



LSPA
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
CIÊNCIAS PSICOLÓGICAS, SOCIAIS E DA VIDA

**TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE
ELASMOBRÂNQUIOS: UMA
REVISÃO COM VISTA À SUA
APLICAÇÃO EM CATIVEIRO.**

MÁRCIA MARISA ALVES NARÉ

Orientador de dissertação:

PROFESSORA DOUTORA JOANA ROBALO

Coorientador de dissertação:

DRA. ANA FERREIRA

Professor de seminário de dissertação:

PROFESSOR DOUTOR EMANUEL GONÇALVES

**Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de:
MESTRE EM BIOLOGIA MARINHA E DE CONSERVAÇÃO.**

2021

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação de Professor Doutor Emanuel Gonçalves, apresentada no ISPA – Instituto Universitário para obtenção de grau de Mestre na especialidade de Biologia Marinha e Conservação.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a toda a minha família por todo o apoio, carinho e amor incondicional. À minha mãe, pai, irmã, avós, tios, tias e padrasto, obrigado por lidarem comigo diariamente, por me ouvirem a todas as horas, mas, acima de tudo, por toda a ajuda ao longo destes 5 anos (e não só). Contudo, gostaria de dar um agradecimento especial a alguns em particular. Mãe, graças a toda a tua dedicação, ensinamentos e amor, sou hoje uma mulher “crescida”. Espero conseguir retribuir tudo aquilo que já deste, fizeste e abdicastes por mim. Devido a ti, tudo isto foi possível. Ao meu pai, “pai patrocinador oficial”, verdade seja dita, sem ti nada disto estaria a acontecer. Graças a todo o teu esforço posso a partir de agora dizer que já sou mestre em Biologia Marinha. Gostava de te ter por perto todos os dias, mas sei que tudo o que fazes é a pensar em nós e, por isso, obrigado. À minha irmã, sei que podes pensar que sou eu que te ajudo quando estás a ter os teus problemas, ou que te animo quando é necessário, mas isso não é bem verdade. Obrigado por toda a dedicação que forneces às tuas pessoas e por toda a força, especialmente quando se aproximou a fase final desta etapa. Avô João, podia fazer mil e um agradecimentos, mas sem dúvida que mereces um especial, não só por todas as tardes sentado a corrigir os meus trabalhos, mas também por toda a paciência e dedicação. Graças a ti estou a entregar a minha dissertação. Avó Ilda, obrigado por toda a preocupação e ajuda, nunca me vou esquecer da “avó que me criou” e, sim quando fores velhinha irei cuidar de ti, tal como fizeste comigo. Avô Joni, és sem dúvida das pessoas mais calmas e ouvintes que conheço. Agradeço todas as tardes onde tudo o que eu fazia era partilhar o que se estivesse a acontecer e tu apenas ouvias e aconselhavas. Por fim, avó Dete, obrigado por todo o carinho e apoio, mesmo quando estás em baixo dás tudo de ti àqueles que mais amas, somos uns sortudos por te ter connosco.

A um dos meus maiores apoiantes, Teles, um enorme obrigado não chega. Estou extremamente grata não só por tudo o que já vivemos, mas, também, por acreditares em mim incondicionalmente. Obrigado por me ajudares a perceber que tudo o que eu deposite na minha mente com esforço, está ao meu alcance, basta acreditar e não desistir.

Aos meus afilhados, cada um de vós tem um lugar extremamente importante no meu coração, foram dos melhores companheiros e amigos que podia ter pedido e, sinceramente, nunca pensei que fosse encontrar pessoas tão importantes. Referindo-me especificamente a ti Márcia, minha cara metade, foste e és uma caixinha de surpresas. Obrigado por todo o carinho e dedicação que depositas em mim e na nossa amizade. Em especial, agradeço todos os conselhos, disponibilidade e presença, independentemente de tudo. Ainda bem que estás

sempre lá para me amparares e ouvires. Também não podia deixar de referir todo o teu trabalho e devoção a tentar educar e ensinar a minha pessoa, és uma força incrível. Obrigado por me aturares, sei que a nossa amizade é para a vida toda. Á Inês, apesar de não conseguirmos estar sempre juntas, sei perfeitamente que posso contar sempre contigo e com a tua ajuda. Adriana, és sem dúvida uma luz brilhante no meu dia à dia. Para mim serás sempre a minha “pequena” Adri. Independentemente de tudo, sei que posso contar contigo e com a tua boa energia. Obrigado por alegrares os meus dias. À Marta Rodrigues, à pessoa que pode ser tanto e tão pouca parecida comigo, obrigado por todas as conversas, saídas e momentos. Tens uma paciência de anjo e dás tanto de ti sem querer nada em troca. Agradeço imenso a tua amizade. Ao André, tenho de agradecer todos os momentos e risadas. És das pessoas mais queridas e amáveis que conheço e contigo os dias são uma alegria. Sei que independentemente de tudo, tu serás sempre uma constante e um apoio incondicional. Valéria, a tua amizade significa imenso e é uma que quero manter para a vida. Sei perfeitamente que a tua presença já é uma constante e é uma que adoro. Agradeço por estares sempre presente, por me ajudares incondicionalmente e por todos os comentários à minha pessoa. Á Filipa, agradeço toda a tua alegria e boa disposição, todas as conversas e momentos, irei levá-los sempre comigo e sei que vamos viver muitos mais. Ao pé de ti é impossível estar triste, ajudas-me muito mais do que imaginas, obrigado por todo o teu apoio. Para ti, Marta Fernandes, foste sem dúvida uma surpresa e um dos pontos altos do meu 2020. Contudo, sabemos perfeitamente que esta amizade se iniciou há muito mais tempo. Sei que posso sempre contar com o teu apoio e carinho. Catarina, apesar da nossa amizade ser relativamente recente, já não me consigo imaginar sem ti. Agradeço imenso por te ter comigo para me acompanhares e ajudares, especialmente nestes últimos tempos.

À minha orientadora, professora Joana Robalo, um grandíssimo obrigado, não só por toda a ajuda durante a realização da dissertação, mas também pelo apoio e devoção ao longo destes anos. À minha orientadora do Oceanário de Lisboa, Ana Ferreira, obrigado por me acompanhar durante esta fase e por estar sempre disposta a ajudar. Ao professor responsável pelo seminário de dissertação, Emanuel Gonçalves, obrigado por nos manter a todos na linha e pela orientação. A ajuda dos três foi imprescindível para a realização desta dissertação.

Aos investigadores e professores do ISPA, Gonçalo, Gustavo, Noélia e Maria, obrigado pelo auxílio e disponibilidade durante a realização deste projeto. Os vossos conselhos e dedicação foram imprescindíveis.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas com quem me cruzei, vivi e criei laços ao longo destes 5 anos. Foi um enorme prazer trabalhar, conviver e crescer ao vosso lado.

*The greatest danger to our planet is the belief
that someone else will save it.*

-Robert Swan

RESUMO

A classe Chondrichthyes apresenta diversas espécies cujas características da história de vida faz com que os indivíduos sejam bastante suscetíveis à sobre-exploração. Atualmente, diversos representantes deste grupo estão presentes em cativeiro. O estudo de indivíduos nestes locais é extremamente importante, pois contribui para o aumento de conhecimentos destes espécimes, possibilitando assim o seu mantimento em cativeiro, mas, também, auxilia a sua conservação e preservação no habitat natural.

A presente revisão visa compreender e analisar todas as técnicas existentes que atualmente permitem a recolha de dados zoométricos em elasmobrânquios e, posteriormente, prever qual a que melhor se adapta a cativeiro. Para tal, foram analisados 46 artigos cujas metodologias correspondessem às delimitações implementadas. Após a análise foi possível encontrar cinco técnicas de medição; fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo, fotogrametria com barra, fotogrametria com *lasers*, *stereo-DOV* e *stereo-BRUV*. Observou-se que as técnicas utilizadas atualmente, são ótimas alternativas a métodos que envolvam a captura ou a morte dos indivíduos, pois são práticas simples de utilizar, pouco invasivas e bastante precisas. Relativamente à adaptação em cativeiro, referiu-se que o *stereo-DOV* era a técnica que melhor se apropriava a este propósito. Escolheu-se esta, atendendo a que é fácil de manobrar nestes locais, permite a amostragem de espécies bentónicas e pelágicas e, se bem realizada, apresenta um erro bastante reduzido.

Palavras-chave: Chondrichthyes; Zoometria; Comprimento; *Stereo-DOV*.

ABSTRACT

The Chondrichthyes class has several species whose life history characteristics make the individuals very susceptible to overexploitation. Currently, several representatives of this group are present in captivity. The study of individuals in these places is extremely important, as it contributes to increase the knowledge of these specimens, therefore enabling them to be kept in captivity, but it also helps their conservation and preservation in the natural habitat.

The present review aims to understand and analyse all existing techniques that currently allow the collection of zoometric data in elasmobranchs and, later, to predict which one is the best one to adapt in captivity. To this end, 46 articles were analysed whose methodologies corresponded to the implemented delimitations. After the analysis it was possible to find five measurement techniques; photogrammetry using the distance to the individual, photogrammetry with bar, photogrammetry with lasers, stereo-DOV and stereo-BRUV. It was observed that the techniques currently used are great alternatives to methods that involve the capture or death of individuals, as they are practical, simple to use, little invasive and very accurate. Regarding the adaptation in captivity, it was chosen that the *stereo-DOV* was the technique that is best suited for this purpose. This one was chosen because it is easy to maneuver in these places, it allows the sampling of benthic and pelagic species and, if well done, it presents a very small manger error.

Keywords: Chondrichthyes; Zoomometry; Length; *Stereo-DOV*.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	III
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
INTRODUÇÃO.....	1
1. Os zoos e a conservação.....	1
2. Classe Chondrichthyes.....	2
3. Dados biométricos.....	2
4. Importância da recolha de dados biométricos em cativeiro.....	3
5. Recolha de dados biométricos em cativeiro	4
6. Medição de elasmobrânquios	5
7. Objetivos.....	6
MATERIAIS E METODOS	7
RESULTADOS.....	9
1. Detalhe das técnicas.....	9
2. Análise dos artigos.....	10
DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	28
ESTADO DA ARTE.....	29
1. História dos zoos.....	29
2. Classe Chondrichthyes.....	31
2.1. Selachii.....	35
2.2. Batoidea.....	37
2.3. Chimaeriformes.....	39
3. Elasmobrânquios em cativeiro.....	40
4. O que são dados biométricos.....	41
5. Descrição das técnicas em estudo.....	42

6. Caso de estudo.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	72
Anexo I	73
Anexo II.....	74
Anexo III.....	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resumo dos 46 artigos em estudo. Apresentação da técnica utilizada em cada um; autores; espécies em estudo; objetivos; detalhes da técnica; principais resultados; Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão (representado em percentagem ou centímetros, dependendo de cada artigo).	11
Tabela 2- Vantagens e desvantagens descritas por os autores de cada um dos artigos. Apresenta os autores e data de publicação; técnica; vantagens; desvantagens.	20
Tabela 3- Vantagens e desvantagens das técnicas analisadas no presente estudo.....	24
Tabela 4- Classificação da Classe Chondrichthyes. Adaptado de Compagno et al. (2005) e Ebert & Stehmann (2013).	32
Tabela 5- Valores dos estatutos de conservação de diversos Chondrichthyes, segundo as categorias da IUCN <i>Red List Threatened Species</i> . Adaptado de Dulvy et al., 2014.	35
Tabela 4- Representação das espécies de elasmobrânquios presentes do tanque central do Oceanário de Lisboa e o número de indivíduos das mesmas.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- (A) Representação das medições possíveis em raias e mantas, adaptado de Serra-Pereira et al., 2010. (B) Representação das possíveis medições em tubarões, adaptado de Pleizier et al., 2015.	6
Figura 2- Representação corporal e designação de cada zona corporal de tubarões. Retirado de McEachran & Carvalho, 2002.	36
Figura 3- Representação corporal e designação de cada zona corporal de raias. Retirado de McEachran & Carvalho, 2002.	38
Figura 4- Representação corporal e designação de cada zona corporal das quimeras. Retirado de Didier, 2002.	40
Figura 5- (A) Parte da frente do aparelho utilizado para recolha de imagens no Oceanário de Lisboa. (B) Verso do aparelho utilizado para recolha de imagens no Oceanário de Lisboa. Legenda (1) Câmaras dentro da caixa estanque; (2) batente em aço inox para fixar as câmaras; (3) Conjunto de esponjas para flutuabilidade; (4) local onde o mergulhador agarra o aparelho.	47
Figura 6- (A) Cubo de Calibração. (B) Barra de distâncias utilizada na calibração.	48
Figura 7- <i>Screenshot</i> do <i>software</i> CAL durante a calibração das câmaras.	48
Figura 8- (A) <i>Screenshot</i> do <i>software</i> EventMeasure. (B) <i>Screenshot</i> do <i>software</i> EventMeasure durante a medição de <i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860).	49
Figura 9- Vista superior do aparelho dos lasers. Legenda (A) local onde é colocada a câmara; (B) pernos; (C) lasers.	75
Figura 10- (A) Imagem do que é considerado uma boa recolha fotográfica com os <i>lasers</i> de um <i>Stegostoma fasciatum</i> , (Hermann, 1783). (B) Imagem de uma má escolha fotográfica para análise dos <i>lasers</i> de um <i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827).	76

INTRODUÇÃO

1. Os zoos e a conservação

Os jardins zoológicos, aquários, parques selvagens, entre outros, são entidades que sustentam, exibem e preservam animais selvagens (Carr & Cohen, 2011; Nekolný & Fialová 2018). Atualmente, a grande maioria pode ser definida como centro de conservação e educação (Carr & Cohen, 2011; Collins et al., 2020). Dentro deste contexto, um dos pontos mais importantes para garantir a conservação das espécies é a investigação científica, facto que também é importante para quando se pretende manter animais em cativeiro. De modo a garantir o referido anteriormente, os zoológicos tendem a apoiar frequentemente programas de investigação e preservação de espécies (Hutchins, Smith, & Allard, 2003).

Estes locais fornecem oportunidades para o estudo de fauna e flora do planeta, pois o facto das espécies se encontrarem em cativeiro retira algumas das restrições existentes ao estudo de animais no seu habitat natural (Hutchins et al., 2003; Karydis, 2011). Uma outra vantagem, é o facto de estes serem ambientes controlados, sendo possível controlar as condições do local conforme necessário. Alguns exemplos dos estudos realizados em cativeiro são, o estudo dos ciclos de vida, da ecologia, do comportamento, da reprodução, de doenças, da conservação, entre outros (Karydis, 2011). Este tipo de projetos, além de auxiliarem as próprias instituições no tratamento e cuidado das suas espécies, também complementam os programas de conservação *in-situ* (no habitat natural), ajudando assim na compreensão e conservação das espécies (Fraser & Wharton, 2007; Maciaszek, 2012).

Tendo em conta a sua popularidade, os zoos têm a capacidade de sensibilizar, influenciar e educar a população, no sentido de realizar práticas mais ecológicas que contribuam para a sobrevivência e preservação das espécies e do próprio planeta (Ballantyne, Packer, Hughes & Dierking, 2007; Khalil & Ardoin, 2011; Packer & Ballantyne, 2010; Tribe & Booth, 2003).

Abordando especificamente a área relacionada com aquários públicos, estes são ótimos locais de pesquisa e de reabilitação e albergam diversas espécies de fauna e flora, aquática e semiaquática (Paiva, 2011; Salgado & Marandino, 2014). A aquariofilia é a prática de cuidar, manter e sustentar estes organismos (Carraca, 2016; Paiva, 2011; Kagan, Allard, & Carter, 2018). Estes encontram-se dispostos em tanques e, em locais como os aquários públicos, os tanques podem possuir uma enorme capacidade (Carraca, 2016; Paiva, 2011), por exemplo, o maior tanque do Oceanário de Lisboa apresenta perto de 5 milhões de litros e alberga 58 espécies. Atualmente é possível manter uma grande quantidade de espécies, sempre tendo em

consideração as suas necessidades, como é o caso dos parâmetros da água, habitat, compatibilidade com outros indivíduos, entre outros (Carraca, 2016). Algumas das classes mais icónicas destes locais são Mammalia, Chondrichthyes e Aves.

2. Classe Chondrichthyes

O grupo dos peixes cartilágineos ou Chondrichthyans, é composto por tubarões, raias e quimeras (Musick, 2005). Em comparação com os peixes ósseos, a classe Chondrichthyes é relativamente pequena, com cerca de 1100 espécies extantes, sendo que o grupo das raias abrange mais de metade deste número (Cailliet, Musick, Simpfendorfer, & Stevens, 2005; Compagno, 2005). Esta classe compreende indivíduos cujo esqueleto é composto por cartilagem (Berkovitz & Shellis 2017), apresentando diversas formas corporais. Especificamente, as quimeras e a grande maioria dos tubarões apresentam corpos fusiformes, enquanto que as raias e alguns tubarões possuem corpos achatados (Heinicke, Naylor, & Hedges, 2009). A grande maioria dos elasmobrânquios são marinhos, podendo estar presentes a várias profundidades, sendo possível encontrar espécies desde zonas costeiras até > 2000 m de profundidade ao longo de todo o globo e, ocupando uma ampla gama de habitats (Cailliet et al., 2005; Musick, 2005). Contudo, a grande maioria das espécies apresentam uma distribuição relativamente restrita (Cailliet et al., 2005).

Na generalidade, os Chondrichthyes são espécies de crescimento lento, cuja maturidade é alcançada com bastante longevidade, apresentam baixa fecundidade, pouca produtividade (crias) e grandes períodos de gestação (Cailliet et al., 2005; Musick, 2005). Devido a estes fatores, as taxas de potencial aumento de população são baixas e, por isso, este grupo é bastante suscetível e vulnerável à sobre-exploração, extirpação local e ao colapso populacional, pois devido às características da sua história de vida, demoram muito tempo a recuperar (Cailliet et al., 2005).

3. Dados biométricos

Cada ser, animal ou vegetal, apresenta um conjunto de qualidades que permitem o seu reconhecimento. O estudo e identificação de um espécime, através das suas características físicas ou comportamentais define-se como biometria (Bugge et al., 2011; Vargas Junior et al., 2011; Grijpink, 2001). As medidas biométricas abrangem um grande conjunto de características, como é o caso da altura, peso, impressões digitais, reconhecimento facial, modo de falar, entre outras (Jain & Pankanti, 2006). Este estudo também pode ser realizado em animais, onde são igualmente utilizadas diversas características dos mesmos para a sua

identificação, como as características fisiológicas, morfológicas, comportamentais e bioquímicas (Bugge et al., 2011; Dineshbabu et al., 2014; Kumar, Singh, Singh, & Singh, 2017; Kumar & Singh, 2017). Estas são características bastante importantes, pois permitem a identificação das espécies, do seu habitat e ecologia (Dineshbabu et al., 2014; Kumar et al., 2017; Maghelly, Huergo, Zaniboni & Enke 2014; Vargas Junior et al., 2011). A forma e a estrutura dos organismos marinhos podem variar bastante, por isso as medições morfológicas variam conforme os diferentes grupos (Dineshbabu et al., 2014). A zoometria é a área da biometria animal que pretende recolher e analisar especificamente as dimensões corporais de um animal (Vargas Junior et al., 2011), sendo que esta é a principal área de foco no presente estudo. Atualmente, a biometria é uma área bastante utilizada, que ainda se encontra em crescimento e, a sua grande procura, deve-se ao facto de os métodos utilizados serem técnicas pouco invasivas, que não trazem grandes desvantagens nem problemáticas associadas (Bugge et al., 2011; Jain & Pankanti, 2006).

4. Importância da recolha de dados biométricos em cativeiro

Tal como referido anteriormente, o estudo de espécies em cativeiro é uma área bastante importante, pois permite um melhor entendimento da morfologia, ecologia e comportamento das mesmas (Jones et al., 2011; Karydis, 2011). Tomando em consideração que nem sempre é possível estudar as espécies no seu habitat natural, os estudos em cativeiro representam boas alternativas, pois se as condições forem favoráveis e semelhantes àquelas no seu habitat natural, permitem a sua observação e os resultados podem ser extrapolados para os indivíduos na natureza (Maciaszek, 2012; Smale et al., 2004). Existem tanto limitações como benefícios no estudo de espécies em cativeiro. Dentro das vantagens é possível referir, a aviabilidade das espécies, o conhecimento dos parâmetros ambientais e o acesso à história de cativeiro, como por exemplo, os registos médicos e de alimentação (Smale et al., 2004). Por outro lado, os estudos tendem a constituir pequenas amostragens, a ter pouca comparabilidade com coespecíficos selvagens e com coespecíficos de outras instituições pois, podem se encontrar sob diferentes condições (Smale et al., 2004).

Nos elasmobrânquios, quando se pretende avaliar a demografia de uma população para se definirem estratégias de gestão e conservação, os parâmetros mais importantes são, a taxa de crescimento, a idade e tamanho na maturidade, a fecundidade e a reprodução (Cailliet & Goldman, 2004; Dulvy & Forrest, 2010). Idealmente estes dados deveriam ser recolhidos em indivíduos que se encontrem no seu habitat natural, contudo, isto nem sempre é possível (Jañez, Meijide, Lucifora, Abraham, & Argemi, 2018). Assim sendo, o estudo destes indivíduos em

cativoiro é a segunda melhor opção, mesmo tendo em consideração que os padrões de crescimento podem ser diferentes dos recolhidos no habitat natural (Cailliet & Goldman, 2004; Jañez et al., 2018). Apesar disto, estes estudos fornecem dados valiosos da história de vida dos mesmos, tomando em consideração que, para certas espécies, a informação é quase inexistente (Cailliet & Goldman, 2004; Jañez et al., 2018; Mohan, Clark, & Schmid, 2004). Adicionalmente, em cativoiro é por vezes possível acompanhar os mesmos indivíduos durante diversos anos, ao longo de todo, ou quase todo, o seu processo de crescimento, ponto que é extremamente complicado ou dispendioso de obter no habitat natural (Mohan et al., 2004; Smale et al., 2004). Govender, Kistnasamy & Van Der Elst, (1991), estudaram os parâmetros de crescimento de oito indivíduos *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810, durante 27 anos, em aquário.

Assim sendo, o estudo e observação de espécies em cativoiro, permite ainda avaliar se estes apresentam, ou não, comportamentos normais para a espécie, não estereotipados, e se se encontram com uma condição normal, especificamente se os seus padrões de crescimento e peso estão de acordo com os descritos para a espécie (Leigh, 1994; Maciaszek, 2012; Mohan et al., 2004). Adicionalmente, nestes locais por vezes é necessário a administração de anestesia ou gestão nutricional e reprodutiva, o que implica saber o peso, pelo menos aproximado, dos indivíduos (Leigh, 1994).

5. Recolha de dados biométricos em cativoiro

Ao longo dos anos, já foram realizados alguns estudos no âmbito da medição de elasmobrânquios em cativoiro, por exemplo Dykhuizen & Mollet (1992) e Carrier & Luer, (1990). Contudo, estes dados foram obtidos através do manuseio dos indivíduos. A obtenção de dados zoométricos de elasmobrânquios em cativoiro, é um processo bastante complicado de se executar (Mohan et al., 2004). Todo o procedimento desde a captura ao manuseamento, é extremamente stressante para o animal, podendo inclusive levar à sua morte (Cliff & Thurman, 1984; Hoffmayer & Parsons, 2001; Mohan et al., 2004). Branstetter (1987), capturou 24 indivíduos de três espécies de tubarões diferentes, para avaliar o seu crescimento em cativoiro e, ao fim de uma semana, 12 morreram tendo sido pressuposto o manuseamento como possível causa. Além disso, este é um processo bastante complexo e dispendioso, que implica a utilização de equipamentos e profissionais especializados pois, pode ser muito perigoso para os tratadores que o realizam (Mohan et al., 2004), visto que se tratam de espécies selvagens cujo comportamento não é previsível, muitas de grande porte, com grandes e poderosas dentições e algumas com espigões venenosos. Devido a estes fatores, ao longo do tempo foram exploradas

diversas metodologias para a obtenção destes dados, de modo a tentar reduzir os riscos referidos anteriormente (Cliff & Thurman, 1984; Mohan et al., 2004).

6. Medição de elasmobrânquios

Algumas das medições morfométricas são iguais para ambos os grupos de elasmobrânquios, enquanto outras são específicas de cada grupo. No que respeita aos Batoidea (mantas e raias), este grupo é composto por indivíduos com achatamento dorsoventral, são compostos por um “disco” e uma “cauda” (Luliis & Pulerà, 2011; Serena, 2010). Por outro lado, observando a estrutura do seu esqueleto, este pode ser dividido em três zonas, a boca, o corpo e a cauda (Luliis & Pulerà, 2011; Serena, 2010). Para este grupo é possível referenciar quatro medições, o comprimento total (CT), que se define como a distância desde a ponta do focinho até à ponta da cauda; o comprimento do disco (CD), distância desde a ponta do focinho até à zona posterior do disco; o comprimento da cauda (CC), distingue-se como a distância desde a cloaca até ao final da cauda; e a largura do disco (LD), distância entre cada uma das “asas”, ver figura 1 (A) (Francis, 2006; Serena, 2010; Serra-Pereira et al., 2010; Stevens, 2005).

O grupo dos Selachii (tubarões) é composto por um conjunto bastante diversificado de espécies, onde a grande maioria apresenta um corpo fusiforme. Contudo, também existem indivíduos que apresentam corpos achatados. Além desta diferença, a forma do focinho, boca e barbatanas também podem ser diferentes conforme as espécies (Compagno, 2002; Stevens, 2005). De um modo geral, as medições corporais possíveis para este grupo são, comprimento total (CT), que compreende a distância desde a ponta do focinho até a ponta superior da barbatana caudal; o comprimento até à bifurcação (CB), distância desde o focinho até à bifurcação da barbatana caudal; comprimento pré-caudal (CPC), distância desde o focinho até ao início da barbatana caudal; comprimento pré-anal (CPA), que pode ser definido como a distância desde a ponta do focinho até ao início da barbatana anal; comprimento pré-pélvico (CPP), distância desde o focinho até ao início da barbatana pélvica; comprimento da cabeça (CC), distingue-se como a distância da ponta do focinho até à última fenda branquial; envergadura (VG), que é a distância desde a ponta de uma das barbatanas dorsais até à outra; e por fim, altura da primeira barbatana dorsal (ABD), distância deste o início da barbatana até à ponta da mesma, ver figura 1 (B) (Dineshbabu et al., 2014; Francis, 2006; Pleizier et al., 2015; Rohner, Richardson, Marshall, Weeks, & Pierce, 2011; Stevens, 2005; Tribuzio, Matta, Gburski, Atkins, & Bublely 2016).

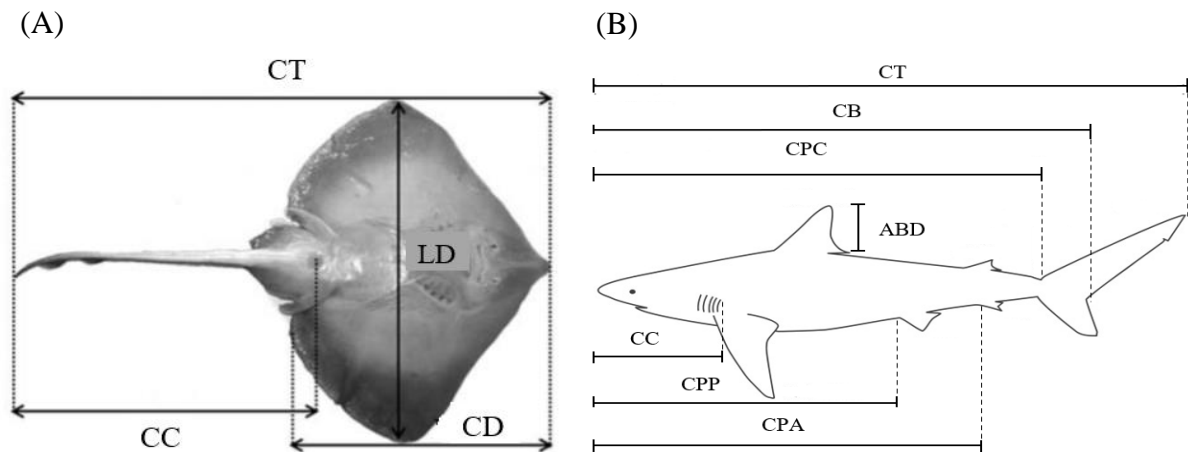


Figura 1- (A) Representação das medições possíveis em raias e mantas, adaptado de Serra-Pereira et al., 2010. (B) Representação das possíveis medições em tubarões, adaptado de Pleizier et al., 2015.

7. Objetivos

O presente estudo pretende inventariar as diferentes técnicas existentes para a medição morfométrica de elasmobrânquios, especificamente as dimensões do corpo, e analisar as vantagens e desvantagens de cada uma, procurando selecionar a técnica mais vantajosa para a medição destes indivíduos em cativeiro.

