

Caracterização da biodiversidade de peixes marinhos em São Tomé e Príncipe usando Vídeo Subaquático Remoto com isco

Relatório de consultoria para o Projeto Blue Action:
"Estabelecimento de uma rede de áreas marinhas protegidas em São Tomé e Príncipe através de uma abordagem de cogestão"



Dois tubarões-nodriça (tubarão de areia) gravados com vídeo subaquático remoto iscado, um deles mostrando um fenótipo melânico (Ilha do Príncipe, 2019)

Relatório elaborado por Guillermo Porriños (consultor independente, dezembro de 2019)
Versão em inglês disponível [aqui](#)

Equipa **Guillermo Porriños** (Consultor independente para *Fauna & Flora International*)
Luísa Madruga (Coordenadora do Projeto, *Fauna & Flora International*)
Manuel da Graça, "Lindo" (Príncipe, *Fundação Príncipe*)
Albertino Santos (São Tomé, *MARAPA*)
Lodney Nazaré (São Tomé, *Oikos*)
Márcio Guedes (São Tomé, *Oikos*)



Tabela de conteúdos

Este documento foi estruturado em dois relatórios independentes: 1) relatório sobre as atividades relacionadas com a implementação em São Tomé e Príncipe de um sistema de levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco (BRUVs, das suas siglas em inglês), realizadas entre os dias 14 de maio e 28 de dezembro de 2019, como parte de um contrato de consultoria entre *Fauna & Flora International* e Guillermo Prieto Porriños; 2) relatório científico, com uma descrição detalhada dos métodos, resultados e recomendações.

Implementação de um sistema de monitoramento da biodiversidade e abundância de peixes marinhos em São Tomé e Príncipe usando sistemas de vídeo subaquático com isco | RELATÓRIO DE

ATIVIDADES	I
A. INTRODUÇÃO.....	I
B. OBJECTIVOS	II
C. OUTPUTS: ATIVIDADES E RESULTADOS.....	II
Output 1. Desenho e preparação.....	II
Output 2. Formação.....	II
Output 3. Recolha e processamento de dados.....	III
Output 4. Sensibilização e comunicação.....	III

Coleção de dados de base para a biodiversidade, distribuição e abundância de peixes em São Tomé e Príncipe usando sistemas de vídeo subaquático com isco iscado | RELATÓRIO CIENTÍFICO

RELATÓRIO CIENTÍFICO	1
INTRODUÇÃO	1
MÉTODOS	1
Local de estudo	1
Amostragem	1
Materiais	3
Protocolo de trabalho de campo	4
Análise de vídeo	7
Análise de dados	8
RESULTADOS	9
SENSIBILIZAÇÃO	15
RECOMENDAÇÕES	15
REFERÊNCIAS	17
Anexos	18
Anexo I Esquema para a construção dos dispositivos BRUV	18

Lista de figuras

No texto

Figura 1: Pontos de amostragem em São Tomé.	2
Figura 2: Pontos de amostragem no Príncipe e Tinhasas	3
Figura 3: Topo: representação esquemática das estruturas dos BRUVs utilizados neste estudo; A) estrutura em forma de prisma e B) estrutura em forma de pirâmide; Abaixo: Fotos do quadro debaixo d'água: C) Estrutura em forma de prisma e D) estrutura em forma de pirâmide.	4
Figura 4: Trabalho de campo dos BRUV. A) A equipe marinha da Fundação Príncipe, liderada por Lindo (frente), partindo para a área de amostragem. Até 10 dispositivos podem ser armazenados no barco simultaneamente. B) Lindo registrando no vídeo: profundidade, local, data e hora. C) Wilder preparando as caixas de isca. D) Quaresma amarrando as cordas aos dispositivos antes de serem lançadas. Todas as fotos de Guillermo Porriños.	5
Figura 5: Equipe marinha em São Tomé: A) A isca corta-se no remo colocá-la nas caixas da isca; B) A preparação dos dispositivos BRUVs inclui: anexar as cordas com as bóias e os pais da isca e colocar a câmara na estrutura; C) Cinco BRUV dispositivos prontos para serem implantados. Todas as fotografias por Guillermo Porriños.....	6
Figura 6: Representação esquemática do dispositivo BRUV debaixo d'água	7
Figura 7: (from Porriños and Nuno, 2019) CPUE dos diferentes grupos tróficos de peixes registados nos BRUVs: Grande (comprimento máximo = 90cm); Médio (comprimento máximo entre 30 e 89 cm); Pequeno (comprimento máximo <30cm); Cardume (espécie de formação de cardumes <i>Prionurus biafraensis</i> e <i>Paranthias furcifer</i> , menores de 30cm). Para todas as categorias, a CPUE foi expressa em MaxN por hora, com exceção do "cardume" (a unidade para espécies formadoras de cardumes era de 10 peixes, de modo a reduzir o contraste).	10
Figura 8: Distribuição da CPUE da <i>Sphyaena barracuda</i> medida usando BRUVs e interpolada usando um modelo de regressão TPS.	12
Figura 9: Distribuição de CPUE de pargos do gênero <i>Lutjanus</i> medido usando BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão TPS.	12
Figura 10: Distribuição da CPUE do peixe asno(<i>Balistes capriscus</i>) medido com BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão TPS.	13
Figura 11: Distribuição da CPUE do congom (<i>Dactylopterus volitans</i>) medido usando BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão de TPS.....	13
Figura 12: Distribuição da CPUE das garoupas (subfamília <i>Epinephelinae</i>) medida com BRUVs e interpolada usando um modelo de regressão TPS.....	14
Figura 13: Cinema com os vídeos BRUVs na comunidade de Campanha (Príncipe,,no topo), Porto Alegre (São Tomé, no meio) e Ilhéu das Rolas (São Tomé, abaixo)	16

Nos anexos

Figura I: Instruções para a construção de uma caixa de isca de arame.....	18
Figura II: Imagem de uma gaiola de isca	19
Figura III: medidas das estruturas dos BRUVs usados em São Tomé. Vista desde acima (esquerda) e vista lateral (direita)	19

Lista de tabelas

Tabela 1: dados utilizados para este estudo e autoria.....	8
Tabela 2: CPUE média de tubarões, arraias e carangídeos	9
Tabela 3: CPUE de <i>Sphyaena barracuda</i> , desagregada por habitat.....	11
Tabela 4: CPUE de pargos desagregados por habitat	11
Tabela 5: CPUE do peixe-gatilho cinzento, desagregado por habitat	11
Tabela 6: CPUE de garoupas e meros(<i>Epinephelinae</i>), desagregado por habitat	11
Tabela 7: CPUE de pargos desagregados por habitat	11



Implementação de um sistema de monitoramento da biodiversidade e abundância de peixes marinhos em São Tomé e Príncipe usando sistemas de vídeo subaquático com isco

RELATÓRIO DE ATIVIDADES

A. INTRODUÇÃO

Os sistemas de vídeo subaquático com isco (*Baited Remote Underwater Video* ou BRUVs) foram implementadas em São Tomé e Príncipe (STP) como parte do projeto "Criação de uma rede de áreas marinhas protegidas em São Tomé e Príncipe através de uma abordagem de co-gestão" (o projeto Blue Action), liderado pela *Fauna & Flora International* (FFI), em parceria com a MARAPA (*MAR, Ambiente e Pesca Artesanal*), *Oikos* e *Fundação Príncipe*, e financiado pelo *Blue Action Fund* e o *Arcadia Fund*. Os BRUVs são uma técnica não-invasiva amplamente utilizada para estudar espécies de peixes marinhos. Consiste em colocar uma câmara com isco no fundo do mar ou na coluna de água, que grava ininterruptamente por um tempo definido. Os vídeos são posteriormente analisados por observadores treinados usando métodos padronizados para registar a presença/ausência das espécies, comportamentos e abundância relativa. No Projeto *Blue Action*, as amostragens com BRUVs estão a ser usadas para fornecer dados de base e entender melhor as variações espaciais na presença/ausência de espécies de peixes importantes para a pesca e a conservação.

O Projeto *Blue Action* dá continuidade as atividades dos projetos Kike da Mungu (São Tomé) e Omali Vida Nón (Príncipe). O protocolo e a estratégia de amostragem das amostragens com recurso aos BRUVs utilizados neste estudo foram desenvolvidos para o Príncipe pela Dra. Ana Nuno, o Dr. Phil Doherty e o Guillermo Porriños (Universidade de Exeter) durante o projeto Omali Vida Nón (2016-2019, financiado pela *Darwin Initiative*, *Halpin Trust* e *Africa's Eden*). A amostragem é limitada à área entre o litoral e a linha de 25 metros de profundidade, devido à pouca visibilidade da água abaixo dessa profundidade. A área de estudo é dividida em quadrantes de aproximadamente 15 km² e 10 pontos de amostragem são colocados aleatoriamente em cada um deles. Para o Projeto Omali Vida Nón, este método foi aplicado na ilha do Príncipe duas vezes, durante julho de 2018 (Gravana, a estação mais fria) e dezembro de 2018 (o final da estação chuvosa e o início da estação mais quente), cobrindo uma área de 100 km² com 60 pontos de amostragem aleatórios por temporada. Para o projeto *Blue Action*, uma nova ronda de amostragem com BRUVs foi realizada em julho de 2019 no Príncipe e o método foi aplicado em São Tomé pela primeira vez em setembro de 2019. Em São Tomé, a área amostrada foi a área de intervenção do projeto Kike da Mungu, com uma pequena área tampão ao seu redor (no total, a área de amostragem cobre a metade sul da ilha, do Ilhéu Santana até São Miguel). A área de amostragem total de São Tomé cobre 70 km² com 40 pontos de amostragem aleatórios, além de 35 pontos de amostragem extras distribuídos em cinco transectos de cinco pontos cada em locais de interesse para a conservação e a pesca.

As atividades e os resultados relatados no presente documento foram realizados como parte de um contrato de consultoria entre *Fauna & Flora International* e Guillermo Prieto Porriños.

B. OBJECTIVOS

- 1) Treinar a equipa marinha da Fundação Príncipe para realizar amostragens com BRUVs de forma independente.
- 2) Adaptação da amostragem com BRUVs usada no Príncipe a São Tomé.
- 3) Treinar a equipa da MARAPA e da Oikos para realizar a amostragem BRUV de forma independente.
- 4) Analisar dados de BRUV recém e previamente recolhidos para entender a distribuição de espécies de peixes em São Tomé e Príncipe.
- 5) Fornecer recomendações sobre áreas prioritárias para conservação e gestão com base no conhecimento de habitats marinhos e dados do BRUV.

C. OUTPUTS: ATIVIDADES E RESULTADOS

Output 1. Desenho e preparação

Output 1.1. Compra e construção de materiais fora do país e transporte para São Tomé e Príncipe: 1) Listagem dos materiais que precisam de ser comprados fora de São Tomé e Príncipe, procura de vendedores on-line, construção das estruturas de PVC que suportam as câmaras debaixo da água e transporte dos materiais para o país.

