

Um guia de anotação de campo e vídeo para levantamentos de vídeo estéreo subaquáticos remotos com iscas de assembléias de peixes demersais

Tim Langlois¹ | Jordan Goetze^{2,3} | Todd Bond¹ | Jacquomo Monk⁴ | René A. Abesamis⁵ | Jacob Asher^{6,7} | Neville Barrett⁴ | Anthony TF Bernard^{8,9} | Phil J. Bouchet¹⁰ | Mateus J. Birt¹¹ | Mike Cappel¹² | Leanne M. Currey-Randall¹² | Damon Driessen³ | David V. Fairclough^{3,13} | Laura AF Fullwood³ | Brooke A. Gibbons¹ | David Harasti¹⁴ | Michelle R. Heupel¹² | Jamie Hicks¹⁵ | Thomas H. Holmes^{1,2} | Charlie Huvneers¹⁶ | Daniel Ierodiaconou¹⁷ | Alan Jordan⁴ | Nathan A. Knott¹⁸ | Steve Lindfield¹⁹ | Hamish A. Malcolm²⁰ | Dianne McLean^{1,11} | Mark Meekan¹¹ | David Miller¹⁵ | Peter J. Mitchell¹² | Stephen J. Newman^{3,13} | Ben Radford¹¹ | Fernanda A. Rolim²² | Benjamin J. Saunders³ | Marcus Stowar¹² | Adam NH Smith²³ | Michael J. Travers^{3,13} | Corey B. Wakefield^{3,13} | Sasha K. Whitmarsh¹⁶ | Joel Williams¹⁴ | Euan S. Harvey³



¹Instituto e Escola de Ciências Biológicas da UWA, Universidade da Austrália Ocidental, Perth, WA, Austrália; Biodiversidade e Ciência da Conservação, Departamento de Biodiversidade, Conservação e Atrações, Kensington, WA, Austrália; ²Programa de Ciências Marinhas, ³Escola de Molecular e Vida Ciências, Curtin University, Perth, WA, Austrália; ⁴Instituto de Estudos Marinhos e Antárticos, Universidade da Tasmânia, Hobart, Tas, Austrália; ⁵Ângelo Rei 6 Centro de Pesquisa e Gestão Ambiental, Silliman University, Dumaguete City, Filipinas; 7 Centro, Divisão de Operações Científicas, NOAA Fisheries, Pacific Islands Fisheries Science Centro Regional NOAA Inouye, Honolulu, HI, EUA; Havaí em Mýnoa, Honolulu, HI, EUA; Universidade de Rhodes, Instituto Conjunto para Pesquisa Marinha e Atmosférica, Universidade de Grahamstown, África do Sul; ⁸Instituto Sul-Africano para Biodiversidade Aquática, Grahamstown, África do Sul; ⁹Departamento de Zoologia e Entomologia, Pesquisa em Modelagem Ecológica e Ambiental, Escola de Matemática e Estatística, Universidade de St Andrews, St Andrews, Reino Unido; ¹¹Instituto Australiano de Ciências Marinhas, Centro de Pesquisas Marinhas do Oceano Índico, Perth, WA, Austrália; ¹²Australian Institute of Marine Science, Townsville, Qld, Austrália; ¹³Laboratórios de Pesquisa Marinha e de Pesca da Austrália Ocidental, Departamento de Indústrias Primárias e Desenvolvimento Regional, Governo da Austrália Ocidental, North Beach, WA, Austrália; ¹⁴Pesquisa de Pesca, Departamento de Indústrias Primárias de NSW, Taylors Beach, NSW, Austrália; ¹⁵Programa de Ciências Marinhas, Divisão de Ciência e Serviços Corporativos, Departamento de Meio Ambiente e Água, Adelaide, SA, Austrália; ¹⁶Southern Shark Ecology Group, Faculdade de Ciências e Engenharia, Flinders University, Bedford Park, SA, Austrália; ¹⁷Escola de Ciências Biológicas e Ambientais, Centro de Ecologia Integrativa, Universidade Deakin, Warrnambool, Vic., Austrália; ¹⁸Pesquisa de Pesca, Departamento de Indústrias Primárias de NSW, Huskisson, NSW, Austrália; ¹⁹Fundação de Pesquisa do Recife de Coral, Koror, Palau; ²⁰Pesquisa de Pesca, Departamento de Indústrias Primárias de NSW, Coffs Harbour, NSW, Austrália; ²¹Centro de Ciências do Meio Ambiente, Pescas e Aquicultura, Lowestoft, Reino Unido; ²²Elasmobranch Research Laboratory, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, São Vicente, SP, Brasil e ²³School of Natural and Computational Sciences, Massey University, Auckland, Nova Zelândia

Correspondência

Jordan Goetze E-mail: gertza@gmail.com

Informações de financiamento

Nacional do Governo Australiano
Programa de Ciências Ambientais; australiano
Dados Comuns de Pesquisa; Górgona
Rede da Ilha Barrow Ilha Gorgon Barrow
Fundo de Benefícios de Conservação

Editor de Manuseio: Edward Codling

Abstrato

1. Sistemas de vídeo estéreo subaquáticos remotos com iscas (Stereo-BRUVs) são uma ferramenta popular para amostrar conjuntos de peixes demersais e coletar dados sobre sua abundância relativa e estrutura de tamanho corporal de maneira robusta, econômica e não invasiva. Dada a rápida aceitação do método, surgiram diferenças sutis na forma como os BRUVs estéreo são implantados e como as imagens resultantes são anotadas. Essas disparidades limitam a interoperabilidade dos conjuntos de dados obtidos entre os estudos, impedindo insights em larga escala sobre a dinâmica dos sistemas ecológicos.

Tim Langlois e Jordan Goetze são autores principais conjuntos.

Este é um artigo de acesso aberto sob os termos da Creative Commons Attribution License, que permite o uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado. © 2020 Os Autores. *Methods in Ecology and Evolution* publicado por John Wiley & Sons Ltd em nome da British Ecological Society

Methods in Ecology and Evolution publicado por John Wiley & Sons Ltd em nome da British Ecological Society

2. Nós fornecemos o primeiro guia globalmente aceito para usar estéreo-BRUVs para levantamento conjuntos de peixes demersais e habitats bentônicos associados.
3. São descritas informações sobre design de BRUVs estéreo, configurações de câmera, operações de campo e anotação de imagem. Além disso, fornecemos links para protocolos de validação, arquivamento e compartilhamento de dados.
4. Globalmente, o uso de estéreo-BRUVs está se espalhando rapidamente. Fornecemos um protocolo padronizado que reduzirá a variação metodológica entre os pesquisadores e incentivará o uso de fluxos de trabalho Localizáveis, Acessíveis, Interoperáveis e Reutilizáveis para aumentar a capacidade de sintetizar conjuntos de dados globais e responder a um amplo conjunto de questões ecológicas.