MATERIAIS E METODOS

A presente revisão teve como base a pesquisa de literatura recorrendo ao jornal *Marine Biology*, ao Google Académico e ao *ISI Web of Knowledge*. Foram pesquisadas as seguintes expressões/palavras-chaves, “*simple field method length measurement*”, “*Size measurement of elasmobranch*”, “*Measuring elasmobranch*”, “*Size measurement of sharks*”, “*Size estimates in elasmobranch*”, “*Measuring skates body size*”, “*Length measurement skates*”, “*Remote measurement elasmobranch*”, “*Stereo systems to measure elasmobranch length*”, “*Stereo systems to remote measurement of sharks*”, “*Stereo-video to assess body size in elasmobranch*”, “*Stereo systems to remote measurement elasmobranch*”, “*Baited remote systems in sharks*”, “*BRUV length Batoidea*”, “*Using Diver operated stereo-video system to measure*”, “*Using Diver operated stereo-video system to measure sharks*”, “*Stereo-DOV for remote measurement of elasmobranch*”, “*Parallel lasers remote measurements in elasmobranch*”, “*Determination of size "laser photogrammetry"*”, “*Using lasers to measure elasmobranch*”, “*Body size laser photogrammetry*”, “*Laser photogrammetry in elasmobranch*”, “*Laser photogrammetry in sharks*”, “*Measurement with parallel lasers in sharks*”, “*Measuring sharks using bar photography*”, “*Measuring sharks body size with bar*”. Adicionalmente, além de se utilizar os motores de busca referidos anteriormente, também foi realizada uma análise da bibliografia dos artigos recolhidos, de modo a aumentar o número de artigos pertinentes para incluir na presente revisão.

Durante a recolha, a pesquisa bibliográfica foi restringida a artigos que referissem métodos e técnicas de medição corporal, especificamente aplicável a espécies de Elasmobranchii. Foram excluídos artigos cujas espécies não fossem as que se encontram em estudo no presente trabalho, técnicas de medição a “olho”, captura e/ou morte dos indivíduos, trabalhos focados na contagem de populações e artigos apenas sobre a foto-identificação de indivíduos. Durante a recolha bibliográfica, utilizando o *Software Microsoft Office Excel*, para auxiliar na organização dos dados, foi realizada uma tabela onde era referenciada, a técnica, título, autor, data de publicação, espécie em estudo, motor de busca, palavras-chaves e link para o artigo. No final da pesquisa obteve-se uma lista com 53 artigos para análise. Com base na recolha, foi possível distinguir cinco técnicas utilizadas para a medição de Elasmobranchii: Fotogrametria utilizando distância até ao indivíduo; Fotogrametria com barra; Fotogrametria com *Lasers*; *Diver operated stereo-video system (DOV)*; e *Stereo baited remote underwater video systems (BRUV)*.

A informação recolhida foi organizada em três tabelas, uma onde é referida a técnica utilizada, o/s autor/res e data de cada artigo, a/s espécie/s, os principais objetivos, resultados e o erro (quando presente). A segunda, apresenta as vantagens e desvantagens descritas pelos autores, e a terceira refere as vantagens e desvantagens de cada uma das técnicas em estudo, tanto de um modo geral, como quando utilizadas especificamente para medir tubarões e raias.

RESULTADOS

1. Detalhe das técnicas

Tal como referido, foram analisadas cinco técnicas. As técnicas referenciadas no presente trabalho compreendem diferentes formas de aplicação da fotogrametria. Relativamente ao método da fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo, esta consiste na recolha de fotografias do espécime, quando este apresenta algumas partes do seu corpo, como o focinho e a barbatana caudal, fora de água. Após serem fotografados, as imagens são analisadas e é aplicada uma fórmula para a estipulação do tamanho (Gordon et al., 1990, como citado por Lacey et al., 20010; Lacey et al., 20010).

A técnica de fotogrametria com barra, desenvolvida por Govender et al. (1991), é um método de medição obtido através da recolha de fotografias. Consiste na colocação de uma placa graduada, em frente de uma janela no tanque, sendo conhecido o tamanho real de ambas. Quando o indivíduo passa em frente da placa e da janela, são retiradas fotografias, sendo posteriormente escolhida a melhor para análise e a essa é aplicada uma fórmula pré-determinada para a estipulação do tamanho.

Relativamente à técnica de fotogrametria com *lasers*, esta implica a utilização de um aparelho composto por dois *lasers*, cujo afastamento é estipulado pelo operador, e uma câmara. Durante a recolha, os *lasers* são projetados na superfície do animal e, no tratamento dos dados recolhidos, é utilizado um programa que utilize uma distância conhecida e a converte num comprimento desejado (Durban & Parsons, 2006; Rohner et al., 2011; Rowe & Dawson, 2008; Webster, Dawson, & Slooten, 2010).

O *stereo-DOV*, que corresponde a *diver operated stereo-video system*, é uma técnica que permite uma medição tridimensional e que consiste na utilização de um aparelho composto por duas câmaras, manobrado por um mergulhador (Goetze et al., 2019; Mallet & Pelletier, 2014; Klimley & Brown, 1983). Durante o tratamento dos dados obtidos, são analisados todos os indivíduos que se apresentem na visão das câmaras e através de um *software* é determinado o tamanho (Harvey & Shortis, 1995).

Por fim o *stereo-BRUV*, *stereo baited remote underwater video systems*, é um aparelho cujo propósito é analisar as comunidades marinhas sem a utilização de um mergulhador e adicionando uma base com isco para atrair os indivíduos ao local (Mallet & Pelletier, 2014). Este apresenta também duas câmaras e durante a análise é utilizado um *software* de medição para estipular os tamanhos (Harvey et al., 2019; Klimley & Brown, 1983).

2. Análise dos artigos

De todos os artigos recolhidos, 46 foram analisados no presente estudo. Alguns artigos foram retirados da análise pois, após serem examinados com mais detalhe, observou-se que não cumpriam os critérios necessários. Especificamente, as tentativas de estipulação de comprimento não foram bem-sucedidas, não referiam os resultados das medições, não foram analisados os comprimentos corporais, ou as espécies analisadas não são as que estão em estudo no presente trabalho. Na tabela 1 estão referidos os dados recolhidos em cada um dos artigos e na tabela 2 as vantagens e desvantagens dos mesmos, sendo que estas foram as descritas pelos próprios autores. Adicionalmente, na tabela 3, são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada uma das técnicas, dados que resultaram da análise de todos os artigos em estudo. Descrevendo com mais detalhe os trabalhos examinados, refere-se que os mesmos foram publicados entre 1983 até 2020. Relativamente às espécies, foram estudadas cerca de 41 espécies de tubarões, sendo o mais frequente o *Rhincodon typus* Smith, 1828, referenciado em 10 estudos. Por outro lado, apenas 4 espécies de raias/mantas foram analisadas, sendo a *Manta alfredi* (Kreffft, 1868) a mais estudada estando presente em 2 trabalhos. Contudo, em dois dos trabalhos analisados não é discriminado quais das espécies são medidas. De todos os artigos, apenas dois é que não foram realizados no habitat natural dos indivíduos. Nomeadamente, o estudo de Govender et al., 1991 foi realizado em cativeiro no *SeaWorld* em Durban, e o de Rogers, Cambiè, & Kaiser (2017), foi realizado num ambiente controlado, após a captura dos indivíduos do habitat natural. Relativamente às técnicas, 1 artigo referenciava a fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo, 1 a técnica de fotogrametria com barra, 18 a fotogrametria com *lasers*, 8 o *stereo-DOV* e 18 o *stereo-BRUV*. Por vezes, a informação a analisar neste estudo não se encontrava presente nos artigos analisados. Nestas ocasiões, o local da tabela era representado com “_”.

Tabela 1- Resumo dos 46 artigos em estudo. Apresentação da técnica utilizada em cada um; autores; espécies em estudo; objetivos; detalhes da técnica; principais resultados; Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão (representado em percentagem ou centímetros, dependendo de cada artigo).

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo	Lacey et al. (2010)	<i>Cetorhinus maximus</i> (Gunnerus, 1765)	Estudar através da fotogrametria, o comprimento corporal, as velocidades de natação e investigar a relação entre estes dois fatores em Tubarões-frade.	Necessário que certas partes do corpo estejam visíveis e fora de água. Comprimento estipulado por fórmula.	Devido aos erros associados às medições de localização e comprimento, a velocidade de natação tende a ser superestimada. As velocidades de natação foram superiores às obtidas em estudos anteriores. Contudo, comprovaram que <i>C. maximus</i> nada a taxas mais lentas que as previstas para o seu tamanho. Foi demonstrado uma correlação entre o comprimento do corpo e a velocidade de natação.	_____
Fotogrametria com Barra	Govender et al. (1991)	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	Avaliar o crescimento de <i>C. taurus</i> em cativeiro.	Utilização de fórmulas para descobrir o comprimento total.	Técnica foi considerada adequada para medição de indivíduos em cativeiro.	Erro 5%
Fotogrametria com Lasers	Araujo et al. (2014)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Descrever a presença de Tubarões-baleia em Oslob, examinar a estrutura da população e os padrões de residência.	<i>Lasers</i> posicionados a 30 cm de distância. Medição corporal escolhida foi desde a quinta fenda branquial até ao início da barbatana dorsal. Foram medidos com <i>lasers</i> apenas 20 indivíduos.	População analisada composta maioritariamente por machos (82%). Apenas 4 dos machos aparentaram estar sexualmente maduros. Cerca de 15% dos indivíduos foram possíveis parcer com indivíduos identificados noutros estudos. Cerca de 47% foram observados com cicatrizes.	_____
Fotogrametria com Lasers	Bansemer & Bennett (2009)	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	Investigar a agregação de fêmeas <i>C. taurus</i> prenhas em Wolf Rock e a sua segregação temporária do resto da população. Ou seja, pretende avaliar a periodicidade reprodutiva e o comportamento destes indivíduos, através de pesquisas visuais de mergulhadores, foto-identificação e telemetria acústica passiva e ativa.	<i>Lasers</i> a 50 cm de distância. Apenas uma pequena quantidade de espécimes foram medidos.	Sucesso, ao identificar 181 indivíduos através da foto-identificação. <i>C. taurus</i> apresenta ter um ciclo reprodutivo bianual, ocasionalmente trianual. Cicatrizes de acasalamento foram observadas, no final de novembro e dezembro, e evidências de gravidez a partir do final de fevereiro.	Erro 5%
Fotogrametria com Lasers	Barker & Williamson (2010)	<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	Apresentar uma técnica para determinar a abundância e padrões de movimento de <i>C. taurus</i> . Para tal, pretende-se observar se o monitoramento pode ser realizado através da internet e de um programa de computador, com contribuições da comunidade de mergulho; será que técnicas fotográficas podem fornecer mais informação específica que a comunidade; e será que sexo e classes de tamanho diferem entre os dois locais de estudo?	<i>Lasers</i> apresentados a 50 cm de distância. Só foi utilizada a medição até à bifurcação.	Foi possível adicionar à base de dados de foto-identificação mais 408 novos indivíduos. A utilização do programa de computador para a identificação de indivíduos, mostrou ser bem sucessiva. Foram observados fortes comportamentos filopátricos e de movimento.	Erro 0.03%
Fotogrametria com Lasers	Crescenzo et al. (2018)	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	Pretende confirmar a precisão da fotogrametria com <i>lasers</i> em Tubarões-brancos e comparar a eficiência de dois meios de imagem, uma câmara <i>reflex</i> e uma <i>action cam</i> .	_____	As medições visuais foram as que demonstraram maior erro associado (15%). Em relação aos meios de recuperação de imagem, a câmara de <i>reflex</i> apresentou o menor erro.	<i>Camara reflex</i> 1.33 % e CV 0.2 %; <i>Action cam</i> 6.43 % e CV 2.0 %

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Deakos (2010)	<i>Manta alfredi</i> (Kreff, 1868)	Examinar a precisão e eficácia da fotogrametria com <i>lasers</i> , numa população residente de <i>M. alfredi</i> no Havaí. Além disso, também se avaliou algumas características biológicas e ecológicas da espécie.	<i>Lasers</i> posicionados a 60 cm de distância. Fotografias foram retiradas constante, sendo independente do sexo ou idade. A maior utilizada o programa <i>Adobe Photoshop</i> ® para as estipulações de tamanho.	Relação entre a largura e comprimento do disco mostrou-se provável observar fêmeas prenhas durante o inverno. As "fêmeas nucleares" (fêmea que se encontrava no início dos "comboios de acasalamento"), demonstram ser 16% maiores que todos os machos observados. Fêmeas maiores demonstram ter taxas de gravidez mais altas.	Erro médio 0,38 % e CV 0,54%
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Deakos (2012)	<i>Manta alfredi</i> (Kreff, 1868)	Observar e avaliar os ciclos reprodutivos de <i>M. alfredi</i> e o papel do comprimento do corpo na sua ecologia reprodutiva.	<i>Lasers</i> a 60 cm de distância. Fotografias foram retiradas à zona dorsal dos indivíduos e só se mediu a largura do disco.	"Comboios de acasalamento" foram observados 11% das vezes e foram mais comuns nos meses de inverno. Mais provável observar fêmeas prenhas durante o inverno. As "fêmeas nucleares" (fêmea que se encontrava no início dos "comboios de acasalamento"), demonstram ser 16% maiores que todos os machos observados. Fêmeas maiores demonstram ter taxas de gravidez mais altas.	—
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Devine et al. (2018)	<i>Somniosus microcephalus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Apresentar as estimativas de abundância do Tubarão-da-Gronelândia, no arquipélago ártico Canadano, usando um aparelho de isco com <i>lasers</i> , e ainda modelos de abundância teórica.	O aparelho apresentava 1 câmara, 2 <i>lasers</i> paralelos posicionados a 6,2 cm de distância e uma extensão com isco. Utilização do <i>software ImageJ</i> .	Não foram encontradas diferenças significativas entre o comprimento e a proporção sexual de machos e fêmeas, dentro dos locais estudados, com a exceção de Scott Inlet. Neste local foram encontrados indivíduos mais pequenos <150 cm. Todas as fêmeas e alguns machos apresentavam comprimentos inferiores àqueles sugeridos para a espécie na maturidade. Não foram encontradas correlações entre a velocidade de natação e o comprimento dos indivíduos.	—
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Guttridge et al. (2017)	<i>Sphyrna mokarran</i> (Rüppell, 1837)	Investigar a fidelidade / residência de <i>S. mokarran</i> e a extensão dos seus movimentos e conectividade entre os EUA e as Bahamas, através de técnicas de telemetria, fotogrametria com <i>lasers</i> , marcação convencional e foto-identificação.	Medida escolhida foi o comprimento pré-caudal, que posteriormente foi convertido em comprimento total. Utilização do <i>software ImageJ</i> para estipular o comprimento.	A maioria das deteções acústicas ocorreram entre outubro e março, com indivíduos raramente detetados entre abril até novembro. Os indivíduos monitorizados em Bimini exibiram fidelidade de longo prazo e residência sazonal. No geral, foram detetados indivíduos ao longo do ano, com a exceção de setembro. Os índices de residência mensais, foram mais elevados durante o outono e inverno.	—
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Hearn et al. (2016)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Relatar a marcação das fêmeas de grande porte na ilha Darwin. Adicionalmente, pretende reportar os movimentos destes indivíduos.	<i>Lasers</i> dispostos a 25 cm de distância. Medição escolhida foi desde a quinta fenda branquial até ao início da barbatana dorsal.	Indivíduos <i>R. typus</i> foram observados no local de estudo maioritariamente entre os meses de julho até novembro e a grande maioria eram indivíduos de grande porte. Observou-se diferenças nos movimentos entre os indivíduos marcados em julho, para aqueles em setembro e outubro. A maior parte dos indivíduos não foram observados no ano seguinte.	—
Fotogrametria com <i>Lasers</i>	Jeffreys et al. (2013)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Pretende construir um sistema de fotogrametria com <i>lasers</i> , preciso e fiável e testá-lo em <i>R. typus</i> durante a época de acasalamento. Determinar medições precisas do comprimento total, de medições morfométricas, e ainda analisar o erro do método.	<i>Lasers</i> a 50 cm de distância. Utilização do <i>Photoshop CS3</i> .	Em comparação com as medições manuais, as realizadas com o aparelho demonstraram-se imparciais. As medições teste, que foram realizadas dentro e fora de água, demonstraram que não existe diferenças entre as duas.	CV médio 2,44%

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Fotogrametria com Lasers	Leurs et al. (2015)	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	Fornecer orientação para a utilização da técnica corretamente. Avaliar o tamanho de <i>C. carcharias</i> . Comparar medições visuais com aquelas obtidas através da fotogrametria com lasers. Comparar os índices de comprimento total (CT) e comprimento pré-caudal (CPC), do presente estudo com os resultados de estudos anteriores.	Técnica realizada a superfície e não dentro de água. Lasers posicionados a 30 cm de distância. De modo a não causar dano ao indivíduo, os lasers eram projetados entre a quinta fenda branquial e a parte de trás da caudal de <i>C. carcharias</i> de barbatana dorsal. Medições realizadas num modelo padronizado.	As medições visuais da tripulação foram subestimadas 63% das vezes. Contudo, quando comparando as estimativas dos lasers, apesar de estas não serem diferentes, não se demonstram ser estatisticamente significantes. A comparação do LPC : LT sugere que a região proporcionalmente mais pequena do que aquela observada em <i>C. carcharias</i> de maior porte.	Erro 1.3%
Fotogrametria com Lasers	O'Connell & Leurs (2016)	<i>Sphyrna mokarran</i> (Rüppell, 1837)	Utilizando fotogrametria com lasers e foto-identificação, pretendeu-se determinar se a codificação noth era um bom método de identificação. Adicionalmente, combinou-se as duas técnicas de modo a observar-se se estas eram precisas e não invasivas para a estipulação de tamanhos.	Lasers posicionados a 30 cm de distância. Fotografias retiradas ao corpo e cabeça dos indivíduos. Utilização de um modelo de medição padronizado.	Utilizando estas técnicas, observou-se que no período de estudo existiu uma grande frequência de reavistamentos. O intervalo de valores do comprimento pré-caudal, demonstrou-se relativamente pequeno, tanto para machos como fêmeas. Isto sugere que no local de estudo ocorrem indivíduos de uma faixa etária específica.	—
Fotogrametria com Lasers	Perry (2017)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Avaliar a eficácia de três métodos de medição de tubarões. Determinar as diferenças de tamanho entre indivíduos novos, temporários e os que retornam às fenda branquial à barbatana dorsal, e Maldivas. Determinar os padrões de crescimento da população de Tubarões-baleia nas Maldivas e comparar com os dados de outros locais.	Medições iniciais foram da quinta fenda branquial à barbatana dorsal, e posteriormente foram convertidas ao tamanho total, através de relações morfométricas.	Em comparação com os lasers e com as medições com fita métrica (durante natação dos indivíduos), as estimativas visuais tendem a superestimar indivíduos de porte pequeno, e a subestimar indivíduos maiores. A fita métrica demonstrou medições semelhantes àquelas obtidas com os lasers. As taxas de crescimento dos indivíduos foram diminuindo gradualmente ao longo dos anos. Indivíduos novos ao local de estudo, apresentaram comprimentos menores, em comparação com aqueles que retornaram. Por outro lado, <i>R. typus</i> transitórios não apresentaram tamanhos diferentes quando comparando com os indivíduos novos e de retorno.	DP 0.14 m
Fotogrametria com Lasers	Perry et al. (2018)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Avaliar a precisão de três métodos de medição. Determinar as diferenças de tamanho entre tubarões nas Maldivas. Determinação dos padrões de crescimento, distância. Compimento total estimado utilizando dados recolhidos de Tubarões-baleia e através de relações morfométricas.	Lasers posicionados a 50 cm de distância. Compimento total estimado utilizando dados recolhidos de Tubarões-baleia e através de relações morfométricas.	As estimativas de comprimento visuais tendem a subestimar o comprimento dos indivíduos e demonstraram-se ter maiores erros associados, sendo assim menos eficazes. As medições com fita métrica e o laser apresentaram resultados bastante semelhantes. Estipulou-se que os tubarões atingem a maturidade sexual aos 25 anos e apresentam uma longevidade de 130 anos.	CV 2.03%
Fotogrametria com Lasers	Rogers et al. (2017)	<i>Scyliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	Combinar o uso de índices de alometria ontogenética com a fotogramétrica de lasers, de modo a identificar índices morfométricos que preveem os estágios de quinta fenda branquial e a barbatana dorsal. Diversas medições corporais de maturidade e sexo dos indivíduos; quantificar o erro dos lasers; e por fim integrar as duas técnicas para determinar a sua viabilidade.	Lasers a 10 cm de distância. Os lasers eram posicionados entre a quinta fenda branquial e a barbatana dorsal. Diversas medições corporais de cada indivíduo para medição.	O modelo de classificação apresentou uma boa capacidade de discriminação. Este classificou corretamente os sexos 80% das vezes e os estágios de maturidade, com uma taxa de sucesso de 80% para machos e de 78% para fêmeas. A distância de medição mais precisa foi 7.5 cm. A relação entre o comprimento total - comprimento da 1 barbatana dorsal, demonstrou-se, para ambos os sexos, ser o melhor preditor do CT.	EP 5.2% e CV 1.8%
Fotogrametria com Lasers	Rohner et al. (2011)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Demonstrar a precisão na medição de <i>R. typus</i> , obtida através da fotogrametria com lasers paralelos. Estabelecer uma nova métrica de comprimento.	Lasers posicionados a 50 cm de distancia. Fotografias retiradas a 5 m do indivíduo. Comprimento total foi extrapolado a partir da medição da 5ª fenda branquial à 1ª barbatana dorsal.	A técnica dos lasers demonstra ser um ótimo método de medição. A melhor medição métrica foi o comprimento da quinta fenda branquial até ao início da primeira barbatana dorsal.	—

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Fotogrametria com Lasers	Rohner et al. (2015)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1829	Descrever as faixas de tamanho e as proporções sexuais dos tubarões nos locais de estudo. Avaliar o comprimento com que 50% dos machos atingem a maturidade, utilizando medidas de comprimento total e do clasper. Testar se a fotogrametria pode detectar as taxas de crescimento estimadas num período de 1-3 anos.	Utilizando <i>Lasers</i> a 50 cm de distância. Comprimento total foi obtido através de medição e a da 5ª fenda branquial à 1ª de 1-3 anos.	Em ambos os locais, os tamanhos médios dos machos, não diferenciaram significativamente do das fêmeas. Contudo, todos os indivíduos de maior porte em Moçambique, >860 cm, eram fêmeas. Neste mesmo local, dos indivíduos observados 75.7% eram machos e, 24.3% fêmeas. Na Tanzânia, a proporção sexual dos indivíduos também foi significativa, com 87.5% machos e 12.5% fêmeas. No geral, a população de ambos os locais é composta por machos juvenis. O TL50 para machos foi de 916 cm. Medição de apenas parte do corpo, aumenta a precisão pois, exclui o erro associado à reflexão do mesmo.	Erro médio 3.2 cm; CV 0.17%
Fotogrametria com Lasers	Rowat et al. (2011)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Comparar os períodos de associação da agregação de Jibuti, das suas classes de tamanho menores, com os períodos de associação das agregações mais comuns de classes de subadultos de tamanho maior.	—	Em Seicheles foram identificados 443 indivíduos e em Jibuti 297. Nos dois locais a média de comprimentos variou ao longo dos anos. Os dois grupos demonstraram variância desigual em torno das suas respetivas médias de comprimento, sendo que em Jibuti os comprimentos médios eram menores. Comparando com agregações de <i>R typus</i> de outros locais, a população de Jibuti apresentou comprimentos médios muito menores, ponto que pode ser devido à topografia da área.	—
Stereo-DOV	Delacy et al. (2017)	<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey, 1861)	Testar a eficácia de um sistema <i>stereo</i> num ambiente controlado e no terreno, e comparar com os resultados obtidos noutros estudos.	Câmaras a 8 cm de distância posicionadas a 8°. Filmagens ocorreram junto à superfície. Utilização do programa <i>StereoMorph</i> .	Nos testes no terreno demonstrou-se que não existe uma correlação entre o tamanho do tubarão e o erro, ou seja, o erro não aumentava com o aumento do tamanho do tubarão. As medições com o sistema <i>stereo</i> não sub- ou sobrestimaram consistentemente o comprimento, quando comparando com as medições obtidas com a fita métrica.	Calibração: erro absoluto médio 0.34%; dos testes controlados: EAM 0.33%; entre medição com fita e vídeos <i>stereo</i> : EAM 1.6%.
Stereo-DOV	Goetze et al. (2018)	<i>Aetobatus ocellatus</i> (Kuhl, 1823), <i>Carcharhinus amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856) <i>C. melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>Negaprion acutidens</i> (Rüppell, 1837), <i>Taeniura lessoni</i> Last, White & Naylor, 2016, <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837) e <i>Urogymnus granulatus</i> (Macleay, 1883)	Avaliar a abundância e biomassa de tubarões de recife ao longo de quatro locais nas ilhas Salomão, utilizando BRUVs. Adicionalmente, fornecer informação sobre a abundância e diversidade de tubarões e raias e avaliar os principais impulsionadores de abundância/ biomassa, incluindo a influência do tipo / complexidade de habitat, profundidade, localização e biomassa das presas utilizando DOV.	Câmaras a 7 cm de distância e a 7°. Amostras coletadas entre 8 a 12 m de profundidade. Só imagens recolhidas a por o DOV é que foram utilizadas para medição. O <i>software</i> da <i>SeaGIS</i> foi utilizado para a medição dos indivíduos.	Com o BRUV foram observados 163 tubarões e raias, constituindo 8 espécies. As 3 espécies mais observadas foram <i>C. melanopterus</i> , <i>T. obesus</i> e <i>C. amblyrhynchos</i> . A abundância de tubarões, demonstrou-se ser maior nos locais mais remotos. De todos os modelos estudados (profundidade, biomassa das presas, etc), a localização demonstrou-se a mais relevante.	—
Stereo-DOV	Klimley (1987)	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	Descrever alguns traços da história de vida, diferenças na alimentação, segregação e crescimento entre sexos de <i>S. lewini</i> .	Câmaras posicionadas a 50 cm de distância. Medições foram obtidas a partir do deslocamento horizontal entre imagens.	Os dados recolhidos demonstraram que as fêmeas migram para fora da costa com menores tamanhos quando comparando com os machos. A profundidade de captura de cada sexo variou entre as classes de tamanho, por exemplo, fêmeas e machos que apresentavam o mesmo intervalo de comprimento foram capturados a diferentes profundidades. As fêmeas demonstraram um tamanho e crescimento até à maturidade, mais rápido. As presas da espécie são diferentes e variam conforme o sexo dos indivíduos.	—
Stereo-DOV	Klimley & Brown (1983)	<i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	Descrever como é que a técnica de <i>stereo</i> pode ser utilizada para estudar se os Tubarões-martelo-recortados de diferentes tamanhos, se mantêm em diferentes posições no grupo e, se se espaçam a diferentes distâncias dos seus vizinhos mais próximos. Explicar como é que a técnica foi modificada para fornecer medições precisas e a posição tridimensional de um indivíduo ativo.	Câmaras posicionadas a 50 cm de distância. Medições foram obtidas a partir do deslocamento horizontal entre imagens.	Num dos locais de amostragem, deu-se um aumento do comprimento total à medida que se aumentava a distância da câmara e a distância do grupo. As distâncias interindividuais (de cabeça a cabeça) não variaram com a distância dentro do grupo e possuíam uma mediana de 232 cm.	Erro máximo 5%