Output 1.2. Compra e materiais de construção em São Tomé e Príncipe: incluindo a identificação de materiais que podem ser construídos ou adquiridos no país, identificação de vendedores e desenho das estruturas dos BRUVs para a realização da amostragem com BRUVs em São Tomé (ver Anexo II, lista de materiais, em português, disponível [aqui](#)).

Output 1.3. Planeamento da amostragem no Príncipe: uso de dados de profundidade digitalizados previamente a partir de uma carta náutica durante o projeto Omali Vida Nón. Definição da área de amostragem e localização no mapa de 60 pontos aleatórios na área entre o litoral e a linha de 28 metros de profundidade. A área total (100 km²) foi dividida em seis secções (NE, NO, OO, SO, SE, EE) de aproximadamente 15 km² cada. Em cada secção colocaram-se 10 pontos aleatórios, separados pelo menos 400 metros uns dos outros.

Output 1.4. Planeamento da amostragem em São Tomé: (agosto de 2019, 5 dias no total), incluindo **1)** digitalização de uma carta náutica de São Tomé com dados de profundidade e criação de um arquivo *raster* com feito com informação batimétrica; **2)** Divisão da área composta entre o litoral e a linha de 28 metros de profundidade em 4 polígonos de aproximadamente 15 km² cada (EE, SE, S, SO). **3)** Localização de 10 pontos aleatórios em cada uma das secções, separados pelo menos 400 metros uns dos outros (no total, 40 pontos aleatórios foram amostrados); **4)** Definição de 7 transectos com 5 pontos de amostragem BRUV à volta de importantes áreas de pesca, cujas coordenadas foram fornecidas por Frederic Airaud.

Output 1.5. Avaliação rápida do software para revisão de imagens do BRUV, incluindo potencial para estimar a abundância de peixes e custos estimados: julho de 2019, disponível [aqui](#).

Output 2. Formação

Output 2.1. Avaliação das necessidades de formação (em português e em inglês) disponível [aqui](#).

Output 2.2. Criação de um manual com as diretrizes para trabalho de campo dos BRUVs, passo a passo (em português, disponível [aqui](#)).

Output 2.3. Briefing da equipa marítima da Fundação Príncipe e as equipas da MARAPA e da Oikos no trabalho de campo da BRUV (junho de 2019)

Output 2.4. Formação no campo: realizada em paralelo com a recolha de dados. **1) Príncipe:** a amostragem com BRUVs foi conduzida por Manuel da Graça (Lindo) com a supervisão de Guillermo Porriños. No total, 91 pontos foram amostrados em 14 dias de trabalho de campo, dos quais 12 foram conduzidos pela

<p>equipa marítima sob a supervisão de Guillermo Porriños, e 2 foram conduzidos pela equipa marinha de forma independente. 2) São Tomé: No total, 83 pontos foram amostrados ao longo de 8 dias, todos coordenados por Guillermo Porriños. As equipas de Oikos e MARAPA receberam treino durante o trabalho de campo: Márcio Guedes (Oikos) recebeu 2 dias de treino, Albertino Santos (MARAPA) recebeu 3 dias de treino e Lodney Nazaré (Oikos) recebeu 1 dia de treino.</p>
<p>Output 2.5. Formação dos observadores: Marta García Doce, estudante de licenciatura em biologia com financiamento do programa Erasmus +, foi treinada na análise de vídeos BRUVs e a identificação das espécies. O treino foi feito ao longo de 32 horas, nas quais a formanda analisou 7 vídeos na presença do treinador (Guillermo Porriños).</p>
<p>Output 3. Recolha e processamento de dados</p>
<p>Output 3.1. Trabalho de campo dos BRUVs no Príncipe: no total, noventa e um pontos foram amostrados ao longo de 14 dias úteis, dos quais 7 foram pontos que falharam e foram repetidos posteriormente. Foram amostrados sessenta e três pontos (60 pontos aleatórios ao redor da ilha e 3 pontos nas ilhas Tinhosas). Destes 60 pontos aleatórios, 20 pontos foram amostrados tanto pela manhã quanto à tarde do mesmo dia de amostragem, para detetar eventuais diferenças nas comunidades de peixes relacionadas à hora do dia. Após do segundo dia, considerou-se que fazer uma repetição à tarde era inviável em termos logísticos, pelo que o resto dos pontos foram amostrados exclusivamente de manhã.</p>
<p>Output 3.2. Trabalho de campo dos BRUV em São Tomé: 83 pontos foram amostrados ao longo de 8 dias, dos quais 8 eram pontos que falharam e se repetiram posteriormente.</p>
<p>Output 3.3. Análise dos vídeos: realizado pela Marta García Doce, desde setembro de 2019 até novembro de 2019. No total, foram analisados 68 vídeos da amostragem de 2019 do Príncipe.</p>
<p>Output 3.4. Mapas de distribuição de espécies (dezembro de 2019). O algoritmo MAXENT foi testado para o mapeamento da distribuição de espécies, mas foi abandonado ao não obter resultados positivos (4 dias). Finalmente, o método aditivo geral <i>Thin Plate Spline</i> foi usado para o mapeamento de distribuição de espécies (3 dias). O relatório completo encontra-se disponível aqui.</p>
<p>Output 4. Sensibilização e comunicação</p>
<p>Output 4.1. Eventos de sensibilização ambiental: quatro sessões de cinema em São Tomé e duas no Príncipe (aproximadamente 15 minutos cada) usando vídeos dos BRUV do Projeto Blue Action e o projeto Omali Vida Nón. Estiveram presentes nos eventos pescadores, comerciantes de peixe, crianças e outras pessoas da comunidade. As comunidades de São Tomé foram Porto Alegre (20 presentes), Malanza (15 presentes), Monte Mário (10 presentes), Ribeira Afonso (7 pescadores e mais de 30 crianças). No Príncipe, os eventos foram organizados na Campanha (toda a comunidade, aproximadamente 30 pessoas) e Abade (quase 30 pessoas, incluindo pescadores, comerciantes de peixe e crianças).</p>
<p>Output 4.2. Apresentação no departamento de pesca: no dia 19 de novembro de 2019, o método e os resultados preliminares do projeto foram apresentados no departamento de pesca. Treze representantes da direção das pescas estiveram presentes, incluindo um representante da direção do departamento. A apresentação foi mediada e introduzida por Albertino Santos e Sinaida Espírito Santo (MARAPA) e Lodney Nazaré (Oikos-STP). A apresentação (em português) pode ser descarregada aqui.</p>



Recolha de dados de base para a biodiversidade, distribuição e abundância de peixes em São Tomé e Príncipe usando sistemas de vídeo subaquático com isco

RELATÓRIO CIENTÍFICO

INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Vídeo Subaquático com Isco são técnicas não-invasivas para estudar a fauna de peixes (por exemplo, sua presença, abundância e comportamento relativos), que consistem em atrair espécies de peixes para uma câmara subaquática usando uma isca. Existem vários sistemas BRUVs diferentes que podem ser usados para diferentes fins (por exemplo, a estimativa de biomassa usando stereo-BRUVs) e em diferentes ambientes (BRUVs demersais e pelágicos).

Quando comparados com outros métodos, os benefícios incluem ser uma técnica não-invasiva (por exemplo, a pesca científica requer colheita) e o trabalho de campo e a recolha de dados não exigem treino intensivo ou habilidades prévias de identificação de peixes (por exemplo, o censo visual subaquático requer conhecimentos de mergulho e uma capacidade de identificação precisa das espécies de peixes debaixo da água). Além disso, os BRUVs criam um registo permanente da amostragem e o material de vídeo dos BRUVs pode ser usado para a formação de alunos, técnicos e pesquisadores sobre a identificação de peixes, além de ser útil para atividades de divulgação e sensibilização ambiental.

Os BRUVs estão a ser usados em São Tomé e Príncipe para entender padrões espaciais de abundância de peixes e criar informações de base sobre a abundância no ambiente marinho do Príncipe para espécies selecionadas, como parte do projeto "Criação de uma rede de áreas marinhas protegidas em São Tomé e Príncipe através de uma abordagem de cogestão", financiado pelo *Blue Action Fund*.

MÉTODOS

Local de estudo

O arquipélago de São Tomé e Príncipe é composto por duas ilhas de origem vulcânica e vários ilhéus, incluindo as ilhas Tinhosas, localizadas aproximadamente 20 km ao sul do Príncipe. Os litorais de orientação sul estão mais expostos às ondas e têm uma distância relativamente mais curta (500-1000 m) com as áreas mais profundas (abaixo <25 km), enquanto as costas do norte têm uma plataforma rasa mais larga (2-4 km) (ver Cowburn, 2018). Três tipos principais do habitat podem ser encontrados no Príncipe: recifes rochosos, areia e glaglá (Abreu *et al.*, 2016). O Glaglá (também conhecido como Maerl) são algas calcárias com um crescimento muito lento que formam rodólitos que se acumulam formando grandes extensões. Também existem prados de ervas marinhas, com maior densidade e abundância na ilha de São Tomé do que na ilha do Príncipe (Alexandre *et al.*, 2017).

Amostragem

O estudo limitou-se a uma profundidade máxima de 28 metros, devido à baixa visibilidade abaixo disso. Em São Tomé, apenas a metade sul da ilha foi amostrada, desde o Ilhéu Santana até São Miguel (ver Figura 1). No Príncipe, toda a área entre o litoral e a linha de 28 metros de profundidade foi amostrada (ver Figura 2). Uma pequena plataforma rasa (menos de 1 km²) ao norte do maior ilhéu das ilhas Tinhosas também foi incluída no estudo.

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

O método de amostragem foi desenvolvido para o Príncipe em 2018 pelo projeto Omali Vida Nón (OVN, 2016-2019, see Nuno *et al.*, 2019). Uma câmara subaquática orientada frontalmente com um isco à frente é colocada no fundo no ponto de amostragem, e grava de maneira ininterrompida durante 90 minutos. A amostragem foi feita durante o período da manhã (09:00 às 11:00), exceto em alguns pontos em São Tomé, onde a amostragem se fez durante o período da manhã e da tarde, devido a restrições de tempo (09:00 às 14:00). No Príncipe, 20 dos pontos foram amostrados duas vezes no mesmo dia, de manhã e de tarde, para detetar diferenças nas comunidades de peixes capturadas na câmara durante os dois períodos. O dispositivo é recuperado uma hora e meia após ter sido largado, e a profundidade é medida usando uma sonda manual.

A área total amostrada foi de 100 km² no Príncipe e 60 km² em São Tomé. Tanto para São Tomé quanto para o Príncipe, as áreas de estudo foram divididas em quadrantes de aproximadamente 15 km², em cada uma das quais colocaram-se 10 pontos de amostragem aleatórios, estabelecendo uma distância mínima entre eles de 400 metros. A área de amostragem de São Tomé foi dividida em 4 quadrantes (EE, SE, S, SO), com um total de 40 pontos de amostragem aleatórios; e a área de amostragem do Príncipe foi dividida em 6 quadrantes (NE, E, SE, SW, W e NW), com um total de 60 pontos aleatórios. Além disso, em São Tomé, realizaram-se 7 transectos com 5 pontos de amostragem cada um, em áreas de especial interesse para a pesca artesanal.