PALAVRAS-CHAVE

monitoramento (ecologia populacional), ecologia populacional, amostragem

1 | INTRODUÇÃO

Nossa compreensão da ecologia de peixes e capacidade de gerenciar populações adequadamente requerem dados precisos sobre a ocorrência de espécies, abundância, tamanho do corpo, distribuição e comportamento. Amostragem remota baseada em vídeo métodos estão sendo cada vez mais adotados devido a: (a) seu caráter não destrutivo natureza, (b) capacidade de amostrar espécies raras (Goetze et al., 2019; Harvey, Santana-Garçon, Goetze, Saunders, & Cappo, 2018), em ampla profundidade intervalos (Heyns-Veale et al., 2016; Wellington et al., 2018), (c) disposição de um registro permanente que pode ser revisado para reduzir variabilidade (Cappo, De'ath, Stowar, Johansson, & Doherty, 2009), (d) habilidade capacidade de coletar dados concomitantes sobre o habitat (Bennett, Wilson, Shedrawi, McLean, & Langlois, 2016; por exemplo, cobertura epibentônica e substrato, Collins et al., 2017) e (e) disponibilização de imagens para divulgação científica. Os métodos remotos de amostragem de vídeo subaquático não estão sujeitos a restrições de segurança, nem sofrem com os vieses comportamentais resultantes da presença do mergulhador (Gray et al., 2016; Lindfield, Harvey, McIlwain, & Halford, 2014). Vários sistemas remotos podem ser implantados no campo consecutivamente para fazer uso eficiente do tempo de campo e permitir amostragem espacialmente extensa (Langlois, Radford, et al., 2012).

O uso de iscas com sistemas de vídeo subaquático remoto (BRUV) aumenta a relativa abundância e diversidade de peixes observados, particularmente as espécies visadas pela pesca, sem prejuízo da amostragem de peixes não atraídos pela isca (Coghlan, McLean, Harvey, & Langlois, 2017; Harvey, Cappo, Butler, Hall e Kendrick, 2007; Velocidade, Rees, Cure, Vaughan e Meekan, 2019). Vieses associados à isca uso foram discutidos em vários estudos (Coghlan et al., 2017; Dorman, Harvey e Newman, 2012; Goetze et al., 2015; Hardinge, Harvey, Saunders e Newman, 2013). Variação na dispersão da pluma de isca e a sensibilidade de diferentes espécies de peixes à isca é desconhecida (Harvey et al., 2007) e espécie-específica (Bernard & Götz, 2012), com e espécies sedentárias potencialmente sub-representadas (Stat et al., 2019; Watson, Harvey, Anderson e Kendrick, 2005). Apesar dessas limitações, os BRUVs demonstraram fornecer medidas relativas de espécies riqueza e abundância para uma variedade de espécies em uma gama diversificada de condições e habitats (Cappo, Harvey, & Shortis, 2006).

Sistemas BRUV com câmeras de vídeo estéreo (Stereo-BRUVs) permitem medições precisas do tamanho do corpo (Harvey, Fletcher, & Shortis, 2001), que superam as estimativas feitas por mergulhadores (Harvey e outros, 2001). Os dados de distribuição de comprimento e biomassa são reconhecidos nizadas como métricas essenciais para a conservação da biodiversidade e geração de relatórios gerenciais (Langlois, Harvey, & Meeuwig, 2012). É importante ressaltar que os BRUVs estéreo fornecem distribuição de tamanho de corpo comparável dados de transferência para métodos dependentes da pesca, como redes de arrasto (Cappo, Speare, & De'ath, 2004), anzol e linha (Langlois, Fitzpatrick, et al., 2012) e pesca com armadilha (Langlois et al., 2015). Apesar de ser considerado inadequados para estimar a densidade, os BRUVs estéreo fornecem uma método econômico e estatisticamente poderoso para detectar mudanças temporais na abundância relativa, comprimento e biomassa distribuição de conjuntos de peixes (Bornot et al., 2015; Harvey, Cappo, Kendrick, & McLean, 2013; Malcolm, Schultz, Sachs, Johnstone e Jordânia, 2015). No entanto, em mais de 275 estudos usando estéreo-BRUVs para uma série de objetivos (Informações de Apoio 1), Whitmarsh, Fairweather e Huveneres (2017) encontraram ampla variação em metodologia, o que pode impedir a interoperabilidade dos dados.

Nós fornecemos um protocolo amplamente aceito para o uso de estéreo-BRUVs, incluindo informações sobre design, operação de campo, anotação de imagens, validação de dados, arquivamento e síntese. por profissional fornecendo um protocolo padronizado para levantamentos estéreo-BRUVs, pretendemos para reduzir a variação nas metodologias entre os pesquisadores, e encorajar o uso de Localizáveis, Acessíveis, Interoperáveis e Reutilizáveis (FAIR, Wilkinson et al., 2016) fluxos de trabalho para aumentar a capacidade de sintetizar conjuntos de dados e responder a questões ecológicas em larga escala.

2 | PROJETO ESTÉREO-BRUVS

Os sistemas Stereo-BRUV consistem em um quadro (Figura 1a), protegendo dois câmeras de vídeo convergentes dentro de caixas à prova d'água, anexadas a uma barra de base (Figura 1b), com alguma forma de recipiente com isca fixado na frente das câmeras (Figura 1e). Os sistemas são geralmente teth erguido por corda para bóias de superfície para facilitar a realocação e recuperação

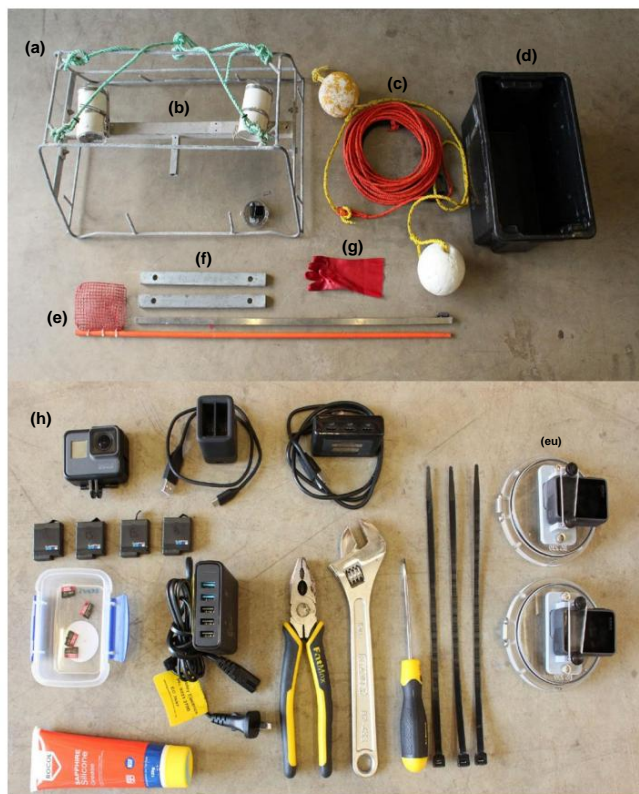


FIGURA 1 Equipamento necessário para levantamentos de sistema de vídeo estéreo subaquático remoto com isca, incluindo (a) armação e bridão de aço galvanizado macio, (b) barra de base estéreo e compartimentos de câmera, (c) corda com linha de flutuação destacável e dois flutuadores, (d) recipiente de armazenamento para equipamento e isca, (e) braço de isca de PVC (reforçado com haste de fibra de vidro) com saco de isca de malha e braço de diodo de metal de suporte, (f) pesos de metal para águas profundas ou corrente forte, (g) braço longo luva para manusear a isca e (h) kit seco incluindo câmeras sobressalentes, baterias sobressalentes, carregador de bateria, leitor de cartão micro-SD, cartões micro-SD, ferramentas padrão, braçadeiras para proteger os sacos de isca, graxa de silicone para o-rings e (i) câmeras calibradas fixadas com segurança em placas frontais