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Stereo-DOV	May et al. (2019)	<i>Carcharodon carcharias</i> , (Linnaeus, 1758)	Determinar a capacidade do observador de estimar visualmente o comprimento total (TL) de <i>C. carcharias</i> e avaliar como o comprimento, a experiência e gênero do observador afetaram a precisão e distorção das estimativas.	Câmaras dispostas a 76 cm de distância e a um ângulo de 8°. Aparelho era manuseado por mergulhador ou então suspenso na superfície da água. Utilização do software da <i>SeaGIS</i> .	Com o DOV foram recolhidas 35 medições. Relativamente às estimativas visuais, a experiência do observador demonstrou uma maior precisão, com os cientistas estipulando um comprimento mais próximo ao real. Por outro lado, o tamanho de <i>C. carcharias</i> e o sexo do observador não demonstraram influência na estipulação do tamanho.	Erro padrão 0.63 m
Stereo-DOV	Meekan et al. (2020)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Avaliar os padrões de crescimento da população de Tubarões-baleia livres presente na Costa de Ningaloo. Pretende-se ainda utilizar dados de estudos anteriores para identificar indivíduos medidos anteriormente e observar o seu crescimento. Adicionalmente, examinar as implicações dos padrões específicos do crescimento no tamanho e crescimento.	Dois aparelhos, num as câmaras estavam a 85 cm distância e noutro a 100 cm. Em ambos as câmaras estavam dispostas a um ângulo de 4°. Utilização do software <i>SeaGIS</i> .	Foram reavistados e medidos 54 indivíduos, destes apenas 6 que eram fêmeas. Os perfis de crescimento diferiram substancialmente entre sexos, tendo os machos um crescimento ligeiramente mais rápido na primeira década mas, este vai desacelerando e refletindo um crescimento assintótico nas fases posteriores da vida. Por outro lado, o modelo de crescimento sugere que as fêmeas exibem taxas de crescimento inicial mais lentas que são sustentados até um certo ponto, resultando assim num padrão de crescimento mais indeterminado.	—
Stereo-DOV	Salinas-de-León et al. (2016)	Diversas (não são especificadas todas as espécies observadas e medidas, nem se foram analisadas por o DOV ou por o censos visuais).	Estabelecer estimativas abrangentes de abundância para tubarões e assembleias de peixes predatórios, nas ilhas Darwin e de Wolf. Pretende-se ainda utilizar esta informação para realizar recomendações para a proteção das espécies.	Câmaras a 70 cm de distância. Utilização do software da <i>SeaGIS</i> .	Quase 73% da biomassa total foi contabilizada por Tubarões-martelo, Tubarões-dos-Galápagos e Tubarões-de-pontas-negras. Quando comparando o DOV com o censos visual, ambas as técnicas registaram o mesmo número de espécies. O DOV produziu estimativas de tamanho de tubarões significativamente maiores que as estimativas visuais, o que sugere que os observadores tendem a subestimar os comprimentos. A biomassa de peixes (excluindo tubarões), foi 68% maior na ilha Darwin, mas não significativamente diferente entre ilhas.	—
Stereo-DOV	Sequeira et al. (2016)	<i>Rhincodon typus</i> Smith, 1828	Comparar as estimativas de comprimento derivadas através de técnicas de medição <i>stereo</i> e estimativas visuais, para assim ser possível obter estimativas da proporção da população de Tubarões-baleia que atingiu ou está prestes a atingir a maturidade sexual.	—	Dos 95 indivíduos observados, foram realizadas 123 medições. Os indivíduos eram maioritariamente do sexo masculino. Só dois machos é que demonstraram índices de maturidade sexual o que pode demonstrar que a maioria da população neste local ainda é juvenil. Os erros das estimativas visuais estão positivamente relacionadas com o tamanho dos tubarões, sendo que com o aumento do tamanho dos indivíduos também ocorre um aumento do erro. Com as estimativas visuais nenhum indivíduo foi identificado com mais de 8 m de comprimento, enquanto que com o <i>stereo</i> 2(indivíduos possuíam mais de 8 m.	—
Stereo-BRUV	Acuña-Marrero et al. (2017)	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)	Investigar a ecologia espacial de Tubarões-tigre focando, se nos padrões de residência em relação às praias de nidificação de Tartarugas-verdes. Para tal, foram utilizados BRUVs, telemetria de satélite e acústica.	Câmaras dispostas a 70 cm de distancia a um ângulo de 6°. Foram realizados BRUVs bentônicos e pelágicos. O tratamento das filmagens foi através do programa da <i>SeaGIS</i> .	Foram capturados e marcados 20 tubarões e com o BRUV foram filmados outros 22. Cerca 93% das posições estimadas por o modelo bayesiano de espaço de estados, estavam localizadas dentro da reserva marinha de Galápagos. Maioria (80,6%) foram classificados como indivíduos residentes, sendo que apenas 2 indivíduos é que saíram da reserva. Dentro da Reserva os indivíduos passavam 80% do tempo a 10 km das praias de nidificação de tartarugas marinhas. Os tubarões marcados exibiram um forte comportamento de filopatria. Não foram encontradas diferenças significativas nos comprimentos estimados com o BRUV daqueles medidos por captura. Fêmeas medidas durante a época de nidificação eram das maiores registadas.	—

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro e coeficiente de variação
Stereo-BRUV	Asher et al. (2017)	* <i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass & Heller, 1905) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837)	Comparar as abundâncias relativas e distribuições baseadas no comprimento das principais espécies que contribuem para as assembleias de predadores. Investigar os habitats mesofóticos que são inacessíveis aos censos visuais.	Câmaras a 70 cm de distância e com um ângulo de 8°. Utilização do software <i>SeaGIS</i> .	O <i>Aprion virescens</i> foi a espécie de predador mais comum. Cerca de 65% dos predadores nas ilhas principais do Havaí (IPH) pertenciam à família Carangidae, e 61% da mesma família, compôs os predadores principais das ilhas do Noroeste do Havaí (INH). Os tubarões formaram 12% e 20% da abundância de predadores nas IPH e INH, respetivamente. Este ponto, demonstra que espécies de tubarões são restritas nestes locais.	—
Stereo-BRUV	Asher et al. (2019)	* <i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass & Heller, 1905) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837)	Quantificar a extensão de diferenças de níveis sub-regionais nas taxas de abundância de predadores a ≤30 m de profundidade. Dependendo do método de pesquisa, incorporar métodos que abrangem profundidades superiores e comparar com os dados recolhidos em locais de água rasa. Avaliar a distribuição do tamanho de predadores entre diversos métodos. Para tal, foram utilizados, 4 técnicas, BRUV, RUV (sem isco), contagem estacionária (CE) e mergulhador rebocado.	BRUV bentónico em águas rasas ≤ 30 m e em 30-100 m. Utilização do software <i>SeaGIS</i> .	Abundância de Carcharhinidae e de <i>Aprion virescens</i> foram maiores nas ilhas do noroeste das ilhas Havaianas (NIH) do que nas ilhas principais do Havaí (IPH). Não foram reportados tubarões nas amostragens de RUVS de águas rasas no IPH. Medições realizadas por CE foram consistentemente menores do que aquelas realizadas por os BRUS e RUVS. Espécies como <i>Galeocerdo cuvier</i> , <i>Carcharhinus plumbeus</i> , <i>Carcharhinus melanopterus</i> , <i>Carcharhinus limbatus</i> e <i>Sphyrna lewini</i> , só foram avistados nos BRUS e/ou RUVS. De um modo geral, existiu mais abundância nas NIH. BRUVs reportaram mais registo de predadores que os RUVS.	—
Stereo-BRUV	Dunbrack (2006)	<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterra, 1788)	Descreve a operação e o desempenho de um sistema de medição de vídeo <i>stereo</i> em linha, operado remotamente e que inicialmente foi projetado para obter dados de frequência de comprimento para uma população de <i>H. griseus</i> .	Aparelho construído na vertical, e encostado a um recife de coral. Câmaras a 250 cm de distância. Medições realizadas no <i>NIH Image</i> .	Das medições testes realizadas com tubos, deu-se um erro médio de 0.01% e um erro médio absoluto de 1.6%. A técnica demonstrou ser mais bem aplicada em peixes cuja trajetória fosse menos de 15° da ortogonal. Realizaram-se medições replicadas das medições de <i>H. griseus</i> , pois os mesmos indivíduos foram avistados mais que uma vez. A diferença máxima entre replicados foi 4.2%.	Erro médio absoluto dos testes 1.6%
Stereo-BRUV	Dunbrack & Zielinski (2005)	<i>Hexanchus griseus</i> (Bonnaterra, 1788)	Coletar dados quantitativos comportamentais e populacionais para <i>H. griseus</i> utilizando sistemas simples e não invasivos. Especificamente, é utilizada uma técnica de medição de vídeo estéreo para derivar a relação comprimento-frequência do corpo desta espécie.	Aparelho construído na vertical e encostado a um recife de coral. Câmaras a 250 cm de distância. Medições realizadas no <i>NIH Image</i> .	Foram realizadas 50 medições de 39 indivíduos, sendo que alguns foram medidos em gravações diferentes. Nos indivíduos medidos várias vezes, o erro médio destas medições foi de 1.9%. O intervalo de tamanhos neste local foi de 135 cm a 353 cm e todos os espécimes com mais de 280 cm eram fêmeas, o que indica que a população neste local é constituída por juvenis e subadultos.	Erro médio dos replicados 2%; erro máximo 4.9%.
Stereo-BRUV	Goetze & Fullwood (2013)	<i>Carcharhinus albimarginatus</i> (Rüppell, 1837), <i>C. amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856), <i>C. melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>Stegostoma fasciatum</i> (Hermann, 1783) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837).	Avaliar a abundância relativa e biomassa de tubarões de recife, dentro e fora da reserva marinha de Namena, utilizando sistemas BRUVs.	Realização de BRUVs em águas rasas e profundas. Câmaras dispostas a 70 cm de distância. Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	A abundância de indivíduos foi maior dentro da reserva. O maior indivíduo registado foi um <i>S. fasciatum</i> e o mais pequeno um <i>C. amblyrhynchos</i> . Não houve diferença na abundância ou biomassa de tubarões entre locais rasos e profundos, dentro e fora da reserva. Para as espécies mais abundantes, <i>C. amblyrhynchos</i> e <i>T. obesus</i> não houve diferenças no tamanho dentro e fora da reserva.	—
Stereo-BRUV	Harasti et al. (2016)	<i>Carcharodon carcharias</i> , (Linnaeus, 1758)	Avaliar o tamanho e presença de tubarões-brancos através da utilização de BRUVs.	Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	Foram observados 34 indivíduos, dos quais 22 foram identificados através das suas marcas corporais e tamanho. Dos identificados, nenhum foi observado em dias subsequentes. Em nenhuma ocasião foram observados em simultâneo 2 <i>C. carcharias</i> . O maior número de observações ocorreu em outubro e o menor em novembro e dezembro.	Erro padrão 1.19 cm

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Stereo-BRUV	Harasti et al. (2019)	<i>Carcharodon carcharias</i> , (Linnaeus, 1758)	Observar se a utilização de BRUVs permite testar o crescimento de forma confiável de Tubarões-brancos juvenis. Além disso, os dados foram coletados para avaliar se os BRUVs são adequados para avaliar a frequência de tamanho dos Tubarões-brancos juvenis presentes na área em estudo.	Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	Em 2017 foram observados 70 indivíduos e em 2018 72, sendo o mês de novembro o que registou mais observações em ambos os anos. Em 2017 março e maio foram os meses com menos observações e em 2018 foi apenas em março. Contudo, em 2018 janeiro teve um baixo número de observações e estas voltaram a aumentar no início do outono, demonstrando assim uma variação da frequência. Foi demonstrado uma variação sazonal de abundância, sendo esta maior no outono. Não foi detectado uma diferença no tamanho médio dos indivíduos entre as estações do ano.	Erro padrão (a uma distância de 5 m) 0.4 cm
Stereo-BRUV	Letessier et al. (2013)	Não são especificadas todas as espécies medidas.	Desenvolver uma técnica que produza dados diretamente relevantes para a implementação de monitoramento de espécies pelágicas em grandes áreas marinhas protegidas (AMP).	Câmaras a 80 cm de distância e a um ângulo de 4°. BRUVs dados analisados no <i>software da SeaGIS</i> .	Das observações 33% dos indivíduos foram identificados como pelágicos, correspondente a 27 espécies e 67% demersais, correspondente a 31 espécies. A composição das assembleias pelágicas variaram conforme a localização.	Coefficiente de variação médio 6.1% (para as espécies onde foi possível repetir medições, nem todas eram tubarões)
Stereo-BRUV	Lewis (2019)	<i>Notorynchus cepedianus</i> (Péron, 1807)	Desenvolver um sistema de vídeo subaquático remoto com isco, adaptado para a captura de imagens de <i>N. cepedianus</i> para análises de foto-ID. Estimar as abundâncias sazonais e a taxa de sobrevivência da população em Paterson Inlet, Ilha Stewart. Caracterizar o tamanho e a estrutura do sexo da população.	Câmaras a um ângulo de 20° e a 40 cm de distância. Foi utilizado o <i>Videosync</i> para realizar as medições.	Das observações realizadas, apenas 17% dos indivíduos é que eram machos. A proporção entre sexos variou significativamente entre as estações do ano, havendo o aumento dos machos nos meses de verão e outono. Dos 149 indivíduos, apenas foi possível medir 87. Todos os machos medidos eram adultos enquanto que nas fêmeas 60% eram juvenis e 40% maduras.	Erro médio 0.63% e máximo 1.13%; CV 0.30%
Stereo-BRUV	Pimentel et al. (2019)	<i>Carcharhinus falciformis</i> (Müller & Henle, 1839), <i>C. galapagensis</i> (Snodgrass & Heller, 1905), <i>C. perezi</i> (Poey, 1876), <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822), <i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788) e <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834)	Apresentar registros de tubarões obtidos a partir de pesquisas usando sistemas remotos de vídeo BRUVs demersais e pelágicos a subaquáticos (BRUVs) nas ilhas oceânicas brasileiras de diversas profundidades. Trindade e no arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).	Utilização do <i>software da SeaGIS</i> .	Das 60 expedições realizadas na ilha da Trindade, apenas em 14 é que foram observados tubarões, correspondendo a 19 indivíduos de 4 espécies. No ASPSP, apenas 2 dos 5 BRUVs registraram tubarões, sendo estes apenas 2 indivíduos de uma espécie. No mesmo local, apenas 2 BRUVs demersais registraram 2 indivíduos sendo estes de espécies distintas. Um destes indivíduos era o <i>Carcharhinus galapagensis</i> uma espécie que estava considerada extinta neste local.	—
Stereo-BRUV	Pinte et al. (2020)	<i>Centrophorus harrissoni</i> McCulloch, 1915, <i>C. squamosus</i> (Bonnaterre, 1788), <i>Centroscyllium owstonii</i> Garman, 1906, <i>Dalatias licha</i> (Bonnaterre, 1788), <i>Deania calcea</i> (Lowe, 1839), <i>Etmopterus granulosus</i> (Günther, 1880), <i>E. mollieri</i> (Whitley, 1939) e <i>Proscymnodon plukenti</i> (Waite, 1910)	Avaliar a ocorrência e abundância relativa de tubarões em profundidades de 300 a 1200 m na Nova Zelândia, distância e a uma rotação de 8° utilizando BRUVs. Estas implantações permitiram medir características ecológicas tais como, o tamanho, a profundidades diferentes, velocidade de natação e a frequência de batimento da cauda de oito espécies de tubarões de águas profundas.	Câmaras posicionadas a 70 cm de distância e a uma rotação de 8° com o aumento da mesma. Não foram demonstradas diferenças significativas entre o comprimento dos indivíduos e a profundidade, com a exceção de <i>C. harrissoni</i> . Foram realizadas amostragens em diferenças significativas entre a velocidade das 8 espécies, estando também os batimentos da cauda relacionados com a velocidade. A espécie <i>Dalatias licha</i> demonstrou a velocidade mais lenta alguma vez registrada para um tubarão.	Foram avistadas nas gravações 1400 tubarões, correspondentes a 3 ordens (Carcharhiniformes, Hexanchiformes, e Squaliforme). A diversidade e riqueza de espécies variou conforme a profundidade, indo diminuindo com o aumento da mesma. Não foram demonstradas diferenças significativas entre o comprimento dos indivíduos e a profundidade, com a exceção de <i>C. harrissoni</i> . Houveram diferenças significativas entre a velocidade das 8 espécies, estando também os batimentos da cauda relacionados com a velocidade. A espécie <i>Dalatias licha</i> demonstrou a velocidade mais lenta alguma vez registrada para um tubarão.	Erro 0.91 cm

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Stereo-BRUV	Ryan et al. (2015)	<i>Carcharhinus albimarginatus</i> (Rüppell, 1837), <i>C. amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856), <i>C. brevipinna</i> (Müller & Henle, 1839), <i>C. plumbeus</i> (Nardo, 1827), <i>C. obscurus</i> (Lesueur, 1818), <i>Furgaleus macki</i> (Whitley, 1943), <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822), <i>Hemirhamphys falcata</i> Compagno & Stevens, 1993, <i>Heterodontus portusjacksoni</i> (Meyer, 1793), <i>Mustelus antarcticus</i> Günther, 1870, <i>Nebrius ferrugineus</i> (Lesson, 1831), <i>Negaprion acutidens</i> (Rüppell, 1837), <i>Parascyllium variolatum</i> (Duméril, 1853), <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837).	Medir a velocidade de cruzeiro em diversas espécies de tubarões, utilizando BRUVs. Estas medições de velocidade, foram utilizadas para gerar um modelo preditivo de velocidade de cruzeiro em função do tamanho do corpo, forma do corpo, habitat, nível trófico, temperatura e ordem taxonómica.	Câmaras dispostas a 70 cm de distância e a 8°. Utilização do <i>software</i> da <i>SeaGIS</i> .	Foi registado 611 medições de velocidade, 98.4% das quais foram classificadas como velocidades de cruzeiro, fornecendo assim dados para 248 tubarões, representando 15 de espécies. O modelo preditivo de velocidade foi estabelecido para 8 espécies. O comprimento pré-caudal, espécie, nível trófico, habitat e a forma da barbatana caudal, demonstraram efeitos significativos na variação de velocidade de cruzeiro, sendo que os dois primeiros fatores foram os mais significativos.	—
Stereo-BRUV	Santana-Garçon et al. (2014a)	* <i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839), <i>C. plumbeus</i> (Nardo, 1827), <i>Carcharhinus</i> spp., <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822), <i>Rhizoprionodon acutus</i> (Rüppell, 1837), <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834) e <i>S. mokarran</i> (Rüppell, 1837)	Comparar a composição da captura, abundância relativa e distribuição do comprimento de peixes amostrados por BRUVs pelágicos e longlines científicos convencionais.	Câmaras a 70 cm de distância e com um ângulo de 8°. BRUVs eram pelágicos. Utilização do <i>software</i> <i>SeaGIS</i> .	Com os <i>longline</i> foram capturados 236 indivíduos de 18 espécies diferentes, enquanto que os BRUVs foram observados 124 indivíduos de 20 espécies. Espécies de teleosteos foram quase exclusivas dos BRUVs, tubarões semi-pelágicos foram observados em ambas as técnicas e, devido à proximidade das <i>longlines</i> do solo, a amostragem deste foi composta maioritariamente por tubarões bentónicos. A espécie mais abundante em ambas as técnicas foi <i>C. plumbeus</i> seguido por <i>Carcharhinus</i> spp. Não houve diferenças significativas na forma das distribuições de comprimento para ambos os métodos. No entanto, houve diferenças significativas na localização da distribuição do comprimento.	—
Stereo-BRUV	Santana-Garçon et al. (2014b)	* <i>Carcharhinus limbatus</i> (Müller & Henle, 1839), <i>C. plumbeus</i> (Nardo, 1827), <i>Carcharhinus</i> spp e <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822)	Explorar os efeitos da proteção sobre as espécies e pelágicos nas Ilhas Houtman Abrolhos. Avaliar o potencial dos BRUVs pelágicos como uma técnica de monitoramento para o encerramento de áreas. Contribuir para o debate em curso sobre o uso destas áreas espaciais para a conservação e gestão de espécies altamente móveis.	Câmaras a 70 cm de distância e com um ângulo de 8°. Os BRUVs utilizados eram pelágicos. Utilização do <i>software</i> <i>SeaGIS</i> .	Não houve diferença significativa na composição de espécies e abundância relativa das assembleias de peixes pelágicos. O local e o <i>status</i> (aberto ou fechado à pesca) não tiveram efeito significativo na estrutura da comunidade. Contudo, a área fechada à pesca deteve de mais indivíduos. Nos BRUVs foram identificadas 10 famílias diferentes e em 39% das embarcações não foram observados nenhuns indivíduos. Só foi possível calcular comprimentos para 37% dos indivíduos observados.	—
Stereo-BRUV	Tickler (2015)	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856)	Avaliar pela primeira vez, as assembleias de tubarões de recife, após a criação de áreas marinhas protegidas e comprar com dados pré-existentis.	Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	A abundância de indivíduos não variou com a profundidade. A classificação dos habitats variou significativamente entre localizações. Em localizações com corais duros ou moles, obteve-se uma maior riqueza de espécies e abundância de tubarões. Em Chagos foram observados 271 indivíduos de 8 espécies e nas Shoals Australianas foram 512 indivíduos de 9 espécies. O comprimento médio foi superior em Chagos.	—
Stereo-BRUV	Tickler et al. (2017)	<i>Carcharhinus albimarginatus</i> (Rüppell, 1837), <i>C. amblyrhynchos</i> (Bleeker, 1856), <i>C. melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron & Lesueur, 1822), combinação de variáveis ambientais, medidas de <i>Nebrius ferrugineus</i> (Lesson, 1831), <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith & Smith, 1834), <i>S. mokarran</i> , (Rüppell, 1837) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837)	Utilização de BRUVs para modelar as relações entre as medidas das assembleias de tubarões com uma combinação de variáveis ambientais, medidas de abundância, biomassa e diversidade de peixes de recifes.	Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	Observação de 8 espécies, sendo a mais abundante <i>C. amblyrhynchos</i> , seguido por <i>T. obesus</i> e o <i>C. albimarginatus</i> . Por outro lado o <i>Sphyrna lewini</i> e <i>S. mokarran</i> foram os menos frequentes. A profundidade média diferenciou entre as espécies. O tamanho dos <i>C. amblyrhynchos</i> variou entre os locais de observação.	—

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 1- Continuação.

Técnica	Publicação	Espécie	Objetivos	Detalhes da técnica	Principais Resultados	Erro, coeficiente de variação ou desvio padrão
Stereo-BRUV	Yon et al. (2020)	* <i>Carcharhinus melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824), <i>Chiloscyllium punctatum</i> Müller & Henle, 1838, <i>Hemirhamphys falcata</i> Compagno & Stevens, 1993, <i>Nebrius ferrugineus</i> (Lesson, 1831), <i>Negaprion acutidens</i> (Rüppell, 1837) e <i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837)	Avaliar se a abundância, tamanho e assembleia de elasmobrânquios varia entre as amostragens dentro e fora das áreas marinhas protegidas (AMP). Identificar as variáveis de habitat e substrato que influenciaram a abundância de elasmobrânquios e, avaliar o estado das populações de elasmobrânquios no parque marinho de Cobourg em relação a outros habitats semelhantes.	Utilização do programa da <i>SeaGIS</i> .	Nos locais de amostragem não houve diferenças na abundância total. Em 57% das observações o tubarão mais avistado foi <i>C. melanopterus</i> , seguido por o <i>N. ferrugineus</i> com 13%. A raia mais abundante foi <i>U. granulatus</i> , compondo 64% das observações deste grupo. Cerca de 68% dos indivíduos filmados foram medidos e os seus comprimentos não diferiram entre locais. Não foi detetado grande relação entre a abundância e as variáveis ambientais.	—

* Várias espécies analisadas, mas só para estas é que foram realizadas medições corporais.

Tabela 2- Vantagens e desvantagens descritas por os autores de cada um dos artigos. Apresenta os autores e data de publicação; técnica; vantagens; desvantagens.

Publicação	Técnica	Vantagens	Desvantagens
Lacey et al. (2010)	Fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo	Técnica que permite coletar grandes amostragens, sem ser necessário a proximidade aos indivíduos.	Indivíduo tem de se encontrar à superfície. Não pode existir reflexão do corpo. Só é possível medir o comprimento do focinho à barbatana dorsal, focinho à barbatana caudal, ou barbatana dorsal à caudal. O rastreamento de indivíduos era cancelado quando existiam outros tubarões presentes. Os métodos utilizados no estudo não são muito precisos.
Govender et al. (1991)	Fotogrametria com Barra	Técnica suficientemente boa para a dedução do tamanho de tubarões em cativeiro.	Erro associado à refração da luz, visto que existe a passagem por diferentes meios, como é o caso do vidro, água, ar e as lentes de sistema da câmara.
Araujo et al. (2014)	Fotogrametria com Lasers	Técnica dos <i>lasers</i> demonstrou-se uma mais valia e uma excelente abordagem para tentar validar a eficácia de censos visuais.	Só fotografias onde o indivíduo estivesse perpendicular ao mergulhar é que eram utilizadas para análise. Condições meteorológicas e a visão da câmara dificultaram a obtenção de fotografias totais dos indivíduos. Não foi possível estimar o comprimento com o qual as fêmeas atingem a maturidade sexual.
Bansemer & Bennett (2009)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo detalhado sobre a monitorização de fêmeas adultas ao longo de vários anos. Sucesso na foto-identificação de 181 indivíduos e em detalhar o ciclo reprodutivo das fêmeas neste local.	Para a medição com <i>lasers</i> os indivíduos tinham de se encontrar perpendiculares ao aparelho e sem flexão corporal. Os dois rastreamento planeados não completaram a duração inicialmente estabelecida devido às más condições meteorológicas.
Barker & Williamson (2005)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo a utilizar um método baseado na <i>internet</i> para solicitar e adquirir imagens para uma análise retrospectiva. Foi possível adicionar novos indivíduos à base de dados de foto-identificação. A técnica dos <i>lasers</i> demonstrou-se precisa para a estimação de comprimentos de <i>C. taurus</i> e é uma técnica pouco dispendiosa.	Só se iniciou a medição com <i>lasers</i> a partir do 2 ano em estudo. A utilização da comunidade para o registo nem sempre foi bem sucessiva, pois os turistas não registavam o que era pedido. Tanto para o programa de identificação, como para os <i>lasers</i> , o espécime tinha de estar o mais direito possível, ou seja não podia existir reflexão do corpo. Com o aumento da distorção das imagens deu-se um aumento do erro.
Crescenzo et al. (2018)	Fotogrametria com Lasers	Este método é preciso, não invasivo e apresenta bastante potencial para a medição das características morfométricas de <i>C. charcharias</i> no seu habitat.	Poderia ser melhorado qualitativamente e quantitativamente.
Deakos (2010)	Fotogrametria com Lasers	Para a medição de <i>M. alfredi</i> a técnica dos <i>lasers</i> demonstrou-se simples, fácil de utilizar e precisa, sendo apenas necessário a presença de um mergulhador. Foi possível converter a medição do comprimento do disco, para a largura do disco aplicando a função do <i>ratio</i> do mesmo.	Dificuldade em incorporar a espécie alvo na visão da câmara. O indivíduo tinha de estar com o corpo completamente esticado de modo a não se subestimar o comprimento. Ocasionalmente, haviam reações ao mergulhador/ medições, por parte do indivíduo. Em algumas ocasiões, só foi possível medir indivíduos uma única vez. Medições da largura do disco foram menos precisas.
Deakos (2012)	Fotogrametria com Lasers	Foi possível avaliar diversos fatores da ecologia reprodutiva da espécie.	O indivíduo tinha de se encontrar com o corpo completamente esticado de modo a não se subestimar o comprimento.
Devine et al. (2018)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo que demonstra a abundância local e regional de <i>S. microcephalus</i> , sem ser necessário as estimativas de pesca ou <i>bycatch</i> . A utilização do aparelho em estudo, forneceu um método simples de coletar diversos dados.	Só se mediram indivíduos que estivessem em total campo de visão e que os <i>lasers</i> estivessem alinhados ao corpo.
Guttridge et al. (2017)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo que demonstra comportamentos filopátricos por parte de <i>S. mokarran</i> . Esta ponto é de bastante importância, pois pode ser utilizado para definir o habita essencial desta espécie.	Só foram escolhidas imagens onde o indivíduo estivesse perpendicular à câmara.
Hearn et al. (2016)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo onde marcam e seguem fêmeas <i>R. typus</i> de grande porte.	Alguns dos aparelhos para a marcação de indivíduos não foram bem sucedidos.
Jeffreys et al. (2013)	Fotogrametria com Lasers	Durante os testes, o aparelho demonstrou-se fácil de calibrar, robusto e confiável. Adicionalmente o custo final do aparelho perpendiculares ao indivíduo, com o corpo do mesmo o mais foi reduzido. O sistema de fotogrametria a <i>laser</i> pode ser direito possível. Os fatores que contribuíram para a taxa de empregado com segurança para obter medições precisas de erro foram, eixo horizontal, movimento da barbatana caudal e CT, CPC e morfométricas na água.	os efeitos de uma superfície tridimensional.
Leurs et al. (2015)	Fotogrametria com Lasers	Técnica não invasiva que apresenta bastante potencial e é promissora para avaliar o tamanho e crescimento das espécies. Este método foi implementado com sucesso, em combinação com a técnica de foto-identificação utilizando a barbatana onde ambos os <i>lasers</i> fossem visíveis e onde o indivíduo dorsal. Além disso, em comparação com as estimativas visuais, a fotogrametria com <i>lasers</i> é altamente recomendável.	Aumentando o ângulo de referência do fotógrafo, o desvio do comprimento real aumenta, por isso as fotografias foram retiradas a um ângulo de 90°. Quanto mais longe do indivíduo, maior o erro associado. Só podiam ser utilizadas fotografias onde ambos os <i>lasers</i> fossem visíveis e onde o indivíduo dorsal. Além disso, em comparação com as estimativas visuais, apresenta-se a mínima curvatura corporal. A calibração diária dos <i>lasers</i> é algo bastante importante para garantir eficácia das medições.

Tabela 2- Continuação.

