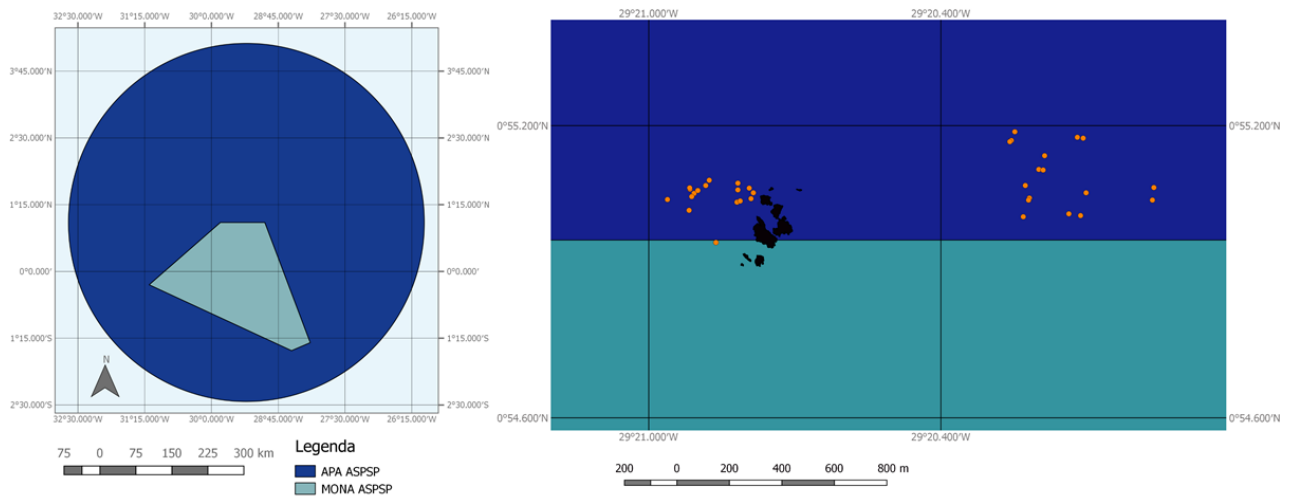


Figura 4: Localização geográfica do arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) com as delimitações da Área de Proteção Ambiental (APA) e Monumento Natural Marinho (MONA) (esquerda). Os pontos em laranja (direita) representam a distribuição espacial dos lançamentos.

### 3.5. Levantamento das espécies no entorno do ASPSP

Todos os vídeos foram analisados no programa Quicktime player versão 7 gratuita para Windows (Fig. 5). Inicialmente, as filmagens foram vistas no programa com a velocidade 3x acelerada, no intuito de averiguar se as imagens foram de fato registradas pela câmera, processo este chamado de depuração. Em um segundo momento, os vídeos foram novamente analisados, a fim de identificar e contabilizar a fauna presente no ASPSP. As espécies foram identificadas ao menor táxon possível e o número máximo de indivíduos de uma mesma espécie observados em grupo (ou *frame* de uma imagem) foram calculados na amostra total (Fig. 5). Por fim, as espécies foram classificadas quanto a sua conservação, segundo a lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN).



Figura 5: Análise dos vídeos no programa Quicktime player com o frame da imagem para a identificação e quantificação dos exemplares.

Um total de 2.991 indivíduos foram registrados nos BRUVs, pertencentes a 6 ordens, 10 famílias e 19 espécies. Quatro espécies de elasmobrânquios e 15 de teleósteos foram avistadas (Tab. 1). O cangulo-preto (*Melichthys niger*) (Fig. 6 A) foi a espécie mais representativa em número de indivíduos (1.822) com 61% de todos os exemplares registrados, seguido pelo peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) (Fig. 6 B) com 14% (404),

guarajuba (*Caranx crysos*) (202) (Fig. 6 C) e xaréu-preto (*Caranx lugubris*) (224) (Fig. 6 D), cada um com cerca de 7% do número total de espécimes. Espécies de elevado valor comercial também foram registradas nos BRUVs, a exemplo da albacora laje (*Thunnus albacares*) (Fig. 6 E) e a cavala wahoo (*Acanthocybium solandri*) (Fig. 6 F). Uma espécie vulnerável (VU) a extinção, *Balistes capriscus*, foi avistada nas imagens produzidas pelos BRUVs (Tab. 1). As famílias mais diversas, por sua vez, foram a Carangidae (6 espécies), seguida pela Balistidae (3 espécies), Scombridae (2 espécies) e Carcharhinidae (2 espécies).

