



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

ANA LAURA TRIBST CORRÊA

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE PEIXES NA REGIÃO METROPOLITANA DE
RECIFE: nova técnica utilizando BRUVS (*Baited Remote Underwater Video
Station*)**

Recife
2019

ANA LAURA TRIBST CORRÊA

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE PEIXES NA REGIÃO METROPOLITANA DE
RECIFE: nova técnica utilizando BRUVS (*Baited Remote Underwater Video
Station*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin

Recife
2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

C824c Corrêa, Ana Laura Tribst.

Composição da assembleia de peixes na região metropolitana de recife:
nova técnica utilizando BRUVS (Baited Remote Underwater Video Station). /
Ana Laura Tribst Corrêa. - 2019.
54 folhas. Il.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2019.
Inclui Referências e Anexos.

1. Oceanografia. 2. BRUVS. 3. Região Metropolitana de Recife. 4. Peixes.
5. Biodiversidade marinha. I. Hazin, Fábio Hissa Vieira (Orientador). II. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2019 - 168

ANA LAURA TRIBST CORRÊA

**COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLEIA DE PEIXES NA REGIÃO METROPOLITANA DE
RECIFE: nova técnica utilizando BRUVS (*Baited Remote Underwater Video
Station*)**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Oceanografia da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Oceanografia.

Aprovada em vinte e um de fevereiro de dois mil e dezenove.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Ilka Siqueira Lima Branco Nunes (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e por estar com saúde. Agradeço ao mar, ao sol e a lua pelas energias que me compõe.

Agradeço aos meus familiares e parentes, que são o bem mais precioso e importante que possuo ao meu lado. Obrigada mãe e pai pelo amor, carinho e apoio nas minhas escolhas desde sempre. Aos meus irmãos e cunhadas pelo companheirismo e apoio. Aos meus avós, tias e tios pelo apoio e orações. Às minhas primas e primos pela irmandade e parceria.

Agradeço ao meu companheiro Daniel Carapeba pelo amor, carinho, amizade, companheirismo e apoio em todos os momentos, risadas, conversas, estudos, surf, viagens e tudo mais.

À Universidade Federal de Pernambuco pelos dois anos de convivência. Aos funcionários e funcionárias do RU (bandejão), obrigada pelos almoços e jantares. Ao departamento de Oceanografia pelo suporte ao longo desses dois anos de mestrado. Aos professores e professoras pelo aprendizado de cada dia.

Agradeço ao Professor Doutor Fábio Hazin por aceitar me orientar nesse projeto. À Natália Bezerra pelo aprendizado, pelo suporte acadêmico e por todos os momentos de companheirismo nas coletas a bordo do Sinuelo, entre gorfadas e risadas. Ao Professor Doutor Dráusio Veras pela ajuda na identificação dos peixes.

Agradeço ao Ricardo Garla e ao Projeto Global FinPrint pelo suporte técnico e financeiro para a realização do trabalho. Ao CNPq pelo apoio financeiro ao longo desses dois anos de pesquisa.

A todos amigos e amigas de Itajubá, do IO-USP, de Ubatuba e de Recife, obrigada pela amizade e pelo apoio, em especial minha sogra Graça Cunha e minha cunhada Mariana Carapeba.

Agradeço a todos de coração. Sem vocês nada seria do jeito que foi. Muito obrigada!

RESUMO

Estações de vídeo com isca operadas remotamente (BRUVS) foram lançadas pela primeira vez na Região Metropolitana do Recife, no presente trabalho, a fim de se investigar sua eficácia para estimar a abundância relativa (MaxN h^{-1}), diversidade e distribuição espacial da assembleia de peixes presente na região. Entre 15 e 27 de novembro de 2017, no período de 8:00 a 17:00, foram realizados 90 lançamentos com 90 minutos de gravação cada, totalizando 7254 minutos ($\pm 91,8$; mín 71; máx 150). Do total de lançamentos, 79 foram considerados válidos, tendo registrado 3.299 indivíduos ($27,29 \text{ h}^{-1}$), pertencentes a 29 famílias. Entre os 75 taxa observados, 69 foram de teleósteos, cinco de elasmobrânquios e um de quelônio. A família Clupeidae foi a mais representativa em abundância relativa ($10,81 \text{ h}^{-1}$), seguida de Haemulidae ($8,94 \text{ h}^{-1}$), Carangidae ($2,11 \text{ h}^{-1}$) e Lutjanidae ($1,26 \text{ h}^{-1}$). A família com maior diversidade foi Haemulidae (10), seguida de Carangidae (6), Lutjanidae (5), Monacanthidae (4), Acanthuridae (3) e Serranidae (3). A espécie com maior número de exemplares foi *Haemulon aurolineatum* (679 indivíduos; $5,62 \text{ h}^{-1}$), seguida de *Ophistonema oglinum* (507; $4,19 \text{ h}^{-1}$), *Haemulon steindachneri* (267; $2,21 \text{ h}^{-1}$), *Lutjanus synagris* (137; $1,13 \text{ h}^{-1}$) e *Caranx crysos* (110; $0,91 \text{ h}^{-1}$). A mais comum, registrada em 56 dos 79 lançamentos, foi *Lutjanus synagris*, seguida de *Haemulon steindachneri* (34), *Caranx crysos* (32) e *Haemulon aurolineatum* (30). Espécies carnívoras (46) foram predominantes, seguidas de onívoras (11) e herbívoras (9). Tubarões e raias apresentaram abundância relativamente baixa ($0,25 \text{ h}^{-1}$). Todas as raias foram do gênero *Hypanus*, incluindo *H. americanus* ($0,15 \text{ h}^{-1}$), *H. marianae* ($0,008 \text{ h}^{-1}$) e outras espécies identificadas apenas ao nível de gênero ($0,08 \text{ h}^{-1}$). Os tubarões foram representados por apenas dois indivíduos de espécies distintas, *Ginglymostoma cirratum* ($0,008 \text{ h}^{-1}$) e *Carcharhinus* sp. ($0,008 \text{ h}^{-1}$). A abundância relativa e o número de espécies foram comparados por: tipo de habitat (sedimento; sedimento com fitobentos; e sedimento em área de naufrágio), profundidade (10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; e 25-30 m) e região geográfica (Norte e Sul). Análises estatísticas univariadas indicaram um maior número médio de espécies no tipo de fundo “Sedimento em área de naufrágio” e “Sedimento com fitobentos”. Além disso, houve um maior número médio de espécies e de espécimes entre 20 e 25 m de profundidade. O uso de BRUVS se mostrou eficiente no local, sendo, porém, necessário que maiores esforços sejam empreendidos em amostragens periódicas e sazonais a fim de se obter dados robustos para uma avaliação da distribuição da fauna marinha na região, tanto no nível espacial quanto temporal.

Palavras-chave: BRUVS. Região Metropolitana de Recife. Peixes. Biodiversidade marinha.

ABSTRACT

Baited remote underwater video stations were deployed for the first time off Recife, Brazil, to test the feasibility of this technique locally and to assess the relative abundance (MaxN h^{-1}), diversity and spatial distribution of fish assemblages in the area. Between November 15th and 27th, 2017, during 08:00 to 17:00, ninety sites were surveyed, with 90 minutes of video being recorded in each of them, totalising 7254 minutes (± 91.8 ; min 71; max 150). Seventy-nine out of 90 BRUVS deployments could be utilised, with 3,299 individuals (27.29 h^{-1}) from 29 families being observed. Of the 75 taxa, 69 were teleosts, five were elasmobranchs and one was a chelonid. The Clupeidae was the more representative in relative abundance (10.81 h^{-1}), followed by Haemulidae (8.94 h^{-1}), Carangidae (2.11 h^{-1}) and Lutjanidae (1.26 h^{-1}). The Haemulidae was the most diverse family (10 species), followed by Carangidae (6), Lutjanidae (5), Monacanthidae (4), Acanthuridae (3) and Serranidae (3). Most of the fish observed were *Haemulon aurolineatum* (679 individuals; 5.62 h^{-1}), followed by *Ophistonema oglinum* (507; 4.19 h^{-1}), *Haemulon steindachneri* (267; 2.21 h^{-1}), *Lutjanus synagris* (137; 1.13 h^{-1}) and *Caranx crysos* (110; 0.91 h^{-1}). The most common species was *Lutjanus synagris*, recorded in 56 out of 79 different surveys, followed by *Haemulon steindachneri* (34), *Caranx crysos* (32) and *Haemulon aurolineatum* (30). Most of the species recorded by the BRUVS (46) were carnivore, while eleven were omnivore and the remaining nine herbivore. Sharks and rays showed a rather low relative abundance (0.25 h^{-1}). All rays were from the genus *Hypanus*, including *H. americanus* (0.15 h^{-1}), *H. marianae* (0.008 h^{-1}), and unidentified species of *Hypanus* (0.08 h^{-1}). The sharks were represented by *Ginglymostoma cirratum* (0.008 h^{-1}) and *Carcharhinus sp* (0.008 h^{-1}). The relative abundance and the number of species were compared by: habitat type (Sediment; Sediment with phytobenthos; and Sediment in a shipwreck area), depth (10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; and 25-30 m) and geographic region (North and South). Univariate analyses indicated a higher mean number of species in “Sediment in a shipwreck area” and “Sediment with phytobenthos”. The depth range from 20 to 25 meters presented the highest mean number of species and specimens. The efficacy of BRUVS to assess fish assemblages in the region was confirmed, although complementary efforts to run similar experiments in different seasons are necessary to allow a more robust assessment of the temporal and spatial distribution of marine fauna in the region.

Keywords: BRUVS. Metropolitan Region of Recife. Fishes. Marine Biodiversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da Região Metropolitana de Recife mostrando os pontos de coleta de dados, escolhidos aleatoriamente	14
Figura 2 - A: Instalação do BRUVS sobre o fundo, preso a um cabo com boias usado para sinalizar sua localização e também para lançamento e recolhimento de toda a estrutura. B: Foto do BRUVS utilizado no presente trabalho	17
Figura 3 - Imagem gerada por meio de um vídeo gravado através do BRUVS na RMR	19
Figura 4 - Fotos dos vídeos gravados pelo BRUVS mostrando a visibilidade. A: igual ou menor que 1 m; B: entre 2 e 3 m; C: entre 4 e 5 m; D: maior que 6 m	21

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	MATERIAL E MÉTODO	13
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2	COLETA DE DADOS	15
2.3	ANÁLISE DOS DADOS	18
3	USE OF BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO STATIONS TO ASSESS THE FISH COMMUNITY OFF A HEAVILY URBANIZED AREA IN NORTHEASTERN BRAZIL.....	22
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXO – IMAGENS DOS BRUVS	54

1 INTRODUÇÃO

Em razão da entrada em vigor da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar em novembro de 1994, foi realizado, entre 1995 e 2005, o maior levantamento dos recursos vivos presentes na costa brasileira até hoje, por meio do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE). A maior parte dos dados foram coletados nos desembarques pesqueiros e, especificamente na região nordeste do país, foram obtidos exemplares de 179 espécies, pertencentes a 54 famílias. Desse montante, os peixes teleósteos corresponderam a 159 espécies, pertencentes a 47 famílias, e os peixes cartilaginosos, a 20 espécies de 7 famílias (Nobrega *et al.*, 2009).

Além do Programa REVIZEE, no litoral de Pernambuco, levantamentos das assembleias de peixes têm ocorrido com maior frequência nas regiões Norte, especificamente na Ilha de Itamaracá (Vasconcelos-Filho *et al.*, 1999; Guedes *et al.*, 2005), e Sul do estado, principalmente no município de Tamandaré (Ferreira *et al.*, 1995; Ferreira *et al.*, 2001; Araújo *et al.*, 2018). Já na região central, o maior número de pesquisas tem sido direcionado ao estudo dos peixes recifais associados aos naufrágios (Fischer, 2009; Oliveira, 2012) e ao levantamento das espécies de elasmobrânquios, devido à problemática dos incidentes com tubarões em Pernambuco (Hazin *et al.*, 2000; Hazin & Afonso, 2013; Afonso *et al.*, 2014; Niella *et al.*, 2017).

O litoral pernambucano, especificamente a Região Metropolitana do Recife (RMR), passou a ser conhecido a partir do início da década de 90 pelos frequentes incidentes com tubarões, principalmente nas praias de Boa Viagem e Piedade. A topografia acidentada que deu origem a um canal profundo próximo a praia e o processo desordenado de urbanização desses locais, entre outros fatores, a exemplo da construção do terminal portuário de Suape, ao sul, propiciam a aproximação de tubarões a essas praias urbanas da RMR. Por outro lado, o aumento da população e do turismo tem feito com que um número cada vez maior de pessoas frequente as praias do litoral pernambucano, o que também alavancou o número de incidentes nos últimos anos (Hazin *et al.*, 2008). Devido a essa problemática, a fim de mitigar os incidentes com tubarões na costa de Pernambuco,

o Programa de Monitoramento de Tubarões no Litoral do Recife (PROTUBA) utilizou, até dezembro de 2014, uma metodologia que se tornou conhecida no mundo todo como uma forma não-letal e pouco invasiva de prevenção dos ataques que consistia na captura dos tubarões, marcação com transmissores convencionais e/ou eletrônicos e posterior soltura dos animais próximo ao talude continental, ou seja, a uma distância segura das praias (Hazin & Afonso, 2014).

Impactos nos ecossistemas marinhos, como a destruição de habitats essenciais, sobrepesca, poluição e mudança do clima (Simpfendorfer *et al.*, 2011; Dulvy *et al.*, 2014) vêm causando o declínio de algumas populações de peixes, tanto de espécies presentes na costa, associadas a recifes de coral, como as de águas profundas (Jones *et al.*, 2004; Baker *et al.*, 2009). Em razão disso, pesquisadores estão investindo cada vez mais em métodos não invasivos e não letais para estudar a ecologia e o comportamento, principalmente das espécies ameaçadas de extinção e protegidas (Barnett *et al.*, 2010; Heupel & Simpfendorfer, 2010).