Publicação	Técnica	Vantagens	Desvantagens
O'Connell & Leurs (2016)	Fotogrametria com Lasers	A técnica de fotogrametria demonstrou-se apropriada, promissora e não invasiva, na recolha de medições de <i>S. mokarran</i> . As duas técnicas demonstraram-se plausíveis para futuramente auxiliar na determinação da taxa de crescimento e de fidelidade dos indivíduos neste local.	Fotografias para as medições corporais só eram retiradas quando o indivíduo se encontra-se por baixo e perpendicular ao mergulhador. Só eram selecionadas para medição fotografias onde ambos os lasers estivessem visíveis e o indivíduo não apresenta-se curvatura corporal. Não foi possível a análise de fidelidade de site.
Perry (2017)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo realizado no âmbito de parâmetros de crescimento, produzido a partir de uma agregação de <i>R. typus</i> livres.	Só foram utilizadas fotografias perpendiculares aos indivíduos.
Perry et al. (2018)	Fotogrametria com Lasers	Técnica de medição com lasers e fita métrica apresentam um pequeno erro associado e são mais precisas que as medições visuais.	Estudo realizado num longo período de tempo, 10 anos. Restrição no modo como as fotografias eram retiradas, pois tinham de estar perpendiculares ao indivíduo.
Rogers et al. (2017)	Fotogrametria com Lasers	Primeiro estudo que demonstra que as mudanças na alometria podem ser utilizadas para detetar o início da maturidade em tubarões. As medições obtidas através dos lasers, foram precisas e não demonstraram diferenças significativas em comparação com as medições reais.	Fotografias escolhidas para análise tinham de ser aquelas onde o indivíduo estivesse perpendicular ao aparelho. Com o aumento da distância ao indivíduo, dava-se um aumento do erro de medição. Resultados limitados na prevenção do estágio de maturidade de machos <i>S. canicula</i> , devido à disponibilidade da amostra.
Rohner et al. (2011)	Fotogrametria com Lasers	A utilização de laser-fotogrametria demonstrou ser promissora e económica para a medição de <i>R. typus</i> no seu habitat natural. Técnica mais precisa que as medições visuais.	Existem diversas restrições no modo como a fotografia é retirada. O tubarão tinha de estar totalmente esticado. Ambos os lasers tinham de estar visíveis na fotografia e alinhados, ou seja tinham de se encontrar perfeitamente paralelos. A fotografia tinha de ser retirada no mesmo nível horizontal que o indivíduo e os lasers tinham de se encontrar a um ângulo de 90° em relação à zona lateral do mesmo. Os lasers só podem ser utilizados relativamente perto dos indivíduos e em boas condições de turbidez.
Rohner et al. (2015)	Fotogrametria com Lasers	A técnica de fotogrametria melhorou a precisão das estimativas de tamanho em Tubarões-baleia e demonstra-se mais precisa que as estimativas visuais.	Ambos os lasers tinham de estar paralelos e visíveis na fotografia. O tubarão tinha de se encontrar esticado. A fotografia tinha de ser retirada no mesmo nível horizontal que o indivíduo e os lasers tinham de se encontrar num ângulo de 90° em relação à zona lateral do mesmo. Técnica não se demonstrou suficientemente boa para a análise das taxas de crescimento num curto período de estudo.
Rowat et al. (2011)	Fotogrametria com Lasers	A utilização de técnicas como a fotogrametria com lasers, permite uma avaliação de comprimentos mais precisa, do que técnicas como, estimativas visuais ou medições com fita métrica entre 2 mergulhadores.	Existiram disparidades entre os períodos de amostragem dos dois locais e entre os anos. A intensidade de pesquisa foi menor nos primeiros anos de amostragem.
Delacy et al. (2017)	Stereo-DOV	Utilização de câmaras, calibração e sistemas / softwares simples e gratuitos, que obtiveram medições precisas. Este estudo demonstrou que, medições obtidas através de calibrações 2D, são comparáveis a nível da eficácia com relação ao plano da câmara. aqueles realizados com calibração 3D.	No teste do ambiente controlado, erro teve tendência a aumentar à medida que o ângulo da barra aumentava em relação ao plano da câmara.
Goetze et al. 2018	Stereo-DOV	Primeiro estudo onde se aborda a abundância, biomassa e diversidade relativa de tubarões e raias nas ilhas Salomão. Comparando com outros estudos com a mesma metodologia, estudos de abundância no pacífico, o presente estudo reportou foram observados mais tubarões por hora.	Algumas espécies (de raias e tubarões) foram removidas da análise devido à baixa amostragem. Comparando com outros estudos de abundância no pacífico, o presente estudo reportou níveis de abundância relativa mais reduzidas.
Klimley (1987)	Stereo-DOV	Primeiro estudo que pretende descrever a segregação entre sexos de <i>S. lewini</i> .	_____
Klimley & Brown (1983)	Stereo-DOV	Método de medição portátil. Técnica que apresenta 2 câmaras a o que é bastante útil na medição de <i>S. lewini</i> . Esta é uma técnica bastante útil para a determinação remota de tamanhos e posições relativas de indivíduos.	Só foram medidos indivíduos que se encontrassem paralelos à câmara. Condições meteorológicas nem sempre eram as melhores para permitir a medição de precisão por uma equipa dimensionada.
May et al. (2019)	Stereo-DOV	Estudo que quantifica a eficácia das estimativas visuais e demonstra que estas quando realizadas por observadores experientes são validas e podem ser utilizada para estudos de <i>C. carcharias</i> .	Medições realizadas com as fotografias stereo não são muito abordadas.
Meekan et al. (2020)	Stereo-DOV	Estudos como este onde é abordado os padrões de história de vida específicos por sexos, pode fornecer explicações plausíveis para muitas das características da ecologia da espécie.	Existe a possibilidade de um erro associado à amostragem para tubarões de crescimento lento, pois se indivíduos de crescimento rápido atingirem a maturidade mais rapidamente e partirem da agregação, então são menos prováveis de serem avistados

Tabela 2- Continuação.

Publicação	Técnica	Vantagens	Desvantagens
Salinas-de-León et al. (2016)	Stereo-DOV	Primeiro levantamento quantitativo de peixes utilizando a técnica de vídeo <i>stereo</i> . O DOV melhorou a exatidão e a precisão das estimativas de comprimento e elimina o erro associado, quando comparando com o censos visual. Este estudo contribui para o aumento da literatura que destaca a singularidade ecológica e o valor insubstituível das ilhas de Darwin e Wolf.	Existe um potencial problema, os resultados de biomassa foram obtidos através de dois métodos diferentes, censos visuais e o DOV, estatisticamente não foram demonstradas diferenças significativas. Contudo houve uma diferença média de 57% na biomassa.
Sequeira et al. (2016)	Stereo-DOV	O sistema <i>stereo</i> demonstrou-se bastante preciso e eficaz na estipulação de comprimento de <i>R. typus</i> .	As estimativas visuais apresentaram um grande erro associado. O aparelho de <i>stereo</i> utilizado era maior e mais pesado do que aqueles já existentes.
Acuña-Marrero et al. (2017)	Stereo-BRUV	Primeiro estudo publicado sobre os padrões de movimento e uso do habitat de Tubarões-tigre nas ilhas Galápagos. Este ponto ajuda na implementação de constituições de proteção dos indivíduos neste local.	Algumas das marcações de satélite e de acústica não funcionaram. Pequena amostragem na quantidade de BRUVs e no número e duração das marcações de indivíduos de pequeno porte. A amostragem foi focada em locais da reserva onde indivíduos são avistados frequentemente e não na reserva toda.
Asher et al. (2017)	Stereo-BRUV	Para avaliar populações de predadores, o BRUV oferece vários benefícios em comparação com pesquisas de mergulhadores em águas rasas. Permite o estudo de espécies maiores profundidades o que pode fornecer uma melhor representação de toda a comunidade.	De Filmagens onde $\geq 30\%$ do campo de visão estivesse obstruído foram excluídas de análise. BRUV apresentou limitações, nomeadamente a sua implementação em habitat verticais.
Asher et al. (2019)	Stereo-BRUV	Primeiro estudo de comparação de predadores em grande escala entre CE, mergulhador rebocado, RUVs e BRUVs, onde o objetivo principal fosse avaliar as abundâncias relativas entre NIH e PIH. Em comparação com CE, os BRUVs e RUVs demonstram mais benefícios e demonstraram-se promissores como métodos independentes da pesca, para amostragens de espécies de grande porte, além dos 30 m de profundidade.	Contagens do mergulhador rebocado tendem a ser tendenciosas negativamente, isto pode dever-se ao barulho e ao movimento do barco (pode levar ao afastamento dos indivíduos). O tipo de isco utilizado pode influenciar alguns resultados.
Dunbrack & Zielinski (2005)	Stereo-BRUV	Esta técnica pouco invasiva e remota, permitiu demonstrar dados significativos desta população de <i>H. griseus</i> .	O aparelho ficava disposto no solo verticalmente, a câmara mais a baixo apresentava-se a 5 m do solo por isso, por vezes, os indivíduos não ficavam visíveis em ambas as câmaras. Graças a esta restrição, não foi possível observar o sexo de alguns indivíduos, e nem todos os que apareciam eram medidos, pois este ponto só era realizado em indivíduos visíveis em ambas as câmaras.
Dunbrack (2006)	Stereo-BRUV	Técnica é relativamente insensível as mudanças do alinhamento da câmara pois o alinhamento tem pouco efeito no tamanho aparente de um objeto. Esta técnica, fornece medições de comprimento precisas e pode ser aplicada a qualquer espécie demersal.	_____
Goetze & Fullwood (2013)	Stereo-BRUV	Primeiro estudo a demonstrar o benefício positivo de uma reserva marinha na biomassa de tubarões de recife e destaca a adequação dos BRUVs para a amostragem desses indivíduos.	Não foi possível medir alguns indivíduos devido à obstrução e/ou a falha das câmaras.
Goetze et al. (2018)	Stereo-BRUV	O BRUV demonstrou-se uma técnica útil para detetar, medir e identificar Tubarões-brancos juvenis, perto de ambientes costeiros. As estimativas de comprimento realizadas demonstraram-se bastante precisas.	Alguns dos BRUVs realizados foram descartados de análise devido a má visibilidade.
Harasti et al. (2016)	Stereo-BRUV	O uso de BRUVs para monitorizar a abundância e tamanho de <i>C. carcharias</i> juvenis provou ser bem-sucedido, demonstrando a praticidade do seu uso por um período de 24 meses, para avaliar estas mudanças nesta zona de reprodução.	Um dos pontos do estudo, a estimativa de abundância da população, não foi possível concretizar-se devido à falta de dados. Indivíduos reobservados ao longo do estudo, quando medidos pela 2 vez diminuíram de tamanho. O comprimento inicial foi obtido através da medição real enquanto o indivíduo se encontrava preso ao lado do barco e a segunda foi realizada por o BRUV.
Letessier et al. (2013)	Stereo-BRUV	Um sistema simples e de baixo custo de amostragem e monitoramento, que pode ser rapidamente implantado numa variedade de embarcações de pequeno e grande porte. Método utilizado, representa uma ferramenta eficiente para o monitorização rápida e não extrativa de populações de peixes pelágicos e tubarões.	Só foi possível identificar algumas espécies até ao nível taxonómico da "família". Tempo de amostragem de cada BRUV foi curto. Para algumas espécies não foi possível realizar medições pois encontravam-se muito longe das câmaras.
Lewis (2019)	Stereo-BRUV	Este estudo fornece a primeira descrição do tamanho e da estrutura sexual de uma população de tubarões <i>N. cepedianus</i> na Nova Zelândia. O nível de precisão da técnica foi bastante elevado, 99.4%.	O BRUV utilizado estava posicionado com as câmaras para baixo de modo a no campo de visão estivesse uma barra de medição. Deste modo o BRUV estava posicionada a 1.2 m da barra. Este ponto levou a que não fosse possível realizar medições totais, pois os indivíduos nem sempre se encontravam totalmente no campo de visão. Assim sendo a medida utilizada foi o comprimento pré-dorsal, e posteriormente foi convertido em CT. Contudo pode existir um erro associado a esta prática. Nem sempre era possível a identificação do sexo dos indivíduos.

Tabela 2- Continuação.

Publicação	Técnica	Vantagens	Desvantagens
Pimentel et al. (2019)	Stereo-BRUV	BRUV foi considerada uma técnica útil que complementa outros métodos não invasivos.	—
Pinte et al. (2020)	Stereo-BRUV	Primeira vez que é realizado um estudo <i>in-situ</i> de velocidades de natação em espécies de profundidade.	Por vezes os indivíduos não se encontravam totalmente visíveis na câmara.
Ryan et al. (2015)	Stereo-BRUV	Este estudo representa um dos maiores conjuntos de dados sobre as velocidades de cruzeiro e tamanhos para uma variedade de espécies, no seu ambiente natural. Sendo este o primeiro estudo para algumas das espécies. O BRUV demonstrou-se um método útil para medir as velocidades.	Apenas os dados dos indivíduos que se encontrassem visíveis a 100% é que foram analisados. Os resíduos médios dos dados dos BRUVs-extra e das marcações, sugerem que o modelo pode ter tendência a superestimar as velocidades de cruzeiro.
Santana-Garçon et al. (2014)	Stereo-BRUV	Os BRUVs pelágicos demonstraram-se uma alternativa não letal para a amostragem de tubarões, fornecendo estimativas de amostragens de Carcharhinidae bastante proporcional às <i>longlines</i> .	Para serem medidos os indivíduos tinham de se encontrar com o corpo direito. Houve diferenças entre a área coberta por cada uma das técnicas e a quantidade de isco utilizado.
Santana-Garçon et al. (2014)	Stereo-BRUV	Método robusto, não destrutivo e independente da pesca. Pode ser padronizado para estudar assembleias de peixes em áreas espaciais e ao longo do tempo. Fornece um registro permanente das espécies e permite a observação do seu comportamento no seu habitat natural.	Apenas eram analisados indivíduos que estivessem no campo de visão de ambas as câmaras, até 8 m de distância e que tivessem orientados a mais de 45° do sistema. Só foi possível medir uma pequena percentagem de indivíduos. Dificuldade na identificação, até ao nível de "espécie", muitas tiveram de ser repartidas em táxon mais gerais.
Tickler (2015)	Stereo-BRUV	Promoveu um melhor entendimento da área marinha protegida de Chagos, demonstrando evidências da sua condição relativa e ajudando a compreender os diferentes efeitos da pesca.	—
Tickler et al. (2017)	Stereo-BRUV	Este estudo realçou a importância da biomassa dos peixes, na previsão da abundância de tubarões, o que sugere a necessidade de proteção a nível do ecossistema.	Algumas problemáticas com a visibilidade, a orientação e o alcance das câmaras, fez com que medições com uma raiz quadrada média (RMS) maior que 10 fossem eliminada da análise.
Yon et al. (2020)	Stereo-BRUV	Os grandes dados de abundância demonstrados no estudo, sugerem que estes locais são um potencial refúgio para as espécies de tubarões e raia que estão associadas a recifes.	As filmagens de um dos BRUVs foi descartada, pois o campo de visão estava obstruído, além disso, a visibilidade das restantes imagens também não era o ideal, estando quase sempre um pouco obstruído, dificultando na identificação e medição das espécies. Amostragem foi reduzida.

Tabela 3- Vantagens e desvantagens das técnicas analisadas no presente estudo.

Técnica	Vantagens	Desvantagens
Fotogrametria utilizando a distância até ao indivíduo	Técnica pouco invasiva pois não necessita de grande proximidade aos indivíduos. Não é necessário muito material para a sua realização, por isso o custo associado é reduzido.	Só pode ser realizada em indivíduos que se aproximem da superfície e que se encontrem com algumas partes do corpo fora da mesma. Visto que só estão visíveis algumas partes do indivíduo existe uma grande restrição no tipo de medições utilizadas. Reflexão do corpo dos indivíduos vai influenciar o erro das medições.
Fotogrametria com Barra	Técnica simples de desempenhar sem grandes custos associados.	Necessita que o indivíduo se encontre perto da barra o mais paralelo e reto possível. Devido à passagem de diversos e variados meios, faz com que o erro associado aumente.
Fotogrametria com Lasers	De um modo geral o custo associado é bastante reduzido. Técnica pouco invasiva para os indivíduos em estudo. Existem diversos programas / <i>softwares</i> disponíveis para a realização das medições, muitos desses gratuitos. Se todas as precauções forem tomadas em consideração, a técnica apresenta uma percentagem de erro reduzida.	Os <i>lasers</i> tem de se encontrar paralelos um ao outro e o material utilizado no aparelho tem de garantir a imobilidade dos mesmos, pois se a distância entre estes variar vai aumentar o erro associado. Existem diversas restrições em relação ao modo como as imagens devem de ser recolhidas, mais especificamente, o aparelho tem de se encontrar sempre perpendicular (90°) e ao mesmo nível que o indivíduo, não pode ocorrer reflexão do corpo e as imagens não podem ser retiradas de muito longe do mesmo. Por vezes a eficácia da técnica também pode ser afetada pelas condições do meio e meteorologia, pois ambos os lasers tem de estar sempre visíveis.
Stereo-DOV	O erro associado à técnica é bastante reduzido, especialmente quando comparando com as anteriores. Pouco evasiva, pois não envolve a captura ou morte dos indivíduos. Quando realizada como deve ser, a calibração das câmaras só tem de ser realizada uma vez. Pode ser considera uma técnica seletiva pois, visto que o aparelho tem de ser manobrado por um mergulhador este pode ir à procura de populações de espécies específicas ao estudo. Técnica adaptada para a amostragem de espécies pelágicas e bentónicas.	Técnica restringida às capacidades do mergulhador, especificamente a profundidade até onde é possível realizar a amostragem. Adicionalmente, a presença do mesmo pode afugentar / assustar os indivíduos, especialmente se estes forem sensíveis à presença de humanos. Dependente da visibilidade do meio. Existe um grande custo associado se se pretender utilizar o material disponível pela <i>SeaGIS</i> *. Mais concretamente, o <i>software</i> de calibração apresenta um custo de 2224€; o <i>software</i> de medição 2162€; o cubo de calibração 2035€; e o aparelho completo simples 1503€. Os preços descritos são os aplicados a equipas de pesquisa científica. Estes podem modificar pois existem taxas para estudantes, equipas de pesquisa e para nível comercial.
Stereo-BRUV	Método pouco invasivo para as espécies em estudo. Se for bem realizada, as câmaras só necessitam de ser calibradas uma vez. Esta é uma técnica remota que apresenta uma boa alternativa às restrições associadas a métodos que utilizam mergulhadores. Especificamente, permite que sejam amostrados locais de grande profundidade. A utilização de isco faz com que a quantidade de amostragem aumente. O erro associado é bastante reduzido, especialmente se forem utilizados os <i>softwares</i> da <i>SeaGIS</i> . Técnica pode ser utilizada em ambientes pelágicos e bentónicos.	Quando utilizado para amostragens bentónicas, o aparelho pode ficar mal colocado e com o campo de visão obstruído, impedindo assim a amostragem total ou parcial do local. Caso seja utilizado todo o +B4:E8o hardware e software da <i>SeaGIS</i> , a técnica apresenta um grande custo associado. Os preços são iguais aos descritos para o stereo-DOV com a exceção do aparelho, um BRUV completo simples apresenta um custo de 1738€ *.

Tabela resultante da análise dos 46 artigos citados no trabalho e listados na bibliografia.

(*) Informação do preço das técnicas *stereo* retiradas de <https://www.seagis.com.au/>.

DISCUSSÃO

Devido aos fatores da sua história de vida, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade, pequeno número de crias, etc, as espécies de Elasmobranchii são extremamente sensíveis, estando muitos em perigo de extinção de (Cailliet et al., 2005; Dulvy et al., 2014; Musick, 2005). A necessidade de compreender melhor estes indivíduos, levou ao estudo das espécies, o que por vezes também pode ser prejudicial. Visto esta primordialidade, ao longo dos anos foram desenvolvidas diversas técnicas para o seu estudo. Esta revisão identificou todas as técnicas existentes que, até ao momento, já foram utilizadas no âmbito de medição de elasmobrânquios. De acordo com a literatura analisada, foi possível conferir que existem atualmente diversas técnicas utilizadas, pouco invasivas e que têm em consideração o bem-estar dos indivíduos, a maioria com um pequeno erro associado. Apesar de não serem 100% precisas, estas metodologias representam excelentes alternativas a outras técnicas, como é o caso dos censos visuais (Crescendo, Micarelli, & Scacco, 2018; Leurs, O'Connell, Andreotti, Rutzen, & Vonk, 2015; Salinas-de-León et al. 2016) ou de métodos que envolvam a captura ou morte dos indivíduos (Brooks et al., 2005; Merly et al., 2019; Meyer et al., 2014), tendo por isso um grande potencial para aplicação nos diversos aquários do planeta. É ainda de realçar, que estas metodologias podem ser utilizadas para várias finalidades e ainda aplicadas a outras espécies. Por exemplo, podem ser utilizadas em estudos de abundância/estrutura de populações, foto-identificação, padrões de crescimento, ecologia reprodutiva, traços morfométricos, entre outros (Andradi-Brown et al., 2016; Benjamins, Fox, Last, e McCarty, 2016; Jaquet, 2006; Rothman et al., 2008; Watson, Harvey, Fitzpatrick, Langlois, & Shedrawi, 2010). Por outro lado, exemplos específicos da sua aplicabilidade noutras espécies são, em Alces-do-Alasca (Berger, 2012), Macacos-Japoneses (Kurita Suzumura, Kanchi, & Hamada, 2012), Baleias-azuis (Durban, 2016), Roazes-do-Índico (Aswegen, 2017), Atuns-do-sul (Harvey et al., 2003) e peixes bentónicos (Rizzo, Welsh, & Thompson, 2016).

A monitorização de espécies é um ponto bastante importante em cativeiro, pois é necessário que todas as espécies presentes estejam na sua melhor condição física e de bem-estar (Jones et al., 2011; Karydis, 2011; Leigh, 1994; Mohan et al., 2004), pelo que a recolha de dados zoométricos é de extrema importância. Adicionalmente, estas são espécies que apresentam uma grande longevidade e em cativeiro é possível acompanhar o mesmo indivíduo no decorrer de diversos anos (Mohan et al., 2004; Smale et al., 2004). Muitos dos elasmobrânquios presentes em aquários são exemplares de grande porte e, por este facto, são necessários equipamentos e cuidados específicos que permitam a sua medição e pesagem

(Mohan et al., 2004). Contudo, esta não é a maior problemática. Os tubarões são bastante suscetíveis e sensíveis ao *stress*, e este tipo de procedimentos podem ser bastante perigosos para estes indivíduos (Cliff & Thurman, 1984; Frick, Reina, & Walker, 2010; Hoffmayer & Parsons, 2001; Mohan et al., 2004). As características e necessidades destas espécies fazem com que seja essencial a descoberta de técnicas alternativas que não coloquem a sua vida em perigo. Um dos objetivos da presente revisão foi descobrir, com base nas metodologias existentes, qual a técnica que melhor se adapta e a menos invasiva, para ser utilizada em cativeiro para a recolha de dados zoométricos. Tendo como base todos os artigos, técnicas descritas e as suas diversas vantagens e desvantagens, é possível afirmar que das metodologias existentes para medição de elasmobrânquios, o *stereo-DOV* é a que melhor se adapta em cativeiro, uma vez que a maioria das problemáticas descritas (ver tabela 3), passam a ser menos relevantes quando aplicadas em cativeiro. Especificamente, nestes locais existe uma boa visibilidade, disponibilidade garantida dos indivíduos, os tanques apresentam tamanho suficiente para que não exista a impossibilidade de permanência por parte do mergulhador e a maioria dos indivíduos já estão habitados à presença de tratadores dentro de água, existindo menos possibilidade de se assustarem.

Quanto às restantes técnicas, estas não foram consideradas adequadas para cativeiro. A fotogrametria de distância ao indivíduo, requer que estes se encontrem à superfície e nenhuma das espécies em estudo tem tendência a nadar no topo da coluna de água, de modo a que partes do seu corpo sejam visíveis acima da superfície, pelo que esta não é uma boa metodologia para o uso em aquário. A técnica da fotogrametria com barra, apresenta um erro associado de 5 %, necessita que os indivíduos passem à frente da mesma numa posição muito específica, o que dificulta a amostragem e, além disso, não se adequa a indivíduos bentónicos. Quanto à técnica dos *lasers*, apesar de esta ser prática e simples de realizar, possui diversas desvantagens, nomeadamente o facto de ser uma técnica bidimensional, o que adiciona várias restrições à forma como os indivíduos são filmados. Embora tenham sido já testadas algumas variações a esta metodologia, encontram-se por validar, principalmente no que concerne ao erro associado (ver ensaio preliminar descrito no anexo III). Por fim o *stereo-BRUV* que, apesar de ser a técnica que apresentou menos desvantagens, pode ser difícil de aplicar em cativeiro, pois se for utilizado como BRUV pelágico vai dificultar a amostragem das raias do tanque, e como bentónico vai dificultar a dos tubarões. Contudo, esta nem é a maior dificuldade. Um BRUV é um aparelho com isco, o que no habitat natural é um ótimo modo de atrair os indivíduos. Em contrapartida, se utilizado em cativeiro vai causar bastantes problemáticas no tanque, pois ao inserir alimento num local fechado onde existem várias espécies em diversas posições da cadeia

alimentar, vai causar agitação nos habitantes do tanque, o que poderá resultar na morte ou ferimento de alguns.

Tal como referido, pressupôs-se o *stereo-DOV* como a metodologia que melhor se adapta em cativeiro, devido a todas as vantagens que apresenta, mas, também, devido às desvantagens das restantes técnicas. Porém é necessário ter em consideração que este continua a ser um método que apresenta as suas desvantagens, nomeadamente, exige um investimento monetário, de logística e de tempo considerável.

Uma das maiores limitações do presente estudo reside na reduzida amostragem. Da bibliografia analisada, poucos estudos cumpriram os requisitos estabelecidos. Só foi possível analisar 46 artigos o que, para um trabalho de revisão, pode não ser suficiente para apontar direções futuras. No futuro, seria importante tentar abranger mais elementos de pesquisa ou espécies alvo. Seria interessante comprovar que, de facto, o *stereo-DOV* é a melhor alternativa em cativeiro, incluindo uma avaliação experimental do erro associado.

CONCLUSÃO

A observação e o estudo de espécimes em cativeiro é uma mais valia que complementa o conhecimento existente sobre os indivíduos no seu habitat natural. A recolha de dados biométricos é de extremo interesse, sendo por isso importante definir técnicas pouco invasivas, precisas e práticas, que não impliquem a morte ou captura, e que implementem a menor quantidade de *stress* nos animais. Sendo estes pontos, mais prováveis em elasmobrânquios. Através do presente trabalho, foi possível inventariar e compreender todas as técnicas atualmente existentes. As metodologias referidas, apresentam ter os cuidados necessários para que a sua utilização seja o mínimo invasiva, mas, suficientemente precisa para que os dados resultantes sejam utilizados com confiança. Contudo, é necessário ter em consideração o estudo que se pretende de realizar antes de escolher a metodologia, pois dependendo das espécies alvo ou do local de amostragem podem existir técnicas que são preferenciais.

Adicionalmente, foi apresentada a hipótese de qual o método que melhor se adapta para ser utilizado na recolha de dados zoométricos em cativeiro. De todas as apresentadas, o *stereo-DOV*, em teoria, demonstra todas as qualidades necessárias para uma ótima análise e obtenção de resultados precisos, demonstrando ser a menos invasiva, melhor aplicável e manipulável ao local em estudo.

ESTADO DA ARTE

1. História dos zootos

O interesse e fascínio por animais exóticos é algo bastante comum. Desde os tempos antigos que existe um deslumbramento por adquirir animais selvagens, quer este seja a nível emocional, lúdico ou científico. O ato de domesticação era algo que não se sabia que poderia ocorrer. Sendo um procedimento biológico de longo curso, que necessita o sustento dos animais durante diversas gerações e que só ocorre após mudanças de comportamento, genéticas e fisiológicas, encontram-se relatos de domesticação de animais selvagens por volta dos 10.000 A.C. (Kisling, 2001). Contudo, as primeiras “coleções” só se sucederam por volta dos 3.000 A.C.. Apesar de na altura não apresentarem tal designação e significado, estas primeiras “coleções” foram os primeiros zoológicos existentes (Kisling, 2001).