Tabela 1: Peixes observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo por meio do Sistemas de Vídeo Submarino Remoto com Iscas (BRUVs), com os seus status de conservação de acordo com os critérios da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN): Dados deficientes (DD), Pouco preocupante (LC), Quase ameaçada (NT), Vulnerável (VU) e Em perigo (EN).

Identificação	Autor(es)	IUCN
<b>MYLIOBATIFORMES</b>		
<b>Mobulidae</b>		
<i>Mobula tarapacana</i>	(Philippi, 1892)	EN
<b>ORECTOLOBIFORMES</b>		
<b>Rhincodontidae</b>		
<i>Rhincodon typus</i>	(Matsubara, 1936)	EN
<b>CARCHARHINIFORMES</b>		
<b>Carcharhinidae</b>		
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	(Snodgrass and Heller, 1905)	LC
<i>Carcharhinus falciformes</i>	(Müller and Henle, 1839)	VU
<b>PERCIFORMES</b>		
<b>Carangidae</b>		
<i>Caranx bartholomaei</i>	(Cuvier, 1833)	LC
<i>Caranx crysos</i>	(Mitchill, 1815)	LC
<i>Caranx latus</i>	Agassiz, 1831	LC
<i>Caranx lugubris</i>	Poey, 1860	LC
<i>Elagatis bipinnulata</i>	(Quoy and Gaimard, 1825)	LC
<i>Seriola rivoliana</i>	Valenciennes, 1833	LC
<b>Kyphosidae</b>		
<i>Kyphosus sectatrix</i>	(Linnaeus, 1758)	LC
<b>Lutjanidae</b>		
<i>Lutjanus jocu</i>	(Bloch and Schneider, 1801)	DD
<b>Pomacentridae</b>		
<i>Abudefduf saxatilis</i>	(Linnaeus, 1758)	LC
<b>Sphyraenidae</b>		

<i>Sphyraena barracuda</i>	(Edwards, 1771)	LC
<b>SCOMBRIFORMES</b>		
<b>Scombridae</b>		
<i>Acanthocybium solandri</i>	(Cuvier, 1832)	LC
<i>Thunnus albacares</i>	(Bonnaterre, 1788)	NT
<b>TETRAODONTIFORMES</b>		
<b>Balistidae</b>		
<i>Balistes capriscus</i>	Gmelin, 1789	VU
<i>Canthidermis sufflamen</i>	(Mitchill, 1815)	LC
<i>Melichthys niger</i>	(Bloch, 1786)	LC