(Figura 1c). O lastro pode ser adicionado aos quadros para uso em águas profundas ou áreas de forte corrente (Figura 1f).

2.1 | Câmeras e fotogrametria

Recomendamos câmeras com resolução total de alta definição de pelo menos menos 1.920×1.080 pixels (Harvey, Goetze, McLaren, Langlois e Shortis, 2010) e uma taxa de captura de pelo menos 30 quadros por segundo (nota: alguns modelos de câmeras de ação podem superar em alta resolução, por exemplo, 4K). Maior resolução da câmera melhorará a identificação de peixes e a seleção de pixels necessária para a medição. Mais alto as taxas de quadros reduzem o desfoque em espécies que se movem rapidamente. Para manter estéreo calibrações, as câmeras devem ter a estabilização de vídeo desabilitada e um distância focal fixa pode facilitar as medições de perto e de longe dos sistemas de câmeras quando calibrados corretamente (Boutros, Shortis, & Harvey, 2015; Shortis, Harvey e Abdo, 2009). O campo de visão devem ser padronizados e escolhidos para limitar a distorção na imagem (por exemplo, não mais que um ângulo médio, -95° H-FOV). Ao amostrar demersais

conjuntos de peixes no alcance máximo típico (8 m) das câmeras, Boutros et al. (2015) sugeriu que uma separação da câmera <500 mm será resultar em uma diminuição na precisão das medições, com medição sendo a precisão uma função de $1/(\text{separação da câmera})$. As câmeras são fixas a uma barra de base rígida para preservar a calibração estéreo necessária para calcular medições precisas de comprimento e alcance (Boutros et al., 2015; Harvey & Shortis, 1995, 1998; Shortis & Harvey, 1998; Shortis e outros, 2009). O sistema estéreo mostrado na Figura 1 usa dois GoPro Câmeras Hero 5 Black, com caixas de câmera separadas por 700 mm com ângulo de convergência de 7° em uma barra de base de aço, embora 500 mm com um ângulo de convergência de 5° também é comum.

Calibrações estereoscópicas devem ser feitas antes e depois de um campo campanha. Dadas as tolerâncias necessárias envolvidas com estéreo-BRUVs projeto, recomendamos procurar aconselhamento sobre fabricação e calibração de fornecedores reconhecidos ou aderindo a especificações rígidas. Qualquer mudanças no posicionamento da câmera (por exemplo, se uma câmera for desmontada durante substituição da bateria) interromperá a calibração estéreo, resultando em erro de medição. Por esta razão, a maioria das caixas 'comerciais' principal inadequado para estéreo-BRUVs. A Figura 1i fornece um exemplo de uma câmera presa à placa frontal do invólucro para garantir a estabilidade. Cada invólucro e câmera devem ser identificados de forma única, garantindo a os últimos são usados apenas no sistema para o qual são calibrados.

2.2 | Isca

Como regra geral, a isca oleosa tipo sardinha de origem local é recomendada (Dorman et al., 2012), pois o óleo se dispersa para atrair os peixes.

Obtenção local de iscas de sardinha a partir de descartes de fábricas (por exemplo, cabeças de peixe, caudas e vísceras) reduzirá a pegada ecológica da pesquisa, custo de amostragem e potencial para translocação de doenças. Nós recomendamos 0,8–1 kg de isca grosseiramente triturada, posicionada entre 1,2 e 1,5 m na frente das câmeras com o saco de isca de malha o mais próximo possível do ben possível. O posicionamento a mais de 1,5 m da câmera reduzem a capacidade de identificar e medir indivíduos. A isca deve ser substituído após cada implantação.

2.3 | Duração da implantação

Os BRUVs estéreo bentônicos devem ser implantados por um período padrão. Recomendamos implementações de 60 min (tempo mínimo), para permitir detecção de cics (Currey-Randall, Cappo, Simpfendorfer, Farabaugh, & Heupel, 2020) e facilitar a comparação com dados históricos. Implantações de 30 min demonstraram ser suficientes para amostragem de espécies particulares de peixes em recifes temperados rasos (Bernard & Götz, 2012; Harasti et al., 2015).

2.4 | Projeto de amostragem

As estratégias de amostragem devem ser projetadas para garantir inferências válidas e interpretações dos dados resultantes (Smith, Anderson, & Pawley, 2017). Nós

recomendar rotinas estatísticas espacialmente balanceadas, como o pacote *rMBHdesign* (Foster et al., 2019), que pode incorporar informações e sites legados para criar projetos de amostragem com conhecidos em probabilidades de inclusão (Foster et al., 2017, 2018). Pela necessidade de visitar cada site para recuperar estéreos-BRUVs após a implantação, equilibrado espacialmente os projetos podem ser ineficientes para amostragem de grandes regiões (> 10 min de trânsito tempo entre as amostras) e projetos de amostragem agrupada podem ser preferidos (Hill et al., 2018).

As amostras estéreo-BRUVs individuais devem ser separadas quando definidas simultaneamente para reduzir a probabilidade de não independência devido a indivíduos sendo amostrados simultaneamente por estéreo-BRUVs adjacentes.

A distância de separação dependerá da mobilidade da espécie e o habitat em estudo; para assembleias típicas de peixes demersais, um mínimo de 400 m para implantações de 1 hora é recomendado (Bond, Partridge, et al., 2018) ou 250 m para implantações de 30 min (Cappo e outros, 2001).