A amostragem foi planeada para acontecer desde 2019 até 2023, fazendo duas rondas de amostragem de duas fases cada uma. A primeira ronda (2019-2020) ajudará a estabelecer informação de base para a biodiversidade e abundância de espécies de peixes em São Tomé e Príncipe, enquanto a segunda ronda (2022-2023) será usada para detetar potenciais diferenças nas populações de peixes em resposta as medidas de gestão da pesca implementadas durante o projeto, assim como para definir uma segunda linha de base para potenciais projetos futuros. Cada ronda de amostragem conta com duas fases: a primeira fase na Gravana (julho até setembro, a estação mais fria e seca), e a segunda durante a estação mais quente, durante os dois períodos de chuvas mais intensas (janeiro – março).

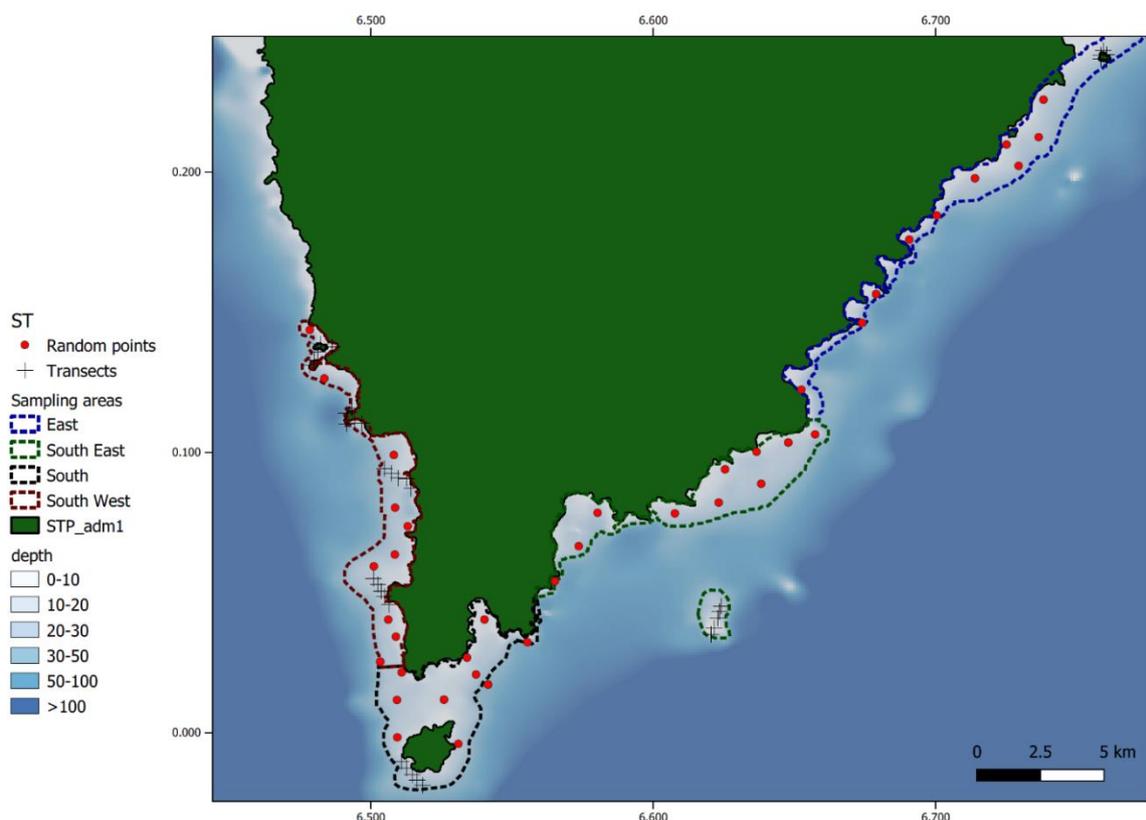


Figura 1: Pontos de amostragem em São Tomé.

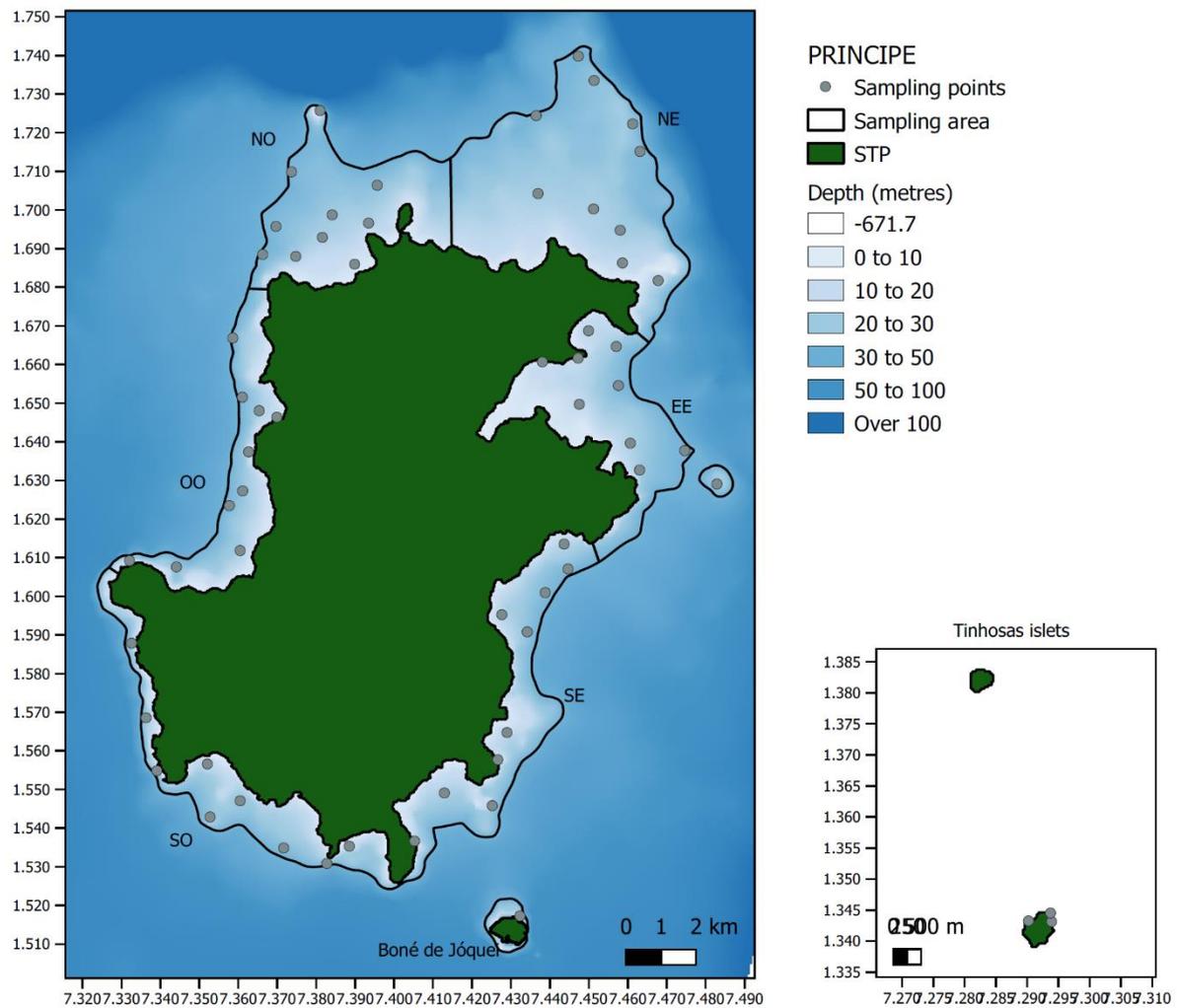


Figura 2: Pontos de amostragem no Príncipe e Tinhasas

Materiais

O dispositivo dos BRUVs consiste de uma estrutura que segura uma câmara orientada frontalmente e separada 35 cm do fundo. Usaram-se câmaras GoPro Hero5 e Hero7. Uma caixa com isca é colocada a 120 cm na frente da câmara, usando uma vara de 170 centímetros de comprimento feita de madeira *muandi* (*Pentaclethra macrophylla*), que é atada à estrutura usando elásticos feitos de câmaras de pneus velhos. A caixa da isca fez-se enrolando um pedaço longo de rede de arame fino de 30 centímetros de largura, num cilindro de 30 cm de comprimento (ver Figura I e Figura II do Anexo I). Usaram-se dois tipos de estruturas para os BRUVs:

- Estrutura em forma de prisma: foi usado pela primeira vez no Príncipe para o projeto Omali Vida Nón, e desenhado pelo Dr. Phil Doherty (see Doherty, 2018). É um quadro de PVC de 70 de alturas com a forma de um prisma triangular, ancorada no fundo com quatro chumbos de mergulho de 2 kg. Nos primeiros testes de campo (project OVN, see Nuno *et al.*, 2019) a caixa do isco colocou-se em frente ao ápice do triângulo. Mais tarde, mudou-se a orientação (Figura 3A), já que as câmaras frequentemente caíam para trás.
- Estrutura em forma de pirâmide: desenhada pelo Guillermo Porriños para as amostragens de São Tomé. É uma estrutura com 17kg construída com tubos de aço galvanizado, soldadas numa estrutura em forma de pirâmide que pode ser empilhada no barco (Figura 3B).

Para poder recuperar os dispositivos, prendem-se cordas de 50 metros de comprimento e 12 mm de diâmetro nas estruturas. Usam-se cordas de nylon pela sua flutuabilidade. No outro extremo da corda

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

colocam-se duas bóias, separadas 1.5 metros uma da outra. Assim, se uma das bóias afundar por causa da ação das ondas, a outra permanece na superfície, sinalizando a posição do dispositivo. Para as estruturas BRUVs de PVC, anexou-se no meio da corda e a 7 metros da estrutura, um peso de 6-10 kg atuando como âncora, para evitar que o dispositivo seja arrastado pela ação das ondas.

"Fulu fulu" picado foi usado como isca (pequenos atuns das espécies *Auxis thazard* e *Euthynnus alleteratus*, capturados diariamente por pescadores locais). O isco é mantido numa mala térmica durante o trabalho de campo para assegurar a sua preservação.