---

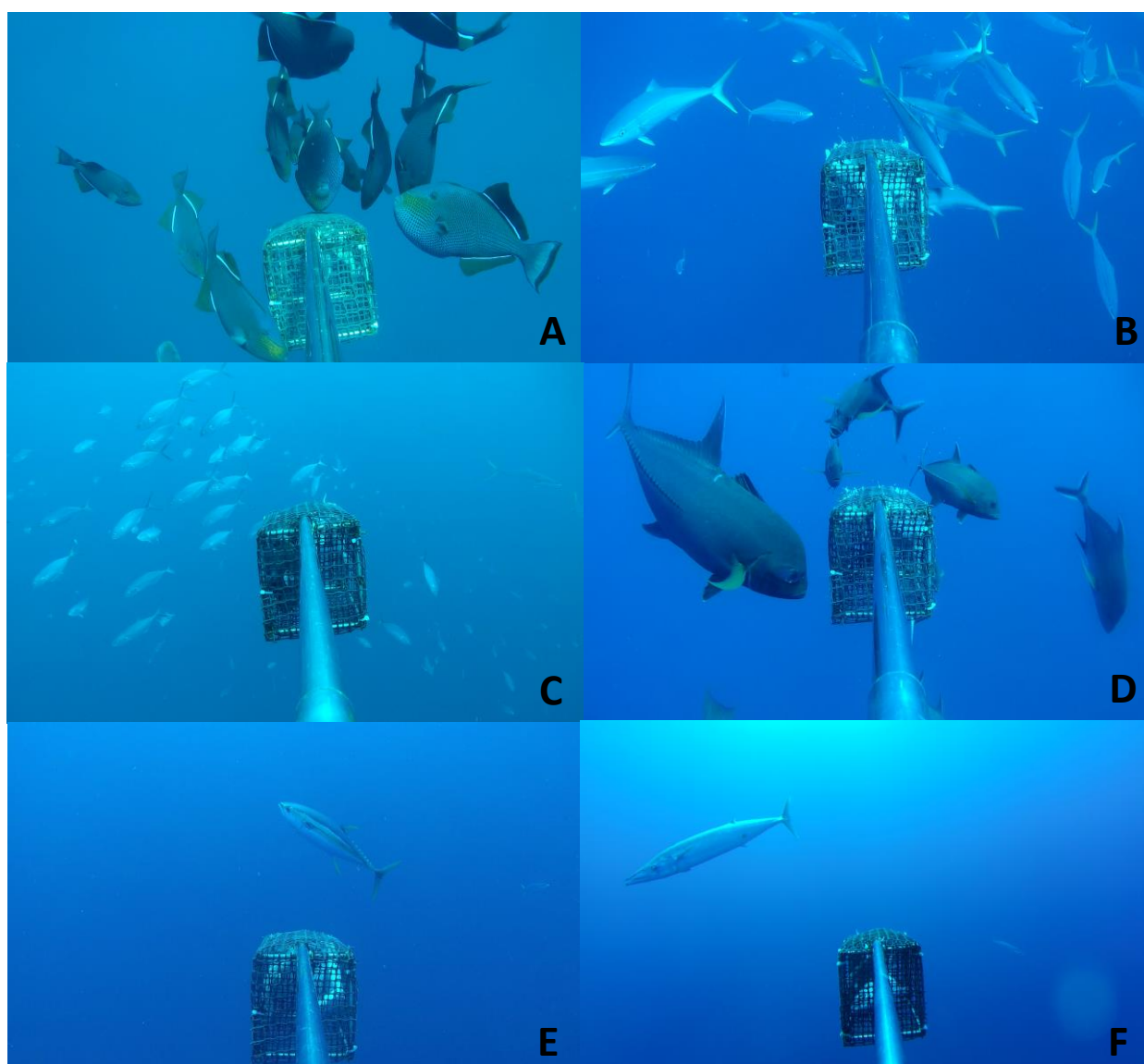


Figura 6: Espécies de peixes ósseos registradas pelos BRUVs nas circunvizinhanças do arquipélago de São Pedro e São Paulo. A: cangulo-preto (*Melichthys niger*); B: peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*); C: guarajuba (*Caranx crysos*); D: xaréu-preto (*Caranx lugubris*); E: albacora laje (*Thunnus albacares*) e F: cavala wahoo (*Acanthocybium solandri*).