2.5 | logística de campo

Embarcações equipadas com um braço de turco oscilante ou basculante e guincho são ideais para implantar e recuperar estéreo-BRUVs em wa mais profundo (Figura 2); no entanto, estéreo-BRUVs leves (suportando As informações 2) podem ser recuperadas manualmente. Pesca com armadilha comparável métodos de recuperação são geralmente os mais eficientes. Cada recuperação de sinal permanece dependente do tipo de embarcação utilizada, estéreo-BRUVs peso e tamanho e condições de mar predominantes. Pescadores locais familiarizados

com um local de estudo pode fornecer conselhos valiosos sobre logis de amostragem tiques. Múltiplos BRUVs estéreo podem ser implantados simultaneamente, com aproximadamente 10 sistemas estéreo-BRUVs proporcionando ótima eficiência logística para Tempos de implantação de 60 minutos. Períodos crepusculares devem ser evitados (se não for o propósito do estudo) devido a alterações demonstradas em peixes comportamento durante esses tempos (Bond, Langlois, et al., 2018; Myers, Harvey, Saunders e Travers, 2016). Ao amostrar em condições de pouca luz dições, tanto as luzes azuis (450–465 nm) quanto as brancas (550–560 nm) podem ser usado. O branco pode fornecer as melhores imagens para identificação (Birt, Stowar, Currey-Randall, McLean e Miller, 2019), mas o azul foi encontrado para evitar possíveis vieses comportamentais e reduzir o retrospalhamento do plâncton à noite (Fitzpatrick, McLean, & Harvey, 2013). Campo listas de verificação de metodologia são fornecidas em Informações de suporte 3.

2.6 | Anotações de imagem

2.6.1 | Programas

Software projetado especificamente para anotar e medir peixes de vídeo estéreo aumentará substancialmente a relação custo-benefício e com persistência da anotação de imagens (Gomes-Pereira et al., 2016). Para estéreo vídeo, o desafio não é a anotação, mas a calibração da imagem para fornecer medição precisa de comprimento e alcance. Anotação software e pacotes com recursos de medição incluem Vision Sistema de medição (Harman, Harvey e Kendrick, 2003), NIH Image (Dunbrack, 2006), pacote *seabest* em Python (Boldt, Williams,

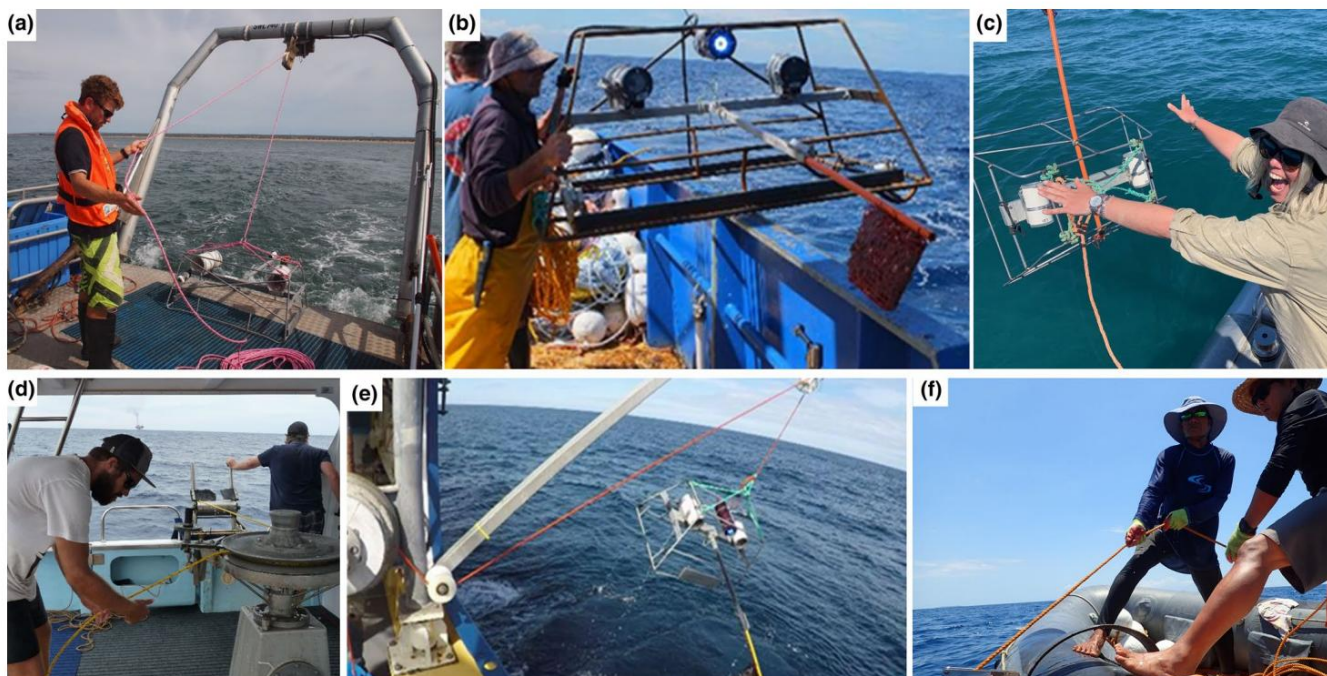


FIGURA 2 Métodos para implantar e recuperar com segurança sistemas de vídeo estéreo subaquáticos remotos (BRUVs) com iscas de embarcações de diferentes tamanhos usando equipamentos diferentes. (a) Lançamento de um estéreo-BRUVs usando um quadro em A e polia na popa da embarcação; (b) implantar um estéreo-BRUV com pesos e uma luz do lado de uma embarcação; (c) implantação de estéreo-BRUV leve a partir de um pequeno inflável rígido (consulte Informações de suporte 2); (d) usando um 'pot winch' e 'pot basculante' para recuperar rapidamente estéreo-BRUVs em águas profundas; (e) recuperar um estéreo-BRUVs usando um braço de turco do lado de uma embarcação; (f) recuperação manual de estéreo-BRUVs usando um caminhão-âncora reaproveitado nas Filipinas

Rooper, Towler, & Gauthier, 2018), pacote StereoMorph em R (Olsen & Westneat, 2015) e EventMeasure plus CAL (calibração) do SeaGIS (seagis.com.au). EventMeasure e CAL é a opção mais utilizada devido ao seu fluxo de trabalho estabelecido, capacidade de criar calibrações estéreo 3D e desenvolvimento ativo, o que permite anotação de ponto e estéreo econômica e consistente de vídeo imagens. A anotação e medição manuais de imagens podem ser demoradas consumindo, mas o campo emergente de anotação automatizada de imagens oferece a promessa de maior eficiência de custo e coleta de novas métricas (Marini et al., 2018).

2.6.2 | Metadados de anotação

Os metadados de campo (Informações de suporte 4) devem ser usados para populacional um código exclusivo para cada amostra e conjunto de anotações. Tempo no fundo do mar deve ser anotado para fornecer um horário de início para o estéreo. Período de implantação dos BRUVs. É importante que a ligação entre as anotações e imagens são mantidas.