De um modo simplificado, define-se como zoológico (ou zooto), uma instituição que mantém e exhibe animais selvagens (Carr & Cohen, 2011; Nekolný & Fialová 2018). Assim sendo, pode abranger um conjunto de entidades, como é o caso de parques de vida selvagem, jardins zoológicos, aquários, entre outros (Carr & Cohen, 2011; Nekolný & Fialová 2018). Foi no antigo Egipto que se deu o primórdio de manter e colecionar animais selvagens (Wearing & Jobberns, 2011). Estas coleções eram exclusivamente para os ricos e poderosos, sendo mantidas como uma demonstração de riqueza, poder e entretenimento (Wearing & Jobberns, 2011). A China, Europa medieval e América pré-colúmbia, foram alguns dos locais onde existiram zootos pré-modernos (Bostock, 1993), sendo o seu propósito a demonstração de prestígio, entretenimento, poder e riqueza (Carr & Cohen, 2011). Primeiro zooto moderno, foi o de Viena, inaugurado em 1752, seguido pelo zooto de Paris em 1793 (Maciaszek, 2012). Em 1826, estabeleceu-se em Londres o jardim zoológico mais semelhante aos contemporâneos existentes atualmente (Turley, 1999, como citado em Ballantyne et al., 2007). Com o passar do tempo, o fascínio por animais persistiu, o que levou à inauguração de mais zoológicos, não só para animais terrestres, como também para aquáticos. O primeiro contacto que muitas pessoas têm com animais selvagens é realizado a partir da sua observação em cativeiro (Khalil & Ardoin, 2011). A observação de animais vivos permite que os visitantes façam conexões pessoais com a vida selvagem, o que por sua vez pode promover o crescimento emocional, a curiosidade e a aprendizagem (Fraser & Wharton, 2007; Khalil & Ardoin, 2011). Especificamente, a partir de 1990, existiam mais de 10.000 zootos e aquários a nível mundial (Turley, 1999, como citado em Ballantyne et al., 2007; Bacon, 2018) e, atualmente, estes locais apresentam mais de 700 milhões de visitantes por ano (Moss, Jensen, & Gusset, 2014).

A recriação e desenvolvimento de um habitat em aquário, o mais semelhante possível ao existente no ambiente natural, designa-se aquariofilia. Estes locais podem apresentar diversos tamanhos e albergar diversas e variadas espécies (Carraca, 2016; Paiva, 2011). Designa-se como aquaristas os indivíduos que possuem, tratam e têm contacto próximo com os animais, desempenhando diversas tarefas, que podem abranger desde o controlo de qualidade da água, preparação de alimento, alimentação dos indivíduos, certificação do bem-estar, entre outras (Kagan et al., 2018). Esta prática pode ser realizada em pequena magnitude, como passatempo, ou em grande escala, como é o caso de funcionários de um aquário público (Novák, Kalous, & Patoka, 2020; Petrescu-Mag & Bud, 2017). A história dos aquários públicos inicia-se no século 19 (Karydis, 2011), com a inauguração, em 1853, do primeiro aquário público moderno, conhecido como “*Fish House*”, no jardim zoológico de Londres (Brunner, 2003, como citado em Karydis, 2011), seguindo-se a inauguração dos aquários públicos em Berlim e Paris (Karydis, 2011).

Atualmente, já existem diversos aquários públicos por todo o mundo. Ao longo dos anos estes locais foram sofrendo diversas alterações, especificamente a nível estético, como é o caso da incorporação de tanques maiores, melhores equipamentos, como sistemas de tratamento de águas, tecnologia de bombeamento avançada e sistemas de aeração, bem como a recriação de condições o mais semelhantes àquelas que teriam no seu habitat natural (Karydis, 2011; Khan, Mallasi, & Shokry, 2020). Estas alterações promovem os comportamentos naturais dos animais, o que por sua vez pode ser uma representação do seu bem-estar. Outras mudanças decorreram a nível dos princípios e objetivos destas instituições. Na sua criação, muitos destes locais apresentavam como objetivos o entretenimento, a recreação e o lazer porém, apesar de atualmente ainda possuírem este papel, os seus objetivos foram alargados, passando estes locais a enfatizar a educação, a pesquisa científica e a conservação da vida selvagem (Ballantyne et al., 2007; Hutchins et al., 2003; McCormick-Ray, 1993; Packer & Ballantyne, 2010). Mais especificamente, os zoos possuem um papel ativo na reintrodução de espécies no seu habitat natural, recuperação de espécies em perigo de extinção, restauração dos habitats, criação e apoio de áreas protegidas, angariação de fundos para projetos conservação e educação da população (Hutchins et al., 2003; Tribe & Booth, 2003).

Os zoológicos e aquários são entidades independentes mas, de modo a garantir o bem-estar de todas as espécies inseridas, existem instituições que auxiliam na criação de regulamentos de modo a garantir este ponto. Como é o caso da *World Association of Zoos and Aquaria* (WAZA), *Association of Zoo & Aquarium* (AZA), *Union of Aquariums Curators*

(EUAC), *Australasian Regional Association of Zoological Parks and Aquaria* (ARAZPA), entre outros (Hall & Warmolts, 2003; Powell & Watters 2017). De todos os zoológicos existentes, estima-se que apenas 5% apresentam as condições necessárias para fazerem parte dos membros da WAZA (Bacon, 2018).

2. Classe Chondrichthyes

Os tubarões, as raias e as quimeras, pertencem à classe Chondrichthyes, denominada como o grupo dos peixes cartilagíneos. Este é um grupo monofilético que persiste há mais de 400 milhões de anos, sobrevivendo assim a duas extinções em massa (Compagno, Didier, & Burgess, 2005; Grogan, Lund, & Greenfest-Allen, 2012). Esta classe adquiriu o nome de peixes cartilagíneos, pois não possuem um esqueleto ósseo, sendo o seu esqueleto formado por cartilagem e esta é parcialmente calcificada (Berkovitz & Shellis 2017; Gottfried, 2001). Outras características únicas deste grupo são: não possuem bexiga natatória, em vez disso apresentam fígados grandes e oleosos, escamas placoides, cérebros grandes quando comparados a outros peixes, as orelhas e os órgãos olfativos são bem desenvolvidos, a fertilização é interna, o órgão sexual dos machos denomina-se cláspere e o das fêmeas é a cloaca (Gottfried, 2001; Heinicke et al., 2009; Stedman & Garner, 2018).

A classificação desta classe possui ainda alguma discordância, pressupondo-se que ainda não são conhecidas todas as espécies pertencentes a este grupo e, só nos últimos 30 anos, foram descobertas mais de 370 espécies (Last, 2007). Atualmente inclui mais de 1100 espécies, encontrando-se dividido em duas subclasses, Elasmobranchii (tubarões e raias) e Holocephali (quimeras) (Compagno, 2001; Nelson, Grande, & Wilson, 2016; Stedman & Garner, 2018). Relativamente aos Holocephali, existe apenas uma ordem, Chimaeriformes, com três famílias e pouco mais de 30 espécies (Berkovitz, & Shellis, 2017; Compagno, 2001; Heinicke et al., 2009; Nelson et al., 2016). A subclasse dos elasmobrânquios possui cerca de 1100 espécies (Compagno et al., 2005; Ebert & Stehmann, 2013). Esta possui uma subclasse que está ainda dividida em duas, os Selachii (tubarões) com nove ordens e os Batoidea (raias) com quatro ordens (Benton, 2015; Berkovitz, & Shellis, 2017; Compagno, 2001; Ebert & Stehmann, 2013; Nelson et al., 2016). Por sua vez, os Selachii, estão também divididos em duas superordens, Galeomorphi e Squalomorphi (Berkovitz, & Shellis, 2017; Benton, 2015; Compagno, 2001; Ebert & Stehmann, 2013; Nelson et al., 2016). Uma das maiores discordâncias em redor dos peixes cartilagíneos, é em relação à quantidade de ordens dentro dos Batoidea, existindo dificuldade na distinção entre as ordens e as subordens (Compagno et al., 2005; Ebert & Stehmann, 2013). A tabela 4, representa a classificação da classe Chondrichthyes.

Tabela 4- Classificação da Classe Chondrichthyes. Adaptado de Compagno et al. (2005) e Ebert & Stehmann (2013).

Classe Chondrichthyes	
<u>Classificação</u>	<u>Números</u>
Subclasse Holocephali	6 géneros e 43 espécies
Ordem Chimaeriformes (chimaeras, ratfishes)	6 géneros e 43 espécies
Subclasse Elasmobranchii	182 géneros e 1125 espécies
Selachii (sharks)	106 géneros e 494 espécies
Superordem Galeomorphi	75 géneros 339 espécies
Ordem Heterodontiformes (bullhead sharks)	1 género e 9 espécies
Ordem Orectolobiformes (carpet sharks, wobbegongs)	14 géneros e 34 espécies
Ordem Lamniformes (mackerel sharks)	10 géneros e 15 espécies
Ordem Carchariniformes (ground sharks)	50 géneros e 281 espécies
Superordem Squalomorphi	31 géneros e 155 espécies
Ordem Hexanchiformes (frilled and cow sharks)	4 géneros e 6 espécies
Ordem Echinorhiniformes (bramble sharks)	1 género e 2 espécies
Ordem Squaliformes (dogfishes, sleeper, kitefin sharks)	23 géneros e 119 espécies
Ordem Squatiniformes (angel sharks)	1 género e 19 espécies
Ordem Pristiophoriformes (saw sharks)	2 géneros e 9 espécies
Batoidea (rays, skates)	76 géneros 631 espécies
Ordem Rajiformes (skates)	35 géneros 303 espécies
Ordem Torpediniformes (electric rays)	11 géneros e 79 espécies
Ordem Rhinopristiformes (guitarfish, sawfishes)	4 géneros e 48 espécies
Ordem Myliobatiformes (stingrays, eagle rays, mantas)	26 géneros e 201 espécies

Existem Chondrichthyes em quase todos os ambientes aquáticos, sendo que a grande maioria habita ambientes marinhos (cerca de 95 %). Contudo existe uma pequena percentagem de indivíduos, que são endémicos ou que possuem a capacidade de fazer incursões em ambientes de água doce, incluindo estuários (Cailliet et al., 2005; Musick, 2005). Este diversificado grupo possui indivíduos de todos os tamanhos, podendo medir desde 10 cm a 2000 cm de comprimento enquanto adultos (Compagno et al., 2005). Podem ser encontrados em diversas e variadas condições, nomeadamente em profundidades que podem atingir mais de 2000 metros, em águas de diversas temperaturas, sendo que a maioria habita oceanos tropicais ou temperados (Compagno et al., 2005; Musick, 2005). As quimeras e a maioria dos tubarões apresentam uma forma corporal cilíndrica “*fish like*”, enquanto que todas as espécies que pertencem aos Batoidea e alguns tubarões possuem um corpo achatado (Heinicke et al., 2009).

Esta classe apresenta métodos reprodutivos variados existindo, contudo, características reprodutivas que são comuns a todos os Chondrichthyes, nomeadamente o facto de neste grupo

a fertilização ser interna, devido à existência do cláspers (órgão sexual masculino), sendo também esta característica um dos fatores que permite a existência do dimorfismo sexual (Awruch, 2018; Luliis & Pulerà, 2011). Nos elasmobrânquios, os machos possuem um par de testículos que se encontram suspensos, sendo que estes podem representar até 4% do seu peso total (Dodd, 1983). O trato reprodutivo das fêmeas é compreendido por um único ou um par de ovários e de ovidutos (Conrath & Musick, 2012; Dodd, 1983). Nas espécies que possuem os dois, um ou ambos podem desenvolver-se, ou seja, é possível que tanto o do lado esquerdo, do direito ou ambos os ovários se desenvolvam (Conrath & Musick, 2012; Dodd, 1983; Stedman & Garner, 2018).

Nesta classe existem dois métodos de desenvolvimento embrionário, a viviparidade e oviparidade (Dodd, 1983; Cailliet et al., 2005; Conrath & Musick, 2012; Stedman & Garner, 2018). Cerca de 58% das espécies praticam o processo de viviparidade, que consiste no desenvolvimento do embrião no interior da fêmea (Awruch, 2018), podendo ser dividido em duas categorias, conforme a nutrição do embrião. Concretizando, a viviparidade com saco vitelino, viviparidade placentar ou lecitotrófico, ocorre quando o embrião se desenvolve no interior do útero, através de uma placenta de saco vitelino, sendo o desenvolvimento e obtenção de nutrientes a partir deste. Viviparidade aplacentar, matrotrofica em que, durante este método, a fêmea fornece suplemento ao embrião através de vários mecanismos, existindo quatro possíveis processos: segregações uterinas; consumo de ovos não fertilizados ou não desenvolvidos produzidos pela fêmea; consumo de ovos fertilizados (canibalismo intrauterino) que só foi observado para indivíduos *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810; e por fim, transferência placentar (Awruch, 2018; Cailliet et al., 2005; Dodd, 1983; Ebert & Winton, 2010; Musick & Ellis, 2005). A oviparidade, cuja técnica é praticada por cerca de 42% das espécies, está descrita para as ordens, Carcharhiniformes, Heterodontiformes, Orectolobiformes, Rajiformes e todas as espécies que pertencem à classe Holocephali (quimeras) (Nakaya, White, & Ho, 2020). A nutrição durante o desenvolvimento do embrião é sempre lecitotrófico. O embrião desenvolve-se no interior de uma cápsula e, por norma, fora do corpo da fêmea, apresentando características morfológicas únicas que variam de espécie para espécie. A oviparidade pode ser dividida em dois tipos, oviparidade única ou múltipla. Na única, é depositado por cada útero uma cápsula com o embrião e, após este ser depositado, inicia-se o desenvolvimento embrionário. Na oviparidade múltipla, as fêmeas produzem uma ou várias cápsulas no interior, possuindo cada uma apenas um embrião. Este desenvolve-se no interior do útero até um estágio avançado e, após algum tempo, as cápsulas são depositadas e o desenvolvimento é completado no exterior (Awruch, 2018; Dodd, 1983; Ebert & Winton, 2010;

Musick & Ellis, 2005; Nelson et al., 2016). A época de acasalamento, período de gestação e o intervalo entre gestação, varia de espécie para espécie (Cailliet et al., 2005; Gottfried, 2001). Muitas destas técnicas envolvem um grande gasto de energia. Assim que as crias nascem já se encontram totalmente funcionais e independentes e, para esta classe, ainda não foram reportados cuidados parentais (Cailliet et al., 2005; Gottfried, 2001). Há exceção da ordem Lamniformes, todas as fêmeas possuem a capacidade de armazenar espermatozoides, processo observado em cativeiro e que pode durar até 1 ano (Conrath & Musick, 2012).

Os peixes cartilagíneos são na grande generalidade predadores, sendo a grande maioria predadores ápex que se encontram no/ou quase no topo da cadeia alimentar. Contudo, existem algumas espécies que são necrófagas e outras que são filtradoras de plâncton e de pequenos peixes, como é o caso do Tubarão-baleia, Tubarão-frade e a Manta (Cailliet et al., 2005).

Apesar do grande sucesso evolutivo deste grupo ao longo dos anos, muitas das espécies são bastante vulneráveis, havendo algumas que se encontram em perigo de extinção, devido não só às características da sua história de vida, mas também resultante da atividade humana (Musick, 2005). Especificamente, muitas destas espécies apresentam um crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade, longos períodos de gestação (desde 3 a 24 meses, varia conforme a espécie) e um número relativamente baixo de crias (podendo ter entre 1 ou 2 no caso do Tubarão-touro [*Carcharias taurus* - Rafinesque, 1810] e até 300 no caso extremo do Tubarão-baleia [*Rhincodon typus*]) (Cailliet et al., 2005; Musick, 2005; Stedman & Garner, 2018). Estes factos fazem com que estes indivíduos sejam bastante afetados e sensíveis à subexploração, à sobrepesca, à perda de habitat, ao *bycatch*, entre outros fatores (Cailliet et al., 2005; Cavanagh & Gibson, 2007; Musick, 2005). Especificamente, estima-se globalmente que das 1.041 espécies desta classe que foram avaliadas, um-quarto encontra-se ameaçada e, além disso, é o grupo que apresenta a percentagem de “Pouco preocupante” mais baixa de todo o conjunto de vertebrados, apenas cerca de 23% (Dulvy et al., 2014; Hoffmann et al., 2010). Na tabela 5, encontra-se mais especificamente os diversos estatutos de conservação e a quantidade de espécies que os possui, para cada um dos grupos de Chondrichthyes.

Tabela 5- Valores dos estatutos de conservação de diversos Chondrichthyes, segundo as categorias da *IUCN Red List Threatened Species*. Adaptado de Dulvy et al., 2014.

Estatuto de conservação da classe Chondrichthyes				
Estatuto de conservação	Táxon			Total
	Tubarões	Raias	Quimeras	
Criticamente em perigo	11	14	0	25
Em perigo	15	28	0	43
Vulnerável	48	65	0	113
Quase ameaçado	67	62	3	132
Pouco preocupante	115	114	12	241
Dados insuficientes	209	256	22	487
Espécies analisadas	465	539	37	1041

2.1. Selachii

Abordando especificamente os Selachii ou seja, os tubarões, é possível referir que existem cerca de 34 famílias, 106 géneros e quase 500 espécies, sendo que o conhecimento de diversos géneros ainda é muito empobrecido (Compagno, 2002; Compagno et al., 2005). A maioria dos indivíduos são marinhos, existindo algumas espécies que apresentam grande tolerância a oscilações de salinidade, como é o caso de alguns indivíduos da família Carcharhinidae, especificamente o Tubarão-buldogue (*Carcharhinus leucas* - (Müller & Henle, 1839)) que possui uma grande flexibilidade, entrando em lagos tropicais e em rios que possuem acesso através do oceano (Compagno, 2002). É possível encontrar espécies de tubarões ao longo de todos os oceanos do planeta, habitando em locais desde o Ártico, recifes de coral, regiões abissais, em baías rasas, perto da costa, no mar aberto, entre outros locais (Compagno, 2002). A maior diversidade de indivíduos encontra-se em zonas continentais, em oceanos com águas tropicais ou quentes-temperadas, mais especificamente no Indo-Pacífico. A menor diversidade ocorre em águas mais frias de profundidades superiores a 1500 m (Compagno, 2002).

Neste grupo, os indivíduos podem apresentar diversos e variados tamanhos, podendo apresentar desde 20 cm até mais de 2000 cm, embora cerca de metade das espécies tenham entre 15 a 100 cm de comprimento (Compagno, 2002). Trinta e dois por cento das espécies possuem entre 100 a 200 cm, 14% têm entre 200 a 400 cm e apenas 4% das espécies têm mais de 400 cm de comprimento total (Compagno, 2002). Este grupo apresenta um corpo fusiforme (ver figura 2), com a exceção dos Tubarões-anjo (família Squatinidae), que possuem um corpo

estes últimos maioritariamente consumidos por espécies de menor porte (Berkovitz & Shellis, 2017; Compagno, 2002). Algumas espécies consomem ainda mamíferos, aves e tartarugas marinhas (Berkovitz & Shellis, 2017; Compagno, 2002)

Este grupo apresenta todos os métodos de reprodução descritos para os Chondrichthyes, apenas um terço é que utiliza a oviparidade e as restantes a viviparidade. A oviparidade está descrita para as ordens Carcharhiniformes, Heterodontiformes e Orectolobiformes (Nakaya et al., 2020). Muitas das espécies da família Triakidae, da Carcharhinidae e todos os Sphyrnidae realizam viviparidade com saco vitelino, todos as restantes realizam a viviparidade aplacental (Compagno, 2002; Gottfried, 2001).

2.2. Batoidea

Em relação aos Batoidea, existem cerca de 20 famílias, 76 géneros e 631 espécies. De todas as ordens, a ordem dos Rajiformes é a que inclui mais espécies, compreendendo mais de metade do total deste grupo (Compagno et al., 2005; Ebert & Compagno, 2007; Frisk 2010). Estes indivíduos encontram-se largamente distribuídos ao longo do globo, estando presentes em todos os oceanos do planeta (Frisk, 2010). Apenas duas famílias é que incluem indivíduos que ocorrem em água doce, por exemplo em rios ou lagoas, nomeadamente, a Potamotrygonidae e algumas espécies da Pristidae (Frisk, 2010; McEachran & Carvalho, 2002). Estão adaptados para habitar uma grande variedade de habitats, podendo frequentar águas costeiras, rasas estuarinas e até regiões abissais, ocorrem em profundidades até 2000 m, mas, contudo, sucedem com mais frequência em locais até os 300 m de profundidade (Frisk, 2010; Serra-Pereira et al., 2010). A maioria das espécies ocorrem em áreas de águas temperadas quentes ou tropicais (McEachran & Carvalho, 2002).

Devido às suas barbatanas peitorais serem expandidas, os Batoides são bastante ou moderadamente achatados dorsoventralmente (ver figura 3) (Luliis & Pulerà, 2011), exemplos de indivíduos moderadamente achatados, são por exemplo os da ordem Rhinopristiformes (Violas e Peixe-serra) enquanto que, as ordens Torpediniformes (raias elétricas) e a Myliobatiformes são bastante achatadas (McEachran & Carvalho, 2002). Os Batoidea, distinguem-se dos restantes elasmobrânquios, pois as suas guelras estão localizadas ventralmente, por norma não possuem cauda nem barbatana caudal, pois estas encontram-se reduzidas e normalmente são do tipo chicote (Luliis & Pulerà, 2011; McEachran & Carvalho, 2002). A maioria das espécies apresentam olhos bem desenvolvidos e, juntamente com os espiráculos, estão localizados na parte superior da cabeça (dorsalmente) mas, em espécies de raias pelágicas, os olhos estão localizados nos lados da cabeça e em algumas raias elétricas estes

são vestigiais (McEachran & Carvalho, 2002). Especificamente nas raias, as barbatanas peitorais são bastante grandes e estão conectadas aos lados da cabeça e do corpo, formando assim um disco, sendo através deste que os indivíduos propulsionam o corpo através de ondulações para se deslocarem. No caso dos Myliobatiformes e dos Rajiformes, as barbatanas caudais e dorsais encontram-se reduzidas e as peitorais formam um par de “asas” que propulsionam força para a natação dos indivíduos (Berkovitz & Shellis 2017; Luliis & Pulerà, 2011; McEachran & Carvalho, 2002).

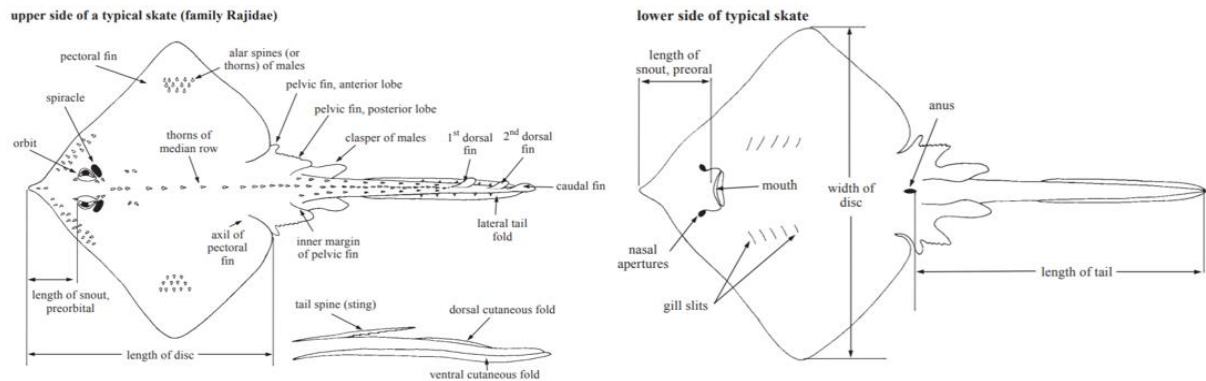


Figura 3- Representação corporal e designação de cada zona corporal de raias. Retirado de McEachran & Carvalho, 2002.

Quando nos referimos a raias e mantas, existem alguns tipos de medições possíveis, sendo as principais o comprimento total e a largura do disco. As espécies pertencentes a este grupo variam bastante a nível do seu comprimento sendo que, em média, possuem entre 60 a 100 cm de comprimento. Contudo e mais especificamente, estes indivíduos podem possuir cerca de 20 cm (família Narcinidae) até mais de 700 cm de comprimento (família Pristidae) (McEachran & Carvalho, 2002). Relativamente à largura do disco, o máximo atingido verifica-se na Manta, sendo que pode atingir os 600 cm de comprimento.

Nos Batoidea, o maxilar superior não se encontra associado ao crânio, o que permite um grande deslocamento do maxilar (Wilga, Motta, & Sanford, 2007). Este grupo é composto na grande maioria de predadores bentónicos e generalistas, alimentam-se de uma grande variedade de epifauna (organismos demersais), particularmente invertebrados, como é o caso de poliquetas, mas também crustáceos, moluscos e até pequenos peixes (McEachran & Carvalho, 2002; Wilga et al., 2007). Estes indivíduos foram desenvolvendo técnicas para os auxiliar na captura das presas, nomeadamente, atordoamento através de eletricidade; prendendo as presas por baixo das suas barbatanas peitorais; e expondo as que se encontrem enterradas, através do batimento das barbatanas ou soprando água para a areia (Berkovitz & Shellis 2017). Por outro

lado, algumas espécies são filtradoras de zooplâncton e *neckton*, como é o caso da Manta e dos Diabo-do-mar-do-Atlântico (Berkovitz & Shellis 2017; McEachran & Carvalho, 2002).

Neste grupo, a ordem dos Rajiformes apresenta a oviparidade como método reprodutivo e, nas restantes, é a viviparidade o processo utilizado, sendo que algumas espécies são vivíparas com saco vitelino, como é o caso dos Peixes-serra (*sawfishes*) e dos Viola (*guitarfishes*), enquanto que outras utilizam a viviparidade aplacental, onde o método utilizado para suplemento do embrião são as segregações uterinas (McEachran & Carvalho, 2002).

2.3. Chimaeriformes

As quimeras apresentam um grupo relativamente pequeno e antigo, constituem apenas cerca de 4% dos Chondrichthyes (Lisney, 2010). Acredita-se que estes indivíduos se divergiram dos elasmobrânquios há cerca de 300 milhões de anos atrás no Paleozoico (Lisney, 2010). Nesta subclasse existem três famílias extantes, Callorhynchidae, Chimaeridae e Rhinochimaeridae, com pouco mais de 30 espécies, sendo a família Chimaeridae a que alberga mais espécies (Didier, 2002; Lisney, 2010). Estas são todas marinhas, estando presentes em quase todos os oceanos do planeta e, por norma, distribuem-se por águas frias, em profundidade de 500 m até os 3000 m. Contudo existem algumas espécies que habitam águas costeiras rasas (Didier, 2004; Gottfried, 2001; Lisney, 2010). Tendem a viver junto ou perto do fundo, preferencialmente em fundos de areia ou lama, perto de ilhas oceânicas, montes submarinos e cumes aquáticos (Didier, 2002; Gottfried, 2001; Lisney, 2010). Algumas espécies são migratórias, podendo reunir-se também em agregados reprodutivos perto da costa, ou então juntam-se em grupos que por norma são unissexuais e separados por idade (Didier, 2002).

Enquanto adultos conseguem alcançar cerca de 100 cm de comprimento, fisicamente possuem corpos alongados, com barbatanas peitorais grandes, duas barbatanas dorsais, sendo que junto à primeira possuem um espinho que normalmente é venenoso (Didier, 2002; Lisney, 2010; Luliis & Pulerà, 2011). O final da barbatana caudal é tipo chicote, possuem um opérculo que cobre as fendas branquiais e só possuem uma única abertura de cada lado da cabeça (ver figura 4) (Didier, 2002; Lisney, 2010; Luliis & Pulerà, 2011). Apresentam cabeças grandes, com o focinho salientes, olhos grandes (apesar de algumas espécies apresentarem olhos pequenos), a boca é pequena, encontra-se situada ventralmente e conectada às narinas, não possuem escamas, com a exceção da coluna modificada que se situa na base da barbatana dorsal (Gottfried, 2001; Luliis & Pulerà, 2011) O maxilar superior é articulado ao crânio e, além disso, não possuem dentes individuais nem substituíveis, mas sim três pares de placas de dentes (Berkovitz & Shellis, 2017). Este tipo de dentição é adaptado à sua dieta, sendo esta composta

maioritariamente por espécies de invertebrados, como é o caso de moluscos, poliquetas, camarões, caranguejos, mas também pequenos peixes (Berkovitz & Shellis, 2017; Luliis & Pulerà, 2011). Tal como referido anteriormente, todas as espécies são ovíparas, e a gestação é de 5 a 12 meses, as crias nascem possuem cerca de 10 a 15 cm de comprimento (Didier, 2004).

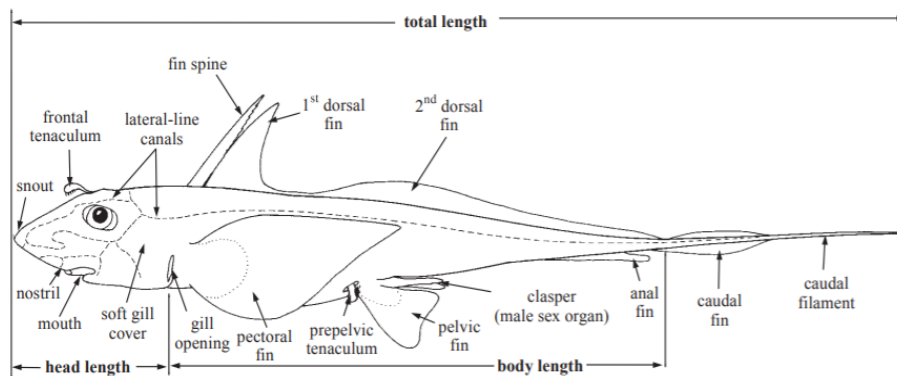


Figura 4- Representação corporal e designação de cada zona corporal de raias. Retirado de Didier, 2002.