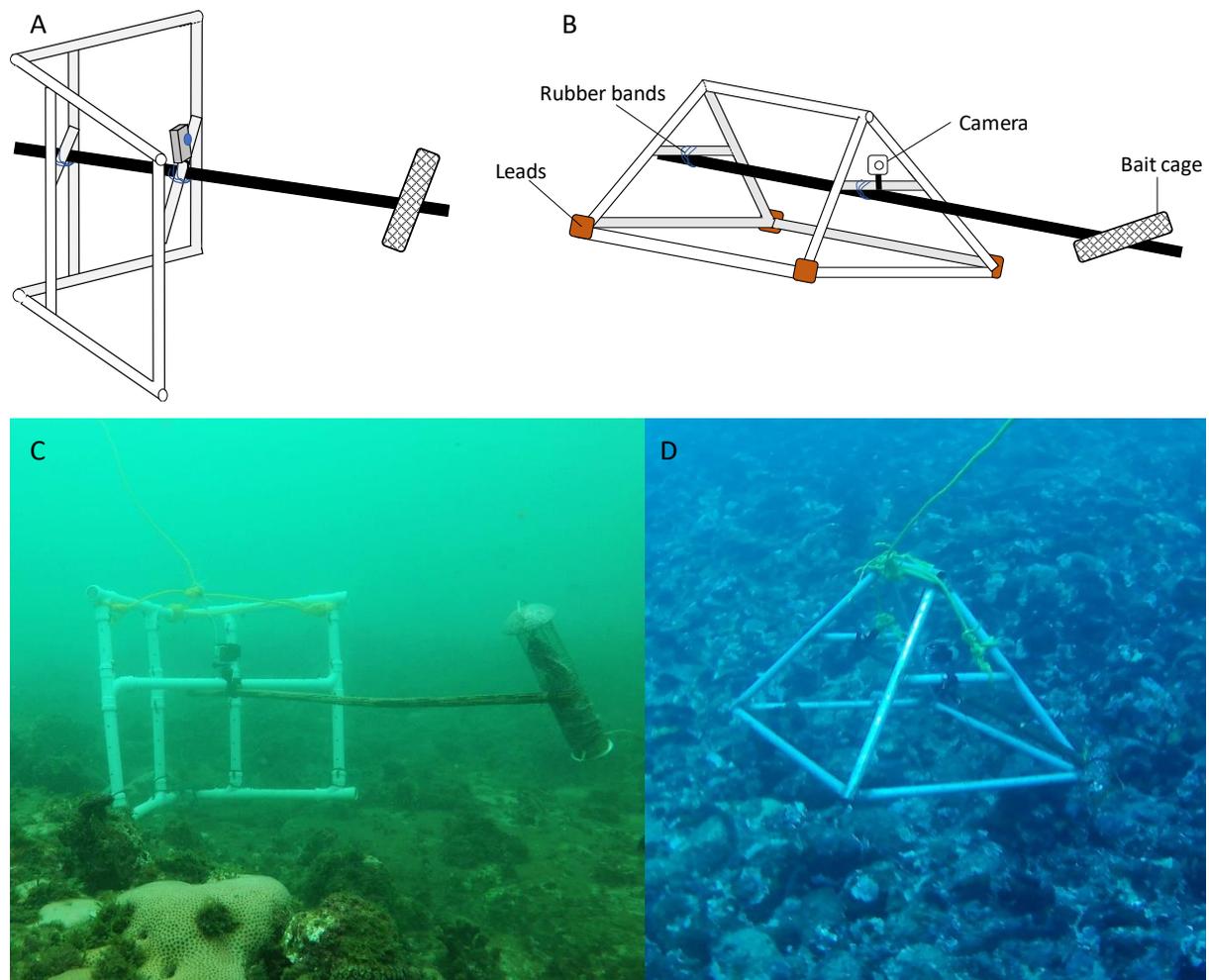


Figura 3: Topo: representação esquemática das estruturas dos BRUVs utilizados neste estudo; A) estrutura em forma de prisma e B) estrutura em forma de pirâmide; Abaixo: Fotos do quadro debaixo de água: C) Estrutura em forma de prisma e D) estrutura em forma de pirâmide.

Protocolo de trabalho de campo

Um máximo de dez dispositivos BRUV foram transportados no barco e colocados simultaneamente (ver Figura 4). As câmaras são colocadas durante o período da manhã (09:00 às 11:00), e o trabalho de campo é conduzido por uma tripulação de 3 a 4 pessoas. As cordas com as bóias, as estruturas e as varas com as caixas da isca são armazenadas separadamente e só anexados antes de lançar os dispositivos nos pontos de amostragem. A isca é mantida congelada numa mala térmica para maximizar o frescor, e só é picada imediatamente antes de lançar os dispositivos. As câmaras são armazenadas com segurança em uma caixa que os impede de serem acidentalmente ativadas pelo movimento do barco, e são mantidas em um lugar afastado do sol para evitar sobreaquecimento. Recomenda-se levar quatro baterias carregadas e um cartão *sd* extra, mantendo-os numa caixa selada.

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

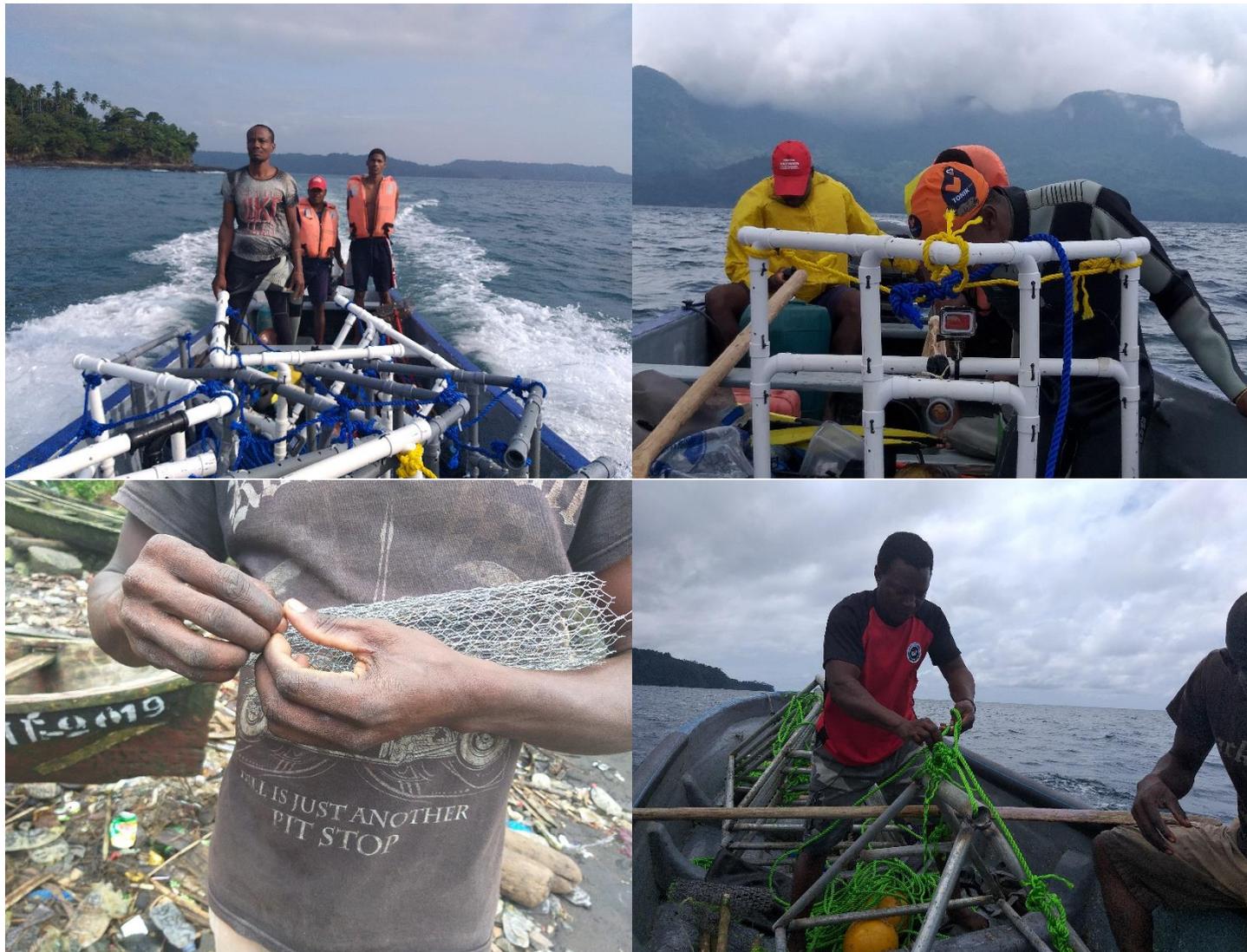


Figura 4 Trabalho de campo dos BRUV. A) A equipa marinha da Fundação Príncipe, liderada por Lindo (frente), partindo para a área de amostragem. Até 10 dispositivos podem ser armazenados no barco simultaneamente. **B)** Lindo registando no vídeo: profundidade, local, data e hora. **C)** Wilder preparando as caixas de isca. **D)** Quaresma amarrando as cordas aos dispositivos antes de serem lançadas. Todas as fotos de Guillermo Porriños.

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO



Figura 5: Equipa marinha em São Tomé: **A)** A isca corta-se em cima do remo e coloca-se nas caixas; **B)** A preparação dos dispositivos BRUVs inclui: anexar as cordas com as bóias e as varas da isca e colocar a câmara na estrutura; **C)** Cinco dispositivos BRUV prontos para serem lançados. Todas as fotografias por Guillermo Porriños.

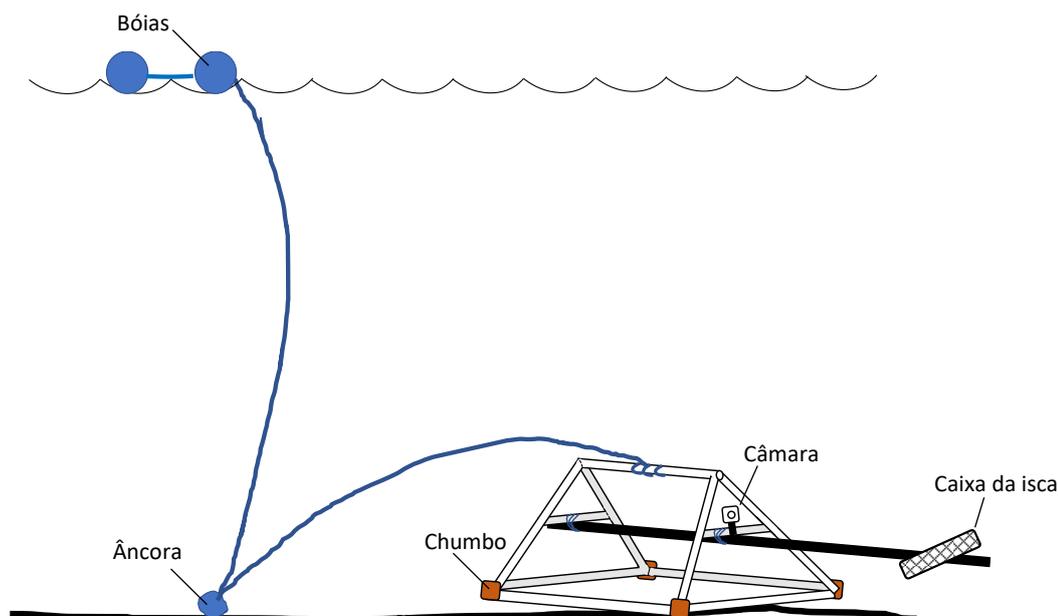


Figura 6: Representação esquemática do dispositivo BRUV debaixo d'água

Antes de chegar ao primeiro ponto de amostragem, os dois ou três primeiros dispositivos são preparados para serem lançados (corta-se a isca, anexam-se as cordas à estrutura, preparam-se as cordas para evitar o emaranhamento, e anexam-se as varas com a caixa da isca no quadro usando os elásticos). Até 10 dispositivos BRUV podem ser lançados em 10 pontos de amostragem consecutivos, e são recuperadas uma hora e meia depois de cada dispositivo ter sido lançado, geralmente começando pelo primeiro que foi colocado.