O total de 91 espécimes de elasmobrânquios foram registrado: 13 raias e 78 tubarões (Tab. 1). Quanto ao número total de exemplares avistados, a maior ocorrência foi atribuída ao tubarão lombo preto (*Carcharhinus falciformis*) (43) (Fig. 7 A e B), seguido pelo tubarão de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) (33) (Fig. D) e a raia manta chilena (*Mobula tarapacana*) (13) (Fig. C). Devido ao dimorfismo sexual aparente dos elasmobrânquios, foi possível avaliar a proporção sexual dos tubarões lombo preto e de Galápagos. Para as duas espécies de tubarões citadas, foi aplicado o teste não-paramétrico de *qui-quadrado* ( $P > 0,05$ ) para avaliar se existiram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos. Nenhuma diferença significativa foi observada para o *C. galapagensis*, com a proporção sexual de 13 fêmeas para 18 machos, e 2 indivíduos de sexo não identificado ( $X^2 = 7,412$ ,  $p = 0,764$ ). Por sua vez, para o tubarão lombo preto, foi observada diferença significativa, com 37 fêmeas e 3 machos sexados, e 3 indivíduos cujo sexo não foi identificado ( $X^2 = 29,189$ ,  $p = 0,022$ ). É importante ressaltar que o *C. falciformis* recebeu o status de vulnerável (VU) na categoria da IUCN, sendo essa espécie cerca da metade dos elasmobrânquios contabilizados. Além disso, *M. tarapacana* e o tubarão baleia (*Rhincodon typus*) são espécies classificadas como ameaçadas de extinção (EN), representando 16% do total dos elasmobrânquios contabilizados (Tab. 1).

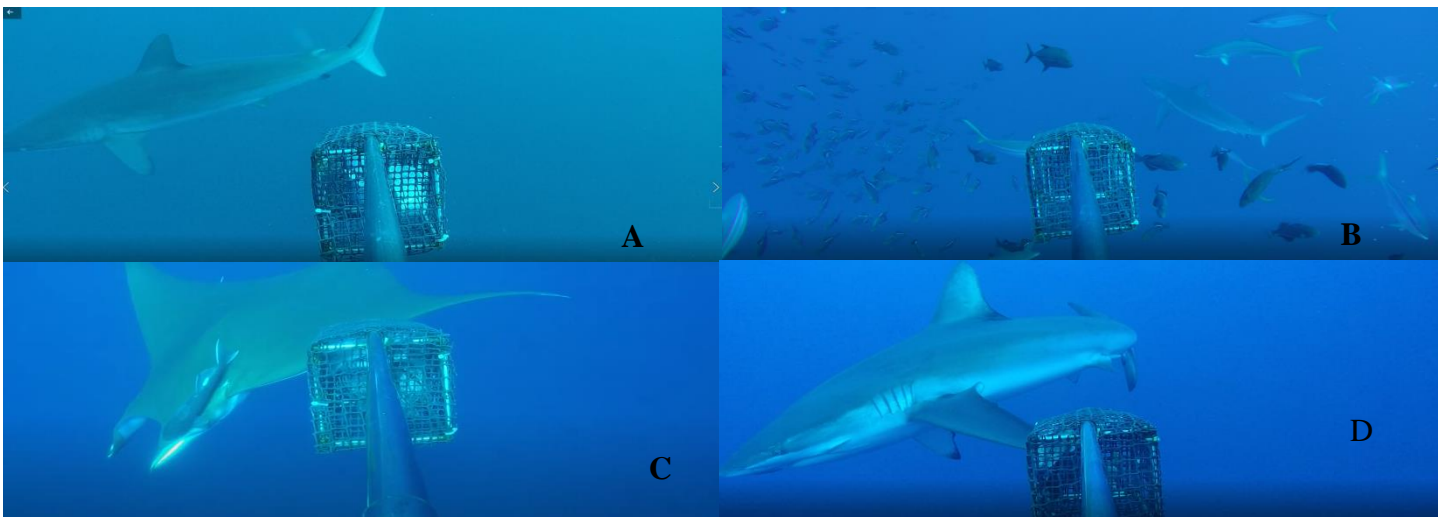


Figura 7: Espécies de elasmobrânquios avistadas nos experimentos com BRUVs no Arquipélago de São Pedro e São Paulo: A: uma fêmea do tubarão lombo-preto; B: associação interespecífica entre o tubarão lombo-preto e três espécies de peixes ósseos; C: raia manta-chilena e D: um macho do tubarão de Galápagos.