Um método não-letal e não-destrutivo que tem se mostrado extremamente viável e eficiente (Brooks *et al.*, 2011, Meekan & Cappelletti *et al.*, 2004) na pesquisa de organismos aquáticos, e que por essa razão vem sendo muito utilizado por pesquisadores de todo o mundo, é o BRUVS (*Baited Remote Underwater Video Station* – estação remota de vídeo subaquático com isca). Com o uso desse equipamento, o pesquisador pode ter acesso a dados relacionados à diversidade e abundância relativa de espécies em um determinado local e, assim, acerca da estrutura populacional (Harvey *et al.*, 2002; Watson *et al.*, 2010), uma vez que o mesmo possibilita a avistagem de espécies que foram atraídas tanto pela pluma gerada pela isca, quanto pela agregação de organismos no entorno dela, além da própria presença da estrutura em si. Somado a isso, ainda é possível observar espécies indiferentes à presença da isca, tanto as que anteriormente já habitavam o local onde o BRUVS assentou, e assim já estavam no campo de visão da câmera, quanto aquelas que estavam apenas de passagem durante a filmagem (Cappelletti *et al.*, 2003). Embora a metodologia possa apresentar algum viés em relação à abundância relativa dos organismos, muitas vezes sub- ou superestimando valores, o uso do BRUVS se tornou uma valiosa alternativa para o estudo da ecologia de

peixes em locais onde a técnica de censo visual através de mergulho não é favorecida (Cappo *et al.*, 2003; Langlois *et al.*, 2006; Gomelyuk, 2009).

O monitoramento da assembleia de peixes através de BRUVS possibilita detectar flutuações temporais e espaciais nas populações, em um determinado local, tanto sob influência de fatores naturais quanto antrópicos (Willis *et al.*, 2000; Whitmarsh *et al.*, 2017; Barley *et al.*, 2017). Além disso, os BRUVS são amplamente utilizados para testar a efetividade de áreas marinhas protegidas (Cappo *et al.*, 2003; Watson *et al.*, 2005; Langlois *et al.*, 2006; Cappo *et al.*, 2004; Speed *et al.*, 2018), identificação de espécies-alvo (Sherman *et al.*, 2018) e também comparação de distintas técnicas de amostragem (Harvey *et al.*, 2002; Harvey *et al.*, 2007; Lowry *et al.*, 2011; Clarke *et al.*, 2012; Cundy *et al.*, 2017). A implantação dos BRUVS independe da rugosidade do fundo (Cappo *et al.*, 2004), podendo ser utilizado em qualquer tipo de ambiente, a exemplo dos recifes de corais, região estuarina (Lowry *et al.*, 2011), inter-recifal (Cappo *et al.*, 2004), recifes rochosos (Azzuro *et al.*, 2007; Gomelyuk, 2009), pradarias marinhas (Whitmarsh *et al.*, 2014), entre outros. Além disso, esse equipamento pode ser utilizado em diferentes estratos de profundidade (Cappo *et al.*, 2004), sendo eficaz tanto em águas mais rasas (1-30m) (Fitzpatrick *et al.*, 2012), como em profundidades maiores (30-110m), a depender da autonomia do equipamento (Fitzpatrick *et al.*, 2012; Anderson & Bell, 2014; Andradi-Brown *et al.*, 2016; Lindfield *et al.*, 2016; Asher *et al.*, 2017).

Embora a maioria dos trabalhos utilizando BRUVS como técnica de amostragem estejam direcionados ao estudo dos elasmobrânquios (Brooks *et al.*, 2011; Bond *et al.*, 2012; Asher *et al.*, 2017; Barley *et al.*, 2017; Speed *et al.*, 2018) e dos peixes teleósteos (Cappo *et al.*, 2003; Cappo *et al.*, 2004; Gomelyuk, 2009; Barley *et al.*, 2017; Fitzpatrick *et al.*, 2012), também há estudos importantes com cefalópodes (Dunstan *et al.*, 2011; Barord *et al.*, 2014), crustáceos (Collins *et al.*, 2002), cobras marinhas (Udyawer *et al.*, 2014), gastrópodes (Aguzzi *et al.*, 2012), entre outros, ainda que em menor proporção.

No Brasil, estudos com BRUVS ainda são incipientes por se tratar de uma metodologia recente e que se encontra em expansão (Rolim *et al.*, 2016). Schmid *et al.* (2017) utilizaram a técnica para estudar a assembleia de peixes no Rio Xingu, um dos tributários do grande Rio Amazonas. Rolim *et al.* (2018) realizaram trabalhos

com BRUVS em quatro ilhas distintas na costa do estado de São Paulo e descreveram, por meio dos mesmos, a primeira ocorrência de uma lontra marinha (*Lontra longicaudis*) na região.

Uma iniciativa global que vem utilizando BRUVS na coleta de dados sobre a vida marinha é o GlobalFinPrint. Com o intuito de consolidar a pesquisa e desenvolver planos de conservação e manejo, focando em encontrar áreas de refúgio e agregação das espécies, pesquisadores do mundo inteiro colaboram na obtenção de dados a respeito das populações de tubarões e raias, a fim de entender como os elasmobrânquios influenciam no ecossistema recifal e qual o impacto humano nessas espécies e no seu habitat.

Nesse contexto, o objetivo dessa dissertação foi estudar a assembleia de peixes presentes na RMR, utilizando-se a tecnologia de BRUVS, com o apoio do Projeto GlobalFinPrint, incluindo informações sobre a sua diversidade, abundância relativa e distribuição espacial. Visto que esse trabalho é pioneiro na utilização dessa técnica na região, os resultados poderão servir para avaliar a sua efetividade na área, além de fornecer subsídios para possíveis medidas de manejo visando à conservação das espécies. A estrutura da dissertação foi organizada na forma de um artigo científico, seguindo os objetivos propostos no tema geral da dissertação.

2 MATERIAL E MÉTODO

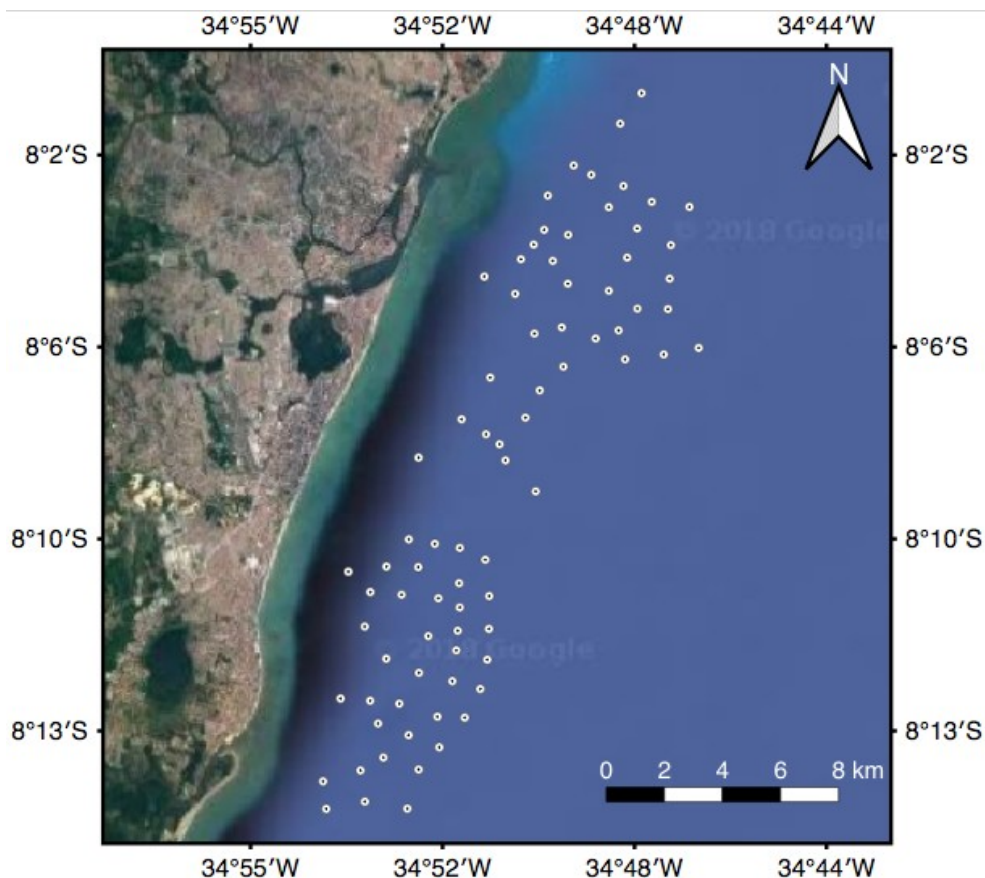
Área de estudo, coleta de dados e análise dos dados descritos a seguir.

2.1 ÁREAS DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em aproximadamente 25 km ao longo da costa de Pernambuco, região nordeste do Brasil, em pontos escolhidos aleatoriamente, ao longo da Região Metropolitana de Recife (RMR), desde o Sul da cidade de Olinda (Praia dos Milagres e Del Chifre) até o extremo norte do Município de Cabo de Santo Agostinho (início da praia do Paiva), incluindo as cidades do Recife (Praias do Pina e de Boa Viagem) e Jaboatão dos Guararapes (Praias de Piedade, Candeias e Barra de Jangada) (Figura 1). Na área mais ao Norte se encontra o Porto do Recife, situado no estuário da Bacia do Pina, enquanto na porção mais ao Sul está localizado o estuário do Rio Jaboatão, dois importantes estuários que banham a região de estudo.

As atividades urbanas e agrícolas são potenciais poluidores destes estuários, devido à alta descarga de nitrogênio (N) e fósforo (P) provindos de esgoto urbano, escoamento pluvial, além de cultivos intensivos de cana-de-açúcar. Esse processo causa eutrofização das águas estuarinas e a degradação do meio ambiente devido às altas concentrações de nutrientes dele resultantes (Noriega & Araújo, 2009). Outro grande problema nessa região é a alta taxa de urbanização e consequente impacto antrópico nas praias (Araújo, 2008). Atrelado a isso, a erosão costeira e a forte hidrodinâmica fazem com que obras emergenciais de contenção ao avanço do mar sejam priorizadas (Rollnic & Medeiros, 2013). Segundo o IBGE, a população estimada no último censo (2010) para a RMR foi cerca de 2,5 milhões de habitantes e a tendência é de crescimento. Esse aumento gera um maior consumo de água pela população e, consequentemente, maior entrada de N e P no estuário (Noriega & Araújo, 2009).

Figura 1 - Mapa da Região Metropolitana de Recife mostrando os pontos de coleta de dados, escolhidos aleatoriamente



Fonte: A Autora, 2019

Os ventos Alísios de Nordeste sopram com maior frequência no verão, mas os ventos Alísios de Sudeste são predominantes o ano todo, embora se intensifiquem no final do inverno, particularmente entre julho e setembro. Relacionado ao regime de ventos estão as correntes superficiais, que possuem sazonalidade na sua direção em diferentes estações (Lira *et al.*, 2010). No verão predominam a ocorrência de correntes no sentido Norte-Sul na superfície e próximo à costa, com velocidades menores, e no sentido Sul-Norte, com velocidades maiores, durante o inverno (Lira *et al.*, 2010). Rollnic, 2008; Rollnic & Medeiros, 2013).

Devido ao regime de ventos predominante (Alísios de Sudeste), durante o período chuvoso a pluma estuarina flui no sentido das correntes, escoando do estuário do Rio Jaboatão e seguindo no sentido das praias de Candeias, Piedade, chegando até Boa Viagem. Esse processo, associado com a intensificação dos

ventos, faz com que aumente a turbidez da água nessas praias, durante o inverno. Já no período seco, a pluma da Bacia do Pina, onde o Porto do Recife está situado, escoia eventualmente para o sul passando pela praia do Pina até Boa Viagem (Rollnic, 2008), embora esse movimento seja bem mais raro.

A plataforma continental pernambucana possui 34 km em média e sua quebra ocorre a aproximadamente 60 m de profundidade, podendo ser caracterizada como pouco extensa e de relevo suave (Kempff, 1967). Estudos sobre o seu perfil batimétrico indicam a presença, a 1 km de distância da praia, um recife de arenito submerso, que se estende desde a praia de Candeias até a praia do Pina. Essa feição origina um canal paralelo à linha de costa com aproximadamente 6,5 m de profundidade e 437 m de largura (Hazin *et al.*, 2008; Rollnic, 2008).

O regime de maré é semidiurno e com altura média de sizígia de 2,0 m (mínimo 1,8 m e máximo 2,4 m) e de quadratura 0,8 m (mínimo 0,5 m e máximo 1,0 m) (Araújo *et al.*, 2018). A temperatura da água do mar nos meses de inverno apresentam valores menores (24°C) do que nos meses de verão, quando a temperatura chega a 30°C, porém com variação vertical e horizontal mais fraca (Rollnic, 2008; Hazin *et al.*, 2000).

2.2. COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados utilizando os BRUVS, com apoio do Projeto GlobalFinPrint, entre 15 e 27 de novembro de 2017. Toda a operação de lançamento e recolhimento do equipamento foi realizada a bordo da embarcação de pesquisa Sinuelo, pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foram realizados 90 lançamentos, compreendidos em 11 dias de saídas de campo (Tabela 1). Cada lançamento resultou em, aproximadamente, 90 minutos de vídeo. A profundidade mínima atingida nos lançamentos foi de 8 m e a máxima foi de 28,6 m. Em relação à distância a costa, os lançamentos se estenderam de 1,3 até 5,7 milhas náuticas.

Tabela 1 - Data da saída de campo para coleta dos dados, quantidade de lançamentos realizados por vez (número de BRUVS), quantidade de vezes lançadas, total de lançamentos no dia e observações.