O protocolo para lançar a câmara consiste em soltar o dispositivo lentamente, controlando a sua queda com a corda. Uma pessoa controla a queda do dispositivo a partir do barco, outra fica na água para verificar que o dispositivo cai na posição certa e um terceiro controla o motor do barco. Uma quarta pessoa pode ajudar a evitar o emaranhamento da corda. A data, a hora, o ponto de amostragem e profundidade são gravados no vídeo, listando esta informação em voz alta e perto da câmara.

Idealmente, o dispositivo deve ser alinhado com a corrente, com a isca apontando na direção da corrente inferior, de modo que o cheiro é libertado à frente da câmara. Para facilitar isso, o barco pode mover-se na direção oposta à direção da corrente de fundo, arrastando o dispositivo para a posição certa. No entanto, embora a direção da corrente de fundo às vezes possa ser inferida a partir da direção das ondas, às vezes é muito difícil estimar a direção da corrente fundo, e o dispositivo frequentemente cai perpendicular ou contra ela.

Análise de vídeo

Regista-se o número máximo de indivíduos de cada espécie de peixe que aparecem simultaneamente no ecrã (MaxN), identificando as espécies até o menor nível taxonómico possível. Outras espécies de invertebrados também são registadas (polvos, caranguejos e caracóis) além de tartarugas marinhas, embora estes foram removidos para análise estatística. Para cada espécie, o MaxN é registado e o assim como o tempo no que aparece no vídeo. Uma espécie só é registada novamente em uma nova entrada se o número de indivíduos for maior do que na última entrada de dados. Quando uma espécie é desconhecida, é rotulada como "*Unknown_n_video_(número)*", e quando existe dúvida de se uma observação pertence a uma espécie, coloca-se um ponto à frente da espécie para identificá-la depois. Apenas sessenta minutos de vídeo são analisados, começando 5 minutos após a câmara cair no fundo

Até dezembro de 2019, apenas os vídeos do Príncipe foram analisados. A análise de vídeo foi feita por Marta Garcia Doce, aluna de Licenciatura em Biologia que recebeu 36 horas de treino (7 vídeos). Os dados precisarão de ser limpos, validados e verificados antes que possam ser analisados. O método de validação proposto é a análise de 10 vídeos por um visualizador experiente e a comparação do número de espécies registradas pelos dois observadores, a fim de validar o número de espécies e indivíduos detetados pelo observador. A análise de verificação proposta para o ID da espécie será feita revisando cada uma das entradas de dados.

Análise de dados

A Captura Por Unidade de Esforço é definida como o MaxN de uma determinada espécie ou taxa por hora. Como os vídeos do BRUV de julho de 2019 ainda não foram limpos, usou-se a base de dados dos BRUVs do Omali Vida Nón, consistindo em duas rondas fases de amostragem: uma em julho de 2018 e outra em janeiro de 2019. A distribuição de espécies foi mapeada usando dados de habitat produzidos pelo Dr. Benjamin Cowburn (2018) usando sensoriamento remoto (ver Tabela 1).

O software estatístico R (v3.4.3) foi utilizado para realizar todas as análises e cálculos estatísticos. A análise ANOVA com comparações post-hoc usando a correção de Tukey para detetar diferenças na CPUE entre cada tipo de habitat.

Tabela 1: dados utilizados para este estudo e autoria

Dados	Autores
Mapa do habitat	Dr. Benjamin C. Cowburn
Abundância relativa de espécies de peixes medidas usando BRUVs	Guillermo Porriños, Dr. Ana Nuno, Dr. Phil Doherty, Dr. Liliana Colman, Dr. Kristian Metcalfe

Distribuição de espécies

Diferenças significativas na abundância de peixes foram encontradas entre os tipos de habitat para a maioria dos grupos (see Porriños and Nuno, 2019). Os habitats foram classificados após Cowburn (2018) em recifes rochosos, glaglá e areia. O habitat foi a única variável ambiental usada para estudar a distribuição de espécies. Para simplificar a análise, não foi considerada a profundidade. O modelo de distribuição de espécies "Entropia Máxima" (MAXENT) foi testado e abandonado.

Dada a escassez de variáveis ambientais, considerou-se que a maior fonte de informação sobre a abundância de espécies em um determinado local foram os valores da CPUE dos pontos de amostragem circundantes. Assim, a fim de mapear a abundância das espécies ao redor da ilha, um modelo aditivo generalizado foi usado para interpolar entre os pontos de dados. No entanto, dado que foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de habitat, os pontos de dados de maerl, areia e rocha foram considerados como três distribuições diferentes e padronizados subtraindo a CPUE média por habitat e divididos pelo desvio padrão de cada tipo de habitat.

A regressão Thin Plate Spline (TPS, um modelo aditivo generalizado) foi usado para prever valores de CPUE de taxões específicos, interpolando as informações de 120 pontos de amostragem aleatórios. Para eliminar a variabilidade produzida pelo tipo habitat, a CPUE de cada ponto foi dividida pela CPUE média da espécie para o tipo de habitat do ponto (note-se que, mesmo após a desagregação por habitat, a CPUE não segue uma distribuição normal, pelo que essa padronização pode ser uma fonte de erro). Considerou-se que a superfície interpolada resultante (abundância relativa padronizada por tipo de habitat) representa diferenças de abundância geradas exclusivamente por localização. Isto foi posteriormente corrigido pelo tipo de habitat, multiplicando o valor de cada ponto pelo desvio padrão da CPUE do tipo de habitat dessa célula e, seguidamente, somando a CPUE média do tipo de habitat dessa célula.

Para a análise, as seguintes espécies (ou generos) foram consideradas: **1) barracuda** (Figura 8 *Sphyraena barracuda*, espécie pelágica associada ao recife); **2) lutjanídeos ou corvinas** (Figura 9) de distribuição ubíqua, mas mais frequentemente encontrado em habitats rochosos); **3) peixe asno** (Figura 10 *Balistes capricus*, espécies demersais, frequentes em habitats arenosos); **4) meros e garoupas** (Figura 12, Epinephelinae, mais abundante em recifes rochosos); **5) congom** (Figura 11, *Dactylopterus volitans*, espécies demersais, frequentes em habitats arenosos e glaglá).

Avaliação da validade do modelo

O modelo TPS foi escolhido por se adequar ao tempo disponível, embora as seguintes fraquezas do método devam ser consideradas. A função de interpolação da regressão TPS preenche as lacunas entre os pontos de dados, de modo que as células em torno de um determinado ponto de dados receberão um valor mais próximo ou igual a esse ponto, tendo valores mais próximos àqueles dos pontos circundantes à medida que se aproximam deles. Isso é útil para dados nos quais o valor observado em um determinado ponto é fixo (por exemplo, altitude). No entanto, neste caso, isto cria um artefacto em que são dados valores mais elevados a células que estejam em volta a uma observação com uma CPUE mais elevada, e valores próximos a zero à volta de pontos onde a espécie não apareceu. Isto cria um artefacto em que a espécie está ausente em determinadas áreas, mesmo que tenha um alto valor de CPUE num ponto de amostragem próximo. Já que a maior parte das espécies são altamente móveis, o valor de CPUE observado num determinado ponto não representa a abundância da espécie nesse ponto, e se o mesmo ponto fosse amostrado um dia diferente poder-se-ia obter um valor diferente. Desde modo, um valor que calcule a probabilidade de ocorrência de uma espécie tendo em conta todo o ponto ao redor deveria ser considerado.

RESULTADOS

Na base de dados de Omali Vida Nón, 92 espécies diferentes foram identificadas, embora a 12,5% das entradas de dados não tenha sido possível atribuir nenhum taxão. A família de peixes mais comum em termos de presença (número de espécies presentes em cada local de amostragem) foi Carangidae (bonitos e xaréus), compreendendo 16% de todas as espécies observadas, com uma CPUE média de 3,16 peixes por hora e 6,2 de desvio padrão. A Captura Por Unidade de Esforço (MaxN/tempo total) dos carangídeos não mostrou diferenças significativas entre habitats ($p > 0.01$). Os lutjanídeos (corvinas), barracudas, peixes asno (*Balistes capricus*) e garoupas (Epinephelinae) mostraram diferenças significativas entre habitats.

A CPUE para elasmobrânquios foi de 0,04 tubarões por hora e 0,06 raias por hora. Três espécies diferentes de tubarões foram identificadas: tubarão-nodriça (*Ginglymostoma cirratum*), tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) e um tubarão-martelo não identificado. Foram identificadas duas espécies diferentes de raias, ambas pertencentes a Myliobatiformes: *Taeniura grabata* e *Daysatis pastinaca*.

Tabela 22: CPUE média de tubarões, arraias e carangídeos

	CPUE média (MaxN/h)	Sd
Carangidae	3.10	6.2
Tubarões	0.07	0.3
Arraias (Myliobatidae)	0.09	0.3

A CPUE está dominada em grande parte por peixes predatórios para todos os tipos de habitat (Figura 7). Os peixes herbívoros estão quase ausentes de zonas de areia e de glaglá. Os consumidores

terciários de todos os tamanhos compreendem 57% e 61 % do MaxN em habitats de areia e glaglá respetivamente. A CPUE de habitats rochosos é significativamente maior do que a CPUE de habitats de areia e glaglá, para todas as categorias tróficas e de tamanho ($p < 0.001$). O MaxN total para habitats rochosos é composto por herbívoros médios e pequenos (10%); por pequenos consumidores secundários formadores de cardume, médios e grandes (50%) e pequenos, médios e grandes consumidores terciários **Figura 7**(40%).