2.6.3 | estimativas de abundância

Recomendamos que todos os peixes sejam identificados até o nível taxonômico mais baixo possível. A métrica padrão de abundância é MaxN, o máximo número de indivíduos de uma determinada espécie presentes em um único quadro de vídeo (Priede, Bagley, Smith, Creasey e Merrett, 1994). MaxN é amplamente utilizado para BRUVs (Whitmarsh et al., 2017), pois é conservador e garante que nenhum indivíduo é contado mais de uma vez (Schobernd, Bachelier, & Con, 2013). Embora tenha sido frequentemente sugerido que MaxN não desestima indivíduos de pequeno e grande porte, o único estudo até agora, para avaliar isso, descobriu que MaxN fornece um representante amostra de distribuições de tamanho (Coghlan et al., 2017). Sincronizado e câmeras esquerda e direita calibradas permitem que o analista determine a gama de peixes no campo de visão e garantir que eles estejam dentro de um predefinida distância multada das câmeras. Normalmente, os peixes são contados dentro de uma distância máxima de 8 m, além da qual as estimativas de comprimento são provavelmente ser impreciso, a menos que tenham sido realizadas calibrações especializadas. As anotações do MaxN atual podem ser atualizadas quando os peixes são mais claramente visíveis e, portanto, mais fáceis de medir, tomando medições fotogramétricas do comprimento do corpo individual no último MaxN anotado.

2.6.4 | Medidas do tamanho do corpo

Fluxos de vídeo estéreo sincronizados e calibrados são usados para medir o tamanho do corpo com precisão. Todos os indivíduos de cada espécie devem ser medido em seu MaxN. Recomendamos medir o comprimento do garfo em vez do que o comprimento total, pois é mais facilmente definível em uma variedade de especificações. As estimativas de biomassa normalmente dependem do comprimento total, mas o comprimento da bifurcação conversões de comprimento total podem ser usadas para concluir esses cálculos (Froese & Pauly, 2019). Para espécies em que o comprimento total pode não ser confiável

ou não há garfo definível, o tamanho do corpo é estimado usando outras medidas (por exemplo, medições de disco para raios). Medidas de comprimento fotogramétrico os cálculos são normalmente feitos com algum grau de erro, o que pode ser minimizado pela medição de indivíduos quando eles estão o mais próximo possível das câmeras tanto quanto possível com o nariz e o garfo traseiro claramente visíveis, parados ou movendo-se lentamente, em um ângulo <45° perpendicular às câmeras e reto (não dobrado ao virar). Definindo limites para medição erro entre os projetos ajudará a manter o corpo exato e precisão estimativas de tamanho, fornecemos comprimento de medição estéreo recomendado regras para EventMeasure nas informações de suporte 5. Se o peixe não puder ser medido dentro desses parâmetros, um 'ponto 3D' pode ser usado para anotação, que registra a localização 3D do peixe para garantir que ele esteja dentro a área de amostragem (Harvey, Fletcher, Shortis, & Kendrick, 2004). Para criar cameu uma métrica de abundância relativa padronizada para uma amostra consistente área, a abundância deve ser somada dos comprimentos e pontos 3D no MaxN para cada espécie. Para estimativas de biomassa, pontos 3D pro fornecer uma base para extrapolar um valor de comprimento médio para pescar que poderia não pode ser medido (Wilson, Graham, Holmes, MacNeil e Ryan, 2018). Quando grandes cardumes compactados são encontrados, peixes que não podem ser medido deve ter pontos 3D. Quando comprimentos ou pontos 3D não são possível para todos os peixes, vários indivíduos podem ser atribuídos a um comprimento único ou ponto 3D, mas deve-se tomar cuidado para representar o gama de tamanhos corporais dentro de uma escola.

2.6.5 | Comportamento

Uma série de observações comportamentais, incluindo hora da primeira chegada, tempo para a primeira alimentação e distância mínima de aproximação, também podem ser calculados (Coghlan et al., 2017; Goetze et al., 2017).

2.6.6 | Anotações interoperáveis e reproduzíveis

As imagens de vídeo permitem que os anotadores trabalhem de forma colaborativa para garantir identificações são consistentes. Uma biblioteca de imagens de referência, como aquela apoiado por EventMeasure, ajudará na identificação e treinamento. É reconhecido que alguns gêneros não podem ser consistentemente identificados a nível de espécie a partir de imagens, de modo que os indivíduos são registrados em gênero-família (por exemplo, cabeça chata: *Platycephalus* spp). Para pessoas não identificadas, uma convenção comum é que os peixes potencialmente identificáveis posteriormente são anotados para *Genus* sp1–10, isso permite renomear um lote posteriormente estágio se a espécie for identificada com sucesso. Indivíduos claramente não identificáveis para as espécies são anotadas como *Gênero* sp.

2.6.7 | classificação do habitat

Informações sobre relevo, tipos de habitat e composição bentônica (ex. porcentagem de cobertura de tipos de bentos) deve ser registrada de cada de implantação (Bennett et al., 2016; Collins et al., 2017), para facilitar na investigação das relações peixe-habitat e permitir a amostragem campo de visão a ser padronizado ou controlado para dados subsequentes

análise (McLean et al., 2016). É importante que esses dados sejam uma notados consistentemente e é recomendado que eles sejam mapeados ao esquema de classificação CATAMI (Althaus et al., 2015) e um 0-5 estimativa do relevo bentônico (Polunin & Roberts, 1993; Wilson, Graham, & Polunin, 2007). Um exemplo de composição de habitat e relevo esquema de notação é fornecido em um repositório GitHub (Langlois, 2017). As imagens voltadas para a frente podem ser anotadas em vários softwares, em incluindo TransectMeasure de SeaGIS (seagis.com.au), Benthobox (https://benthobox.com), CoralNet (https://coralnet.ucsd.edu) e Squidle+ (https://squidle.org), que fornecem fluxos de trabalho adequados e saídas de dados comparáveis.

2.6.8 | Controle de qualidade e curadoria de dados

O controle de qualidade e a curadoria de dados são vitais para garantir o trabalho de dados FAIR fluxos (Wilkinson et al., 2016). Todas as correções devem ser feitas dentro os arquivos de anotação originais para garantir a consistência dos dados ao longo do tempo. Recomendamos as seguintes abordagens para garantir o controle de qualidade:

- Os anotadores devem concluir vídeos de 'treinamento' onde os IDs das espécies e MaxN são conhecidos e podem ser usados para avaliar a competência.
- Um anotador diferente deve completar o MaxN e comprimento de anotações de garantia para fornecer uma verificação independente de identifições de espécies.
- A garantia de qualidade deve ser realizada por um analista de vídeo sênior ou pesquisador e envolve uma revisão aleatória de 10% dos vídeos e dados dentro de um projeto. Se a precisão estiver abaixo de 95% para todos identifições e estimativas de MaxN, reanotação deve ser empreendido.
- Identificadores exclusivos de anotadores e datas de quando as imagens foram anotado deve ser mantido para fornecer uma trilha de verificação de dados (consulte Informações de suporte 4).

r fluxos de trabalho e pacotes de funções são fornecidos em um GitHub repositório (Langlois, 2020) para permitir a validação com espécies regionais listas e tamanhos mínimos e máximos prováveis para cada espécie.