Data da saída de campo	Quantidade de lançamentos de BRUVS por vez	Quantidade de vezes lançadas	Total de lançamentos de BRUVS no dia	Observações
15/11/2017	4	2	8	
16/11/2017	4	1	4	Problemas mecânicos na embarcação Coleta apenas na parte da manhã Retorno à terra firme
17/11/2017	4	2	8	
18/11/2017	4	1		Sumiço de um BRUVS
	3	2	10	
20/11/2017	3	3	9	
21/11/2017	3	1	3	Problemas mecânicos na embarcação Coleta apenas na parte da tarde
22/11/2017	3	3	9	
23/11/2017	3	1	3	Problemas mecânicos na embarcação Coleta apenas na parte da manhã Retorno à terra firme
25/11/2017	3	4	12	
26/11/2017	3	4	12	
27/11/2017	3	4	12	

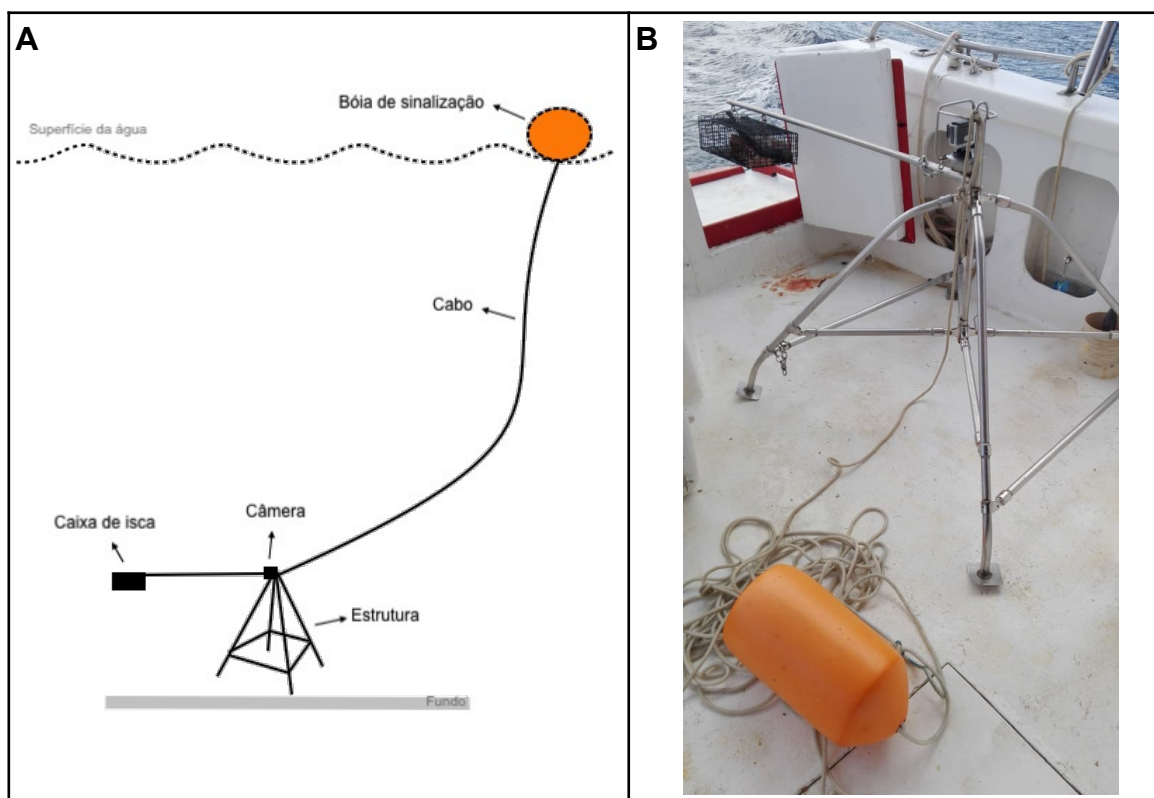
Fonte A Autora, 2019

O equipamento utilizado consiste em uma armação de aço inoxidável com a base quadrada para sustentação (Figura 2). No topo da estrutura encontra-se um cubo vazado para proteger a câmera GoPro modelo Hero 3 dentro de uma caixa estanque. Uma haste horizontal de aproximadamente 120 cm é fixada na estrutura, perpendicular à câmera (Harvey *et al.*, 2002; Langlois *et al.*, 2012), e no seu outro extremo, uma caixa de isca feita de malha fina de ferro resistente. Para auxiliar no lançamento e sinalização do equipamento, foram utilizados, respectivamente, cabos e boias flutuantes.

Para cada lançamento, foi adicionado 1 kg de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) macerada na caixa de isca, devido ao alto teor de óleo da espécie (Schmid *et al.*, 2017) e por ser mais atrativa para grandes predadores (Langlois *et al.*, 2006). Para que a pluma originada da isca de um BRUVS não interfira na atuação da estação seguinte, cada equipamento foi lançado, aproximadamente, a 1 km de distância do

outro. Essa distância foi adotada pelo Projeto Global FinPrint (<https://globalfinprint.org>).

Figura 2 - BRUVS



A: Instalação do BRUVS sobre o fundo, preso a um cabo com boias usado para sinalizar sua localização e também para lançamento e recolhimento de toda a estrutura. B: Foto do BRUVS utilizado no presente trabalho.

Fonte: A Autora, 2017.

O início do procedimento de lançamento do BRUVS consistia na escolha do local em que a coleta seria realizada (latitude e longitude). Assim que a embarcação atracava no ponto pré-determinado, o lançamento do equipamento era realizado com o auxílio de 2 pessoas, normalmente à boreste da embarcação. A terceira pessoa era responsável pelas anotações do número do ponto de coleta, número da câmera, horário de lançamento e profundidade, obtida através da ecossonda da embarcação. Finalizado o lançamento, o comandante da embarcação era acionado para que se dirigisse ao ponto de coleta seguinte, repetindo-se o procedimento.

O processo de recolhimento dos BRUVS foi realizado após, aproximadamente, 90 minutos do lançamento de cada equipamento. Primeiramente, o comandante da embarcação seguia em direção à latitude e longitude do ponto de lançamento, onde a boia de sinalização demarcava o local exato do equipamento, e duas pessoas então eram responsáveis pelo recolhimento do BRUVS. À boreste da embarcação uma puxava o cabo enquanto a outra o enrolava no convés. Enquanto isso uma terceira pessoa ajudava na organização do equipamento e na retirada da câmera da estrutura.

2.3. ANÁLISE DOS DADOS

Todos os lançamentos de BRUVS em que a imagem apareceu obstruída foram excluídos das análises, isto é, vídeos com visibilidade nula ou BRUVS que caíram de lado ou virados para baixo ou para cima, já que nesses casos, devido à restrição da área de visão, a contagem dos indivíduos pode ser influenciada. Consequentemente, no presente trabalho foram considerados apenas 79 amostragens, visto que onze delas sofreram alguma interferência na imagem. O programa computacional utilizado para analisar os vídeos foi o QuickTime Player 7, versão para MacBook. As espécies foram identificadas ao menor nível taxonômico possível.

Através dos vídeos gravados com o uso dos BRUVS (Figura 3), foram obtidos o número total de espécies atraídas pela isca, número máximo de cada espécie avistada no campo de visão da câmera ao mesmo tempo (MaxN), visibilidade média e o tipo de fundo onde os BRUVS foram posicionados (Cappo *et al.*, 2003; Willis *et al.*, 2000).

MaxN é utilizado para estimar a abundância relativa das espécies, sendo definido como o número máximo de indivíduos de uma espécie presente, ao mesmo tempo, no campo de visão da câmera, de forma a evitar a contagem dupla de um mesmo indivíduo (Willis *et al.*, 2000; Cappo *et al.*, 2003). Esse método é considerado uma estimativa conservadora devido à possibilidade de outros indivíduos estarem presentes ao redor do BRUVS, mas não poderem ser contados, por não estarem presentes, ao mesmo tempo, no campo de visão da câmera (Whitmarsh *et al.*,

2017). Uma desvantagem relacionada a esse método de contagem é a saturação, que ocorre quando existe a agregação de indivíduos, o que dificulta a identificação de outros espécimes (Stobart *et al.*, 2015).

Figura 3. Imagem gerada por meio de um vídeo gravado através do BRUVS na RMR.



Fonte: A Autora, 2018

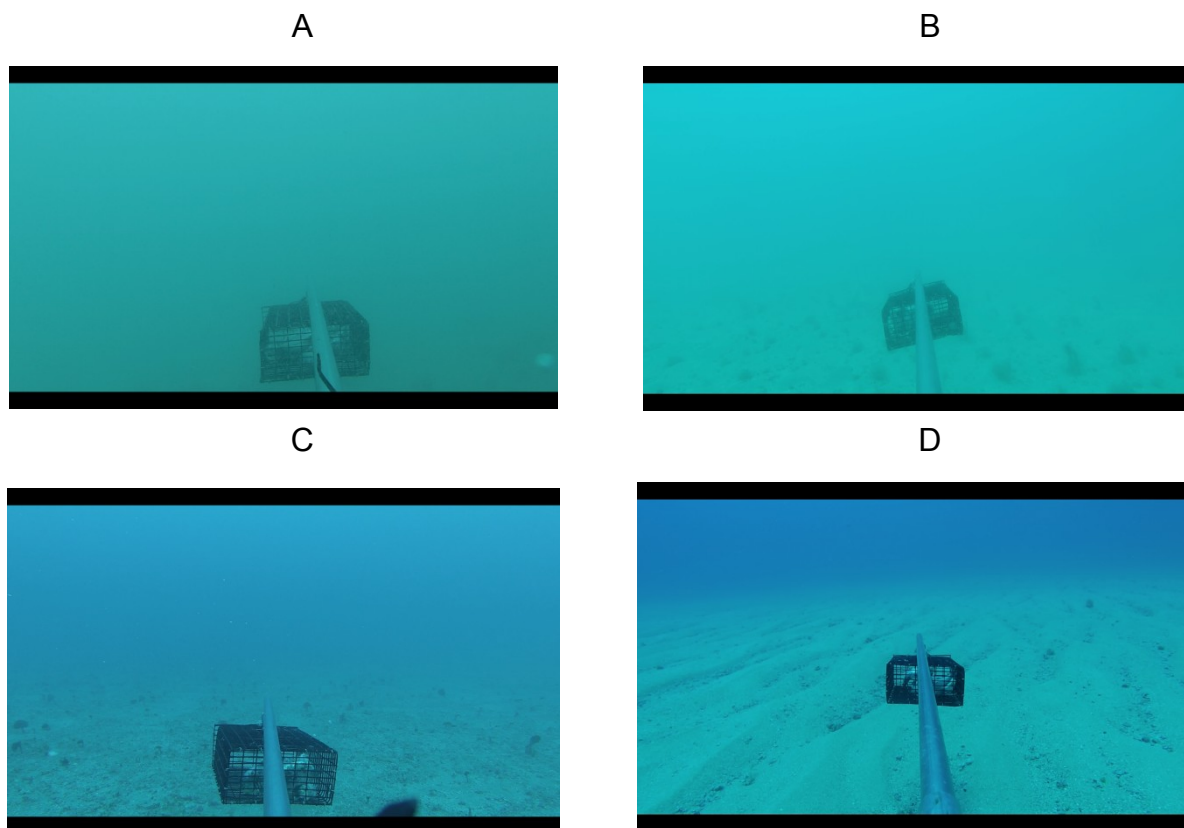
Os índices ecológicos, riqueza de espécies, diversidade de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou, foram calculados no presente trabalho. A riqueza de espécies é definida como o número total de espécies na amostra. Já a equitabilidade, é definida como o modo pelo qual o número de indivíduos se distribui entre o número total de espécies, ou seja, esse índice reflete se as diferentes espécies possuem número de indivíduos semelhantes ou não. Ela pode ser expressa pelo índice de Pielou (J'): $J' = H'_{\text{observado}} / H'_{\text{máximo}}$, sendo o $H'_{\text{máximo}}$ a máxima diversidade possível se todas as espécies apresentarem abundância igual ($H'_{\text{máximo}} = \log S$, onde S é o número total de espécies). Diversidade é definida como uma função do número de espécies e da equitabilidade. Segundo Shannon – Wiener (1949): $H' = -\sum \pi [\log(\pi)]$, onde π é o valor importância, $\log$ é base 2, 10 ou neperiano e H' é adimensional.

O tipo de fundo e a visibilidade média de cada amostragem foram avaliados a partir dos vídeos gerados pelo BRUVS, por meio de inspeção visual. O tipo de fundo foi classificado em três categorias de acordo com os substratos presentes: sedimento, sedimento com fitobentos ou sedimento em área de naufrágio. A visibilidade média foi estimada através da haste de 1,2 m acoplada à estrutura do BRUV, sendo classificada em cinco diferentes intervalos de visibilidade: igual ou menor que 1 m (Figura 4A), entre 2 e 3 m (Figura 4B), entre 4 e 5 m (Figura 4C), maior que 6 m (Figura 4D). Finalmente, a profundidade foi classificada por estratos: 10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; e 25-30 m.

As análises estatísticas foram conduzidas no Programa computacional Past 3.16 (Hammer *et al.*, 2001). Para evitar viés no resultado, devido à presença de cardumes de peixe passando no campo de visão da câmera, registros com abundância maior de 100 indivíduos foram excluídos das análises estatísticas (Fitzpatrick *et al.*, 2012). Com o objetivo de padronizar as análises e, assim, alcançar resultados compatíveis de comparação ao nível regional e global, a abundância relativa foi calculada por hora, MaxN h^{-1} , e comparada por fatores: tipo de habitat (sedimento; sedimento com fitobentos; e sedimento em área de naufrágio), profundidade (10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; e 25-30 m) e região geográfica (Norte e Sul).

Para compreender a influência dos fatores identificados na distribuição espacial dos indivíduos e espécies, a significância estatística das diferenças entre a média do número de indivíduos (MaxN h^{-1}), entre os distintos intervalos de profundidade, os diferentes tipos de habitat e entre as duas regiões geográficas foi avaliada por meio de análises univariadas. As variáveis foram transformadas usando $(x+1)$ e $\log(x+1)$, quando necessário, para se obter uma distribuição normal. Para dados paramétricos foi utilizado o teste ANOVA *one way* e para dados não paramétricos, ou seja, que não seguiam uma distribuição normal, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, ambos considerando-se um intervalo de confiança de 95%.

Figura 4. Fotos dos vídeos gravados pelo BRUVS mostrando a visibilidade.



A: igual ou menor que 1 m; B: entre 2 e 3 m; C: entre 4 e 5 m; D: maior que 6 m.

Fonte: A Autora, 2018

3 USE OF BAITED REMOTE UNDERWATER VIDEO STATIONS TO ASSESS THE FISH COMMUNITY OFF A HEAVILY URBANISED AREA IN NORTHEASTERN BRAZIL

Abstract

Baited remote underwater video stations were deployed off the Metropolitan Region of Recife (MRR), a heavily urbanised area in northeastern Brazil, to assess the relative abundance (MaxN h^{-1}), diversity and spatial distribution of the local fish community. A total of 3,299 individuals (27.29 h^{-1}) from 29 families were recorded in 79 locations sampled along a 25 km section of the shore up to 30 m depth. Among the 75 taxa detected, 69 were teleosts and five were elasmobranchs. Univariate analyses indicated a lower mean number of species in bottoms with sediment cover. The depth range between 20 and 25 m presented the highest mean number of species and specimens. As observed elsewhere, BRUVS proved to be an efficient technique to assess the fish assemblages of Recife, and complementary surveys in different seasons are needed to allow a complete assessment of the temporal and spatial distribution of the marine fauna in the region, specially the elasmobranchs. Overall, results demonstrate a relatively poor fish community, with a rarity of top predators and a predominance of few species of small and medium-sized mesopredators in the majority of the samples.