3. Elasmobrânquios em cativeiro

Desde o ano 1860 que espécies de elasmobrânquios são mantidas em cativeiro (Koob, 2004; Morris, Livengood, & Chapman, 2011). Das espécies que são possíveis manter em aquários, as que pertencem à classe Chondrichthyes são as mais complicadas de sustentar (Jañez et al., 2018) e, de todas as 1100 espécies existentes, apenas 200 a 230 já foram mantidas, com sucesso, em cativeiro (American Elasmobranch Society, 2020). Quando comparando com espécies de teleósteos, os elasmobrânquios são mais difíceis de manter, pois são extremamente suscetíveis ao stress, resultante do transporte, da anestesia e do manuseamento (Frick et al., 2010; Hoffmayer & Parsons, 2001). Além disto, são indivíduos que necessitam de condições exigentes, os cuidados e manuseamento têm de ser rigorosos e específico às espécies, possuem grandes necessidades nutricionais e as instalações tem de ser relativamente grandes e especializadas (Janse, Firchau, & Mohan, 2004; Jañez et al., 2018; Marshall, 2004). Quando se pretende manter um elasmobrânquio em cativeiro, existem outros fatores que devem ser tomados em consideração, nomeadamente, o estatuto de conservação da espécie, disponibilidade, se as condições disponíveis vão de acordo às necessidades do indivíduo e a compatibilidade com outras espécies (Choromanski, 2004; Dehart, 2004). Por norma, a obtenção de um novo indivíduo pode ser realizada através da sua captura da natureza (com a exceção de espécies em perigo de extinção), ou através da troca ou doação de indivíduos de outras instituições (Daly & Jones, 2017; Dehart, 2004). Para a captura, esta pode ser realizada pela equipa da instituição ou, então, a espécie pode ser comprada através de colecionadores

comerciais (Dehart, 2004). Independentemente do método de obtenção é imperativo que, antes de se adquirir espécimes, se obtenha as necessárias licenças (Choromanski, 2004; Dehart, 2004). Relativamente à compatibilidade, este ponto deve ser considerado quer entre diferentes espécies de elasmobrânquios, quer para com peixes ósseos ou invertebrados (Dehart, 2004; Morris et al., 2011). Este é um fator preponderante pois, para muitas espécies de peixes cartilagíneos, os principais itens das suas dietas são os peixes ósseos, sendo por isso normal a existência de predação entre indivíduos do tanque (Dehart, 2004; Morris et al., 2011). Adicionalmente, existem tubarões que consomem e que são agressivos para com outras espécies de elasmobrânquios (Dehart, 2004; Morris et al., 2011). Especificamente, já foram observados espécimes de Tubarões-limão [*Negaprion brevirostris* (Poey, 1868)] a assediar outras espécies, como Tubarões-touro (*Carcharias taurus* - Rafinesque, 1810) e Tubarões-de-corre-costa [*Carcharhinus plumbeus* - (Nardo, 1827)] (Dehart, 2004).

Tal como referido anteriormente, apenas uma pequena percentagem de elasmobrânquios foram mantidos com sucesso em cativeiro, atendendo ao facto de certas espécies não se adaptarem à vida em aquários, necessitando de condições rígidas e específicas, o seu mantimento envolve um enorme gasto financeiro e experiência (Dehart, 2004; Morris et al., 2011). Como exemplos, é possível referir o Tubarão-branco [*Carcharodon carcharias* - (Linnaeus, 1758)], o Tubarão-tigre [*Galeocerdo cuvier* - (Péron & Lesueur, 1822)], o Tubarão-azul [*Prionace glauca* - (Linnaeus, 1758)], entre outros (Dehart, 2004; Morris et al., 2011). Por outro lado, segundo um estudo realizado pela American Elasmobranch Society (AES), (2020), as espécies de cada grupo desta classe, mais numerosas em cativeiro são, o Tubarão-bambu [*Chiloscyllium plagiosum* (Bennett, 1830)]; a Raia-de-focinho-de-vaca [*Rhinoptera bonasus* - (Mitchill, 1815)]; e a Quimera [*Hydrolagus colliei* - (Lay & Bennett, 1839)].

4. O que são dados biométricos

Define-se como biometria, a identificação de um ser, quer animal ou vegetal, através de medições e características físicas ou comportamentais ou seja, é uma técnica que permite o reconhecimento através das particularidades de um dado ser vivo (Bugge et al., 2011; Grijpink, 2001; Vargas Junior et al., 2011). Este é um ramo da biologia e qualquer característica biológica pode ser utilizada para a identificação (Jain & Pankanti, 2006; Vargas Junior et al., 2011). Especificando, as medidas biométricas podem incluir diversas e variadas características físicas, como é o caso da altura, do peso e da cor dos olhos, mas também incluem singularidades específicas ao sujeito, como é o caso das impressões digitais, da íris ou do ADN (Jain & Pankanti, 2006). Atualmente, a biometria é um método bastante utilizado pois possibilita a

identificação de indivíduos através de métodos pouco invasivos (Bugge et al., 2011; Jain & Pankanti, 2006).

A biometria animal é uma área de pesquisa emergente que ainda se encontra em expansão (Kumar & Singh, 2017). Esta técnica permite a recolha de diversos dados, como é o caso de medidas morfológicas, o tamanho e o peso, de medidas fisiológicas, a esperança e o ciclo de vida, mas também análises comportamentais e aparências fenotípicas de diferentes espécies (Kumar et al., 2017; Kumar & Singh, 2017; Vargas Junior et al., 2011). As características físicas, além das medidas corporais, que permitem a identificação de um animal são, por exemplo, os padrões corporais, as marcas do nariz, o padrão da íris, a dentição e as marcas dos dentes (Bugge et al., 2011; Kumar et al., 2017; Kumar & Singh, 2017). As técnicas utilizadas para a identificação são indolores, não alteram a forma física nem o comportamento dos indivíduos (Bugge et al., 2011). Quando se pretende estudar um animal, as técnicas utilizadas podem instigar o stress. Contudo, a biometria animal é uma técnica que permite o estudo das espécies, por norma sem ser necessário a captura, o manuseamento e a contenção, sendo possível deferir que esta é uma técnica inovadora e pouco invasiva, que permite o estudo e identificação das espécies, sem consideráveis desvantagens para os seres vivos (Bugge et al., 2011; Kumar et al., 2017).

5. Descrição das técnicas em estudo

A fotogrametria permite que através da recolha fotográfica se obtenha, remota ou indiretamente, a determinação de medições espaciais (Mikhail et al., 2001, como citado por Galbany et al., 2016; Rohner et al., 2011). Esta metodologia apresenta três abordagens; imagens *stereo*, câmara única utilizando distâncias desde o indivíduo até à câmara, ou câmara única com algo de tamanho conhecido para fornecer escala (Rohner et al., 2011; Rowe & Dawson, 2008; Webster et al., 2010; Wong & Auger-Méthé, 2018). Técnicas videométricas para medições subaquáticas têm sido utilizadas desde 1960 (Shortis, Harvey, & Seager, 2007). Especificando, no método de câmara única utilizando distância até ao indivíduo os resultados podem ser obtidos através de fórmulas pré-concebidas para o alvo em estudo, podendo, ou não, envolver a utilização de objetos de tamanho conhecido e ângulos das imagens (Lacey et al., 2010). Com esta técnica é possível medir distâncias entre posições mas, também, estipular o comprimento total de indivíduos (Lacey et al., 2010). Por exemplo, para descobrir as distâncias de objetos que se encontrem na superfície do mar, é necessário calcular o ângulo de mergulho do horizonte até ao objeto. Isto é realizado a partir de imagens que são retiradas de uma altura conhecida com uma lente calibrada (Lacey et al., 2010). A primeira aplicação desta técnica em

comprimentos corporais de espécies, foi desenvolvida por Gordon et al., 1990 (como citado por Lacey et al., 2010), sendo utilizado para a estipulação de tamanhos em cetáceos. Na realização da técnica em ambientes aquáticos é necessário que partes do corpo do indivíduo se encontrem fora de água (Lacey et al., 2010).

A aplicação desta metodologia pode variar conforme a espécie. Relativamente à aplicação da técnica na medição de elasmobrânquios, é possível referenciar o estudo de Lacey et al., 2010. Neste foram retiradas fotografias de indivíduos que possuíssem o focinho, barbatana dorsal e/ou caudal, na parte de fora da água. Após esta recolha, para que fosse possível calcular o tamanho total de Tubarões-frade, foram utilizadas medições obtidas por Mathews & Parker (1950), em indivíduos mortos. Especificamente, Mathews & Parker (1950) descobriram qual a posição da barbatana dorsal dos indivíduos e qual o eixo a que se encontra a reentrância da barbatana dorsal até à ponta da barbatana caudal. Estes dados foram utilizados, pois a correlação encontrada por Mathews & Parker (1950) foi suficientemente alta e, por isso, foram aplicadas nas fórmulas de estipulação de tamanho de Lacey et al. (2010) (para mais detalhe ir a Lacey et al., 2010).

A metodologia da fotogrametria de câmara única utilizando a distância até ao indivíduo, já foi utilizada e adaptada em diversos outros estudos, nomeadamente em humanos, para comparar medições corporais reais com aquelas obtidas com a fotogrametria (Tanner & Weiner, 1949), para medir o tamanho e massa corporal de pinípedes (Krause, Hinke, Perryman, Goebel, & LeRoi, 2017), para avaliar os traços sexuais dimórficos de gorilas (Breuer, Robbins, Boesch, & Robbins, 2012) e para validar taxas de crescimento em Macacos-de-Assam (Berghanel, Schulke, & Ostner, 2015).

Abordando a técnica de medição com câmara única envolvendo a utilização de algo de tamanho conhecido, é possível referenciar o método da barra. Govender et al. (1991), desenvolveu pela primeira vez, em meio aquático, a técnica denominada no presente estudo como, “Fotogrametria com barra”. Neste método, é posicionada uma placa graduada a 50 cm em frente de uma janela do tanque e, sempre que a espécie em estudo se encontrasse junta e paralela à mesma, era tirada uma fotografia. Eram obtidas aproximadamente dez fotografias por sessão, sendo estas posteriormente impressas e analisadas. A fotografia escolhida para análise era aquela onde o indivíduo se encontrasse mais perto da janela de referência. Após a escolha da imagem, era utilizada a seguinte fórmula para a estipulação do tamanho:

$$\text{Comprimento total estimado} = \frac{\text{L (fotografia)} \times \text{TWL}}{\text{WL (fotografia)}} \times 0,95$$

Define-se o L(fotografia) como o comprimento da espécie na fotografia; TWL é o comprimento real da janela de referência; WL (fotografia) é o comprimento da janela na fotografia; 0,95 é o fator de compensação, pois observou-se que o comprimento real era em média 5% sobrestimado, devido a erros associados à refração da luz. Uma técnica semelhante também já foi descrita por Kurita et al., (2012) sendo esta aplicada para estipulação do tamanho corporal de Macacos-Japoneses.

Uma outra abordagem de fotogrametria utilizando distâncias conhecidas é a técnica dos *lasers* (Rohner et al., 2011; Rowe & Dawson, 2008; Webster et al., 2010). Esta metodologia envolve a utilização de um aparelho composto por uma única câmara e dois *lasers* que estão posicionados paralelamente a uma distância conhecida. Durante a recolha da amostragem, os *lasers* projetam pontos no corpo dos espécimes, podendo estar as câmaras selecionadas para modo fotográfico ou de filmagem (Durban & Parsons, 2006; Rohner et al., 2011; Rowe & Dawson, 2008; Webster et al., 2010). Na fase de análise aos elementos recolhidos, podem ser usados diversos programas que utilizam distâncias conhecidas para determinar os comprimentos necessários. Esta técnica pode beneficiar da realização de calibração. Para tal, é necessário que seja medido regularmente a distância entre os *lasers*, pois deste modo é possível confirmar se permanecem paralelos e à distância estipulada (Rowe et al., 2008). A primeira demonstração encontrada desta técnica, foi realizada por Durban & Parsons (2006) e Jaquet (2006). Este método pode ser aplicado em ambientes aquáticos ou terrestres e para estipular medições corporais, analisar características sexuais, da história de vida, auxiliar na foto-identificação, entre outros (Durban & Parsons, 2006; Rowe & Dawson, 2008; Webster et al., 2010). Esta metodologia já foi testada em diversos estudos, nomeadamente para estimar comprimentos corporais em diversas espécies (Aswegen et al., 2019; Barrickman, Schreier, & Glande, 2015; Cheney, Wells, Barton, & Thompson, 2017; Durban & Parsons, 2006; Meise, Mueller, Zein, & Trillmich, 2014; Weisgerber, Medill, & McLoughlin, 2015), para a determinação de parâmetros da história de vida e foto-identificação (Araujo et al., 2016; Webster et al., 2010) e para avaliar o comprimento de características sexuais (Bergeron, 2007; Willisch, Marreros, & Neuhaus, 2013).

Relativamente aos sistemas de câmara *stereo* é possível referenciar duas técnicas, *diver operated stereo-video system* (DOV) e *stereo baited remote underwater video systems* (BRUV). De um modo geral, estas metodologias permitem, devido à utilização de duas câmaras, que se

obtenham imagens sincronizadas e uma análise tridimensional (Shortis, Harvey, & Abdo, 2009). Câmaras *stereo* sincronizadas foram utilizadas pela primeira vez na década de 1980 (Shortis et al., 2007). As primeiras demonstrações utilizando estas técnicas podem ser rastreadas ao estudo de Done, 1981 (como citado em Harvey, Shortis, Stadler, & Cappo, 2002) realizado no âmbito da avaliação do recrutamento, crescimento e mortalidade de colónias de corais e, ao de Klimley e Brown, (1983) executado para a estimacão de comprimento em tubarões. Estas metodologias permitem a amostragem de espécies bentónicas e pelágicas e, podem ser utilizadas numa grande variedade de estudos, sendo as suas principais aplicações, a estimacão de comprimentos, a foto-identificacão, a densidade populacional, distribuicão espacial, entre outros (Harvey et al., 2019; Klimley & Brown, 1983).

Para serem desenvolvidos estudos precisos utilizando sistemas *stereo*, as características óticas individuais das câmaras e a orientacão relativa das mesmas devem de ser determinadas (Harvey & Shortis, 1995; Harvey et al., 2019; Li, Li, Zou, Smith, & Curran, 1997; Shortis et al., 2007, 2009). Este ponto pode ser alcançado através da realizacão da calibraçã. Os métodos de calibraçã envolvem, por norma, objetos de dimensões conhecidas que são movimentados no campo de visã das câmaras, deste modo são gerados pontos e, a partir destes podem ser medidos os parâmetros referido anteriormente (Boutros, Shortis, & Harvey, 2015; Shortis et al., 2007). A calibraçã tem de ser realizada dentro de água e os objetos utilizados podem ser tridimensionais (cubo) ou bidimensionais (tabua de mediçã) (Boutros et al., 2015). Um ponto chave para o sucesso das metodologias é, após a realizacão da calibraçã as câmaras têm de apresentar as mesmas configurações e permanecer exatamente nas mesmas posições, no decorrer do estudo. Caso contrário, é necessário a realizacão de uma nova calibraçã. Após as características óticas e as orientaões relativas das câmaras serem determinadas é possível examinar os dados em estudo. Atualmente, o programa mais utilizado e preciso, tanto para a calibraçã como para mediçã de indivíduos, é o da *SeaGIS*, mas, existem outros tipos de *softwares* que permitem realizar estes mesmos pontos. Durante a análise, é possível estudar qualquer espécie desde que se encontre no campo de visã de ambas as câmaras (Harvey & Shortis, 1995).

Referindo especificamente o *stereo-DOV*, esta metodologia envolve a utilizacão de um aparelho que é manobrado por um mergulhador (Mallet & Pelletier, 2014). Visualmente pode apresentar diversas formas e tamanhos, sendo apenas imprescindível o suporte para as duas câmaras e apoios para o mergulhador segurar (Mallet & Pelletier., 2014). Esta metodologia já foi utilizada em diversos estudos, nomeadamente para estipulaçã de comprimento de espécies

(Harvey, Fletcher, & Shortis, 2002; Watson et al., 2010) e estudos de abundância e estrutura de populações (Boavida, 2016; Cure et al., 2018; Goetze et al., 2015, 2017; Liu, Xu, Xu, Zhang, & Yang, 2014). Por outro lado, os *stereo*-BRUVs são mecanismos que não necessitam de ser manobrados, que podem ser adaptados para permanecerem suspensos na coluna de água ou posicionados no substrato (Harvey et al., 2019; Mallet & Pelletier, 2014). O tamanho e forma do aparelho pode variar, sendo apenas comum a todos o uso dos suportes das câmaras e uma extensão para ser colocado o isco (Mallet & Pelletier, 2014). Exemplos de estudos utilizando esta metodologia são, Langlois et al., 2015, Watson et al., 2010, realizado no âmbito de estipulação de tamanhos de indivíduos e Goetze et al., 2015 e Vos et al., 2014, 2015, realizados no estudo de abundância de populações. Em ambas as metodologias é possível mexer no ângulo das câmaras de modo a otimizar o campo de visão (Harvey & Shortis, 1995). O ângulo é escolhido conforme as regras do programa utilizado ou conforme o estudo em questão (Harvey & Shortis, 1995).

Sendo as técnicas *stereo* bastante inovadoras e promissoras, já foram realizados diversos estudos para analisar e testar a sua eficácia (Harvey et al., 2002; Shortis & Harvey, 2001; Shortis et al., 2007), examinar a precisão das câmaras (Boutros, Shortis, & Harvey, 2015; Harvey, Goetze, McLaren Langlois, & Shortis, 2010) e da calibração (Boutros et al., 2015; Shortis, 2015; Shortis & Harvey, 2001; Shortis et al., 2007).

6. Caso de estudo

De modo a analisar a eficácia e precisão do *stereo*-DOV, foi realizado um teste estudo no Oceanário de Lisboa. Considerando que esta técnica tem um grande custo associado, o *hardware* e *software*, necessário não foram obtidos diretamente através da *SeaGIS*, empresa especializada em *softwares* de medição que é utilizada na maioria dos estudos nesta temática (<https://www.seagis.com.au/>). Tendo isto em conta, a construção do aparelho foi realizada após uma extensa pesquisa bibliográfica de projetos realizados na mesma temática, de modo a que este fosse o mais preciso possível. Assim sendo, a base do mecanismo foi construída em aço inox, apresentava um comprimento de 70 cm e uma largura de 28 cm. Em cada uma das pontas com um ângulo de 4°, foram incorporadas câmaras GoPro Hero 4 *Silver*, posicionadas a 56 cm de distância, utilizando suportes adesivos e uma caixa protetora [ver figura 5 (A) e (B)]. Fator importante no decorrer do estudo, tem a ver com a necessidade de as câmaras permaneçam imóveis durante as filmagens, o que obrigou à colocação de um batente, em aço inox, à frente de cada uma das caixas protetoras [ver figura 5 (A)]. Antes de cada sessão de filmagens, o mergulhador assegurava-se que as caixas protetoras permaneciam encostadas ao referido

batente, garantindo assim que estas permaneçam sempre na mesma posição. Por baixo de cada câmara foi incorporado um conjunto de flutuadores (esponjas), que foram colocados com o intuito de conceder flutuabilidade neutra ao aparelho. Tal como demonstra a imagem 5 (A) e (B), foi ainda adicionado uma parte central em forma de “U”, para permitir que o mergulhador agarre o aparelho.

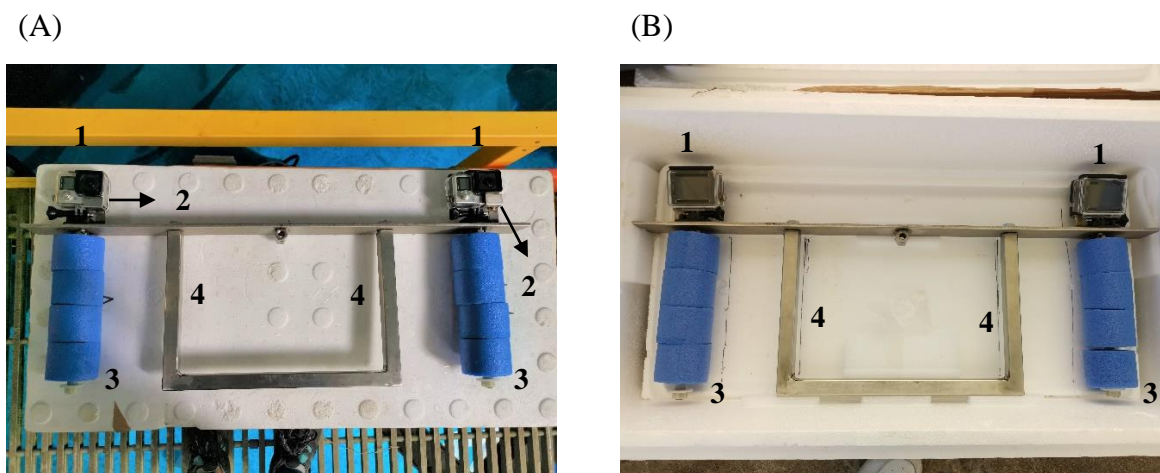


Figura 5- (A) Parte da frente do aparelho utilizado para recolha de imagens no Oceanário de Lisboa. (B) Verso do aparelho utilizado para recolha de imagens no Oceanário de Lisboa. Legenda (1) Câmaras dentro da caixa estanque; (2) batente em aço inox para fixar as câmaras; (3) Conjunto de esponjas para flutuabilidade; (4) local onde o mergulhador agarra o aparelho.

Após a construção do aparelho foi necessário a realização da calibração das câmaras. Por norma, a realização da calibração é realizada apenas uma vez e, após a sua realização, a posição e as configurações das câmaras não podem ser manejadas, caso contrário é necessário a sua repetição. A calibração é um processo bastante delicado, que apresenta o seu próprio *hardware* (um cubo e barra de distâncias) e *software* (programa CAL), sendo realizada de um modo bastante específico e de acordo com as normas da *SeaGIS*. Todo o material e informação necessária para esta parte do trabalho, foi obtido através de investigadores do ISPA- Instituto Universitário de Ciências Psicológicas, Sociais e da Vida.

A calibração foi realizada nas piscinas do CPAS, em Algés. Numa primeira fase procedeu-se à montagem do cubo, com as dimensões 1000x1000x500mm [ver figura 6 (A)]. Antes da calibração, certificou-se que as configurações das câmaras estavam iguais e de acordo com o manual da *SeaGIS* (ver anexo I). Para a realização da calibração, dois mergulhadores permanecem dentro de água, afastados 2m um do outro, tendo um a função de manobrar o cubo e o outro permanece imóvel no fundo da piscina, a segurar o aparelho. Durante o procedimento, o cubo tem de ser movimentado e colocado em 20 posições específicas. Seguidamente, é

utilizada uma barra de distâncias [ver figura 6 (B)], servindo esta para verificar os resultados da calibração. Para tal, o mergulhador tem de movimentar a barra durante alguns minutos, em diversas e variadas posições e distâncias, servindo este procedimento para simular a movimentação de um peixe.

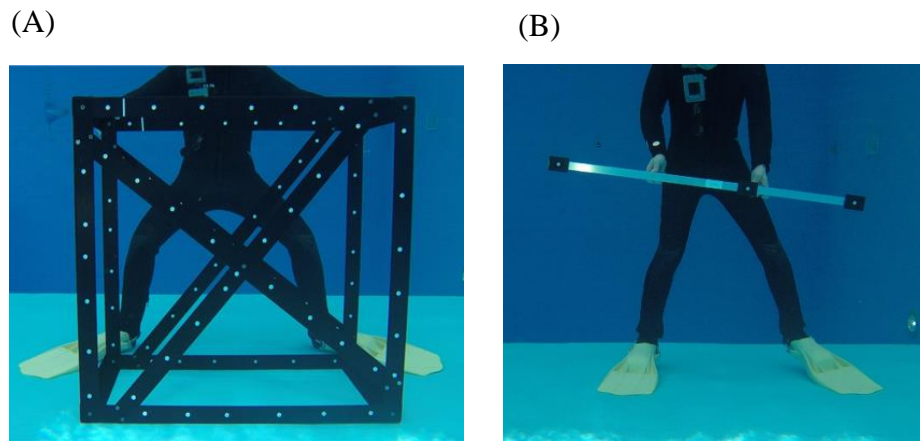


Figura 6- (A) Cubo de Calibração. (B) Barra de distâncias utilizada na calibração.

Após as filmagens para a calibração, procedeu-se às filmagens dos indivíduos, sendo as mesmas realizadas no tanque central do Oceanário de Lisboa, onde as espécies alvo são todos os elasmobrânquios presentes (ver anexo II que demonstra quais as espécies e o número de indivíduos). Após conclusão das filmagens, de calibração e do tanque, é necessário processar a calibração no *software* CAL (ver figuras 7) e, após este procedimento as câmaras, caso a calibração seja bem-sucedida, estão preparadas para a utilização do *software* de medições em 3D, *EventMeasure*. No decorrer da análise das filmagens e, sempre que possível, tentou-se obter para os tubarões, comprimento até à bifurcação e comprimento total, enquanto que para as raias e mantas tentou obter-se o comprimento total, comprimento do disco e largura do disco. Sempre que possível também era registado o código do indivíduo, visto que a maioria já se encontrava previamente individualizada pelo Oceanário de Lisboa.

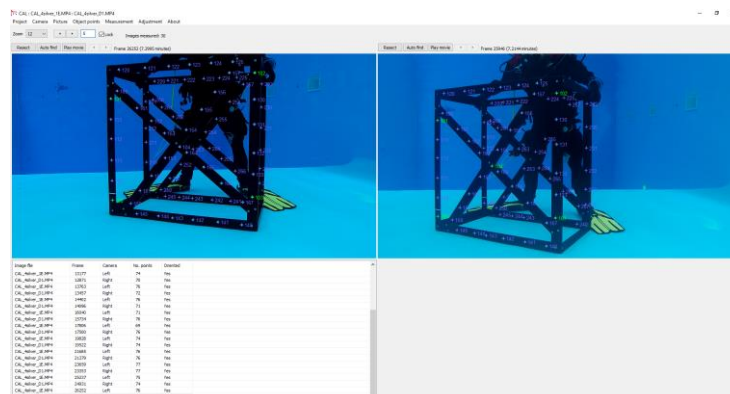


Figura 7- Screenshot do *software* CAL durante a calibração das câmaras.

Ao longo da realização das filmagens, tanto da calibração como do tanque, foram encontradas diversas problemáticas, sendo necessário a realização de ambas em três ocasiões distintas. Numa primeira tentativa, o problema ocorreu durante as filmagens da calibração, devido ao facto desta ter sido realizada por duas pessoas inexperientes, o que resultou na impossibilidade de sincronização das câmaras aquando se utilizava o *software* (CAL), fazendo com que não fosse possível a sua realização. Durante a segunda tentativa, a calibração foi bem-sucedida, mas as filmagens da calibração e do tanque foram realizadas em ocasiões distintas, o que resultou num erro bastante elevado na tentativa da realização das medições no *EventMeasure*, eventualmente resultante do facto de se ter movimentado as câmaras entre as duas filmagens. Especificamente, entre as duas filmagens retirou-se as câmaras das caixas de proteção, para serem carregadas e descarregar as filmagens dos cartões de memória, implicando que as câmaras, quando reposicionadas nas caixas, não fossem colocadas exatamente na mesma posição aquando da realização da calibração. Devido a este facto, optou-se por realizar uma vez mais todas as filmagens, desta vez sem se retirar as câmaras da caixa de proteção obtendo-se, mais uma vez, uma calibração bem-sucedida. Contudo, na realização das medições voltou a repetir-se a mesma problemática. Tendo isto em conta, percebeu-se que o erro talvez fosse resultado do ângulo das câmaras, pois o aparelho do presente estudo apresenta 4° de ângulo, enquanto que, no manual da *SeaGIS*, está registado que deve apresentar 8°. Porém, mesmo com o erro, procedeu-se à análise e medição dos elasmobrânquios do tanque [ver figuras 8 (A) e (B)]. As medições realizadas foram as referidas anteriormente e tentou-se medir, pelo menos duas vezes, cada uma das espécies alvo. Contudo, para espécies como os Ratões-água não foi possível a medição de todos os indivíduos, visto existirem muitos exemplares no tanque e a identificação destes ainda não se encontrar individualizada.