2.6.9 | Armazenamento de dados , descoberta e liberação

Encorajamos políticas de dados abertos e recomendamos o arquivamento e compartilhamento de anotações estéreo-BRUVs em dados globais de biodiversidade repositórios, como o Sistema de Informação Biogeográfica Oceânica, Global Biodiversity Information Facility e o recém-desenvolvido oped GlobalArchive (globalarchive.org). GlobalArchive é um centro repositório tralizado que permite acesso aberto e compartilhamento privado de dados de anotação de imagem de peixe de BRUVs estéreo ou imagens semelhantes técnicas de amostragem baseadas. O GlobalArchive permite que os usuários armazenem dados de forma padronizada e segura e torna os metadados detectável, incentivando assim a colaboração e síntese de dados estabelece dentro da comunidade de prática. Recomendamos toda a qualidade dados de anotação controlados e qualquer calibração associada, taxa e

dados de habitat devem ser carregados no GlobalArchive e nós encorajamos idade de que todos os dados devem ser disponibilizados publicamente através do opção de dados. Como exemplo, os padrões australianos para data man gerenciamento, descoberta e liberação são fornecidos em Suporte Informação 6.

3 | CONCLUSÃO

Globalmente, o uso de estéreo-BRUVs está aumentando rapidamente. A bancada ardização de levantamentos e anotações estéreo-BRUVs facilitará a síntese de dados comparáveis sobre continentes e globais escalas e fornecem dados ricos e interoperáveis para informar natu gerenciamento de recursos reais. A variação na metodologia tem esforçou a interoperabilidade desses dados até o momento (Whitmarsh et al., 2017), encorajamos os pesquisadores a padronizar e compartilhar melhorias técnicas e problemas por meio de um serviço on-line estabelecido fórum ou grupo de trabalho (Informações de Apoio 7).

Alcançar metodologia de campo consistente e anotação FAIR, com protocolos de compartilhamento e arquivamento de dados, fornecem a maior barrier para a absorção globalmente consistente e impacto de estéreo-BRUVs. Nós fornecemos um protocolo padronizado que reduzirá as dificuldades metodológicas variação entre os pesquisadores e incentivar o uso do trabalho FAIR fluxos para aumentar a capacidade de sintetizar conjuntos de dados e responder a uma gama de questões ecológicas.

RECONHECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a James Seager (SeaGIS.com.au) por suporte com software e James Seager e Ray Scott para equipamento estéreo e conselhos. Pesquisadores TL, BAG, JW, NB e JM foram apoiados pelo Marine Biodiversity Hub através financiamento da Agência Nacional de Meio Ambiente do governo australiano Programa Ciência. Scripts de validação de dados e GlobalArchive.org foram apoiado pelo Australian Research Data Commons, o Gorgon Ilha Barrow Ilha Gorgon Barrow Island Benefícios de Conservação Líquida Fundo, administrado pelo Governo da Austrália Ocidental e pelo BHP/UWA Biodiversidade e benefícios sociais do acesso restrito Colaboração de áreas. Este manual foi endossado pela GOOS Painel de Especialistas em Biologia e Ecossistemas como o melhor aceite globalmente prática para conduzir pesquisas com iscas remotas subaquáticas sistemas de vídeo estéreo.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Todos os autores conceberam as ideias e desenharam a metodologia; TL e JG liderou a redação do manuscrito. Todos os autores contribuíram com críticas rascunhos e deu a aprovação final para publicação.

REVISÃO POR PARES

O histórico de revisão por pares para este artigo está disponível em <https://publons.com/publon/10.1111/2041-210X.13470>.

DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Nenhum dado foi apresentado.

ORCID

Tim Langlois <https://orcid.org/0000-0001-6404-4000>

Jordan Goetze <https://orcid.org/0000-0002-3090-9763>

Todd Bond <https://orcid.org/0000-0001-6064-7015>

Jacquomo Monk <https://orcid.org/0000-0002-1874-0619>

Rene A. Abesamis <https://orcid.org/0000-0001-7456-1415>

Jacob Asher <https://orcid.org/0000-0003-3997-8439>

Neville Barret <https://orcid.org/0000-0002-6167-1356>

Anthony TF Bernard <https://orcid.org/0000-0003-0482-6283>

Phil J. Bouchet <https://orcid.org/0000-0002-2144-2049>

Matthew J. Birt <https://orcid.org/0000-0003-2233-0716>

Leanne M. Currey-Randall <https://orcid.org/0000-0002-3772-1288>

David V. Fairclough <https://orcid.org/0000-0002-9620-5064>

David Harasti <https://orcid.org/0000-0002-2851-9838>

Michelle R. Heupel <https://orcid.org/0000-0002-8245-7332>

Charlie Huvneers <https://orcid.org/0000-0001-8937-1358>

Daniel Ierodiaconou <http://orcid.org/0000-0002-7832-4801>

Nathan A. Knott <https://orcid.org/0000-0002-7873-0412>

Steve Lindfield <https://orcid.org/0000-0002-7933-6206>

Hamish A. Malcolm <https://orcid.org/0000-0001-7315-1537>

Dianne McLean <https://orcid.org/0000-0002-0306-8348>

Mark Meekan <https://orcid.org/0000-0002-3067-9427>

Stephen J. Newman <https://orcid.org/0000-0002-5324-5568>

Fernanda A. Rolim <https://orcid.org/0000-0003-3761-3970>

Benjamin J. Saunders <https://orcid.org/0000-0003-1929-518X>

Adam NH Smith <https://orcid.org/0000-0003-0059-6206>

Michael J. Travers <https://orcid.org/0000-0002-3072-1699>

Sasha K. Whitmarsh <https://orcid.org/0000-0001-8934-2354>

Joel Williams <https://orcid.org/0000-0002-4173-3855>

Euan S. Harvey <https://orcid.org/0000-0002-9069-4581>

REFERÊNCIAS

Althaus, F., Hill, N., Ferrari, R., Edwards, L., Przeslawski, R., Schönberg, CHL, ... Goulet-Holmes, K. (2015). Um vocabulário padronizado para identificar biota bentônica e substratos de imagens subaquáticas: o esquema de classificação CATAMI. *PLoS ONE*, 10, e0141039. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141039>

Bennett, K., Wilson, SK, Shedrawi, G., McLean, DL e Langlois, TJ (2016). As pesquisas de vídeo estéreo operadas por mergulhadores para peixes podem ser usadas para coletar dados significativos sobre as comunidades de recifes de corais bentônicos? *Limnologia e Oceanografia: Métodos*. <https://doi.org/10.1002/lom3.10141>

Bernard, ATF, & Götz, A. (2012). A isca aumenta a precisão nos dados de contagem de vídeo subaquático remoto para a maioria dos peixes de recife subtropicais na biorregião das Agulhas de clima temperado quente. *Marine Ecology Progress Series*, 471, 235–252. <https://doi.org/10.3354/meps10039>

Birt, MJ, Stowar, M., Currey-Randall, LM, McLean, DL e Miller, KJ (2019). Comparando os efeitos de diferentes iluminações artificiais coloridas em assembleias diurnas de peixes na zona mesofótica inferior. *Biologia Marinha*, 166, 154. <https://doi.org/10.1007/s00227-019-3595-0>