Resumo

Estações de vídeo com isca operadas remotamente (BRUVS) foram lançadas na Região Metropolitana do Recife, área intensamente urbanizada no Nordeste do Brasil, no intuito de estimar a abundância relativa (MaxN h^{-1}), diversidade e distribuição espacial da comunidade de peixes na região. Um total de 3.299 indivíduos ($27,29 \text{ h}^{-1}$), pertencentes a 29 famílias foram registrados dentre os 79 pontos amostrados ao longo de 25 km de costa e até 30 m de profundidade. Entre os 75 taxa observados, 69 foram teleósteos e cinco elasmobrânquios. Análises estatísticas univariadas indicaram um menor número médio de espécies no fundo coberto por sedimento. A profundidade entre 20 e 25 m apresentou maior número médio de espécies e de espécimes. Como observado em outros locais, o uso de

BRUVS se mostrou uma técnica eficiente para avaliar a assembléia de peixes em Recife, sendo, porém, necessário que amostragens periódicas e sazonais sejam realizadas para permitir uma avaliação completa da distribuição temporal e espacial da fauna marinha na região, principalmente elasmobrânquios. No geral, os resultados apontaram uma comunidade de peixes relativamente pobre, com rara aparição de predadores de topo e predominância de poucas espécies de mesopredadores de pequeno e médio porte na maioria dos pontos coletados.

Keywords

Degraded reefs, Fish abundance, Ichthyofauna, Marine biodiversity, Video techniques

Palavras-chave

Abundância de peixes, Biodiversidade marinha, Ictiofauna, Recifes degradados, Técnicas de vídeo

Running head

BRUVS surveys off Recife, Brazil

Introduction

New techniques have been developed to study marine ecology (Barnett *et al.*, 2010; Heupel & Simpfendorfer, 2010) due to the growing threats on marine ecosystems in last decades, such as habitat degradation, pollution, overfishing and climate change (Simpfendorfer *et al.*, 2011; Dulvy *et al.*, 2014; Brautigam *et al.*, 2015). Particular emphasis has been employed on non-lethal, non-extractive methods that can detect temporal and spatial fluctuations in populations associated with natural and anthropogenic impacts (Willis *et al.*, 2000; Whitmarsh *et al.*, 2017; Barley *et al.*, 2017). One of such methods is the “baited remote underwater video station (BRUVS)”, which has become increasingly popular worldwide (Whitmarsh *et al.*, 2017), due to its efficiency to assess marine diversity and estimate relative abundance (Harvey *et al.*, 2002; Watson *et al.*, 2010; Brooks *et al.*, 2011, Meekan & Cappel *et al.*, 2004). In Brazil, the use of BRUVS has also increased in recent years, since it is a low-cost alternative to study different ecosystems (Schmid *et al.*, 2017; Rolim *et al.*, 2019).

The relative extensive sandstone reefs, which occur parallel to the coast and in different depths are the most remarkable physiographic feature of the coastline of Pernambuco State, northeastern Brazil (Maida & Ferreira, 1997). Those reefs have been suffering anthropogenic impacts at an extremely accelerated rate. The most evident impacts include discharge of sewage, dredging, effects of coastal development, pollution, intense vessel traffic, fishing, disordered tourism and ornamental fish market, which are also exacerbated by global climate changes (Araújo *et al.*, 2018).

Previous investigations of the fish fauna along the coast off Recife, the capital of Pernambuco, located in the central coastline of the State, has focused the fish assemblages in shipwreck sites (Fischer, 2009; Oliveira, 2012) and the elasmobranch ecology, due to human-shark incidents (Hazin *et al.*, 2000; Afonso *et al.*, 2014; Niella *et al.*, 2017). Extensive surveys of fisheries landings along the shoreline of Pernambuco were also conducted between 1995 and 2005 as part of a regional effort to assess the fish fauna of the Economic Exclusive Zone (REVIZEE Programme) in the Brazilian northeastern region. Those studies recorded a total of 179 species and 54 families for the Brazilian northeastern region composed of 159

teleost species, and 20 elasmobranchs, distributed in 47 and seven families, respectively (Lessa *et al.*, 2009). Besides the shipwreck centered studies above mentioned, surveys in along the coast off Recife are lacking. Therefore, herein is presented a report of first use of BRUVS to survey the fish assemblages off Recife in order to assess their diversity, relative abundance and spatial distribution in this heavily urbanized area.

Material and Methods

Sampling sites. This study was carried out along an approximately 25 km section off the Metropolitan Region of Recife (MRR), northeastern Brazil. The region is influenced by two seasons clearly defined: the rainy and dry seasons, which occurs between March to August and from September to February, respectively (Mendonça & Danni-Oliveira, 2007). The Southeastern Trade winds are more frequent in austral winter, so the surface current at this time flows predominantly northwards. Northeastern Trade winds become stronger in the austral summer, when the currents occasionally flow southwards (Lira *et al.*, 2010; Rollnic & Medeiros, 2013). Due to the great extent of the surveyed area, it was separated into regions, northern and southern MRR.

The continental shelf is narrow and relatively plane, extends 35 km offshore and breaks at 60 m depth. Due to an underwater reef-like beach-rock 1 km from shore, there is a 6.5 m deep channel parallel to the beach (Hazin *et al.*, 2008; Lessa *et al.*, 2009). The tidal regime is semidiurnal and the average seawater temperatures range from 24 to 30 °C, during austral winter and summer, respectively (Hazin *et al.*, 2000).

A total of 79 sites were sampled with baited remote underwater video stations (BRUVS) deployed at random locations in 11 days of effort between November 15th and 27th 2017 (Fig. 1). BRUVS were set between 8:00 and 17:00, and were left at least 80 minutes in depths ranging from 8.0 to 28.6 m and distances from shore ranging from 1.3 to 5.7 nautical miles.

Each BRUVS consisted of a Hero 3+ GoPro camera inside an underwater housing mounted on a stainless steel frame with a bait cage with a pre-weighted 1 kg of crushed sardine (*Sardinella brasiliensis*) mounted on a pole in the camera's field of view. BRUVS were tied by a rope to a buoy at the surface and were deployed at least 1 km apart each other to avoid overlapping bait plumes. Latitude, longitude, date, time and depth were collected before each deployment.

Statistical analyses. The number of species attracted, the maximum number of each species in the camera field of view at the same time (MaxN), the underwater visibility and the habitat type were collected through the videos recorded from the BRUVS. The Software QuickTime Player 7, Mac version, was used to analyse all the

videos. Species were identified to their lowest possible taxonomic level. The trophic position of each species was determined according to Fish Base. Both habitat type and underwater visibility were estimated by visual inspection at the beginning of each video record.

Statistical analyses were conducted using Software Past 3.16 (Hammer *et al.*, 2001). To avoid bias due to the passage of schools of through the camera field of view, records with more than a hundred individuals were excluded from the statistical analysis (Fitzpatrick *et al.*, 2012). Relative abundance was calculated as MaxN h^{-1} and compared for three factors: habitat type (Sediment; Sediment with phytobenthos; and Sediment in a shipwreck area), depth (10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; and 25-30 m) and geographic region (Northern and Southern MRR). Univariate analyses were conducted on MaxN data for each factor (habitat type, depth and geographic region), to investigate differences in mean individuals/species number recorded. One way ANOVA was used for normal distribution data and Kruskal-Wallis tests for nonparametric data. Both tests were considered to be significant with $p < 0.05$ and variables were transformed using $(x+1)$ or $\log(x+1)$ to achieve normal distribution.

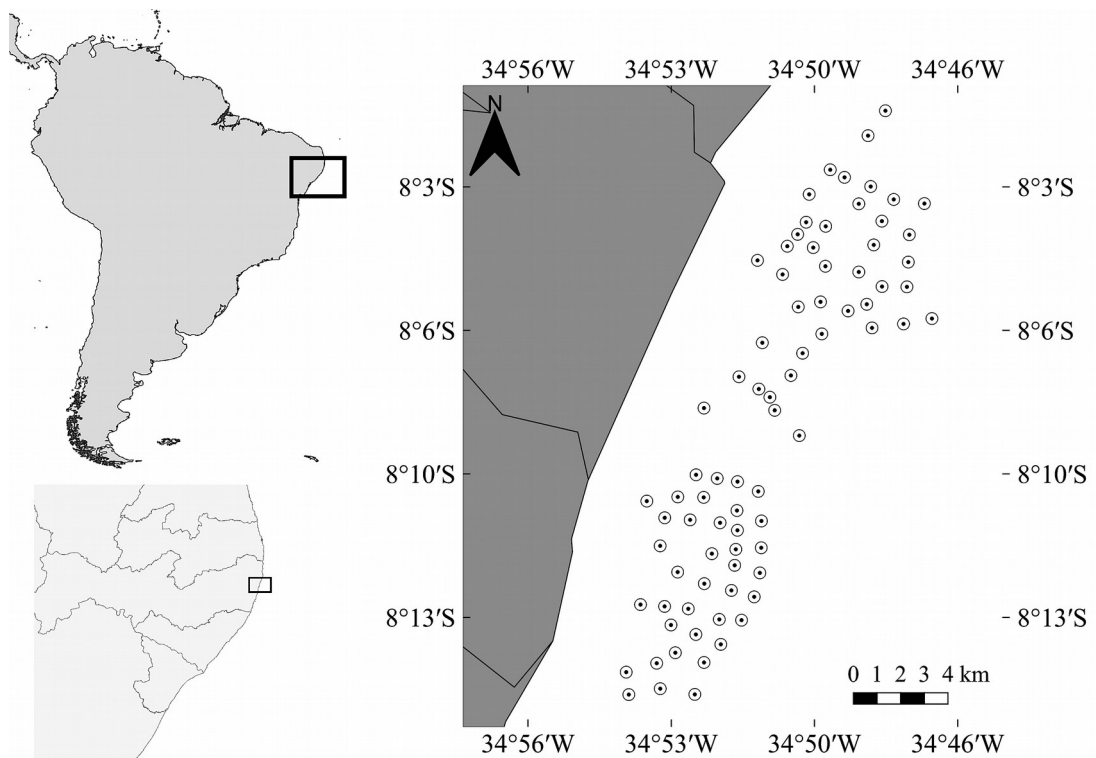


Fig. 1. Map of the Metropolitan Region of Recife, Brazil, showing locations of BRUVS deployments in November 2017.

Results

The total recording time of the 79 deployments was 7,254 minutes (120.9 hours) with a minimum of 71 minutes and a maximum of 150 minutes (± 91.8 SD). The total surveyed area covered approximately 80.5 km². Underwater visibility ranged from 0.5 m to more than 6 m, with an average of 3.26 m (± 2.52 SD). The highest visibility (more than 6 m) occurred in 12.7% of the samples and the lowest (less than 1 m) in 26.6%. Depths ranged from 10.0 to 28.6 m, with average of 19.41 m (± 4.36 SD).

A total of 3,299 individuals (27.29 h^{-1}) distributed in 75 taxa and 29 families was observed. Only one sample had no records. Of the 75 taxa, 69 were teleosts and five were elasmobranchs. Almost 73% of the taxa ($n=54$) were distinguished as species. Due to the limited quality of the video, inadequate visibility and the distance from the camera, 4.1% of the total ($n=135$) were identified at genus level, and categorised into morphotype groups, such as *Decapterus sp.*, *Lutjanus sp.*, *Calamus sp.* and others.

Moreover, 25.5% of the specimens sighted ($n= 840$) could not be identified at genus or species level. One of them was a Haemulidae, 39 could be only identified as flounders, and the remaining 800 were Clupeidae, which passed by as schooling fishes. It was difficult to distinguish the flounders due to their camouflage on the bottom and low visibility. Finally, seven specimens of schooling fishes could not be identified at all.

Although the Clupeidae family dominated in number of individuals, representing 39.6% of all organisms recorded (10.81 h^{-1}), they occurred only as schooling fishes in two distinct samples. Haemulidae represented 32.8% (8.94 h^{-1}), Carangidae 7.7% (2.11 h^{-1}), Lutjanidae 4.6% (1.26 h^{-1}), and the remaining families 15.3% (Fig. 2; Tab. 1). The Haemulidae was the most diverse family (10 species), followed by Carangidae (6), Lutjanidae (5), Monacanthidae (4) and Acanthuridae (3) (Tab. 1).

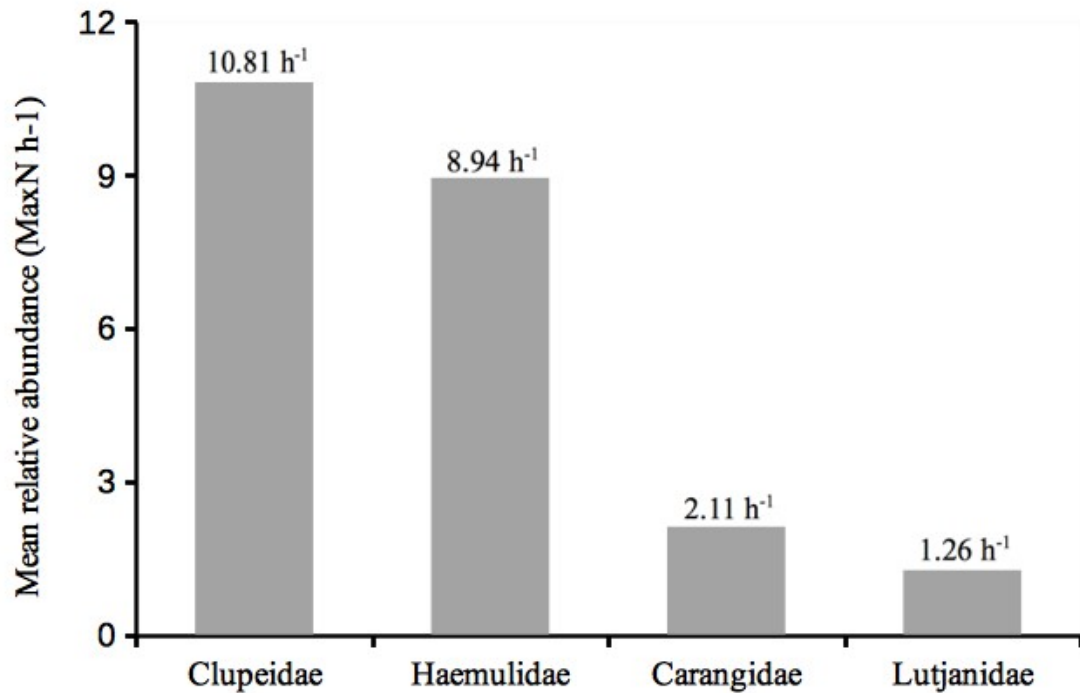


Fig. 2. Mean relative abundance of individuals per hour of sampling (MaxN h⁻¹) of most representative families recorded in BRUVS surveys in the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017.