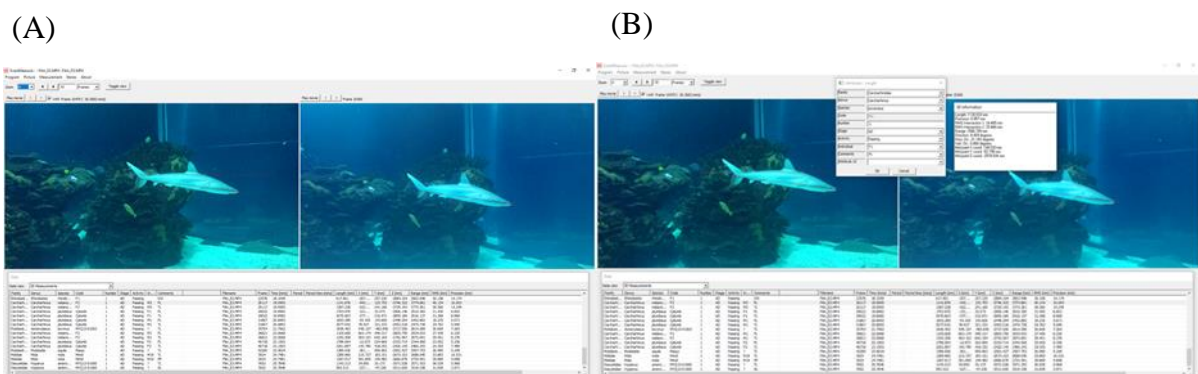


Figura 8- (A) Screenshot do *software* *EventMeasure*. (B) Screenshot do *software* *EventMeasure* durante a medição de *Carcharhinus acronotus* (Poey, 1860).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña-Marrero D., Smith A. N. H., Hammerschlag N., Hearn A., Anderson M. J., Calich H., Pawley, M., Fischer, C., & Salinas-de-León, P. (2017) Residency and movement patterns of an apex predatory shark (*Galeocerdo cuvier*) at the Galapagos Marine Reserve. *PLoS ONE*, 12(8): e0183669. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183669>.
- American Elasmobranch Society (AES). (2020). Captive Elasmobranch Census. Retirado de <http://elasma.org/census>. Acedido a 26 de outubro de 2020.
- Andradi-Brown, D. A., Macaya-Solis, C., Exton, D. A., Gress, E., Wright, G., & Rogers, A. D. (2016). Assessing Caribbean shallow and mesophotic reef fish communities using baited-remote underwater video (BRUV) and diver-operated video (DOV) survey techniques. *PloS one*, 11(12), e0168235. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168235>.
- Araujo G., Lucey A., Labaja J., So C. L., Snow S., Ponzó A. (2014). Population structure and residency patterns of whale sharks, *Rhincodon typus*, at a provisioning site in Cebu, Philippines. *PeerJ*, 2: e543. <https://doi.org/10.7717/peerj.543>.
- Araujo, G., Montgomery, J., Pahang, K., Labaja, J., Murray, R., & Ponzó, A. (2016). Using minimally invasive techniques to determine green sea turtle *Chelonia mydas* life-history parameters. *Biology and Ecology*, 483, 25-30. doi.org/10.1016/j.jembe.2016.06.004.
- Asher, J., Williams, I. D., & Harvey, E. (2017). An Assessment of Mobile Predator Populations along Shallow and Mesophotic Depth Gradients in the Hawaiian Archipelago. *Scientific Reports*, 7, 3905 <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03568-1>.
- Asher, J., Williams, I. D., & Harvey, E. S. (2019). Is seeing believing? Diver and video-based censuses reveal inconsistencies in roving predator estimates between regions. *Marine Ecology Progress Series*, 630, 115-136. <https://doi.org/10.3354/meps13107>.
- Aswegen, M. V. (2017). *Feasibility and applications of non-invasive laser photogrammetry on free-ranging coastal dolphins* (Tese de mestrado, Universidade de Murdoch). Retirado de <https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/39217/1/vanaswegen2017.pdf>.
- Aswegen, M. V., Christiansen, F., Symons, J., Mann, J., Nicholson, K., Sprogis, K., & Bejder, L. (2019). Morphological differences between coastal bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*) populations identified using non-invasive stereo-laser photogrammetry. *Scientific Reports*, 9, 12235. doi.org/10.1038/s41598-019-48419-3.

- Awruch, C. (2018). Chondrichthyes (Sharks, Rays, Skates and Chimaeras). Em M. Skinner (Ed.), *Encyclopedia of Reproduction, second edition* (pp. 554–559). Oxford: Reino Unido: Elsevier Inc.
- Bacon, H. (2018). Behaviour-Based Husbandry—A Holistic Approach to the Management of Abnormal Repetitive Behaviours. *Animals*, 8(7), 103. doi.org/10.3390/ani8070103.
- Ballantyne, R., Packer, J., Hughes, K., & Dierking, L. (2007). Conservation learning in wildlife tourism settings: lessons from research in zoos and aquariums. *Environmental Education Research*, 13(3), 367–383. doi:10.1080/13504620701430604.
- Bansemer, C. S., & Bennett, M. B. (2009). Reproductive periodicity, localised movements and behavioural segregation of pregnant *Carcharias taurus* at Wolf Rock, southeast Queensland, Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 374, 215-227. DOI: 10.3354/meps07741.
- Barker, S. M., & Williamson, J. E. (2010). Collaborative photo-identification and monitoring of grey nurse sharks (*Carcharias taurus*) at key aggregation sites along the eastern coast of Australia. *Marine and Freshwater Research*, 61(9), 971-979. DOI: 10.1071/MF09215.
- Barrickman, N. L., Schreier, A. L., & Glander, K. E. (2015). Testing parallel laser image scaling for remotely measuring body dimensions on mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*). *American Journal of Primatology*, 77(8), 823–832. doi:10.1002/ajp.22416.
- Benjamins, S., Fox, C. J., Last, K., & McCarty, C. E. (2018). Individual identification of flapper skate *Dipturus intermedius* using a baited camera lander. *Endangered Species Research*, 37, 37-44. doi.org/10.3354/esr00911.
- Benton, M. (2015). *Vertebrate Palaeontology*. Bristol, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.
- Berger, J. (2012). Estimation of body-size traits by photogrammetry in large mammals to inform conservation. *Conservation Biology*, 26(5), 769-777. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2012.01896.x>.
- Bergeron, P. (2007). Parallel Lasers for Remote Measurements of Morphological Traits. *Journal of Wildlife Management*, 71(1), 289–292. doi:10.2193/2006-290
- Berghanel, A., Schulke, O., & Ostner, J. (2015). Locomotor play drives motor skill acquisition at the expense of growth: A life history trade-off. *Science Advances*, 1(7), e1500451–e1500451. doi:10.1126/sciadv.1500451

- Berkovitz, B., & Shellis, P. (2017). *The Teeth of Non-Mammalian Vertebrates*. Londres, Reino Unido: Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802850-6.00002-3>.
- Boavida, J., Assis, J., Reed, J., Serrão, E. A., & Gonçalves, J. M. (2016). Comparison of small remotely operated vehicles and diver-operated video of circalittoral benthos. *Hydrobiologia*, 766(1), 247-260. DOI 10.1007/s10750-015-2459-y.
- Boisvert, C.A., Johnston, P., Trinajstić, K., Johanson, Z. (2019) Chondrichthyan Evolution, Diversity, and Senses. Em J. Ziermann, Jr R. Diaz, & R. Diogo. (Eds.) *Heads, Jaws, and Muscles*. Washington, Estados Unidos da América: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93560-7_4.
- Bostock, S. (1993). *Zoos and Animal Rights: The ethics of keeping animals*. London, Inglaterra: Routledge.
- Boutros, N., Shortis, M. R., & Harvey, E. S. (2015). A comparison of calibration methods and system configurations of underwater stereo-video systems for applications in marine ecology. *Limnology and Oceanography: Methods*, 13(5), 224-236. doi.org/10.1002/lom3.10020.
- Branstetter, S. (1987). Age and Growth Validation of Newborn Sharks Held in Laboratory Aquaria, with Comments on the Life History of the Atlantic Sharpnose Shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Copeia*, 1987(2), 291–300. doi:10.2307/1445764.
- Breuer, T., Robbins, A. M., Boesch, C., & Robbins, M. M. (2012). Phenotypic correlates of male reproductive success in western gorillas. *Journal of Human Evolution*, 62 (4), 466-472. doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.01.006.
- Brooks, E. J., Brooks, A. M., Williams, S., Jordan, L. K., Abercrombie, D., Chapman, D. D., Howey-Jordan, L. A., & Grubbs, R. D. (2015). First description of deep-water elasmobranch assemblages in the Exuma Sound, The Bahamas. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 115, 81-91. doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.01.015.
- Bugge, C. E., Burkhardt, J., Dugstad, K. S., Enger, T. B., Kasprzycka, M., Kleinauskas, A., Myhre, M., Scheffter, K., Strom, S., & Vetlesen, S. (2011). Biometric methods of animal identification. *Course, Laboratory Animal Science at the Norwegian School of Veterinary Science*, 1-6.

- Cailliet, G. M., & Goldman, K.J. (2004). Age determination and validation in chondrichthyan fishes. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds), *Biology of sharks and their relatives* (p.399-447). Boca Raton, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Cailliet, G., Musick, J., Simpfendorfer, C., & Stevens, J. (2005). Ecology and Life History Characteristics of Chondrichthyan Fish. Em S. Fowler, R. Cavanagh, M. Camhi, G. Burgess, G. Cailliet, S. Fordham, C. Simpfendorfer & J. Musick (Eds.), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (pp. 12-18). Oxford, Reino Unido: IUCN Publications Services Unit.
- Cameron P. T. (2017). *Age and Growth of Whale Sharks (Rhincodon typus) near the South Ari Atoll, Maldives* (Tese de mestrado, Universidade Nova Southeastern). Retirado de https://nsuworks.nova.edu/occ_stuetd/437.
- Carr, N., & Cohen, S. (2011). The Public Face of Zoos: Images of Entertainment, Education and Conservation. *Anthrozoos*, 24(2), 175-189. doi.org/10.2752/175303711X12998632257620
- Carraca, S. (2016). *Estágio no Oceanário de Lisboa Técnicas de aquarofilia em aquários públicos* (Tese de Mestrado, Universidade do Porto). Retirado de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/93309/2/176638.pdf>.
- Carrier, J. C., & Luer, C. A. (1990). Growth Rates in The Nurse Shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Copeia*, 1990(3), 686–692. doi:10.2307/1446435.
- Cavanagh, R., & Gibson, C. (2007). *Overview of the Conservation Status of Cartilaginous Fishes (Chondrichthyans) in the Mediterranean Sea*. Málaga, Espanha: The World Conservation Union (IUCN). <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-262-002.pdf>
- Cheney, B., Wells, R. S., Barton, T. R., & Thompson, P. M. (2017). Laser photogrammetry reveals variation in growth and early survival in free-ranging bottlenose dolphins. *Animal Conservation*, 21(3), 252-261. doi.org/10.1111/acv.12384.
- Choromanski, J. (2004). Collecting Elasmobranchs: Legislation, Permitting, Ethics, and Commercial Collectors. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives*, (pp. 25-40). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.

- Clark, R. (1922). Rays and Skates (*Raioidae*) No. 1. - Egg-Capsules and Young. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 12(04), 578-643 doi:10.1017/s002531540000967x.
- Cliff, G., & Thurman, G. (1984). Pathological and physiological effects of stress during capture and transport in the juvenile dusky shark, *Carcharhinus obscurus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 78(1), 167–173. doi:10.1016/0300-9629(84)90111-7.
- Collins, C., Corkery, I., McKeown, S., McSweeney, L., Flannery, K., Kennedy, D., & O’Riordan, R. (2020). Quantifying the long-term impact of zoological education: a study of learning in a zoo and an aquarium. *Environmental Education Research*, 1–19. doi:10.1080/13504622.2020.1771287.
- Compagno, L. (2001). *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes)*. Roma, Itália: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes.
- Compagno, L. (2002). Sharks. Em K. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras* (pp. 367-506). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/3/a-y4160e.pdf>.
- Compagno, L., Didier, D., & Burgess, G. (2005). Classification of Chondrichthyan Fish. Em S. Fowler, R. Cavanagh, M. Camhi, G. Burgess, G. Cailliet, S. Fordham, C. Simpfendorfer & J. Musick (Eds.), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (pp. 4-10). Oxford, Reino Unido: IUCN Publications Services Unit, <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2005-029.pdf>
- Conrath, C., & Musick, J. (2012). Reproductive Biology of Elasmobranchs. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds.), *Biology of sharks and their relatives- second edition* (pp. 291-312). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Considine, G. (2007). *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia*. Massachusetts, Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc
- Crescenzo, S., Micarelli, P., & Scacco, U. (2018, outubro). *Application of laser photogrammetry on C. carcharias in natural environment*. Poster apresentado na 22º European Elasmobranch Association Meeting Peniche. Peniche, Portugal.

- Cure, K., Hobbs, J. P.A., Langlois, T.J., Abdo, D. A., Bennet, S., & Harvey, E. S. (2018). Distributional responses to marine heat waves: insights from length frequencies across the geographic range of the endemic reef fish *Choerodon rubescens*. *Marine Biology* 165 (1). <https://doi.org/10.1007/s00227-017-3259-x>
- Daly, J., & Jones, R. (2017). The use of reproductive technologies in breeding programs for elasmobranchs in aquaria. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, R. Hueter, M. Murray & J. Ezcurra (Eds), *The Elasmobranch Husbandry Manual II: Recent Advances in the Care of Sharks, Rays and their Relatives*, (pp 363-374). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Deakos, M. H. (2010). Paired-laser photogrammetry as a simple and accurate system for measuring the body size of free-ranging manta rays *Manta alfredi*. *Aquatic Biology*, 10(1), 1-10. DOI: 10.3354/ab00258.
- Deakos, M. H. (2012). The reproductive ecology of resident manta rays (*Manta alfredi*) off Maui, Hawaii, with an emphasis on body size. *Environmental Biology of Fishes*, 94(2), 443-456. <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9953-5>.
- Dehart, A. (2004). Species Selection and Compatibility. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives*, (pp. 15-23). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Delacy, C. R., Olsen, A., Howey, L. A., Chapman, D. D., Brooks, E. J., & Bond, M. E. (2017). Affordable and accurate stereo-video system for measuring dimensions underwater: a case study using oceanic whitetip sharks *Carcharhinus longimanus*. *Marine Ecology Progress Series*, 574, 75-84. DOI: 10.3354/meps12190.
- Devine, B. M., Wheeland, L. J., & Fisher, J. A. D. (2018). First estimates of Greenland shark (*Somniosus microcephalus*) local abundances in Arctic waters. *Scientific Reports*, 8(1), 974–. doi:10.1038/s41598-017-19115-x.
- Didier, D. (2004). Phylogeny and classification of extant Holocephali. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds.), *Biology of sharks and their relatives* (pp. 115-138). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Didier, D. A. (2002). Chimaeras. Em K. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks,*

batoid fishes and chimaeras (pp. 591-597). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/a-y4160e.pdf>.

- Dineshbabu, A. P., Sasikumar, G., Rohit, P., Thomas, S., Rajesh, K. M., & Zacharia, P. U. (2014). Methodologies for studying finfish and shellfish biology. *Central Marine Fisheries Research Institute (Indian Council of Agricultural Research)*, 91(2), 13-33.
- Dodd, J. (1983). Reproduction in Cartilaginous Fishes (Chondrichthyes). Em W. Hoar, D. Randall, & E. Donaldson (Eds.), *Fish physiology* (pp. 31-95). Nova Iorque, Estados Unidos da América: Academic Press. doi:10.1016/s1546-5098(08)60286-1.
- Dulvy, N. K., Fowler, D., Musick, J., Cavanagh, R. D., Kyne, P., Harrison, L., Carlson, J., Davidson, L., Fordham, S., Francis, M., Pollock, C., Simpfendorfer, C., Burgess, G., Carpenter, K., Compagno, L., Ebert, D., Gibson, C., Heypel, M., Livingstone, S., Sanciangco, J., Stevens, J., Valenti, S., & White, W. (2014). Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife*, 3, e00590.. doi:10.7554/elife.00590.
- Dulvy, N., & Forrest, R. (2010). Life histories, population Dynamics, and extinction risks in Chondrichthyans. J. Carrier, J. Musick & M. Heithaus (Eds.), *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and conservation* (pp. 639-645). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Dunbrack, R. L. (2006). In situ measurement of fish body length using perspective-based remote stereo-video. *Fisheries Research*, 82(1-3), 327–331. doi:10.1016/j.fishres.2006.08.017.
- Dunbrack, R., & Zielinski, R. (2005). Body Size Distribution and Frequency of Anthropogenic Injuries of Bluntnose Sixgill Sharks, *Hexanchus griseus*, at Flora Islets, British Columbia. *The Canadian Field-Naturalist*, 119(4), 537–540. doi:10.22621/cfn.v119i4.184.
- Durban, J. W., & Parsons, K. M. (2006). Laser-metrics of free-ranging killer whales. *Marine Mammal Science*, 22(3), 735-743. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2006.00068.x.
- Durban, J. W., Moore, M. J., Chiang, G., Hickmott, L. S., Bocconcelli, A., Howes, G., ... & LeRoi, D. J. (2016). Photogrammetry of blue whales with an unmanned hexacopter. *Marine Mammal Science*, 32(4), 1510-1515. DOI: 10.1111/mms.12328.
- Dykhuisen, G. V., & Mollet, H. F. (1992). Growth, age estimation and feeding of captive Sevengill Sharks, *Notorynchus cepedianus*, at the Monterey Bay Aquarium. *Marine and Freshwater Research*, 43(1), 297–318. doi:10.1071/MF9920297.

- Ebert, D. A., & Compagno, L. J. V. (2007). Biodiversity and systematics of skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Environmental Biology of Fishes*, 80(2-3), 111–124. doi:10.1007/s10641-007-9247-0.
- Ebert, D., & Stehmann, M. (2013). *Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic*. Roma, Itália: FAO Species Catalogue for Fishery Purposes.
- Ebert, D., & Winton, M. (2010). Chondrichthyans of high latitude seas. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds.), *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation* (pp. 136-142). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Francis, M. P. (2006). Morphometric minefields—towards a measurement standard for chondrichthyan fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 77, 407–421. doi:10.1007/s10641-006-9109-1.
- Fraser, J., & Wharton, D. (2007). The Future of Zoos: A New Model for Cultural Institutions. *Curator: The Museum Journal*, 50(1), 41–54. doi:10.1111/j.2151-6952.2007.tb00248.x.
- Frick, L. H., Reina, R. D., & Walker, T. I. (2010). Stress related physiological changes and post-release survival of Port Jackson sharks (*Heterodontus portusjacksoni*) and gummy sharks (*Mustelus antarcticus*) following gill-net and longline capture in captivity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 385, 29-37. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.01.013>.
- Frisk, M. (2010). Life History strategies of Batoids. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds.), *Sharks and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation* (pp. 136-142). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Galbany, J., Stoinski, T. S., Abavandimwe, D., Breuer, T., Rutkowski, W., Batista, N. V., Ndagijimana, F., & McFarlin, S. C. (2016). Validation of two independent photogrammetric techniques for determining body measurements of gorillas. *American Journal of Primatology*, 78(4), 418–431. doi:10.1002/ajp.22511.
- Goetze, J. S., & Fullwood, L.A. F. (2013). Fiji's largest marine reserve benefits reef sharks. *Coral Reefs*, 32, 121-125. DOI 10.1007/s00338-012-0970-4.
- Goetze, J. S., Bond, T., McLean, D. L., Saunders, B. J., Langlois, T. J., Lindfield, S., Fullwood, L. A., Driessen, D., Shedrawi, G., & Harvey, E. S. (2019). A field and video analysis

- guide for diver operated stereo-video. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(7), 1083-1090. doi.org/10.1111/2041-210X.13189.
- Goetze, J. S., Januchowski-Hartley, F. A., Claudet, J., Langlois, T. J., Wilson, S. K., & Jupiter, S. D. (2017). Fish wariness is a more sensitive indicator to changes in fishing pressure than abundance, length or biomass. *Ecological Applications*, 27(4), 1178-1189. doi.org/10.1002/eap.1511.
- Goetze, J. S., Jupiter, S. D., Langlois, T. J., Wilson, S. K., Harvey, E. S., Bond, T., & Naisilisili, W. (2015). Diver operated video most accurately detects the impacts of fishing within periodically harvested closures. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 462, 74-82. doi.org/10.1016/j.jembe.2014.10.004.
- Goetze, J. S., Langlois, T. J., McCarter, J., Simpfendorfer, C. A., Hughes, A., Leve, J. T., & Jupiter, S. D. (2018). Drivers of reef shark abundance and biomass in the Solomon Islands. *PloS one*, 13(7), e0200960. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200960.
- Gottfried, M. D. (2001). Chondrichthyes (Sharks, Rays and Chimaeras). Em Wiley-Blackwell (Ed.) *Encyclopedia of Life Sciences* (pp. 1-6). doi:10.1038/npg.els.0001534.
- Govender, A., Kistnasamy, N., & Van Der Elst, R. P. (1991). Growth of spotted ragged-tooth sharks *Carcharias taurus* (Rafinesque) in captivity. *South African Journal of Marine Science*, 11(1), 15–19. doi:10.2989/025776191784287718.
- Grijpink, J. (2001). Privacy Law: Biometrics and privacy. *Computer Law & Security Review*, 17(3), 154–160. doi:10.1016/s0267-3649(01)00304-1.
- Grogan, E., Lund, R., & Greenfest-Allen, E. (2012). The Origin and Relationships of Early Chondrichthyans. Em J. Carrier, J. Musick, & M. Heithaus (Eds.), *Biology of Sarks and Their Relatives- Second Edition* (pp. 3-13). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Gusset, M., & Dick, G. (2010). The global reach of zoos and aquariums in visitor numbers and conservation expenditures. *Zoo Biology*, 30(5), 566–569. doi:10.1002/zoo.20369.
- Guttridge, T. L., Van Zinnicq Bergmann, M. P., Bolte, C., Howey, L. A., Finger, J. S., Kessel, S. T., Brooks, J. L., Winram, W., Bond, M. E., Jordan, L. K., Cashman, R. C., Tolentino, E. R., Grubbs, R. D., & Gruber, S. H. (2017). Philopatry and regional connectivity of the great hammerhead shark, *Sphyrna mokarran* in the US and Bahamas. *Frontiers in Marine Science*, 4: 3. doi: 10.3389/fmars.2017.00003.

- Hall, H., & Warmolts, D. (2003). The role of public aquariums in the conservation and sustainability of the marine ornamentals trade. Em J. Cato, & C. Brown (Eds.), *Marine Ornamental Species: Collection, Culture and Conservation* (pp. 307-308). Iowa, Estados Unidos da América: Iowa state press.
- Harasti, D., Davis, T., Williams, J., & Bradford, R. (2019). Estimating growth in juvenile white sharks using stereo baited remote underwater video systems (stereo-BRUVs). *Report to the National Environmental Science Program, Marine Biodiversity Hub*, 1-23.
- Harasti, D., Lee, K. A., Laird, R., Bradford, R., & Bruce, B. (2016). Use of stereo baited remote underwater video systems to estimate the presence and size of white sharks (*Carcharodon carcharias*). *Marine and Freshwater Research*, 68(7), 1391–1396. doi:10.1071/MF16184.
- Harvey E. S., & Shortis M. R. (1995). A system for stereo-video measurement of sub-tidal organisms. *Marine Technology Society Journal*, 29 (4): 10–22.
- Harvey, E. S., Goetze, J., McLaren, B., Langlois, T., & Shortis, M. R. (2010). Influence of Range, Angle of View, Image Resolution and Image Compression on Underwater Stereo-Video Measurements: High-Definition and Broadcast-Resolution Video Cameras Compared. *Marine Technology Society Journal*, 44(1), 75–85. doi:10.4031/mts.j.44.1.3.
- Harvey, E. S., Santana-Garcon, J., Jordan, G., Saunders, B. J., & Cappo, M. (2019). The use of stationary underwater video for sampling sharks. Em A. C. Carrier, M. R. Heithaus, & C. A. Simpfendorfer (Eds.), *Shark Reserarch: Emerging technologies and applications for the field and laboratory*. Nova Iorque, Estados Unidos da America: Taylor & Francis Group.
- Harvey, E., Cappo, M., Shortis, M., Robson, S., Buchanan, J., & Speare, P. (2003). The accuracy and precision of underwater measurements of length and maximum body depth of southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) with a stereo–video camera system. *Fisheries Research*, 63(3), 315-326. doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00080-8.
- Harvey, E., Fletcher, D., & Shortis, M. (2002). Estimation of reef fish length by divers and by stereo-video: A first comparison of the accuracy and precision in the field on living fish under operational conditions. *Fisheries Research*, 57(3), 255–265. doi:10.1016/s0165-7836(01)00356-3.

- Harvey, E., Shortis, M., Stadler, M., & Cappo, M. (2002). A Comparison of the Accuracy and Precision of Measurements from Single and Stereo-Video Systems. *Marine Technology Society Journal*, 36 (2), 38-49. doi:10.4031/002533202787914106.
- Hearn, A. R., Green, J., Román, M. H., Acuña-Marrero, D., Espinoza, E., & Klimley, A. P. (2016). Adult female whale sharks make long-distance movements past Darwin Island (Galapagos, Ecuador) in the Eastern Tropical Pacific. *Marine Biology*, 163(10), 214. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2991-y>.
- Heinicke, M., Naylor, G., & Hedges, B. (2009). Cartilaginous Fisher (Chondrichthyes). Em S. Hedges, & S. Kumar (Eds.), *The Timetree of life* (pp.320- 326). Nova Iorque, Estados Unidos da América: Oxford University Press.
- Hoffmann, M., Hilton-Taylor, C., Angulo, A., Bohm, M., Brooks, T. M., Butchart, S. H., Carpenter, K. E., Chanson, J., Collen, B., Cox, N., Darwall, W., Dulvy, N. K., Harrison, L. R., Katariya, V., Pollock, C. M., Quader, S., Richman N. I., Rodrigues A. S., Tognelli M. F., ... Stuart, S. N. (2010). The impact of conservation on the status of the world's vertebrates. *Science*, 33: 1503–1509. doi: 10.1126/science.1194442.
- Hoffmayer, E. R., & Parsons, G. R. (2001). The physiological response to capture and handling stress in the Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 25(4), 277–285. doi:10.1023/a:1023210620904.
- Hutchins, M., Smith, B., & Allard, R. (2003). In defense of zoos and aquariums: the ethical basis for keeping wild animals in captivity. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223(7), 958–966. doi:10.2460/javma.2003.223.958-2.
- Jain, A., & Pankanti, R. (2006). Introduction to biometrics. Em A. Jain & R. Pankanti (Eds.), *Biometrics, personal identification in Networked society* (pp. 1-42). Estados Unidos da América: Springer.
- Jañez, J. A., Mejjide, F. J., Lucifora, L. O., Abraham, C., & Argemi, F. (2018). Growth and reproduction in captivity unveils remarkable life-history plasticity in the smallnose fanskate, *Sympterygia bonapartii* (Chondrichthyes: Rajiformes). *Neotropical Ichthyology*, 16(4): e180013. DOI: 10.1590/1982-0224-20180013.
- Janse, M., Firchau, B., & Mohan, P. (2004). Elasmobranch nutrition, food handling, and feeding techniques. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch*

Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives, (pp. 183-200). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.

- Jaquet, N. (2006). A simple photogrammetric technique to measure sperm whales at sea. *Marine Mammal Science*, 22(4), 862-879. doi.org/10.1111/j.1748-7692.2006.00060.x.
- Jeffreys, G.L., Rowat, D., Marshall, H., Brooks, K. (2013). The development of robust morphometric indices from accurate and precise measurements of free-swimming whale sharks using laser photogrammetry. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(2), 309–320. doi:10.1017/S0025315412001312.
- Jones, T. T., Hastings, M. D., Bostrom, B. L., Pauly, D., & Jones, D. R. (2011). Growth of captive leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, with inferences on growth in the wild: Implications for population decline and recovery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 399(1), 84–92. doi:10.1016/j.jembe.2011.01.007.
- Kagan, R., Allard, S., & Carter, S. (2018). What Is the Future for Zoos and Aquariums?. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 21(S1), 59–70. doi:10.1080/10888705.2018.1514302.
- Karydis, M. (2011). Organizing a public aquarium: objectives, design, operation and missions. A review. *Global NEST Journal*, 13 (4): 369-384.
- Khalil, K., & Ardoin, N. (2011). Programmatic Evaluation in Association of Zoos and Aquariums—Accredited Zoos and Aquariums: A Literature Review. *Applied Environmental Education & Communication*, 10(3), 168–177. doi:10.1080/1533015x.2011.614813.
- Khan, A., Mallasi, Z., & Shokry, M. (2020). Aquamarine center. *Journal of critical reviews*, 7 (8), 374-377. DOI: <http://dx.doi.org/10.31838/jcr.07.08.78>.
- Kisling, V. (2001). Ancient collections and menageries. Em V. Kisling (Ed.), *Zoo and Aquarium History: Ancient Animal Collections To Zoological Gardens* (pp. 1- 47). Nova Iorque, Estados Unidos da América: CRC press.
- Klimley, A. P., & Brown, S. T. (1983). Stereophotography for the field biologist: measurement of lengths and three-dimensional positions of free-swimming sharks. *Marine Biology*, 74(2), 175–185. doi:10.1007/bf00413921.