Boldt, JL, Williams, K., Rooper, CN, Towler, RH e Gauthier, S. (2018). Desenvolvimento de metodologias de câmeras estéreo para melhorar as estimativas de biomassa de peixes pelágicos e informar a gestão do ecossistema em águas marinhas. *Pesquisa Pesqueira*, 198, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.peixes.2017.10.013>

Bond, T., Langlois, TJ, Partridge, JC, Birt, MJ, Malseed, BE, Smith, L., & McLean, DL (2018). Mudanças diárias e associações de habitat de peixes

conjuntos em um duto submarino. *Pesquisa Pesqueira*, 206, 220–234. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.05.011>

Bond, T., Partridge, JC, Taylor, MD, Langlois, TJ, Malseed, BE, Smith, LD e McLean, DL (2018). Peixe associado a um oleoduto submarino e ao fundo do mar adjacente da plataforma Noroeste da Austrália Ocidental. *Pesquisa Ambiental Marinha*, 141, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.08.003>

Bornt, KR, McLean, DL, Langlois, TJ, Harvey, ES, Bellchambers, LM, Evans, SN e Newman, SJ (2015). Espécies de peixes demersais alvo exibem respostas variáveis à proteção de longo prazo contra a pesca nas Ilhas Houtman Abrolhos. *Recifes de Coral*, 34, 1297–1312. <https://doi.org/10.1007/s00338-015-1336-5>

Boutros, N., Shortis, MR, & Harvey, ES (2015). Uma comparação de métodos de calibração e configurações de sistema de sistemas de vídeo estéreo subaquáticos para aplicações em ecologia marinha. *Limnologia e Oceanografia: Métodos*, 13, 224–236. <https://doi.org/10.1002/lom3.10020>

Cappo, M., De'ath, G., Stowar, M., Johansson, C., & Doherty, P. (2009). *A influência do zoneamento (fechamento para a pesca) nas comunidades de peixes dos cardumes profundos e bases de recifes do sul do Parque Marinho da Grande Barreira de Corais*. Cairns, Austrália: Reef and Rainforest Research Center Limited.

Cappo, M., Harvey, E., & Shortis, M. (2006). Contagem e medição de peixes com técnicas de vídeo com iscas – Uma visão geral. Em JM Lyle, D. M. Furlani, & CD Buxton (Eds.), *Proceedings of the 2006 Australian Society of Fish Biology Conference and Workshop Cuttingedge Technologies in Fish and Fisheries Science*. Hobart. Agosto de 2006. (pp. 101–114)

Cappo, M., Speare, P., & De'ath, G. (2004). Comparação de estações remotas de vídeo subaquático com isca (BRUVS) e redes de arrasto de camarão (camarão) para avaliações da biodiversidade de peixes em áreas interrecifais do Parque Marinho da Grande Barreira de Corais. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302, 123–152. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2003.10.006>

Cappo, M., Speare, P., Wassenberg, TJ, Rees, M., Heyward, A., & Pitcher, R. (2001). Uso de estações remotas de vídeo subaquático com isca (BRUVS) para pesquisar peixes demersais - Quão profundo e significativo. Em ES Harvey, & M. Cappo (Eds.), *Sensação direta da frequência de tamanho e abundância de fauna alvo e não-alvo na pesca australiana - Uma oficina nacional* (pp. 63–71). Rottnest Island: Fisheries Research Development Corporation.

Coghlan, AR, McLean, DL, Harvey, ES e Langlois, TJ (2017). O comportamento dos peixes influencia as informações de abundância e comprimento coletadas por vídeos subaquáticos com iscas? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 497, 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.09.005>

Collins, DL, Langlois, TJ, Bond, T., Holmes, TH, Harvey, ES, Fischer, R., e McLean, DL (2017). Um novo método de vídeo estéreo para investigar as relações peixe-habitat. *Métodos em Ecologia e Evolução/ British Ecological Society*, 8, 116–125. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12650>

Currey-Randall, LM, Cappo, M., Simpfendorfer, CA, Farabaugh, NF, & Heupel, MR (2020). Tempos de imersão ideais para levantamentos de estações de vídeo subaquáticos remotos com iscas de elasmobrânquios associados a recifes. *PLoS ONE*, 15, e0231688. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231688>

Dorman, SR, Harvey, ES e Newman, SJ (2012). Efeitos da isca na amostragem de assembleias de peixes de recifes de corais com estéreo-BRUVs. *PLoS ONE*, 7, e41538. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041538>

Dunbrack, RL (2006). Medição in situ do comprimento do corpo do peixe usando vídeo estéreo remoto baseado em perspectiva. *Fisheries Research*, 82, 327–331. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2006.08.017>

Fitzpatrick, C., McLean, D., & Harvey, ES (2013). Usando iluminação artificial para pesquisar peixes noturnos de recife. *Pesquisa Pesqueira*, 146, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.03.016>

Foster, SD, Hosack, GR, Lawrence, E., Przeslawski, R., Hedge, P., Caley, MJ, ... Hayes, KR (2017). Projetos espacialmente equilibrados que incorporam sites legados. *Métodos em Ecologia e*