Tab. 1. Classes, families, species, sum of the maximum number of individuals in the camera field of view at the same time (sum MaxN) and trophic position (TP: C= Carnivore; H= Herbivore; Om= Omnivore) of the specimens observed in the BRUVS surveys at the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017. ** indicates species not observed in previous studies.

Classes	Families	Species	Sum MaxN	TP
Osteichthyes				
	Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787)	1	H
		<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau 1855)	2	H
		<i>Acanthurus coeruleus</i> (Bloch & Schneider 1801)	1	H
		<i>Acanthurus sp</i>	2	H
	Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> (Gmelin 1788)	28	C
		<i>Balistes vetula</i> (Linnaeus 1758)	3	C
	Carangidae	<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus 1766)	67	Om
		<i>Caranx crysos</i> (Mitchill 1815)	110	C
		<i>Caranx ruber</i> (Bloch 1793)	31	C
		<i>Caranx sp</i>	11	C
		<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier 1833)	1	C
		<i>Decapterus sp</i>	34	C
		<i>Seriola rivoliana</i> (Cuvier 1833)	1	C

Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i> (Linnaeus 1758)	5	H
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur 1818)	507	Om
	<i>Unidentified species</i>	800	C
Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus 1758)	22	C
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet 1782)	2	C
Fistulariidae	<i>Fistularia sp</i>	7	C
Gerreidae	<i>Eucinostomus sp</i>	42	C
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus 1758)	4	Om
	<i>Anisotremus surinamenses</i> (Bloch 1791)	2	Om
	<i>Anisotremus moricandi</i> (Ranzini 1842)	1	Om
	<i>Conodon sp</i>	1	C
	<i>Haemulon squamipinna</i> (Rocha & Rosa 1999)	59	C
	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest 1823)	2	C
	<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier 1830)	679	C
	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède 1801)	10	C
	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert 1882)	267	C
	<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier 1830)	55	C
	<i>Unidentified species</i>	1	C
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck 1765)	3	C
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus 1758)	3	C
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus 1758)	137	C
	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier 1828)	6	C
	<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier 1828)	1	C
	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus 1758)	1	C
	<i>Lutjanus sp</i>	1	
	<i>Ocyurus crysurus</i> (Bloch 1791)	7	Om
Monacanthidae	<i>Aluterus monocerus</i> (Linnaeus 1758)	38	Om
	<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck 1765)	4	Om
	<i>Aluterus schoepfii</i> (Walbaum 1792)	2	H
	<i>Aluterus sp</i>	1	
	<i>Cantherhines sp</i>	1	
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier 1829)	2	C
	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch 1793)	11	C
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani 1840)	2	C
	<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnau 1856)	1	C
	<i>Gymnothorax sp</i>	1	C
Ostraciidae	<i>Lactophrys trigonus</i> (Linnaeus 1758)	12	Om
	<i>Lactophrys sp</i>	1	
	<i>Acanthostracion sp</i>	1	
Pempheridae	<i>Pempheris sp</i>	13	
Pomacanthidae	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch 1795)	7	Om

	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch 1787)	1	H
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus 1758)	1	H
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot 1853)	17	Om
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collete, Russo & Zavala-Carmin 1978)	3	C
Serranidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus 1758)	45	C
	<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus 1766)	14	C
	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck 1765)	1	C
Sparidae	<i>Calamus pennatula</i> (Guichenot 1868)	5	C
	<i>Calamus sp</i>	1	
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum 1792)	8	C
	<i>Sphyraena picudilla</i> (Poey 1860)	90	C
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus 1766)	10	C
	<i>Sphoeroides sp</i>	7	
Unidentified	<i>Unidentified species</i>	7	
	flounders	39	
Chondrichthyes			
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus sp</i>	1	C
Dasyatidae	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder 1928)	17	C
	<i>Hypanus marianae</i> (Gomes, Rosa & Gadig 2000)	1	C
	<i>Hypanus sp</i>	10	C
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre 1788)	1	C

Haemulon aurolineatum was the predominant species in numbers (679 individuals; 5.62 h⁻¹), followed by *Ophistonema oglinum* (507; 4.19 h⁻¹), *Haemulon steindachneri* (267; 2.21 h⁻¹), *Lutjanus synagris* (137; 1.13 h⁻¹) and *Caranx crysos* (110; 0.91 h⁻¹) (Fig. 3; Tab. 1). BRUVS also recorded a few rare species, i.e. species that appeared as one individual in only one sample, such as: *Acanthurus coerulus*, *Epinephelus adscensionis*, *Holacanthus tricolor*, *Hypanus marianae* and *Gymnothorax vicinus*. Additionally, some species were recorded in high abundance in a few samples, due to their schooling behaviour as *Ophistonema oglinum*, with a total of 507 individuals in two samples. The most common species was *Lutjanus synagris*, recorded in 56 samples, followed by *Haemulon steindachneri* (n=34), *Caranx crysos* (n=32) and *Haemulon aurolineatum* (n=30). Ten species (Tab. 1) were not observed in previous studies of the local fish fauna. The majority of species

recorded by the BRUVS (69.2%; n=46) were carnivore, 16.9% (n=11) were omnivore and 13.8% herbivore (n=9). (Tab. 1).

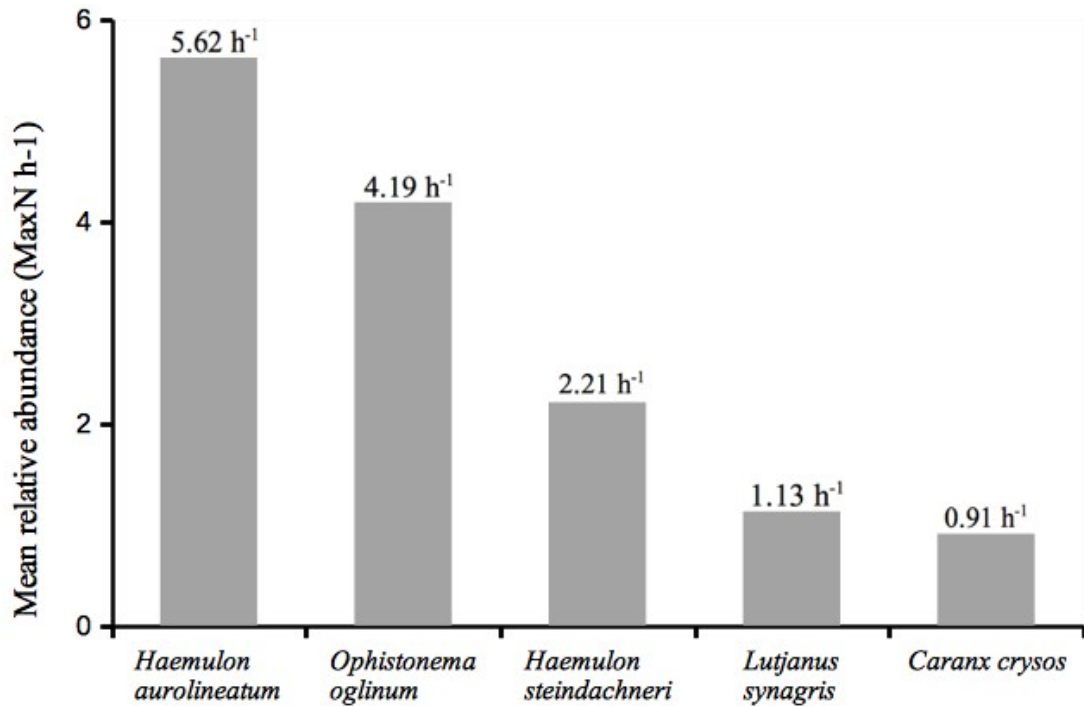


Fig. 3. Mean relative abundance of individuals per hour of sampling (MaxN h⁻¹) of the more common species recorded in BRUVS surveys in the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017.

A total of 30 specimens (0.8%) of sharks and rays were recorded in 29 (36.7%) of the deployments, including two sharks and 28 rays. Sharks were recorded in two samples (2.5%) and rays in 27 (34.2%). Two different species of sharks were recorded: *Ginglymostoma cirratum* and a shark of the genus *Carcharhinus* that could not be identified at species level due to poor water visibility. Two species of rays were also identified: *Hypanus americanus* (n=17) and *Hypanus marianae* (n=1). The remaining 10 rays observed belonged to the genus *Hypanus*, but could not be identified at species level (Tab. 1). The relative abundance of sharks and rays together (MaxN h⁻¹) was 0.25 h⁻¹. The abundance of the genus *Hypanus* was 0.23 h⁻¹, including *H. americanus* (0.15 h⁻¹), unidentified specimens of *Hypanus sp* (0.08 h⁻¹)

and *H. marianae* (0.008 h^{-1}). Relative abundances of *G. cirratum* and *Carcharhinus* sp was 0.008 h^{-1} each.

All deployments were in soft bottom, 16 of them over Sediment with phytobenthos (1,428 min), 60 over Sediment (5,549 min) and the remaining three over Sediment in the surroundings of wreck sites (277 min). Forty-four species were recorded over sediment (Sed), 45 over sediment with phytobenthos (Sed+phytob) and 34 over sediment in wreck sites (Sed+wreck) (Tab. 2). The highest mean number of species was over Sed+wreck, which was significantly higher than that observed in Sed ($F = 17.83$, $p = 0.00008$), but not than Sed+phytob ($F = 4.196$, $p = 0.0562$). However, the mean number of species between Sed and Sed+phytob was not statistically different ($F = 2.998$, $p = 0.0875$).

Although the mean number of individuals was higher in Sed, the differences between habitat types were not statistically significant: Sed and Sed+wreck ($F = 2.546$, $p = 0.1158$); Sed and Sed+phytob ($F = 3.04$, $p = 0.0854$); Sed+phytob and Sed+wreck ($F = 0.5091$, $p = 0.4852$). Values of Pielou's evenness (J') and Shannon-Wiener diversity (H') were 0.56 and 2.19 for Sed, 0.55 and 2.10 for Sed+phytob, and 0.33 and 1.17 for Sed+wreck (Fig. 4).

Of the 30 elasmobranchs sighted, 18 were recorded over sediment (Sed), 10 over sediment with phytobenthos (Sed+phytob), and two over sediment in a shipwreck area (Sed+wreck) (Tab. 2). Despite the large difference in the total number of elasmobranchs by habitat type, mean elasmobranch MaxN h^{-1} was no difference between habitat types ($X^2 = 3.072$, $p = 0.1262$).

Nine deployments (933 min) were at 10-15 m depth, 37 (3,483 min) at 15-20 m, 23 (2,047 min) at 20-25 m and the remaining nine (791 min) at 25-30 m. Thirty-three species were recorded between 10-15 m, 38 in 15-20 m, 59 in 20-25 m and 20 in 25-30 m (Tab. 2). The highest number of species and specimens was observed between 20 and 25 m, which was significantly higher than those observed other ranges: 10-15 m ($F = 9.27$, $p = 0.0047$); 15-20 m ($F = 12.94$, $p = 0.0006$); 25-30 m ($F = 5.196$, $p = 0.0299$) (Fig. 5). The mean number of species per sample was also significantly higher in that depth range: 10-15 m ($F = 16.77$, $p = 0.0002$); 15-20 m ($F = 29.76$, $p = 0.000001$); 25-30 m ($F = 7.635$, $p = 0.0096$).

Values of Pielou's evenness (J') and Shannon-Wiener diversity (H') for depth range are given in Tab. 2. Forty-one samples (55%) contained up to 5 different species, whereas 26 samples (35%) contained 6 to 10 species, 5 (7%) with 11 to 15 species, and only three samples (4%) with more than 16 species (two of them located in wrecks sites).

Elasmobranch sightings per depth range are shown in Table 2. There were no differences in the mean elasmobranch MaxN h^{-1} per depth strata ($X^2 = 3.948$, $p = 0.1513$).

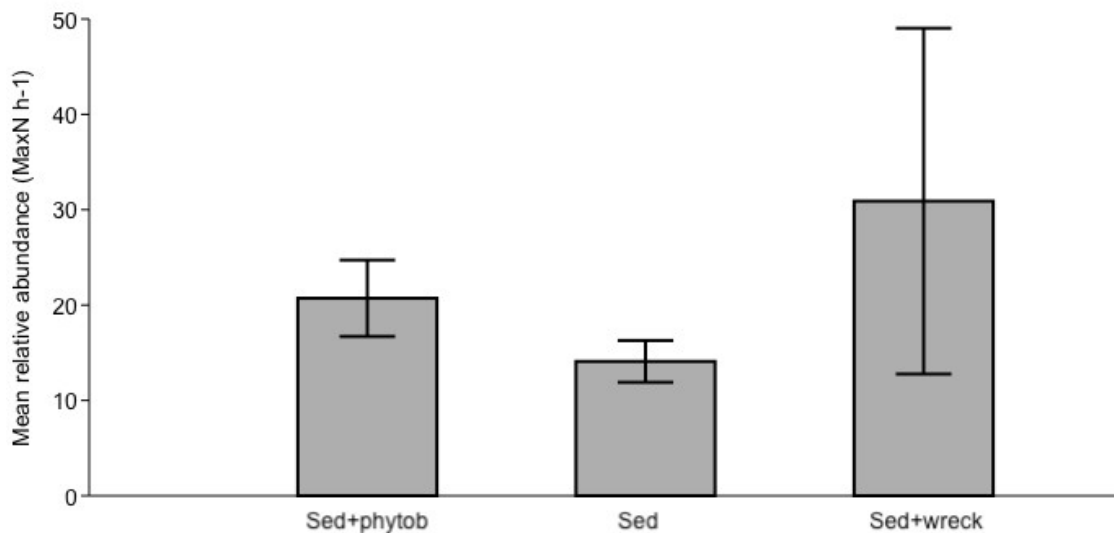


Fig. 4. Mean relative abundance of individuals per hour of sampling ($\pm$ SE), MaxN h^{-1} , of fishes observed in BRUVS deployed in different habitat types (Sediment+phytobenthos; Sediment; and Sediment+wreck) of the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017.