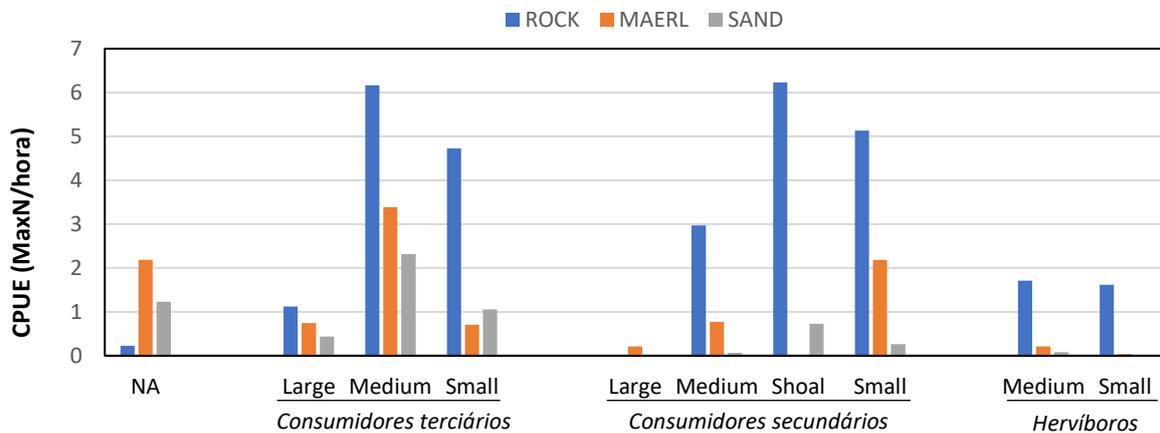


Figura 7: (from Porriños and Nuno, 2019) CPUE dos diferentes grupos tróficos de peixes registados nos BRUVs: Grande (comprimento máximo = 90cm); Médio (comprimento máximo entre 30 e 89 cm); Pequeno (comprimento máximo <30cm); Cardume (espécie de formação de cardumes *Prionurus biafraensis* e *Paranthias furcifer*, menores de 30cm). Para todas as categorias, a CPUE foi expressa em MaxN por hora, com exceção do "cardume" (a unidade para espécies formadoras de cardumes era de 10 peixes, de modo a reduzir o contraste).

Como mostrado na Figura 8, *Sphyraena barracuda* é mais abundante no sul, com algumas observações nas costas leste e oeste. A maioria das observações parece concentrar-se em torno das regiões com exposição de ondas altas, e encontra-se completamente ausente na plataforma norte (mais protegida). *Sphyraena barracuda*'s foi mais abundante em glaglá e fundos de areia do que em recifes rochosos (Tukey, $p < 0,01$).

Os Lutjanídeos (corvinas) foram encontrados em volta de toda a ilha (ver Figura 9) embora fossem muito mais abundantes na costa norte, mais abrigada, e em torno do extenso recife rochoso na região sudeste conhecido como "*pedra metade*". Os Lutjanídeos eram os mais abundantes em recifes rochosos (Tukey, $p < 0.01$), ocorrendo em 80% dos pontos amostrados em áreas do recife. No entanto, foram também observados habitats arenosos, alguns deles inclusive atacando a caixa da isca. Isso indica que, embora possam ser mais abundantes em áreas de recifes, podem abandonar os recifes para alimentação. Isso pode ter consequências no desenho de áreas protegidas ou áreas restritas à pesca: mesmo que as áreas rochosas dos recifes fossem protegidas, os lutjanídeos ainda podem ser vulneráveis à pesca se os habitats arenosos ao redor dos recifes estiverem desprotegidos.

O peixe asno (*Balistes capriscus*, Figura 10) mostra uma distribuição semelhante aos lutjanídeos, sendo mais abundante na costa norte. Os peixes asnos são ativamente atraídos pelo cheiro da isca, e em todos os pontos onde foi observado, a espécie alimentou-se da isca. A espécie foi encontrada em áreas arenosas, estando completamente ausente de recifes rochosos (Tukey, $p < 0.01$).

Como mostrado na Figura 12, as garoupas estão presentes ao redor de toda a ilha, estando presentes em praticamente todos os recifes rochosos amostrados. No entanto, a maioria das observações pertencem a duas espécies: *Cephalopholis nigri* e *Cephalopholis taeniops*, duas pequenas espécies de robalo, altamente residente e encontradas em quase todas as zonas de rocha amostradas. *Epinephelus*

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

adscensionis, uma espécie de tamanho médio foi observada três vezes em um ambiente de recife rochoso, e *Epinephelus aeneus*, uma grande espécie de garoupa, só foi capturada na câmara em dois pontos de amostragem em um habitat arenoso, atraída pelo cheiro da isca.

A espécie de fundo “concom” (*Dactylopterus volitans*, Figura 11) era mais abundante em habitats arenosos, estando completamente ausente em recifes rochosos (Tukey, $p < 0.01$). Embora tenha sido encontrado em toda a ilha, era mais abundante na plataforma norte (mais protegida da ação das ondas), ficando mais abundante quanto mais longe da costa.

Tabela 3: CPUE de *Sphyraena barracuda*, desagregada por habitat

Habitat	Média	SD	Max	N
Glaglá	0.12	0.331663	1	25
Recife rochoso	0	0	0	16
Areia	0.21875	0.486932	2	64

Tabela 4: CPUE de pargos desagregados por habitat

Habitat	Média	SD	Max	N
Glaglá	0.24	0.52	2	25
Recife rochoso	1,88	1.54	5	16
Areia	0,08	0.27	1	64

Tabela 5: CPUE do peixe-gatilho cinzento, desagregado por habitat

Habitat	Média	SD	Max	N
Glaglá	0.08	0,28	1	25
Recife rochoso	0,00	0,00	0	16
Areia	0.17	0,81	6	64

Tabela 6: CPUE de garoupas e meros (Epinephelinae), desagregado por habitat

Habitat	Média	SD	Max	N
Glaglá	0.08	0.4	2	25
Recife rochoso	2	1.67	5	16
Areia	0.05	0.27	2	64

Tabela 77: CPUE de pargos desagregados por habitat

Habitat	Média	SD	Max	N
Glaglá	0,40	0,58	2	25
Recife rochoso	0.06	0.25	1	16
Areia	0,24	0.49	2	64

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

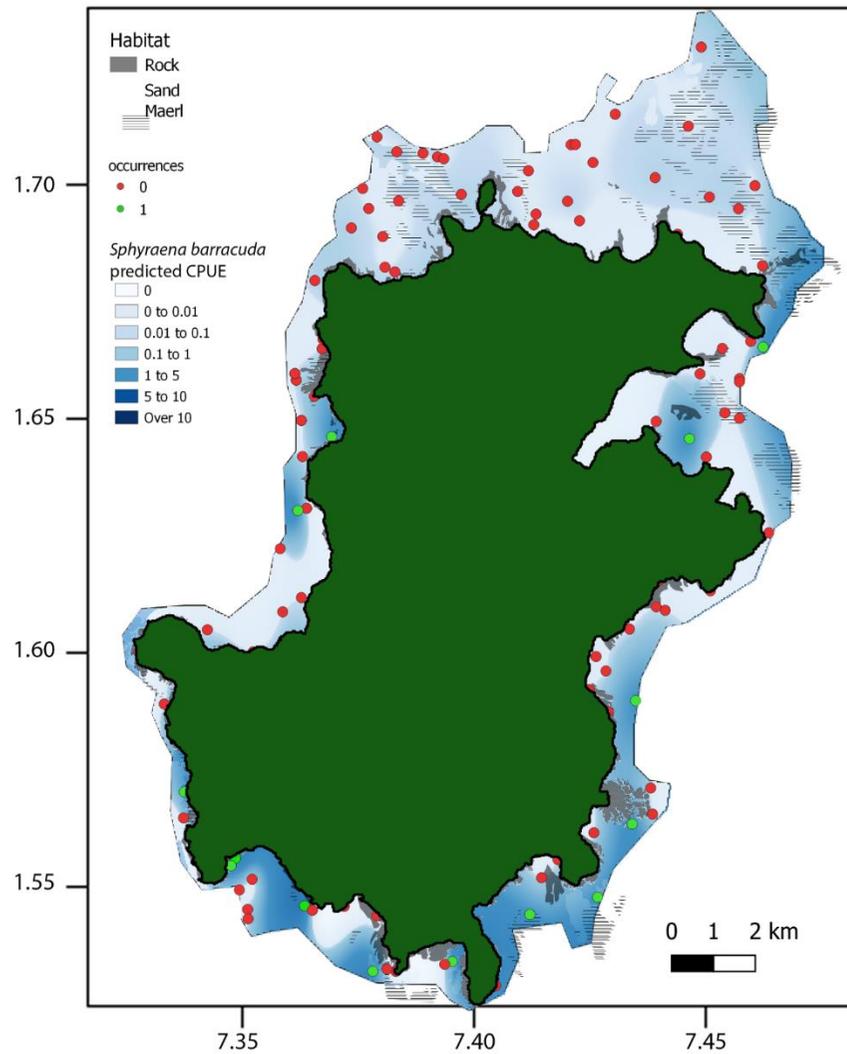


Figura 8: Distribuição da CPUE da *Sphyraena barracuda* medida usando BRUVs e interpolada usando um modelo de regressão TPS.

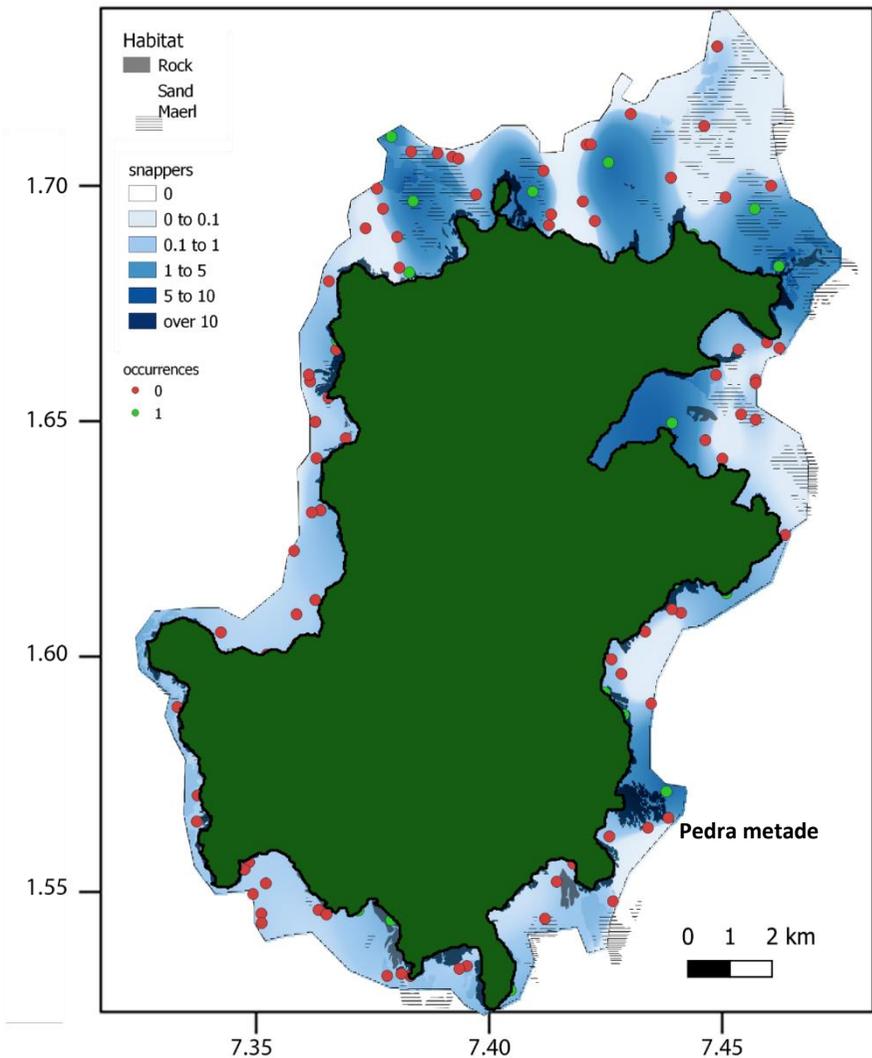


Figura 9: Distribuição de CPUE de pargos do gênero *Lutjanus* medido usando BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão TPS.