- Klimley, P. A. (1987). The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Environmental Biology of Fishes*, 18(1), 27–40. doi:10.1007/bf00002325.
- Koob, T. (2004). Elasmobranchs in the Public Aquarium: 1860 to 1930. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives*, (pp. 1-14). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Krause, D. J., Hinke, J. T., Perryman, W. L., Goebel, M. E., & LeRoi, D. J. (2017). An accurate and adaptable photogrammetric approach for estimating the mass and body condition of pinnipeds using an unmanned aerial system. *PLoS ONE*, 12(11): e0187465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187465>.
- Kumar, S., & Singh, S. (2017). Visual animal biometrics: survey. *IET Biometrics*, 6(3), 139-156. DOI: 10.1049/iet-bmt.2016.0017.
- Kumar, S., Singh, S., Singh, R., & Singh, A. (2017). *Animal Biometrics: Techniques and applications*. Singapura: Springer.
- Kurita, H., Suzumura, T., Kanchi, F., & Hamada, Y. (2012). A photogrammetric method to evaluate nutritional status without capture in habituated free-ranging Japanese macaques (*Macaca fuscata*): a pilot study. *Primates*, 53(1), 7–11. doi:10.1007/s10329-011-0280-4.
- Lacey, C., Leaper, R., Moscrop, A., Gillespie, D. M., McLanaghan, R., & Brown, S. (2010). Photo-grammetric measurements of swimming speed and body length of basking sharks observed around the Hebrides, Scotland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(2), 361-366. DOI: 10.1017/S0025315409000769.
- Langlois, T. J., Newman, S. J., Cappo, M., Harvey, E. S., Rome, B. M., Skepper, C. L., & Wakefield, C. B. (2015). Length selectivity of commercial fish traps assessed from in situ comparisons with stereo-video: is there evidence of sampling bias?. *Fisheries Research*, 161, 145-155. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2014.06.008>.
- Last, P. (2007). The state of chondrichthyan taxonomy and systematics. *Marine and Freshwater Research*, 58, 7-9. DOI: 10.1071/MF07003.
- Leigh, S. R. (1994). Relations between captive and noncaptive weights in anthropoid primates. *Zoo Biology*, 13(1), 21–43. doi:10.1002/zoo.1430130105.

- Letessier, T. B., Meeuwig, J. J., Gollock, M., Groves, L., Bouchet, P. J., Chapuis, L., Vianna, G. M.S., Kemp, K., Koldewey, H. J. (2013). Assessing pelagic fish populations: The application of demersal video techniques to the mid-water environment. *Methods in Oceanography*, 8, 41–55. doi:10.1016/j.mio.2013.11.003.
- Leurs, G., O’Connell, C. P., Andreotti, S., Rutzen, M., & Vonk N. H. (2015). Risks and advantages of using surface laser photogrammetry on free-ranging marine organisms: a case study on white sharks *Carcharodon carcharias*. *Journal of Fish Biology*, 86(6), 1713–1728. doi:10.1111/jfb.12678.
- Lewis, R. (2019). *Population demographics of sevengill sharks (Notorynchus cepedianus) in Paterson Inlet, Stewart Island* (Tese de mestrado, Universidade de Otago). Retirado de <https://ourarchive.otago.ac.nz/handle/10523/9687>.
- Li, R., Li, H., Zou, W., Smith, R. G., & Curran, T. A. (1997). Quantitative photogrammetric analysis of digital underwater video imagery. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 22(2), 364-375. doi:10.1109/48.585955.
- Lisney, T. J. (2010). A review of the sensory biology of chimaeroid fishes (Chondrichthyes; Holocephali). *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(4), 571–590. doi:10.1007/s11160-010-9162-x.
- Liu, H., Xu, Q., Xu, Q., Zhang, Y., & Yang, H. (2015). The application of stereo-video technology for the assessment on population change of black rockfish *Sebastes schlegeli* in a vessel reef area in Haizhou Bay, China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 33(1), 107-113. DOI: 10.1007/s00343-015-4049-2.
- Luliis, D., & Pulerà, D. (2011). *Dissection of Vertebrates*. Oxford, Reino Unido: Elsevier.
- Maciaszek, L. (2012). *Evaluating Conservation in Zoos: A New Zealand perspective* (Tese de mestrado, Universidade Lincoln) Retirado de https://researcharchive.lincoln.ac.nz/bitstream/handle/10182/5250/maciaszek_narmee.pdf?isAllowed=y&sequence=3.
- Maghelly, O. R., Huergo, G. M., Zaniboni F. E., & Enke, D. B. S. (2014). Características morfológicas e rendimento corporal do suruvi *Steindachneridion scriptum* agrupados por sexo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(3), 419-430.

- Mallet, D., & Pelletier, D. (2014). Underwater video techniques for observing coastal marine biodiversity: A review of sixty years of publications (1952–2012). *Fisheries Research*, 154, 44–62. doi:10.1016/j.fishres.2014.01.019.
- Marshall, A. (2004). Elasmobranch Capture Techniques and Equipment. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives*, (pp. 89-103). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Mathews, L.H., & Parker, H.W. (1950) Notes on the anatomy and biology of the basking shark (*Cetorhinus maximus* (Gunner)). *Proceedings of the Zoological Society of London* 120 (3), 535–576. doi:10.1111/j.1096-3642.1950.tb00663.x.
- May C., Meyer L., Whitmarsh S., & Huveneers C. (2019). Eyes on the size: accuracy of visual length estimates of white sharks, *Carcharodon carcharias*. *Royal Society open science*. 6:190456. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.190456>.
- McCormick-Ray, M. G. (1993). Aquarium science: The substance behind an image. *Zoo Biology*, 12(5), 413–424. doi:10.1002/zoo.1430120504.
- McEachran, J.D. & Carvalho, M.R. de (2002) Batoid fishes. Em K. Carpenter (Ed.), *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras* (pp. 507-585). Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/3/a-y4160e.pdf>.
- Meekan, M. G., Taylor, B. M., Lester, E., Ferreira, L. C., Sequeira, A. M., Dove, A. D., Birt, M. J., Aspinall, A., Brooks, K., & Thums, M. (2020). Asymptotic growth of whale sharks suggests sex-specific life-history strategies. *Frontiers in Marine Science*, 7, 575683. doi: 10.3389/fmars.2020.575683.
- Meise, K., Mueller, B., Zein, B., & Trillmich, F. (2014) Applicability of Single-Camera Photogrammetry to Determine Body Dimensions of Pinnipeds: Galapagos Sea Lions as an Example. *PLoS ONE* 9(7): e101197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101197>.
- Merly, L., Lange, L., Mejer, M., Hewitt, A. M., Koen, P., Fischer, C., Muller, J., Schilack, V., Wentzel, M., & Hammerschlag, N. (2019). Blood plasma levels of heavy metals and trace elements in white sharks (*Carcharodon carcharias*) and potential health consequences. *Marine pollution bulletin*, 142, 85-92. doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.018.

- Meyer, C. G., O'Malley, J. M., Papastamatiou, Y. P., Dale, J. J., Hutchinson, M. R., Anderson, J. M., Royer, M. A., & Holland, K. N. (2014). Growth and Maximum Size of Tiger Sharks (*Galeocerdo cuvier*) in Hawaii. *PLoS ONE* 9(1): e84799. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084799>.
- Mohan, P., Clark, S., & Schimid, T. (2004). Age and Growth of captive sharks. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives* (pp. 201-226). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Morris, A., Livengood, E. & Chapman, F. (2011). Sharks for the Aquarium and Considerations for Their Selection. *University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences*, 1-7.
- Moss, A., Jensen, E., & Gusset, M. (2014). Evaluating the contribution of zoos and aquariums to Aichi Biodiversity Target 1. *Conservation Biology*, 29(2), 537–544. doi:10.1111/cobi.12383
- Musick, J. & Ellis, J. Reproductive Evolution of Chondrichthyans. Em W. Hamlett (Ed.), *Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes, sharks, batoids and chimaeras* (pp. 45-80). New Hampshire, Estados Unidos da América: CRC Press.
- Musick, J. (2005). Introduction. Em S. Fowler, R. Cavanagh, M. Camhi, G. Burgess, G. Cailliet, S. Fordham, C. Simpfendorfer, & J. Musick (Eds.), *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes* (pp. 1-3). Oxford, Reino Unido: IUCN Publications Services Unit,
- Nakaya, K., White, W. T., & Ho, H.-C. (2020). Discovery of a new mode of oviparous reproduction in sharks and its evolutionary implications. *Scientific Reports*, 10(1), 12280. doi:10.1038/s41598-020-68923-1.
- Nekolný, L., & Fialová, D. (2018). Zoo Tourism: What Actually Is a Zoo? *Czech Journal of Tourism*, 7(2), 153–166. DOI: 10.1515/cjot-2018-0008.
- Nelson, J., Grande, T., & Wilson, M. (2016). *Fishes of the World*. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Novák, J., Kalous, L., & Patoka, J. (2020). Modern ornamental aquaculture in Europe: early history of freshwater fish imports. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2042-2060 doi:10.1111/raq.12421.

- O'Connell, C. P., & Leurs, G. (2016). A minimally invasive technique to assess several life-history characteristics of the endangered great hammerhead shark *Sphyrna mokarran*. *Journal of Fish Biology*, 88(3), 1257–1264. doi:10.1111/jfb.12900.
- Packer, J., & Ballantyne, R. (2010). The role of zoos and aquariums in education for a sustainable future. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 2010(127), 25–34. doi:10.1002/ace.378.
- Paiva, M. F. S. (2011). *Técnicas de aquarismo em aquários públicos Desenvolvimento de novas técnicas* (Tese de Mestrado, Politécnico de Leiria). Retirado de https://iconline.iplleiria.pt/bitstream/10400.8/586/1/Mestrado%20em%20Aquacultura_%20Miguel_Paiva.pdf.
- Perry, C. T., Figueiredo, J., Vaudo, J. J., Hancock, J., Rees, R., & Shivji, M. (2018). Comparing length-measurement methods and estimating growth parameters of free-swimming whale sharks (*Rhincodon typus*) near the South Ari Atoll, Maldives. *Marine and Freshwater Research*, 69 (10). doi:10.1071/mf17393
- Petrescu-Mag, I., & Bud, I. (2017). Aquariology: The mysteries of the submersed. *Animal Biology & Animal Husbandry*, 9 (2): 65-76.
- Pimentel, C. R., Andrades, R., Ferreira, C. E. L., Gadig, O. B. F., Harvey, E. S., Joyeux, J-C., & Giarrizzo, T. (2019). BRUVS reveal locally extinct shark and the way for shark monitoring in Brazilian oceanic islands. *Journal of Fish Biology*, 96(2), 539-542. <https://doi.org/10.1111/jfb.14228>.
- Pinte, N., Parisot, P., Martin, U., Zintzen, V., De Vleeschouwer, C., Roberts, C.D., & Mallefet, J. (2019). Ecological features and swimming capabilities of deep-sea sharks from New Zealand, *Deep-Sea Research Part I*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2019.103187>.
- Pleizier, N., Gutowsky, L. F. G., Peddemors, V. M., Cooke, S. J., & Butcher, P. A. (2015). Variation in whole-, landed- and trimmed-carcass and fin-weight ratios for various sharks captured on demersal set-lines off eastern Australia. *Fisheries Research*, 167, 190–198. doi:10.1016/j.fishres.2015.02.008.
- Powell, D. M., & Watters, J. V. (2017). The Evolution of the Animal Welfare Movement in U.S. Zoos and Aquariums. *Der Zoologische Garten*, 86, 219–234. doi:10.1016/j.zoolgart.2017.04.007.

- Rizzo, A. A., Welsh, S. A., & Thompson, P. A. (2016). A Paired-Laser Photogrammetric Method for In Situ Length Measurement of Benthic Fishes. *North American Journal of Fisheries Management*, 37(1), 16–22. doi:10.1080/02755947.2016.1235632.
- Rogers, T. D., Cambiè, G., & Kaiser, M. J. (2017). Determination of size, sex and maturity stage of free swimming catsharks using laser photogrammetry. *Marine Biology*, 164(11), 213–. doi:10.1007/s00227-017-3241-7.
- Rohner, C. A., Richardson, A. J., Marshall, A. D., Weeks, S. J., & Pierce, S. J. (2011). How large is the world's largest fish? Measuring whale sharks *Rhincodon typus* with laser photogrammetry. *Journal of Fish Biology*, 78(1), 378–385. doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02861.x.
- Rohner, C. A., Richardson, A. J., Prebble, C. E., Marshall, A. D., Bennett, M. B., Weeks, S. J., Cliff, G., Wintner, S., & Pierce, S. J. (2015). Laser photogrammetry improves size and demographic estimates for whale sharks. *PeerJ life & environment*, 3: e886. <https://doi.org/10.7717/peerj.886>.
- Rothman, J. M., Chapman, C. A., Twinomugisha, D., Wasserman, M. D., Lambert, J. E., & Goldberg, T. L. (2008). Measuring physical traits of primates remotely: the use of parallel lasers. *American Journal of Primatology*, 70(12), 1191–1195. doi:10.1002/ajp.20611.
- Rowat, D., Brooks, K., March, A., McCarten, C. Jouannet, D., Riley, L., Jeffreys, G., Perri, M., Vely, M., & Pardigon, B. (2011). Long-term membership of whale sharks (*Rhincodon typus*) in coastal aggregations in Seychelles and Djibouti. *Marine and Freshwater Research*, 62(6), 621–627. doi:10.1071/MF10135.
- Rowe, L. E., & Dawson, S. M. (2008). Laser photogrammetry to determine dorsal fin size in a population of bottlenose dolphins from Doubtful Sound, New Zealand. *Australian Journal of Zoology*, 56(4), 239. doi:10.1071/zo08051.
- Ryan, L. A., Meeuwig, J. J., Hemmi, J. M., Collin, S. P., & Hart, N. S. (2015). It is not just size that matters: shark cruising speeds are species-specific. *Marine Biology*, 162(6), 1307–1318. doi:10.1007/s00227-015-2670-4.
- Salgado, M. M., & Marandino, M. (2014). O mar no museu: um olhar sobre a educação nos aquários. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 21(3), 867-882. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702014000300005>.

- Salinas-de-León P., Acuña-Marrero D., Rastoin E., Friedlander A. M., Donovan M. K., Sala E. 2016. Largest global shark biomass found in the northern Galápagos Islands of Darwin and Wolf. *PeerJ- Life & Environment*, 4:e1911. <https://doi.org/10.7717/peerj.1911>.
- Santana-Garcon, J., Braccini, M., Langlois, T. J., Newman, S. J., McAuley, R. B., & Harvey, E. S. (2014a). Calibration of pelagic stereo-BRUVs and scientific longline surveys for sampling sharks. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(8), 824–833. doi:10.1111/2041-210x.12216.
- Santana-Garcon, J., Newman, S. J., Langlois, T. J., & Harvey, E. S. (2014b). Effects of a spatial closure on highly mobile fish species: an assessment using pelagic stereo-BRUVs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 460, 153-161. doi.org/10.1016/j.jembe.2014.07.003.
- Sequeira A. M. M., Thums M., Brooks K., & Meekan M. G. (2016). Error and bias in size estimates of whale sharks: implications for understanding demography. *Royal Society open Science*, 3: 150668. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.150668>.
- Serena, F. (2010). Parte 2- Taxonomy of Rajudae and Species identifications keys. Em F. Serena, C. Mancusi, M. Barone (Eds.), *Field identification guide to the skates (Rajidae) of the mediterranean sea* (pp. 7-22). Roma, Itália: Scientia Italiana di Biologia Marina. DOI: 10.13140/2.1.2414.9764.
- Serra-Pereira, B., Farias, I., Moura, T., Gordo, L. S., Santos, M., & Figueiredo, I. (2010). Morphometric ratios of six commercially landed species of skate from the Portuguese continental shelf, and their utility for identification. *Journal of Marine Science*, 67(8), 1596–1603. doi:10.1093/icesjms/fsq056.
- Shortis, M. R., & Harvey, E. S. (2001). Design and calibration of an underwater stereo-video system for the monitoring of marine fauna populations. *Marine Technology Society Journal*, 32, 164-173.
- Shortis, M., Harvey, E., & Abdo, D. (2009). A review of underwater stereo-image measurement for marine biology and ecology applications. Em R., Gibson, R., Atkinson, & J. Gordon (Eds.), *Oceanography and marine biology: an annual review* (pp. 257-292). Nova Iorque- Estados Unidos da América: Taylor & Francis Goup.

- Shortis, M., Harvey, E., & Seager, J. (2007, fevereiro). A review of the status and trends in underwater videometric measurement. Trabalho apresentado no *SPIE Conference 6491, Videometrics IX.*, San José, Estados Unidos da América.
- Shortis, M. (2015). Calibration Techniques for Accurate Measurements by Underwater Camera Systems. *Sensors*, 15(12), 30810–30826. doi:10.3390/s151229831.
- Smale, M. J., Jones, R. T., Correia, J. P., Henningsen, A. D., Crow, G. L., & Garner, R. (2004). Research on Elasmobranchs in Public Aquariums. Em M. Smith, D. Warmolts, D. Thoney, & R. Hueter (Eds.), *Elasmobranch Husbandry Manual: Captive care of sharks, rays, and their relatives* (pp. 533-541). Columbus, Ohio: Ohio Biological Survey, Inc.
- Stedman, N., & Garner, M. (2018). Chondrichthyes. Em K. Terio, D. McAloose, & J. Leger (Eds.), *Pathology of Wildlife and Zoo Animals* (pp. 1003–1018). Londres, Reino Unido: Academic Press.
- Stevens, J. (2005). Taxonomy and field techniques for identification and available regional guides. Em J. Musick & R. Bonfil (Eds.), *Management techniques for elasmobranch fisheries* (pp. 15-20). Roma, Itália: Food and Agriculture Organization of Nations.
- Tanner, J. M., & Weiner, J. S. (1949). The reliability of the photogrammetric method of anthropometry, with a description of a miniature camera technique. *American Journal of Physical Anthropology*, 7(2), 145–186. doi:10.1002/ajpa.1330070203.
- Tickler, D. M. (2015). *Nuanced differences in shark assemblages in protected and fished locations and drivers of their habitat use: implications for conservation* (Tese de mestrado, Universidade da Austrália Ocidental). Retirado de <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/nuanced-differences-in-shark-assemblages-in-protected-and-fished->.
- Tickler, D. M., Letessier, T. B., Koldewey, H. J., & Meeuwig, J. J. (2017). Drivers of abundance and spatial distribution of reef-associated sharks in an isolated atoll reef system. *PloS one*, 12(5), e0177374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177374>.
- Tribe, A., & Booth, R. (2003). Assessing the Role of Zoos in Wildlife Conservation. *Human Dimensions of Wildlife: An International Journal*, 8(1), 65–74. doi:10.1080/10871200390180163.
- Tribuzio, C. A., Matta, M. E., Gburski, C. M., Atkins, N., & Bublely, W. (2016). Methods for the Preparation of Pacific Spiny Dogfish, *Squalus suckleyi*, Fin Spines and Vertebrae and

- an Overview of Age Determination. *Marine Fisheries Review*, 78(1):1-13. DOI: 10.7755/MFR.78.1–2.1.
- Vargas Junior, F. M., Martins, C. F., Souza, C. C., dos Santos Pinto, G., Pereira, H. F., Camilo, F. R., & de Azevedo Junior, N. P. (2011). Avaliação Biométrica de Cordeiros Pantaneiros. *Revista Agrarian*, 4 (11), 60-65.
- Vos, D. L., Götz, A., Winker, H., & Attwood, C. G. (2014) Optimal BRUVs (baited remote underwater video system) survey design for reef fish monitoring in the Stilbaai Marine Protected Area. *African Journal of Marine Science*, 36(1), 1-10, DOI:10.2989/1814232X.2013.873739.
- Vos, L. D., Watson, R. G. A., Götz, A., Attwood, C. G. (2015). Baited remote underwater video system (BRUVs) survey of chondrichthyan diversity in False Bay, South Africa. *African Journal of Marine Science*, 37(2), 209–218. doi:10.2989/1814232X.2015.1036119.
- Watson, D. L., Harvey, E. S., Fitzpatrick, B. M., Langlois, T. J., & Shedrawi, G. (2010). Assessing reef fish assemblage structure: how do different stereo-video techniques compare?. *Marine Biology*, 157(6), 1237-1250. doi.org/10.1007/s00227-010-1404-x.
- Wearing, S., & Jobberns, C. (2011). Ecotourism and the commodification of wildlife: Animal welfare and the ethics of zoos. Em W. Frost (Ed.), *Zoos and Tourism: Conservation, Education, Entertainment?* (pp. 47-50). Bristol, Reino Unido: Channel View Publications.
- Webster, T, Dawson, S., & Slooten, E. (2010). A simple laser photogrammetry technique for measuring Hector's dolphins (*Cephalorhynchus hectori*) in the field. *Marine Mammal Science*, 26 (2), 296-308. doi.org/10.1111/j.1748-7692.2009.00326.x.
- Weisgerber, J. N., Medill, S. A., & McLoughlin, P. D. (2015). Parallel-laser photogrammetry to estimate body size in free-ranging mammals. *Wildlife Society Bulletin*, 39(2), 422–428. doi:10.1002/wsb.541.
- Wilga, C. D., Motta, P. J., & Sanford, C. P. (2007). Evolution and ecology of feeding in elasmobranchs. *Integrative and Comparative Biology*, 47(1), 55–69. doi:10.1093/icb/icm029.
- Willisch, C. S., Marreros, N., & Neuhaus, P. (2013). Long-distance photogrammetric trait estimation in free-ranging animals: A new approach. *Mammalian Biology*, 78(5), 351–355. doi:10.1016/j.mambio.2013.02.004.

- Wong, J. B., & Auger-Méthé, M. (2018). Using laser photogrammetry to measure long-finned pilot whales (*Globicephala melas*). *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science*, 49(2), 269-291.
- Yon, A., Meekan, M. G., Andrzejczek, S., Martinez, S., & Speed, C. W. (2020). Shark and ray community structure in a turbid, nearshore coral reef habitat. *Marine and Freshwater Research*, 71(9), 1194-1204. <https://doi.org/10.1071/MF19301>.

ANEXOS

Anexo I- Configurações das câmaras.

- *Mode - Vídeo*
- *Resolution 1080*
- *Frames Per Second – 60*
- *Field Of View - Medium*
- *Low light - N / A*
- *Spot meter - Off*
- *Protune On*
- *White Balance - Auto*
- *Color – Gopro color*
- *ISO 3200*
- *Sharpness - High*
- *EV compensation ± 0*
- *Video stabilization – off*
- *Orientation - Up*
- *Quick capture – Of*
- *Automatic screen saver and auto shut off – Off*
- *Type of vídeo- NTCS (60Hz)*

Anexo II- Tabela 4: Representa das espécies de elasmobrânquios presentes do tanque central do Oceanário de Lisboa e o número de indivíduos das mesmas.

Espécies	Número de indivíduos
<i>Aetomylaeus bovinus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	3
<i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey, 1860)	1
<i>Carcharhinus melanopterus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	5
<i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo, 1827)	4
<i>Carcharias taurus</i> Rafinesque, 1810	1
<i>Himantura undulata</i> (Bleeker, 1852)	1
<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder, 1928)	5
<i>Mobula hypostoma</i> (Bancroft, 1831)	4
<i>Mobula mobular</i> (Bonnaterre, 1788)	1
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Pateobatis fai</i> (Jordan & Seale, 1906)	1
<i>Rhinobatos rhinobatos</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Rhynchobatus australiae</i> Whitley, 1939	1
<i>Stegostoma fasciatum</i> (Hermann, 1783)	1
<i>Taeniurops grabata</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	3
<i>Triaenodon obesus</i> (Rüppell, 1837)	1

Anexo III- Ensaio preliminar com os *lasers*.

Numa primeira etapa, tentou-se avaliar a eficácia da técnica dos *lasers* na medição de elasmobrânquios em cativeiro. Para tal, foi construído um aparelho (ver imagem 9) constituído por policloreto de vinila (PVC), com 40 cm de comprimento e 23 cm de largura. No centro apresenta uma câmara GoPro 4 e, em cada uma das extremidades a 31 cm de distância, foram acrescentados dois pernos, em PVC, tendo como finalidade permitir ao mergulhador segurava o aparelho. Nas extremidades dos pernos, existiam umas aberturas circulares onde eram colocados os *lasers*. Antes de cada sessão de filmagens era necessário proceder à calibração dos *lasers*. Para tal projetava-se os *lasers*, colocados a cerca de 3 m de distância de uma parede branca e, com uma fita métrica, media-se a distância entre pontos projetados. No final da sessão, repetia-se o mesmo procedimento. Caso houvesse diferença na distância entre os pontos projetados, esse valor era contabilizado, pois deste modo era possível perceber qual o erro associado.

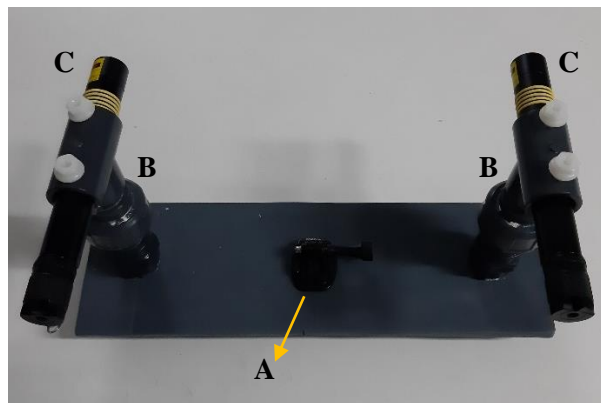


Figura 9- Vista superior do aparelho dos *lasers*. Legenda (A) local onde é colocada a câmara; (B) pernos; (C) *lasers*.

O método dos *lasers* é uma técnica 2D, sendo necessário alguns cuidados durante a realização das filmagens, nomeadamente o facto do mergulhador precisar de se posicionar perpendicularmente em relação ao indivíduo. O próprio aparelho também demonstrou algumas problemáticas, pois o material escolhido, o PVC, é facilmente maleável resultando assim numa discrepância na distância dos *lasers* no final das filmagens, facto que originou a realização da calibração. Passando à fase de análise das filmagens, num primeiro estágio foi realizada utilizando o *Eleif.net*. Contudo, de modo a obter resultados, mais precisos passou-se a utilizar o *software ImageJ*. Sempre que possível, as medições utilizadas foram, comprimento até à bifurcação e comprimento total, para os tubarões e, comprimento total, comprimento do disco e largura do disco para as raias e mantas. Durante esta etapa, observou-se uma outra

problemática, a posição do indivíduo influencia as medições. Assim sendo, a imagem utilizada para a medição tinha de ser uma onde o indivíduo se encontrasse o mais esticado e paralelo possível ao mergulhador [ver figuras 10 (A) e (B)], caso contrário o erro associado aumentava. No total, foram realizadas três seções de filmagens, duas das quais tendo em consideração todos os pontos descritos anteriormente. Contudo, após a análise e comparação das medições com dados reais, observou-se que o erro associado era bastante elevado.

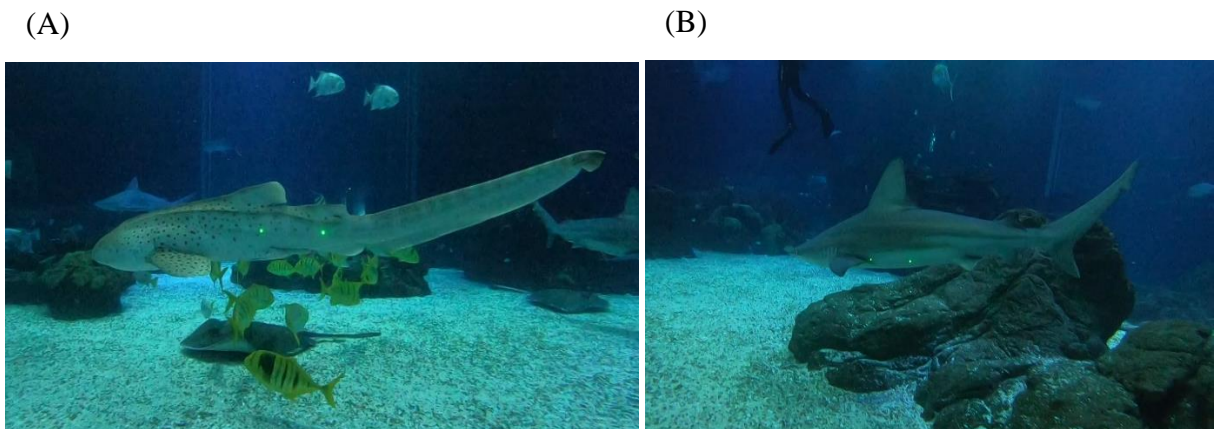


Figura 10- (A) Imagem do que é considerado uma boa recolha fotográfica com os *lasers* de um *Stegostoma fasciatum*, (Hermann, 1783). (B) Imagem de uma má escolha fotográfica para análise dos *lasers* de um *Carcharhinus plumbeus* (Nardo, 1827).