Forty-one deployments (3,861 min) occurred in Northern MRR (from 8°0'S to 8°9'S) and 38 (3,393 min) in Southern MRR (from 8°9'S to 8°15'S). Seventy species were recorded in the Northern region and 38 in the Southern. Although the total number of species recorded in Northern MRR was almost twice the total recorded in the Southern, there was no difference between the two regions ($F = 0.0166$, $p = 0.8977$), and between the total number of individuals observed ($X^2 = 0.1113$, $p =$

0.7387) (Fig. 6). Values of Pielou's evenness (J') and Shannon-Wiener diversity (H') are given in Tab. 2.

Fourteen elasmobranchs were recorded in Northern MRR and 16 in Southern MRR (Tab. 2) and there was no difference in mean elasmobranch MaxN h^{-1} between the two regions ($X^2 = 0.7287$, $p = 0.3229$).

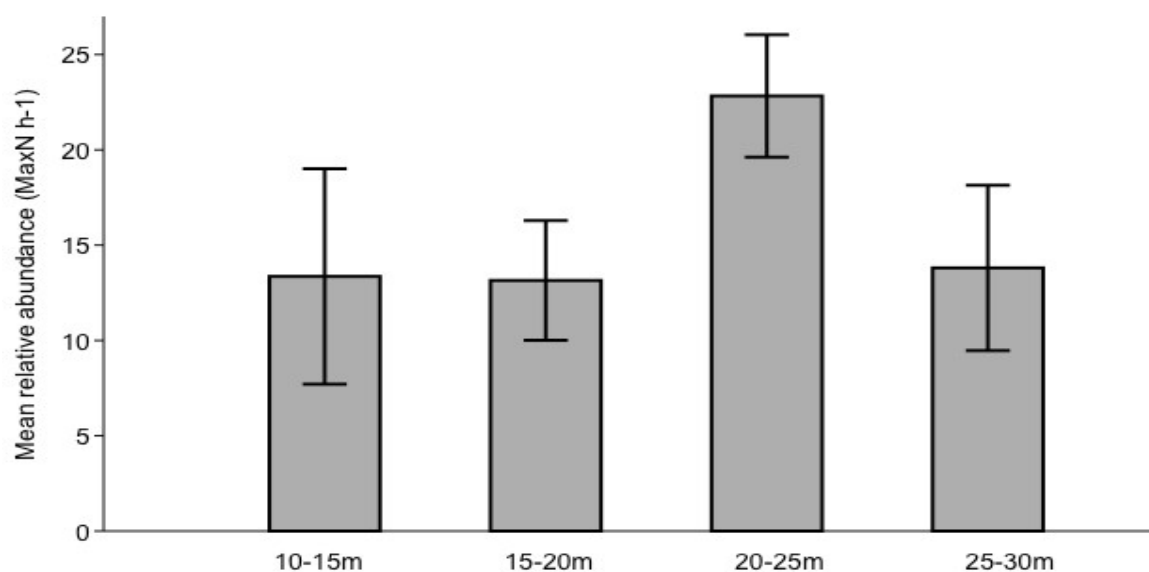


Fig. 5. Mean relative abundance of individuals per hour of sampling ($\pm$ SE), MaxN h^{-1} , of fishes observed in BRUVS deployed in different depth ranges (10-15 m; 15-20 m; 20-25 m; and 25-30 m) of the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017.

Tab. 2. Total number of samples (NS), total soak time in minutes (ST), total number of species (NSP), maximum number of species per hour of sampling (Sp MaxN h⁻¹), total number of individuals (NI), maximum number of individuals per hour of sampling (Ind MaxN h⁻¹), total number of elasmobranchs (NE), maximum number of elasmobranchs per hour of sampling (Elasmo MaxN h⁻¹), Pielou's evenness (J') and Shannon-Weiner diversity, (H') in each habitat type, depth and geographic region recorded in BRUVS surveys in the Metropolitan Region of Recife in November 2017. *Schools of fishes composed of more than a hundred individuals were excluded.

Factors (NS; ST)	NSP	Sp MaxN h ⁻¹ ± SD	NI	Ind MaxN h ⁻¹ ± SD	NE	Elasmo MaxN h ⁻¹ ± SD	J'	H'
Habitat type								
Sediment with phytobenthos (16; 1,428)	45	4.68 ± 2.95	705 *475	29.50 ± 25.94 *19.71 ± 16.02	10	0.42 ± 0.41	0.55	2.10
Sediment (60; 5,549)	44	3.60 ± 1.99	1,960 *1,160	22.08 ± 73.50 *13.09 ± 16.98	18	0.20 ± 0.31	0.58	2.19
Sediment in wreck area (3; 277)	34	9.55 ± 7.47	634 *134	143.53 ± 228.21 *29.90 ± 31.41	2	0.44 ± 0.39	0.33	1.17
Depth								
10 – 15 m (9; 933)	33	3.04 ± 3.60	182	12.36 ± 17.87	3	0.19 ± 0.31	0.69	2.38
15 – 20 m (37; 3,483)	38	3.10 ± 1.65	777 *677	14.01 ± 21.21 *12.15 ± 19.11	12	0.21 ± 0.35	0.69	2.53
20 – 25 m (23; 2,047)	59	6.11 ± 3.05	2,167 *737	63.91 ± 137.07 *21.83 ± 15.40	13	0.38 ± 0.35	0.52	2.11
25 – 30 m (9; 791)	20	3.78 ± 1.77	172	12.81 ± 13.01	2	0.15 ± 0.30	0.72	2.14
Geographic region								
North (41; 3,861)	70	4.29 ± 3.41	2,336 *936	38.40 ± 106.27 *15.24 ± 19.87	14	0.22 ± 0.31	0.55	2.32
South (38; 3,393)	38	3.78 ± 1.77	965 *835	17.19 ± 19.85 *14.77 ± 14.57	16	0.29 ± 0.38	0.63	2.28

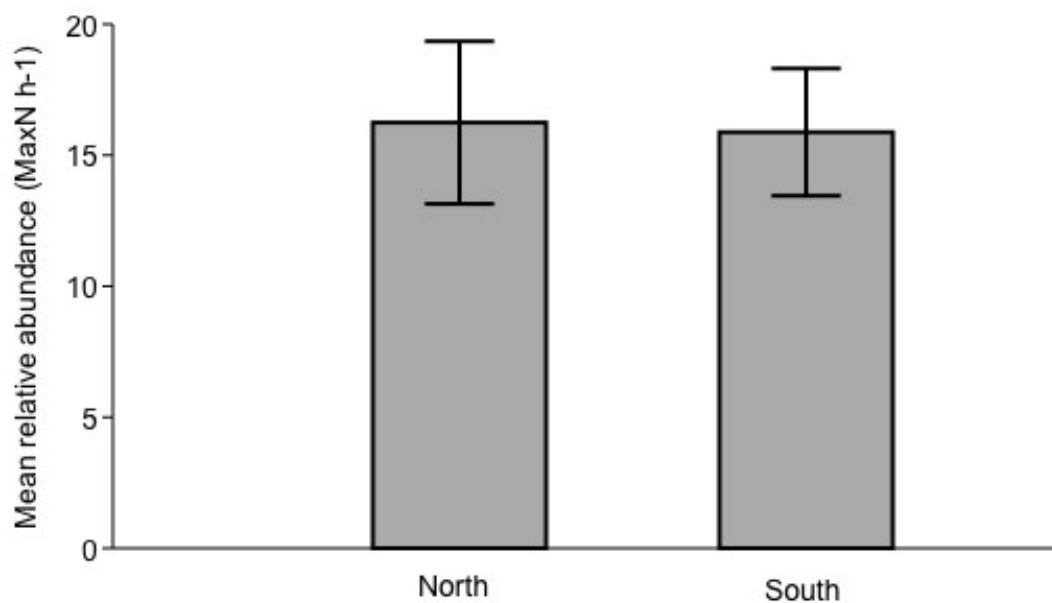


Fig. 6. Mean relative abundance of individuals per hour of sampling ($\pm$ SE), MaxN h⁻¹, of fishes observed in BRUVS deployed in different geographic regions of the Metropolitan Region of Recife (MRR) in November 2017.

Discussion

Results show that BRUVS is effective in recording not only carnivores and omnivores, but also a few herbivores species, as reported elsewhere (Cappo *et al.*, 2003; Harvey *et al.*, 2007; Gomelyuk, 2009; Schmid *et al.*, 2017). Since the MRR is located between two estuaries, water turbidity is commonly high and most of the BRUVS deployments (64%) had less than 3 m of underwater visibility. Studies of nektonic assemblages using BRUVS, however, have been efficiently carried out in regions with rather low visibility (Cappo *et al.*, 2003; Gomelyuk, 2009; Whitmarsh *et al.*, 2014), as corroborated in the present study.

Many previous studies of reef fishes in the coast of Pernambuco have focused shipwrecks, due to the high abundance of species associated to artificial reefs. Those investigations have reported between 65 to 97 species of fishes, observed in sampling efforts that ranged from 180 to 1,800 minutes (Oliveira, 2012; Coxey, 2008 and Fischer, 2009, respectively). The calculated ecological indices also attest the efficiency of BRUVS, since they were similar to those calculated by Fischer (2009) and Oliveira (2012). In addition, the present study recorded 75 taxa during only 11 days (totalling an effort of 7,254 min) and also detected ten species not observed in previous investigations. This demonstrates the efficacy of BRUVS to assess fish assemblages, specially the non-herbivore species, employing short temporal sampling periods and higher effort, and covering much larger areas than visual census studies.

The high relative abundance of Haemulidae found in the present study, with the families Haemulidae, Carangidae and Lutjanidae being the most representative (70% of the total), also corroborate previous results (Coxey, 2008; Fischer, 2009; Oliveira, 2012). Lower-level carnivores, represented here by *Haemulon aurolineatum*, *H. steindachneri*, *Lutjanus synagris* and *Caranx crysos*) are the dominant components of temperate and tropical reefs, both in species richness and biomass (Jones *et al.*, 1991; Wainwright & Bellwood, 2002; Ferreira *et al.*, 2004; Morais *et al.*, 2017). *H. aurolineatum* is dominant from the northeastern to southern Brazil, *H. steindachneri* mainly restricted to high latitudes and coastal habitats, and *Caranx* has been regarded the main representative genus of Carangidae along the Brazilian coast (Ferreira *et al.*, 2004). Lutjanidae are highly fished in northeastern Brazil and

this may explain the predominance of only a small sized species, *Lutjanus synagris*, in MRR.

Previous elasmobranch studies in MRR have demonstrated the occurrence of 11 species of sharks and six species of rays. *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860) was the most abundant shark species between December and February in MRR (Hazin *et al.*, 2000; Afonso *et al.*, 2014; Afonso *et al.*, 2017). Although the *Carcharhinus* specimen recorded by BRUVS matched *C. acronotus* in size the low visibility prevented species identification. The nurse shark (*G. cirratum*) was the second most abundant shark species in the region, although only one individual was recorded by the BRUVS survey. Fishing surveys corroborate the low shark density recorded by BRUVS in MRR (Hazin *et al.*, 2000; Afonso *et al.*, 2017; Niella *et al.* 2017). Indeed, the relative abundance of sharks recorded by BRUVS in MRR (0.0165 h^{-1}) is much lower than elsewhere: 0.13 h^{-1} (Jabado *et al.*, 2018), 0.15 h^{-1} (Brooks *et al.*, 2011), 0.18 h^{-1} (Bond *et al.*, 2012), 0.6 h^{-1} (Asher *et al.*, 2017), 0.7 h^{-1} (Speed *et al.*, 2018). This indicates the causes of the relatively high number of shark-human incidents are not related to a high abundance of sharks, but due to a combination of ecological, oceanographic and anthropogenic factors (Hazin *et al.*, 2008). Even though, Niella *et al.* (2017) have shown a peak of abundance of sharks from May to August, and additional BRUVS surveys are needed to investigate the presence of sharks in MRR during austral winter months. Only two of the five species of rays recorded to MRR were observed in the present study. *H. americanus* was the most abundant ray species in the MRR (Hazin *et al.*, 2000), which was corroborated by BRUVS. The low abundance of *H. marianae* in the fisheries surveys (Afonso *et al.*, 2014) was also confirmed by BRUVS records.

Overall, BRUVS results attest the degraded condition of MRR reef environments. With the exception of the wrecks that showed a greater diversity, even though usually represented by solitary individuals, top predators are rare and few species were detected in most sites, with the predominance of one medium (*Caranx crysos*) and three small-sized (genera *Lutjanus* and *Haemulon*) mesopredators of invertebrates and fishes. This data call attention to the urgent need of actions aimed at the local coastal management, including the recovery and conservation of the reef ecosystems and its fish fauna.

Acknowledgements

RCG thanks Demian D. Chapman to the invitation to conduct sampling expeditions for the Global FinPrint Project in Brazil. Paul G. Allen Philanthropies provided equipment and resources for the fieldwork. The Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) provided additional financial support to ALT. We are grateful to José Alexandre Carvalho and Rafael “Brutus” Muniz for logistical support and friendship, and to the captain Gleicinho and the deckhands Paulinho and Zé of the RV Sinuelo for invaluable assistance onboard. We also thank Drausio P. Veras for helping in fish identification.