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

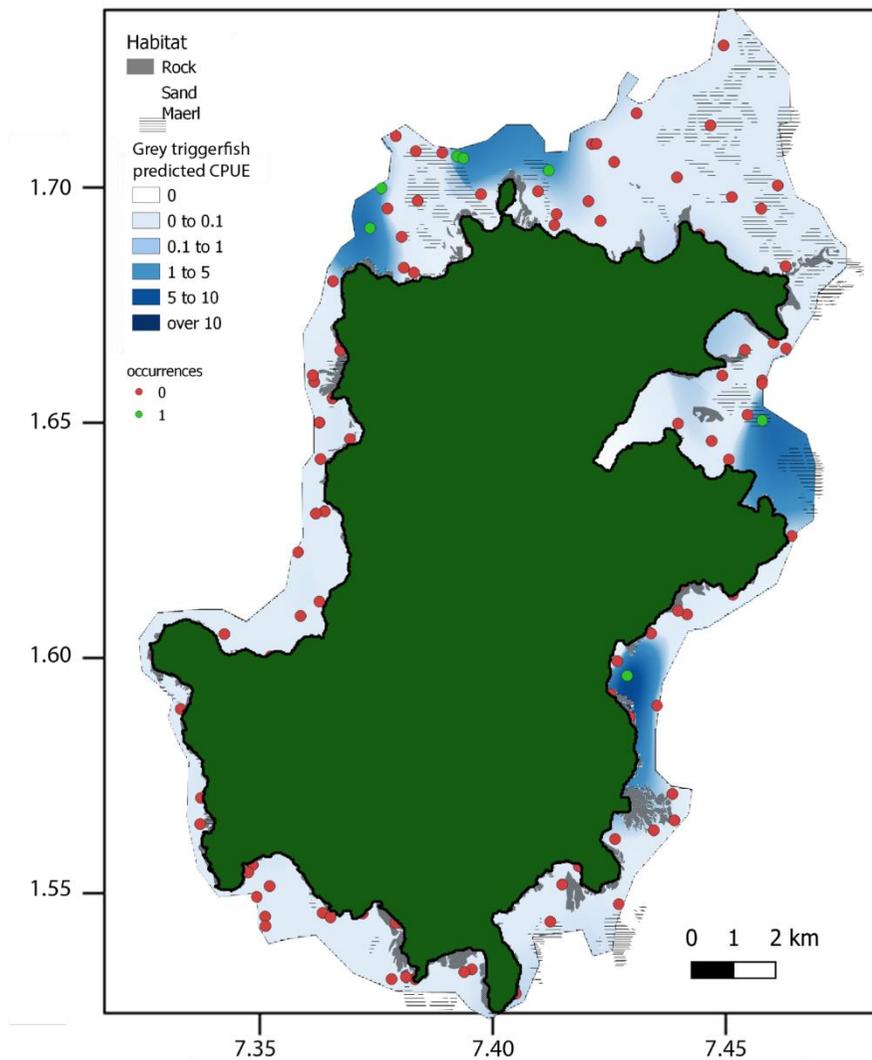


Figura 10: Distribuição da CPUE do peixe asno (*Balistes capriscus*) medido com BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão TPS.

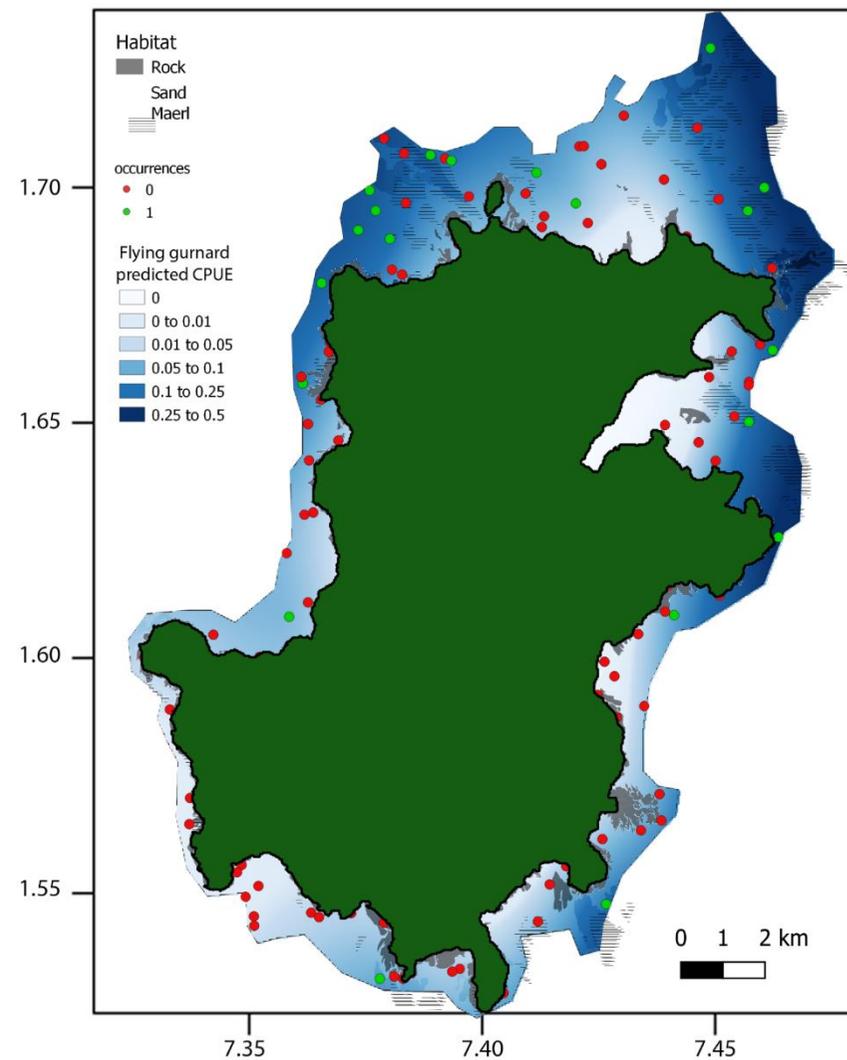


Figura 11: Distribuição da CPUE do concom (*Dactylopterus volitans*) medido usando BRUVs e interpolado usando um modelo de regressão de TPS.

Levantamento de dados de biodiversidade marinha usando sistemas de Vídeo Subaquático com Isco
RELATÓRIO CIENTÍFICO

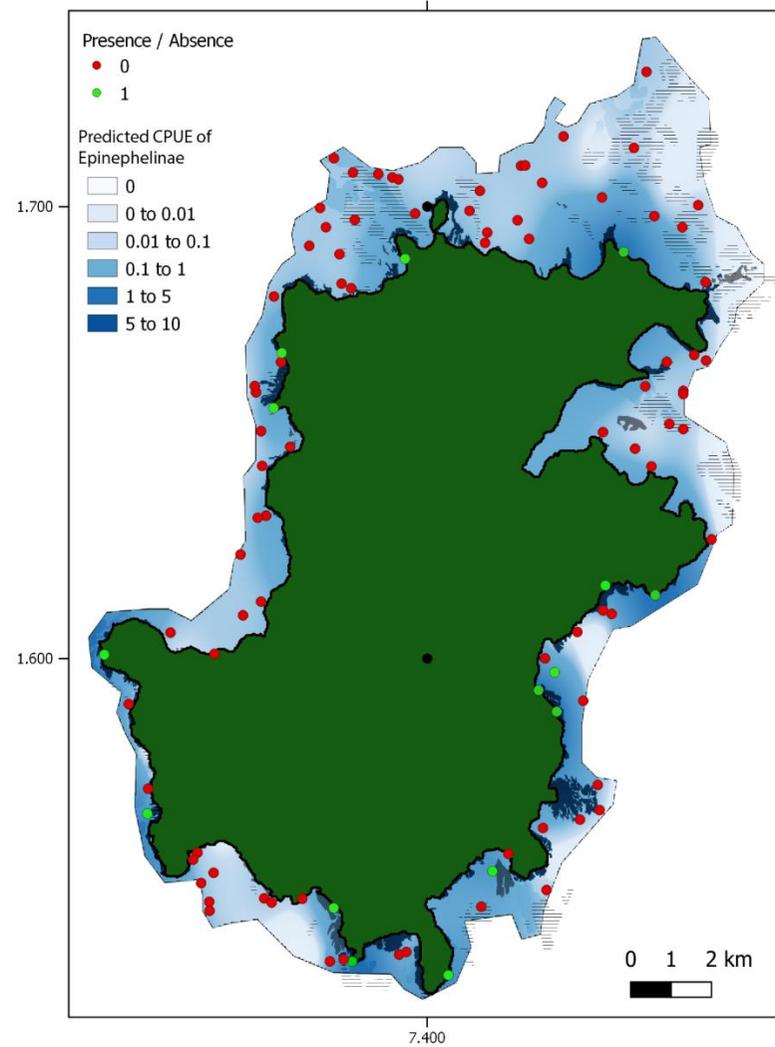


Figura 12: Distribuição da CPUE das garoupas (subfamília Epinephelinae) medida com BRUVs e interpolada usando um modelo de regressão TPS.

SENSIBILIZAÇÃO

Eventos de sensibilização ambiental (Figura 13) que consistiram de quatro sessões de cinema em São Tomé e duas no Príncipe (aproximadamente 15 minutos cada) usando vídeos dos BRUV do Projeto Blue Action e o projeto Omali Vida Nón. Compareceram nos eventos pescadores, comerciantes de peixe, crianças e outras pessoas da comunidade. As comunidades de São Tomé foram Porto Alegre (20 presentes), Malanza (15 presentes), Monte Mário (10 presentes), Ribeira Afonso (7 pescadores e mais de 30 crianças). No Príncipe, os eventos foram organizados na Campanha (toda a comunidade, aproximadamente 30 pessoas) e Abade (quase 30 pessoas, incluindo pescadores, comerciantes de peixe e crianças).