#### 4. Considerações Finais

Estudos com métodos não letais são especialmente recomendados para pesquisas com elasmobrânquios, em razão deste grupo incluir algumas das espécies marinhas mais vulneráveis (Musick et al., 2000). Neste sentido, na última década os estudos voltados para a caracterização da biodiversidade e abundância das espécies por meio da utilização de BRUVs avançaram de forma exponencial, demonstrando a eficiência desta metodologia não destrutiva na avaliação de assembleias de peixes em todo o mundo (Whitmarsh et al. 2014; Sherman et al. 2018; Schmid et al. 2020).

No arquipélago de São Pedro e São Paulo, os lançamentos experimentais dos BRUVs exigiram alguns ajustes metodológicos a princípio, especialmente em razão do perfil batimétrico fortemente acidentado da região. Após algumas adaptações da estrutura, no entanto, as amostragens foram realizadas com sucesso, permitindo a detecção de peixes ósseos e de elasmobrânquios. Os estudos no ASPSP, entretanto, com o objetivo de avaliar a biodiversidade local, devem ser fortemente intensificados e ampliados, especialmente devido ao recente processo de transição legal do critério de proteção desse importante ecossistema insular.

Nas imagens analisadas dos BRUVs, foi possível avistar grupos de albacoras laje e de cavalas, sendo esses os principais recursos pesqueiros encontrados na região, responsáveis por sustentarem a cadeia econômica produtiva do ASPSP (Viana et al. 2015). Embora sejam espécies que se alimentam por filtração, o tubarão baleia e a raia manta chilena foram avistados nas filmagens realizadas pelos BRUVs, conferindo assim eficiência a essa estrutura para monitorar espécies de diferentes níveis tróficos. O tubarão de Galápagos, que outrora foi considerado localmente extinto (Luiz & Edwards, 2011), correspondeu a segunda espécie de tubarão mais abundante no ASPSP. Com as imagens capturadas pelos BRUVs, é possível observar que além da espécie está presente na área, aparentemente os tubarões de Galápagos vem recuperando seu tamanho populacional ao longo do tempo, pois foram avistados indivíduos de ambos os sexos em distintas fases ontogênicas. Os resultados com os BRUVs corroboram com os dados do programa de monitoramento de tubarões na ilha, no qual são realizadas capturas para marcação e soltura dos animais desde 2012 (Queiroz et al. 2021), sugerindo que é possível realizar o levantamento e acompanhamento da fauna com ambos os métodos, embora os BRUVs envolvam uma operação logística menos complexa e com menor custo.

O presente estágio remoto foi bastante enriquecedor e permitiu a discente desenvolver competências que vão certamente ser úteis no transcorrer da sua vida profissional. Para a elaboração do presente relatório, foi necessário colocar em prática diversos conceitos e habilidades adquiridas durante as disciplinas ministradas no curso de graduação em Engenharia de Pesca. Nesse contexto, os conteúdos abordados nas disciplinas de Ictiologia, Ecologia, Gestão de Recursos Pesqueiros Aquáticos, Atividade Pesqueira no Brasil e no Mundo, Oceanografia Abiótica, Oceanografia Biótica, Avaliação de Recursos Pesqueiros e Aquáticos e Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, foram de suma importância para a confecção deste relatório de estágio.

## 5. Referências Bibliográficas

Baker, D. G.; Eddy, T. D.; McIver, R.; Schmidt, A. L.; Thériault, M. H.; Boudreau, M.; Lotze, H. K. 2016. Comparative analysis of different survey methods for monitoring fish assemblages in coastal habitats. *PeerJ*, 4, e1832.

Bezerra, N.; Corrêa, A. L.; Garla, R.; Hazin, F. 2020. Onde estão os tubarões do Recife? Utilização de BRUVS para o levantamento da ictiofauna na Região Metropolitana de Recife. In: Frederico Celestino Barbosa; João Luis Ribeiro Ulhôa.. (Org.). Engenharia de pesca: produtividade e sustentabilidade. 1ed.: Editora Conhecimento Livre, v. 1, p. 1-629.