References

- Afonso AS, Andrade HA, Hazin FH. Structure and dynamics of the shark assemblage off Recife, northeastern Brazil. *PLoS One*. 2014; 9(7): e102369.
- Afonso AS, Niella YV, Hazin FH. Inferring trends and linkages between shark abundance and shark bites on humans for shark-hazard mitigation. *Mar. Freshw. Res.* 2017; 68(7): 1354-1365.
- Araújo ME, Feitosa CV, Mattos SMG. *Ecologia de peixes recifais em Pernambuco*. [Electronic version]. Recife: Ed. UFPE; 2018. [cited 2019 Jan 15] Available from: https://www3.ufpe.br/editora/UFPEbooks/Outros/ecologia_peixes_recifais_PE/
- Asher J, Williams ID, Harvey ES. An assessment of mobile predator populations along shallow and mesophotic depth gradients in the Hawaiian Archipelago. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 3905.
- Barley SC, Meekan MG, Meeuwig JJ. Species diversity, abundance, biomass, size and trophic structure of fish on coral reefs in relation to shark abundance. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2017; 565: 163-179.
- Barnett A, Redd KS, Frusher SD, Stevens JD, Semmens JM. Non-lethal method to obtain stomach samples from a large marine predator and the use of DNA analysis to improve dietary information. *J Exp Mar Bio Ecol*. 2010; 393(1-2): 188-192.
- Barord GJ, Dooley F, Dunstan A, Ilano A, Keister KN, Neumeister H, et al. Comparative population assessments of *Nautilus* sp. in the Philippines, Australia, Fiji, and American Samoa using baited remote underwater video systems. *PLoS ONE* [serial on the internet]. 2014; 9(6): e100799. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100799>
- Brautigam A, Callow M, Campbell IR, Camhi MD, Cornish AS, Dulvy NK, et al. Global priorities for conserving sharks and rays: a 2015–2025 strategy. [Electronic version]. The Global Sharks and Rays Initiative; 2015. [cited 2019 Jan 18]. Available from: <https://portals.iucn.org/library/node/45894>
- Bond ME, Babcock EA, Pikitch EK, Abercrombie DL, Lamb NF, Chapman, DD. Reef sharks exhibit site-fidelity and higher relative abundance in marine reserves on the Mesoamerican Barrier Reef. *PLoS ONE* [serial on the internet]. 2012; 7(3): e32983. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032983>

Brooks EJ, Sloman KA, Sims DW, Danylchuk AJ. Validating the use of baited remote underwater video surveys for assessing the diversity, distribution and abundance of sharks in the Bahamas. *Endangered Species Research*. 2011; 13(3): 231-243.

Cappo M, Harvey E, Malcolm H, Speare P. Potential of video techniques to monitor diversity, abundance and size of fish in studies of marine protected areas. Western Australia: Australian Society of Fish Biology; 2003; 455-464.

Cappo M, Speare P, De'ath G. 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. *J Exp Mar Bio Ecol*. 2004; 302(2): 123-152.

Coxey MSGS. Biological diversity and community structure of the ichthyofauna on vessel reefs in the Coast of Recife (PE)-Brazil [Doctoral Thesis on the internet]. Faro: Universidade de Algarve; 2008 [cited 2018 Oct 13]. Available from: Repositório da Universidade do Algarve. <http://hdl.handle.net/10400.1/7115>

Dulvy NK, Fowler SL, Musick JA, Cavanagh RD, Kyne PM, Harrison LR, et al. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *Elife* [serial on the internet]. 2014; 3: e00590. Available from: <https://doi.org/10.7554/eLife.00590.001>

Ferreira CEL, Floeter SR, Gasparini JL, Ferreira BP, Joyeux JC. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *J Biogeogr* 2004; 31: 1093–1106.

Fischer AF. Afundamento dos naufrágios Mercurius, Saveiros e taurus, caracterização e comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna na plataforma de Pernambuco, Brasil [PhD Thesis on the internet]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia; 2009 [cited 2018 Aug 19]. Available from: Biblioteca Digital Universidade Federal de Pernambuco. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8134>

Fitzpatrick BM, Harvey ES, Heyward AJ, Twiggs EJ, Colquhoun J. Habitat specialization in tropical continental shelf demersal fish assemblages. *PLoS ONE* [serial on the internet]. 2012; 7(6): e39634. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039634>

Gomelyuk VE. Fish assemblages composition and structure in three shallow habitats in north Australian tropical bay, Garig Gunak Barlu National Park, Northern Territory,

- Australia. *J Mar Biol Assoc U.K.* 2009; 89(3): 449-460.
- Hammer O, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological Statistics software package for education. 2001.
- Harvey E, Shortis M, Stadler M, Cappel M. A comparison of the accuracy and precision of measurements from single and stereo-video systems. *Mar Technol Soc J.* 2002; 36(2): 38-49.
- Harvey ES, Cappel M, Butler JJ, Hall N, Kendrick GA. Bait attraction affects the performance of remote underwater video stations in assessment of demersal fish community structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2007; 350: 245-254.
- Hazin FHV, Júnior JAMW, Mattos SMG. Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. *Arq. Cienc. Mar.* 2000; 33(1-2): 33-42.
- Hazin FH, Burgess GH, Carvalho FC. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. *Bull. Mar. Sci.* 2008; 82(2): 199-212.
- Heupel MR, Simpfendorfer CA. Science or slaughter: need for lethal sampling of sharks. *Conserv Biol.* 2010; 24(5): 1212-1218.
- Jabado RW, Al Hameli SM, Grandcourt EM, Al Dhaheri SS. Low abundance of sharks and rays in baited remote underwater video surveys in the Arabian Gulf. *Sci Rep.* 2018; 8(1): 15597.
- Jones GP, Ferrel DJ, Sale PF. Fish predation and its impact on the invertebrates of coral reefs and adjacent sediments. In: Sale PF, editor. *The ecology of fishes on coral reefs*. San Diego, Academic Press; 1991. p. 156–179.
- Lessa RP, Nóbrega MF, Junior JLB. Dinâmica das frotas pesqueiras da região Nordeste do Brasil. Fortaleza: Editora Martins & Cordeiro; 2009. (Programa REVIZEE – Score Nordeste; vol 4).
- Lira L, Wor C, Hazin FHV, Júnior HACB, Santos JCP. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. *Arq. Cienc. Mar.* 2010; 43(1): 30-37.
- Maida M, Ferreira BP. Coral reefs of Brazil: an overview. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.* 1997; 1:263-274.
- Meekan M, Cappel M. Non-destructive techniques for rapid assessment of shark abundance in northern Australia. Townsville: Australian Government Department of

Agriculture, Fisheries and Forestry; 2004.

Mendonça F, Danni-Oliveira IM. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Brasil: Oficina de textos; 2007.

Morais RA, Ferreira CEL, Floeter SR. Spatial patterns of fish standing biomass across Brazilian reefs. *J. Fish Biol.* 2017; 91 (6): 1642-1667.

Niella YV, Hazin FH, Afonso AS. Detecting Multispecific Patterns in the Catch Composition of a Fisheries-Independent Longline Survey. *Mar Coast Fish.* 2017; 9(1): 388-395.

Oliveira DSD. Acompanhamento da colonização e ocupação ictiofaunística do rebocador walsa intencionalmente naufragado no litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. [Msc Dissertation on the internet]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura; 2012 [cited 2018 Oct 13]. Available from: Biblioteca Digital Universidade Federal Rural de Pernambuco. <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6272>

Rolim, FA et al. Network of small no-take marine reserves reveals greater abundance and body size of fisheries target species. *PLoS ONE* [serial on the internet]. 2019; 14(1), e0204970. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204970>

Rollnic M, Medeiros C. Application of a Probabilistic Sediment Transport Model to Guide Beach Nourishment Efforts. *J. Coastal Res.* 2013; 65: 1856-1861.

Schmid K, Reis-Filho JA, Harvey E, Giarrizzo T. Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia.* 2017; 784(1): 93-109.

Simpfendorfer CA, Heupel MR, White WT, Dulvy NK. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Mar Freshw Res.* 2011; 62(6): 518-527.

Speed CW, Cappo M, Meekan MG. Evidence for rapid recovery of shark populations within a coral reef marine protected area. *Biol Conserv.* 2018; 220: 308-319.

Wainwright PC, Bellwood DR. Ecomorphology of feeding in coral reef fishes. In: Sale PF. *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. San Diego, Academic Press; 2002. p. 33–55.

Watson DL, Harvey ES, Fitzpatrick BM, Langlois TJ, Shedrawi G. Assessing reef fish assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare? *Mar Biol.*

2010; 157(6): 1237-1250.

Whitmarsh SK, Fairweather PG, Brock DJ, Miller D. Nektonic assemblages determined from baited underwater video in protected versus unprotected shallow seagrass meadows on Kangaroo Island, South Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2014; 503: 205-218.

Whitmarsh SK, Fairweather PG, Huveneers C. What is Big BRUVver up to? Methods and uses of baited underwater video. *Rev Fish Biol Fish.* 2017; 27(1): 53-73.

Willis TJ, Millar RB, Babcock RC. Detection of spatial variability in relative density of fishes: comparison of visual census, angling, and baited underwater video. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2000; 198: 249-260.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi parte de uma iniciativa global de monitoramento de tubarões e raias, financiada pelo projeto Global FinPrint. Os dados do trabalho foram gerados a partir de uma técnica inédita na região nordeste, com os resultados alcançados tendo demonstrado a eficiência do uso de BRUVS na região, já que os índices ecológicos obtidos em apenas 11 dias de monitoramento não foram tão diferentes dos já registrados na região através de censo visual por mergulho. Além disso, a elevada turbidez da água na região, com 64% das amostragens no presente trabalho tendo ocorrido com visibilidade menor que três metros, além da presença de grandes predadores, fazem do BRUVS uma alternativa interessante para o monitoramento da fauna marinha. Tendo em vista que no período de inverno a água adquire uma turbidez maior, devido ao maior aporte de sedimentos dos estuários presentes na região, deve-se testar o método também nessa outra época do ano para se poder avaliar a sua eficácia em condições de águas mais turvas. Considerando-se todos os taxa observados pelo BRUVS, os teleósteos da família Haemulidae, Carangidae e Lutjanidae foram os mais representativos, enquanto os elasmobrânquios foram minoria, confirmando a sua baixa abundância na região, já indicada por vários trabalhos pretéritos. Além disso, sabendo-se que o Brasil possui uma grave deficiência de dados sobre o status de conservação de várias espécies de elasmobrânquios, é imprescindível que estudos dessa natureza sejam continuados a fim de se obter uma base de dados mais robusta para permitir uma melhor avaliação das espécies de peixes presentes na área e, assim, um maior entendimento da sua distribuição espacial e temporal.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Andre S.; ANDRADE, Humber A.; HAZIN, Fabio HV. Structure and dynamics of the shark assemblage off Recife, northeastern Brazil. **PLoS One**, v. 9, 2014. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0102369>. Acesso: 24 abril 2018.
- AFONSO, Andre S.; NIELLA, Yuri V.; HAZIN, Fábio HV. Inferring trends and linkages between shark abundance and shark bites on humans for shark-hazard mitigation. **Marine and Freshwater Research**, v. 68, n. 7, p. 1354-1365, 2017.
- AGUZZI, Jacopo et al. Shifting feeding behaviour of deep-sea buccinid gastropods at natural and simulated food falls. **Marine Ecology Progress Series**, v. 458, p. 247-253, 2012.
- ANDERSON, Gail S.; BELL, Lynne S. Deep coastal marine taphonomy: investigation into carcass decomposition in the Saanich Inlet, British Columbia using a baited camera. **PloS one**, v. 9, n. 10, 2014. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0110710>. Acesso: 23 maio 2018.
- ANDRADI-BROWN, Dominic A. et al. Assessing Caribbean shallow and mesophotic reef fish communities using baited-remote underwater video (BRUV) and diver-operated video (DOV) survey techniques. **PloS one**, v. 11, n. 12, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0168235>. Acesso: 17 Março 2018.
- ARAÚJO, M. C. B. **Praia da Boa Viagem, Recife-PE: análise sócio-ambiental e propostas de ordenamento**. 2008. Tese (Doutorado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. 278 p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8058>. Acesso: 15 Setembro 2018.
- ARAÚJO Maria Elisabeth et al. **Ecologia de peixes recifais em Pernambuco** [recurso eletrônico] Recife: Ed. UFPE, 2018.
- ASHER, Jacob; WILLIAMS, Ivor D.; HARVEY, Euan S. An assessment of mobile predator populations along shallow and mesophotic depth gradients in the Hawaiian Archipelago. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 3905, 2017.
- AZEVEDO, T. A. **Colonização da ictiofauna nos arredores de gaiolas de cultivo de beijupirá (*Rachycentron canadum*) no litoral pernambucano**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012. 60p. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6535>. Acesso: 15 Setembro 2018.

AZZURRO, Ernesto et al. Evaluating day–night changes in shallow Mediterranean rocky reef fish assemblages by visual census. **Marine Biology**, v. 151, n. 6, p. 2245-2253, 2007.

BAKER, Krista D.; DEVINE, Jennifer A.; HAEDRICH, Richard L. Deep-sea fishes in Canada's Atlantic: population declines and predicted recovery times. **Environmental biology of fishes**, v. 85, n. 1, p. 79, 2009.

BARLEY, Shanta C.; MEEKAN, Mark G.; MEEUWIG, Jessica J. Species diversity, abundance, biomass, size and trophic structure of fish on coral reefs in relation to shark abundance. **Marine Ecology Progress Series**, v. 565, p. 163-179, 2017.

BARNETT, Adam et al. Non-lethal method to obtain stomach samples from a large marine predator and the use of DNA analysis to improve dietary information. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 393, n. 1-2, p. 188-192, 2010.

BARORD, Gregory J. et al. Comparative population assessments of Nautilus sp. in the Philippines, Australia, Fiji, and American Samoa using baited remote underwater video systems. **PLoS One**, v. 9, n. 6, 2014. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0100799>. Acesso: 5 abril 2018.

BOND, Mark E. et al. Reef sharks exhibit site-fidelity and higher relative abundance in marine reserves on the Mesoamerican Barrier Reef. **PloS one**, v. 7, n. 3, 2012. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0032983>. Acesso: 19 Junho 2018.

BRÄUTIGAM, A. et al. **Global priorities for conserving sharks and rays: A 2015–2025 strategy**. 2015. 26p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/node/45894>. Acesso: 15 Janeiro 2018.

BROOKS, Edward J. et al. Validating the use of baited remote underwater video surveys for assessing the diversity, distribution and abundance of sharks in the Bahamas. **Endangered Species Research**, v. 13, n. 3, p. 231-243, 2011.