RECOMENDAÇÕES

NECESSIDADES FUTURAS DE TREINO:

- A equipa marítima do Príncipe está pronta para realizar trabalhos de campo independentemente com a coordenação de Lindo.
- A tripulação que foi contratada em São Tomé (Quaresma, Juvêncio e Wilker) recebeu entre 4 e 8 dias de treino e está pronta para realizar trabalho de campo de forma independente. A equipa de coordenação em São Tomé (Márcio e Albertino) beneficiaria em ter apoio na próxima amostragem.
- Tanto a equipa de Príncipe quanto a de São Tomé beneficiariam em ter apoio na gestão, rotulagem e cópia dos vídeos no computador, bem como de gravar os metadados dos BRUV no computador.

ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM

- Duas rondas de amostragem devem ser feitas: a primeira em 2019-2020 fornecerá dados de base para o projeto de uma potencial rede de Áreas Marinhas Protegidas, enquanto a segunda, em 2022 e 2023 pode ser para usada entender se houve alguma mudança nas populações de peixes como consequência da implementação de medidas de gestão da pesca.
- Cada ronda de amostragem deve ter duas temporadas: a primeira temporada em Gravana, uma estação mais seca e mais fria (julho a setembro) e a segunda em janeiro - fevereiro, a estação mais quente entre as duas estações de chuvas de novembro e março.

LIMPEZA E VALIDAÇÃO DE DADOS BRUVs:

- Já que os vídeos BRUVs serão analisados por diferentes observadores, recomenda-se realizar uma análise de validação. Essa análise de validação poderia ser feita por outro observador (um "validador"), que analisaria uma subamostra dos vídeos analisados por cada observador. Os resultados das análises feitas pelo validador seriam comparados aos resultados de cada um dos observadores, a fim de ter uma referência comum para detetar se algum dos observadores está a sobrestimar ou subestimar o número de peixes presentes no vídeo.
- Uma análise de verificação poderia ser feita posteriormente por um observador com bom conhecimento sobre espécies de peixes marinhos São Tomé e Príncipe. Isso poderia ser feito verificando cada entrada de dados para detetar possíveis erros na identificação de peixes.



Figura 13: Cinema com os vídeos BRUVs na comunidade de Campanha (Príncipe, no topo), Porto Alegre (São Tomé, no meio) e Ilhéu das Rolas (São Tomé, em baixo).

REFERÊNCIAS

Abreu, A. D. *et al.* (2016) 'Final Report Scientific Expedition Bio-Príncipe 2016', *IU-ECOQUA, Universidad de las Palmas de Gran Canaria, Spain*.

Alexandre, A. *et al.* (2017) 'First description of seagrass distribution and abundance in São Tomé and Príncipe', *Aquatic Botany*. Elsevier, 142(October), pp. 48–52. doi: 10.1016/j.aquabot.2017.06.008.

Cowburn, B. C. (2018) 'Marine Habitats of Príncipe, Eastern Tropical Atlantic – Description and Map', *Report for the project Omali Vida Nón (University of Exeter & Fundação Príncipe, funded by Darwin Initiative, Halpin Trust & Africa's Eden)*.

Doherty, P. (2018) *Schematic used for building Baited Remote Underwater Video frames, Report for the project Omali Vida Nón (University of Exeter & Fundação Príncipe, funded by Darwin Initiative, Halpin Trust & Africa's Eden)*. Available at:
<https://omaliprincipeen.weebly.com/uploads/2/5/6/2/25623460/bruvschematic.pdf>.

Nuno, A. *et al.* (2019) *Omali Vida Nón - Summary of project activities and preliminary results*. Available at: https://omaliprincipeen.weebly.com/uploads/2/5/6/2/25623460/summary_finalen-compressed.pdf.

Porriños, G. and Nuno, A. (2019) 'Marine biodiversity assessment through baited underwater camera monitoring and maturity assessment of selected demersal fish species', *Report produced by The University of Exeter for Africa's Eden*, (April), pp. 1–30.

Anexos

Anexo I Esquema para a construção dos dispositivos BRUV

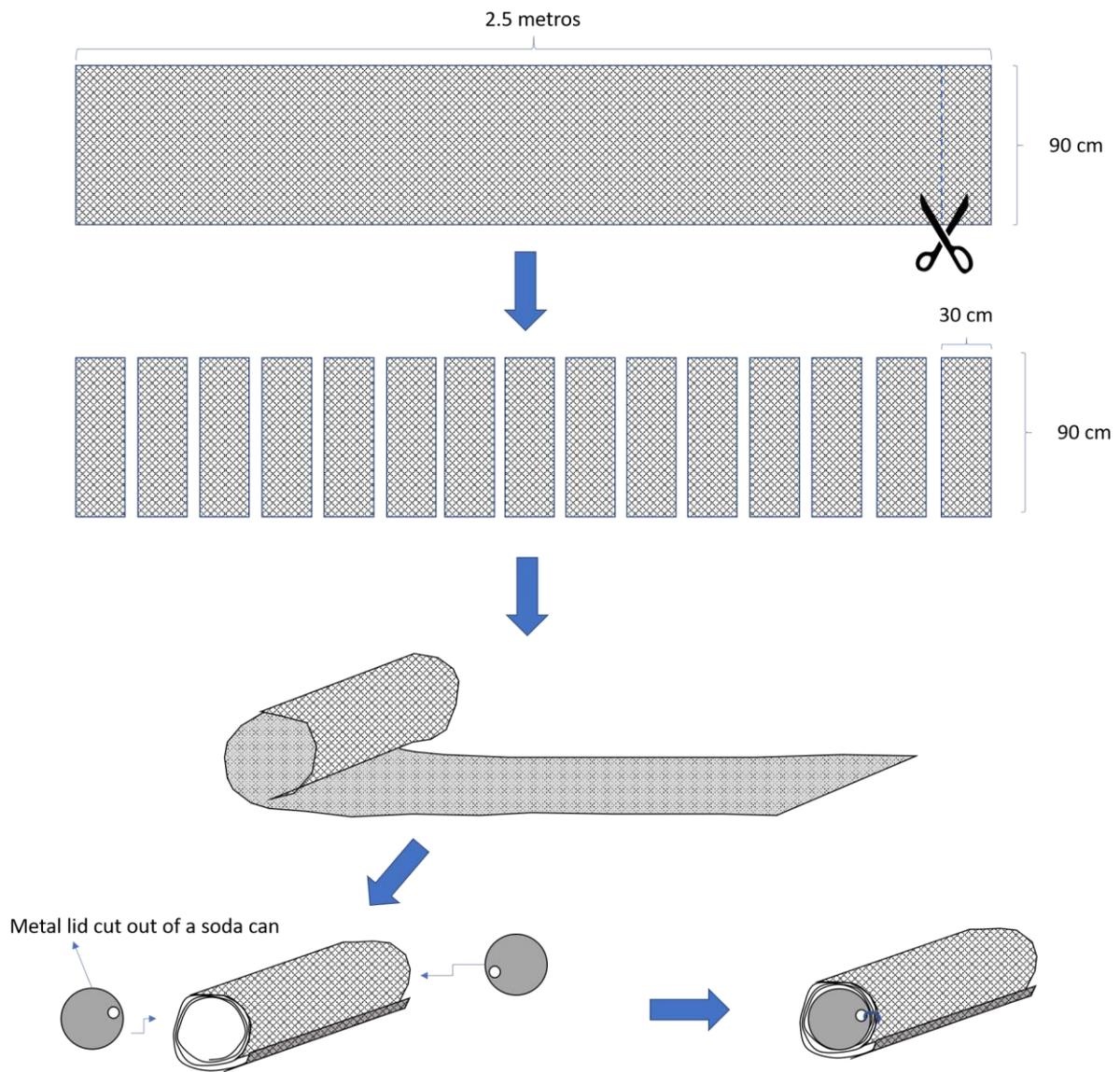


Figura I: Instruções para a construção de uma caixa de isca de arame.

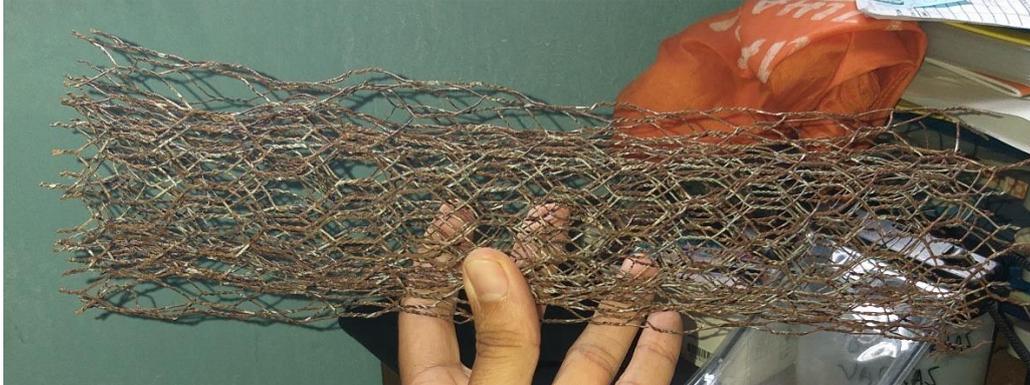


Figura II: Imagem de uma gaiola de isca

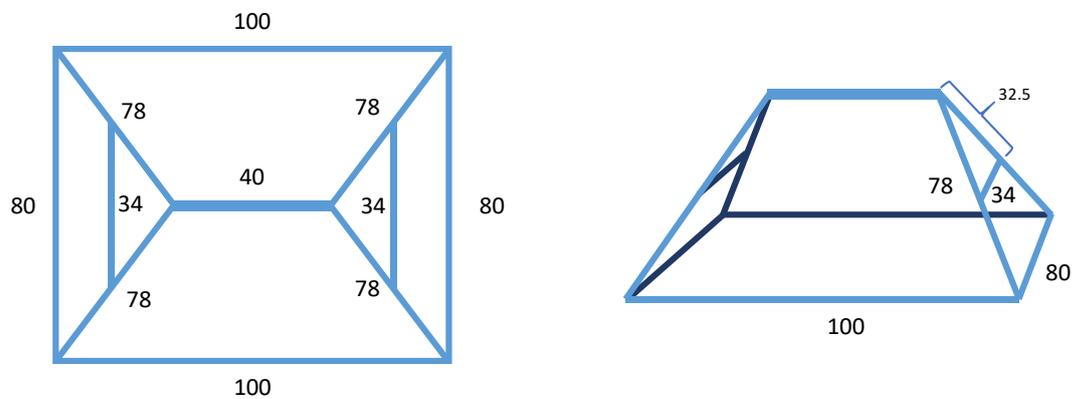


Figura III: medidas das estruturas dos BRUVs usados em São Tomé. Vista desde acima (esquerda) e vista lateral (direita)