Brooks, E.; Sloman, K.; Sims, D. & Danylchuk, A. 2011. Validating the use of baited remote underwater video surveys for assessing the diversity, distribution and abundance of sharks in the Bahamas. *Endangered Species Research*, 13: 231–243.

Cappo, M.; Speare, P. & De'ath, G. 2004. Comparison of baited remote underwater video stations (BRUVS) and prawn (shrimp) trawls for assessments of fish biodiversity in inter-reefal areas of the Great Barrier Reef Marine Park. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302: 123– 152.

De Vos, L.; Götz, A.; Winker, H. & Attwood, C.G. 2014. Optimal BRUVs (baited remote underwater video system) survey design for reef fish monitoring in the Stilbaai Marine Protected Area. *African Journal of Marine Science*, 2014: 1-10.

Edgar, G.J.; Barrett, N.S. & Morton, A.J. 2004. Biases associated with the use of underwater visual census techniques to quantify the density and size-structure of fish populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 308: 269– 290.

Espinoza, M.; Cappo, M.; Heupel, M.R.; Tobin, A.J. & Simpfendorfer, C.A. 2014. Quantifying Shark Distribution Patterns and Species-Habitat Associations: Implications of Marine Park Zoning. *PLoS ONE* 9(9): e106885. doi:10.1371/journal.pone.0106885.



- Haggitt, T.; Freeman, D. & Lily, C. 2013. Baited Remote Underwater Video Guidelines. Prepared for the Department of Conservation Science and Technical Group, Wellington, 83 p.
- Hammerschlag, N. & Sulikowski, J. 2011. Killing for conservation: the need for alternatives to lethal sampling of apex predatory sharks. *Endang Species Res*, 14: 135–140.
- 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.
- Luiz, O. J. & Edwards, A. J. 2011. Extinction of a Shark Population in the Archipelago of Saint Paul's Rocks (Equatorial Atlantic) Inferred from the Historical Record. *Biological Conservation* 144, 2873–2881.
- 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.
- Malletta, D. & Pelletier, D. 2014. Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: A review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research*, 154: 44–62.
- Maunder, M.N. & Punt, A.P. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. *Fisheries Research*, 70: 141-159.
- Meekan, M. & Cappo, M. 2004. Non-destructive techniques for rapid assessment of shark abundance in northern Australia. Produced for Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry by the Australian Institute of Marine Science, Townsville, 29 p.
- Queiroz, J. D.G.R.; Bezerra, N.P.A.; Macena, B.C.L. & Hazin, F.H.V. 2021. Back from the dead? Not really. The tale of the Galapagos shark (*Carcharhinus galapagensis*) in a remote Brazilian archipelago. *Biological Conservation*, 256, 109097.
- Schmid, K.; Silva, F.R.M.; Santos, B.J.V.; Bezerra, N.P.A.; Garla, R.C. & Giarrizzo, T. 2020. First fish fauna assessment in the Fernando de Noronha Archipelago with BRUVS: Species catalog with underwater imagery. *Biota Neotropical*, 20(4): e20201014.
- Sherman, C.S.; Chin, A.; Heupel, M.R.; Simpfendorfer, C.A. 2018. Are we underestimating elasmobranch abundances on baited remote underwater video systems (BRUVS) using traditional metrics? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 503:80–5.
- Speed, C.W.; Cappo, M. & Meekan, M.G. 2018. Evidence for rapid recovery of shark populations within a coral reef marine protected area. *Biol Cons*, 220: 308–319.

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. F.; Hazin, F. H. V.; Andrade, H. A.; Nunes, M. & Viana, D. D. L. 2015. Fisheries in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago: 13 Years of Monitoring. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41, 239–248.

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.

Whitmarsh, S.K.; Fairweather, P.G.; Brock, D.J. & Miller, D. 2014. Nektonic assemblages determined from baited underwater video in protected versus unprotected shallow seagrass meadows on Kangaroo Island, South Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 503:205-218.