CAPPO, Mike. et al. Potential of video techniques to monitor diversity, abundance and size of fish in studies of marine protected areas. **Aquatic Protected Areas-what works best and how do we know**, p. 455-464, 2003.

CAPPO, Mike; SPEARE, Peter; DE'ATH, Glenn. 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**, v. 302, n. 2, p. 123-152, 2004.

CLARKE, Chris; LEA, James.; ORMOND, Rupert. Comparative abundance of reef sharks in the Western Indian Ocean. In: **Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia**. p. 9-13, 2012.

COLLINS, Martin A. et al. Assessment of stone crab (Lithodidae) density on the South Georgia slope using baited video cameras. **ICES Journal of Marine Science**, v. 59, n. 2, p. 370-379, 2002.

COXEY, M. S. G. S. **Biological diversity and community structure of the Ichthyofauna on vessel reefs in the Coast of Recife (PE)-Brazil**. 2008. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, Universidade de Algarve. Faro, Portugal, 2008. 125p. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/71115>. Acesso: 15 Setembro 2018.

CUNDY, Megan E. et al. Baited remote underwater stereo-video outperforms baited downward-facing single-video for assessments of fish diversity, abundance and size composition. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 497, p. 19-32, 2017.

DULVY, Nicholas K. et al. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLife**, v. 3, 2014. Disponível em: <https://elifesciences.org/articles/00590>. Acesso: 8 Março 2018.

DUNSTAN, Andrew J.; WARD, Peter D.; MARSHALL, N. Justin. Nautilus pompilius life history and demographics at the Osprey Reef Seamount, Coral Sea, Australia. **PLoS One**, v. 6, n. 2, 2011. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0016312>. Acesso: 13 Agosto 2017.

FERREIRA, Beatrice P.; MAIDA, Mauro; SOUZA, Ana ET. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré-PE. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, p. 211-230, 1995.

FERREIRA, Beatrice P.; CAVA, Fabiana; MAIDA, Mauro. Ictiofauna marinha da APA Costa dos Corais: lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 9, n. 1, p. 167-180, 2001.

FERREIRA, L. C. **Distribuição, sazonalidade das capturas, utilização do habitat e movimentação do Tubarão lixa *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre 1778) na costa do Recife, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011. 55p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8346>. Acesso: 7 Setembro 2017.

FERREIRA, Luciana C. et al. Habitat use of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off Recife, Northeast Brazil: a combined survey with longline and acoustic telemetry. **Environmental biology of fishes**, v. 96, n. 6, p. 735-745, 2013.

FITZPATRICK, Ben M. et al. Habitat specialization in tropical continental shelf demersal fish assemblages. **PLoS One**, v. 7, n. 6, 2012. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0039634>. Acesso: 27 Setembro 2017.

FISCHER, A. F. **Afundamento dos naufrágios Mercurius, Saveiros e taurus, caracterização e comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna na plataforma de Pernambuco–Brasil**. 2009. Tese (Doutorado) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2009. 42p.
<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8134>. Acesso: 10 Abril 2018.

GLOBAL FINPRINT. Disponível em: <<https://globalfinprint.org>>. Acesso: 18 Maio 2017.

GOMELYUK, Victor E. Fish assemblages composition and structure in three shallow habitats in north Australian tropical bay, Garig Gunak Barlu National Park, Northern Territory, Australia. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 3, p. 449-460, 2009.

GUEDES, Dinalva SG; VASCONCELOS-FILHO, Antonio L.; MACEDO, Roger M. Ictiofauna do infralitoral adjacente às margens do Canal de Santa Cruz–Itapissuma, Pernambuco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 13, n. 2, p. 65-75, 2005.

HAMMER, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. **PAST: Paleontological Statistics software package for education**. 2001.

HARVEY, Euan et al. A comparison of the accuracy and precision of measurements from single and stereo-video systems. **Marine Technology Society Journal**, v. 36, n. 2, p. 38-49, 2002.

HARVEY, Euan S. et al. Bait attraction affects the performance of remote underwater video stations in assessment of demersal fish community structure. **Marine Ecology Progress Series**, v. 350, p. 245-254, 2007.

HAZIN, Fábio HV; JÚNIOR, João AMW; MATTOS, SMG. Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do Estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 33, n. 1-2, p. 33-42, 2000.

HAZIN, Fábio HV; BURGESS, George H.; CARVALHO, Felipe C. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992–2006. **Bulletin of Marine Science**, v. 82, n. 2, p. 199-212, 2008.

HAZIN, Fábio H. V.; AFONSO, André S. A green strategy for shark attack mitigation off Recife, Brazil. **Animal Conservation**, v. 17, n. 4, p. 287-296, 2014.

HAZIN, Fábio H. V.; AFONSO, André S. Response: A conservation approach to prevention of shark attacks off Recife, Brazil. **Animal Conservation**, v. 17, n. 4, p. 301-302, 2014.

HEUPEL, Michelle R.; SIMPFENDORFER, Colin A. Science or slaughter: need for lethal sampling of sharks. **Conservation Biology**, v. 24, n. 5, p. 1212-1218, 2010.

IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org>> Acesso: Novembro de 2018.

JABADO, Rima W. et al. Low abundance of sharks and rays in baited remote underwater video surveys in the Arabian Gulf. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 15597, 2018.

JONES, Geoffrey P. et al. Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 101, n. 21, p. 8251-8253, 2004.

KEMPF, Marc. A Plataforma Continental de Pernambuco (Brasil): Nota Preliminar sobre a Natureza do Fundo. **Tropical Oceanography**, v. 9, n. 1, 1967.

LANGLOIS, Timothy et al. Baited underwater video for assessing reef fish populations in marine reserves. **Fisheries Newsletter-South Pacific Commission**, v. 118, p. 53, 2006.

LANGLOIS, Timothy J. et al. Similarities between line fishing and baited stereo-video estimations of length-frequency: novel application of kernel density estimates. **PLoS One**, v. 7, n. 11, 2012. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0045973>. Acesso: 13 Maio 2018.

LINDFIELD, Steven J. et al. Mesophotic depths as refuge areas for fishery-targeted species on coral reefs. **Coral Reefs**, v. 35, n. 1, p. 125-137, 2016.

LIRA, Luiz et al. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 43, n. 1, p. 30-37, 2010.

LOWRY, Michael et al. A comparison of methods for estimating fish assemblages associated with estuarine artificial reefs. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, p. 119-131, 2011.

MEEKAN, Mark; CAPPO, Michael. **Non-destructive techniques for rapid assessment of shark abundance in northern Australia**. Australian Institute of Marine Science, 2004.

MEEKAN, Mark. **Surveys of shark and fin-fish abundance on reefs within the MOU74 Box and Rowley Shoals using baited remote underwater video systems**. Australian Institute of Marine Science, 2006.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2017.

NIELLA, Yuri V.; HAZIN, Fábio HV; AFONSO, André S. Detecting Multispecific Patterns in the Catch Composition of a Fisheries-Independent Longline Survey. **Marine and Coastal Fisheries**, v. 9, n. 1, p. 388-395, 2017.

NUNES, I. S. L. B. **Ecologia da raia, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na Região Metropolitana do Recife-PE e na ReBio Atol das Rocas-Brasil**. 2015. Tese (Doutorado) - Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015. 129p. Disponível em: www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6548. Acesso: 6 Fevereiro 2018.

NORIEGA, Carlos; ARAUJO, Moacyr. Nitrogen and phosphorus loading in coastal watersheds in northeastern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 56, p. 871-875, 2009.

NÓBREGA, Marcelo F.; LESSA, Rosângela. **Guia de identificação de peixes marinhos da região Nordeste**. Programa REVIZEE-Score Nordeste. Editora Martins & Cordeiro. Recife, 2000.

OLIVEIRA, D. S. **Acompanhamento da colonização e ocupação ictiofaunística do rebocador walsa intencionalmente naufragado no litoral do Estado de Pernambuco-Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2012. 53p. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/6272>. Acesso: 15 Abril 2018.

ROLIM et al. **Assessing elasmobranch diversity with baited remote underwater video in Brazil: challenges and perspectives**. IX Reunião da SBEEL. Penedo, AL, Brasil. 2016.

ROLIM, Fernanda A; RODRIGUES, Pedro FC; GADIG, Otto BF. Baited videos to assess semi-aquatic mammals: occurrence of the neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae) in a marine coastal island in São Paulo, Southeast Brazil. **Marine Biodiversity**, p. 1-5. 2018.

ROLLNIC, Marcelo. **Dinâmica das ondas e circulação no litoral da região metropolitana do Recife: implicações para o transporte de sedimentos e estabilidade da costa**. 2008. Tese (Doutorado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2008. 139p. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8074>. Acesso: 16 Setembro 2017.

ROLLNIC, Marcelo; MEDEIROS, Carmen. Application of a Probabilistic Sediment Transport Model to Guide Beach Nourishment Efforts. **Journal of Coastal Research**, v. 65, n. sp2, p. 1856-1861, 2013.

SIMPFENDORFER, Colin A. et al. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. **Marine and Freshwater Research**, v. 62, n. 6, p. 518-527, 2011.

SCHMID, Kurt et al. Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. **Hydrobiologia**, v. 784, n. 1, p. 93-109, 2017.

SCHOBBERND, Zeb H.; BACHELER, Nathan M.; CONN, Paul B. Examining the utility of alternative video monitoring metrics for indexing reef fish abundance. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 71, n. 3, p. 464-471, 2013.

SHERMAN, C. Samantha et al. Are we underestimating elasmobranch abundances on baited remote underwater video systems (BRUVS) using traditional metrics?. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 503, p. 80-85, 2018.

SPEED, Conrad W.; CAPPO, Mike; MEEKAN, Mark G. Evidence for rapid recovery of shark populations within a coral reef marine protected area. **Biological Conservation**, v. 220, p. 308-319, 2018.

STOBART, Ben et al. Performance of baited underwater video: does it underestimate abundance at high population densities?. **PloS one**, v. 10, n. 5, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0127559>. Acesso: 7 Março 2018.

UDYAWER, Vinay et al. Distribution of sea snakes in the Great Barrier Reef Marine Park: observations from 10 yrs of baited remote underwater video station (BRUVS) sampling. **Coral reefs**, v. 33, n. 3, p. 777-791, 2014.

VASCONCELOS-FILHO, Antonio L.; OLIVEIRA, Aida ME. Composição e ecologia da ictiofauna do Canal de Santa Cruz (Itamaracá-PE, Brasil). **Trab. Oceanog.**, v. 27, n. 1, p. 101-113, 1999.

WATSON, Dianne L. et al. A comparison of temperate reef fish assemblages recorded by three underwater stereo-video techniques. **Marine Biology**, v. 148, n. 2, p. 415-425, 2005.

WATSON, Dianne L. et al. Assessing reef fish assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare?. **Marine Biology**, v. 157, n. 6, p. 1237-1250, 2010.

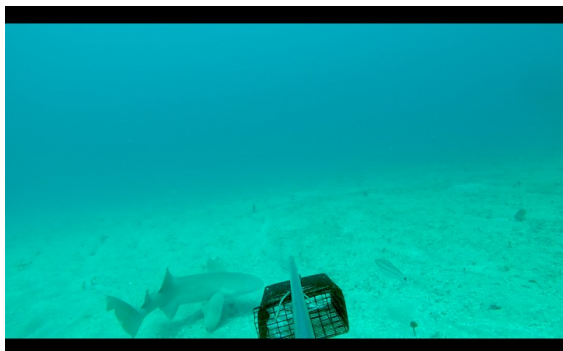
WILLIS, Trevor J.; MILLAR, Russell B.; BABCOCK, Russell C. Detection of spatial variability in relative density of fishes: comparison of visual census, angling, and baited underwater video. **Marine Ecology Progress Series**, v. 198, p. 249-260, 2000.

WHITMARSH, Sasha K. et al. Nektonic assemblages determined from baited underwater video in protected versus unprotected shallow seagrass meadows on Kangaroo Island, South Australia. **Marine Ecology Progress Series**, v. 503, p. 205-218, 2014.

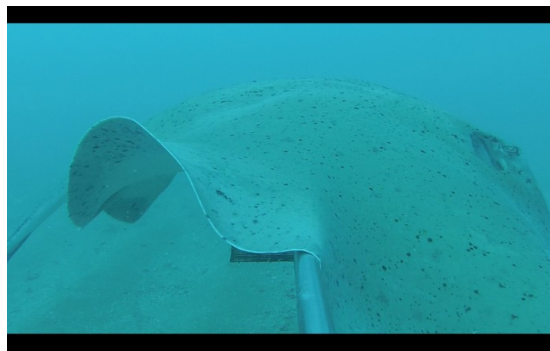
WHITMARSH, Sasha K.; FAIRWEATHER, Peter G.; HUVENEERS, Charlie. What is Big BRUVver up to? Methods and uses of baited underwater video. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 27, n. 1, p. 53-73, 2017.

ANEXO - IMAGENS DOS BRUVS

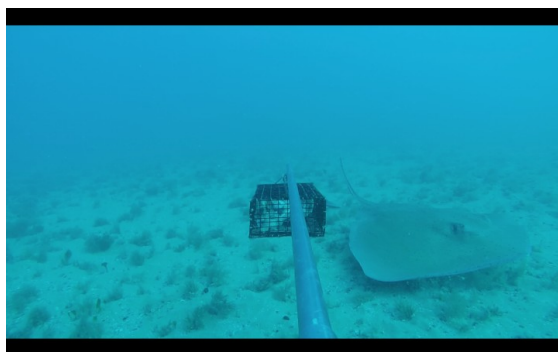
A



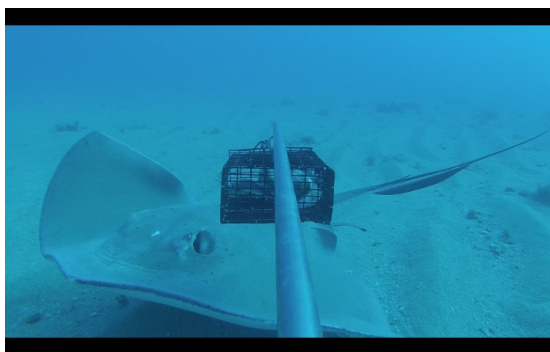
B



C



D



Imagens de elasmobrânquios gravadas através dos BRUVS na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco, Brasil. A: *Ginglymostoma cirratum*; B, C, D: *Hypanus americanus*.

Fonte: A Autora, 2018.