- Evolution/British Ecological Society*, 8, 1433–1442. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12782> Foster, SD,
- Hosack, GR, Monk, J., Lawrence, E., Barrett, NS, Williams, A., & Przeslawski, R. (2019). Projetos espacialmente equilibrados para levantamentos baseados em transectos. *Métodos em Ecologia e Evolução*, 11(1), 95–105. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13321> Foster, SD, Monk, J., Lawrence, E., Hayes, KR, Hosack, GR, & Przeslawski, R. (2018). Considerações estatísticas para monitoramento e amostragem. Em R. Przeslawski & S. Foster (Eds.), *Manuais de campo para amostragem marinha para monitorar águas australianas* (pp. 23–41). Programa Nacional de Ciência Ambiental (NESP). Recuperado de <https://survey-design-field-manual.github.io/>
- Froese, R., & Pauly, D. (2019). *FishBase*. www.fishbase.org Goetze, JS, Bond, T., McLean, DL, Saunders, BJ, Langlois, TJ, Lindfield, S., ... Harvey, ES (2019). Um guia de análise de campo e vídeo para vídeo estéreo operado por mergulhador. *Methods in Ecology and Evolution*, 10, 1083–1090. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13189> Goetze, JS, Januchowski-Hartley, FA, Claudet, J., Langlois, TJ, Wilson, S. K., & Júpiter, SD (2017). A cautela dos peixes é um indicador mais sensível às mudanças na pressão de pesca do que abundância, comprimento ou biomassa. *Aplicações Ecológicas*, 27, 1178–1189. <https://doi.org/10.1002/eap.1511>
- Goetze, JS, Júpiter, SD, Langlois, TJ, Wilson, SK, Harvey, ES, Bond, T., & Naisilisili, W. (2015). O vídeo operado pelo mergulhador detecta com mais precisão os impactos da pesca em fechamentos colhidos periodicamente. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 462, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.10.004> Gomes-Pereira, JN, Auger, V., Beisiegel, K., Benjamin, R., Bergmann, M., Bowden, D., ... Santos, RS (2016). Tendências atuais e futuras em software de anotação de imagens marinhas. *Progresso em Oceanografia*, 149, 106–120. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2016.07.005> Gray, AE, Williams, ID, Stamoulis, KA, Boland, RC, Lino, KC, Hauk, BB, ... Kosaki, RK (2016). A comparação dos dados de pesquisa de peixes de recife coletados por mergulhadores SCUBA de circuito aberto e fechado revela diferenças em áreas com maior pressão de pesca. *PLoS ONE*, 11, e0167724. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167724> Harasti, D., Malcolm, H., Gallen, C., Coleman, MA, Jordan, A., & Knott, NA (2015). Tempos apropriados para representar padrões de peixes de recifes rochosos usando vídeo com iscas. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 463, 173–180. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.003>
- Hardinge, J., Harvey, ES, Saunders, BJ e Newman, SJ (2013). Um pouco de isca ajuda muito: a influência da quantidade de iscas em uma assembléia de peixes temperados amostrados usando estéreo-BRUVs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 449, 250–260. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2013.09.018> Harman, N., Harvey, ES e Kendrick, GA (2003). Diferenças em peixes como semelhanças de diferentes habitats de recife em Hamelin Bay, sudoeste da Austrália. *Pesquisa Marinha e de Água Doce*, 54, 177–184. <https://doi.org/10.1071/MF02040> Harvey, ES, Cappo, M., Butler, J., Hall, N., & Kendrick, G. (2007). A atração de iscas afeta o desempenho de estações de vídeo subaquáticas remotas na avaliação da estrutura da comunidade de peixes demersais. *Marine Ecology Progress Series*, 350, 245–254. <https://doi.org/10.3354/meps07192>
- Harvey, ES, Cappo, M., Kendrick, GA e McLean, DL (2013). Conjuntos de peixes costeiros refletem gradientes geológicos e oceanográficos dentro de um zootone australiano. *PLoS ONE*, 8, e80955. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080955>
- Harvey, E., Fletcher, D., & Shortis, M. (2001). Melhorando o poder estatístico das estimativas de comprimento de peixes de recife: uma comparação de estimativas determinadas visualmente por mergulhadores com estimativas produzidas por um sistema de vídeo estéreo. *Fishery Bulletin-National Oceanic and Atmospheric Administration*, 99, 72–80.
- Harvey, E., Fletcher, D., Shortis, MR e Kendrick, GA (2004). Uma comparação de estimativas de distância visual subaquática feitas por mergulho e um sistema de vídeo estéreo: Implicações para o censo visual subaquático da abundância de peixes de recife. *Pesquisa Marinha e de Água Doce*, 55, 573–580. <https://doi.org/10.1071/MF03130>
- Harvey, ES, Goetze, JS, McLaren, B., Langlois, T., & Shortis, MR (2010). Influência do alcance, ângulo de visão, resolução de imagem e compressão de imagem em medições de vídeo estéreo subaquático: câmeras de vídeo de alta definição e resolução de transmissão comparadas. *Marine Technology Society Journal*, 44, 75–85. <https://doi.org/10.4031/MTSJ.44.1.3> Harvey, ES, Santana-Garcon, JS, Goetze, JS, Saunders, BJ, & Cappo, M. (2018). O uso de vídeo subaquático estacionário para amostragem de tubarões. Em JC Carrier, MR Heithaus, & CA Simpfendorfer (Eds.), *Pesquisa de tubarão: Tecnologias emergentes e aplicações para o campo e laboratório* (pp. 111–132). Boca Raton, Flórida: CRC Press.
- Harvey, E. & Shortis, M. (1995). Um sistema para medição de vídeo estéreo de organismos abaixo das marés. *Marine Technology Society Journal*, 29, 10–22.
- Harvey, ES, & Shortis, MR (1998). Estabilidade de calibração de um sistema de vídeo estéreo subaquático: Implicações para exatidão e precisão de medição. *Marine Technology Society Journal*, 32, 3.
- Heyns-Veale, ER, Bernard, ATF, Richoux, NB, Parker, D., Langlois, TJ, Harvey, ES, & Götz, A. (2016). A profundidade e o habitat determinam a estrutura da assembléia dos peixes de recife de clima quente da África do Sul. *Biologia Marinha*, 163, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2933-8>
- Hill, NA, Barrett, N., Ford, JH, Peel, D., Foster, S., Lawrence, E., ... Hayes, KR (2018). Desenvolver indicadores e uma linha de base para monitorar peixes demersais em parques marinhos offshore com poucos dados, usando amostragem probabilística. *Indicadores ecológicos*, 89, 610–621. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.039>
- Langlois, TJ (2017). Anotação de habitat de imagens bentônicas voltadas para frente. Obtido em <https://github.com/TimLanglois/Habitat-annotation-of-forward-facing-benthic-imagery>
- Langlois, TJ (2020). Fluxos de trabalho de anotação de vídeo estéreo ou mono. Obtido em <https://github.com/UWAMEGFisheries/Stereo-or-mono-video-annotation-workflows>
- Langlois, TJ, Fitzpatrick, BR, Fairclough, DV, Wakefield, CB, Hesp, SA, McLean, DL, ... Meeuwig, JJ (2012). Semelhanças entre a pesca de linha e estimativas de vídeo estéreo com isca de comprimento-frequência: Nova aplicação de estimativas de densidade de kernel. *PLoS ONE*, 7, e45973. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045973>
- Langlois, TJ, Harvey, ES e Meeuwig, JJ (2012). Fortes efeitos indiretos e inconsistentes da pesca encontrados usando vídeo estéreo: Testando indicadores de fechamentos de pesca. *Indicadores Ecológicos*, 23, 524–534. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.030> Langlois, TJ, Newman, SJ, Cappo, M., Harvey, ES, Rome, BM, Skepper, CL, & Wakefield, CB (2015). Seletividade de comprimento de armadilhas comerciais para peixes avaliada a partir de comparações in situ com vídeo estéreo: há evidências de viés de amostragem? *Pesquisa Pesqueira*, 161, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.06.008> Langlois, TJ, Radford, BT, Van Niel, KP, Meeuwig, JJ, Pearce, A. F., Rousseaux, CSG, ... Harvey, ES (2012). Distribuições consistentes de abundância de peixes marinhos em uma paisagem marítima infértil, climaticamente protegida e antiga: distribuições de abundância de peixes em paisagens marinhas estáveis. *Global Ecology and Biogeography*, 21, 886–897. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00734.x>
- Lindfield, SJ, Harvey, ES, McLwain, JL e Halford, AR (2014). Pesquisas silenciosas de peixes: O mergulho livre de bolhas destaca as imprecisões associadas às pesquisas baseadas em SCUBA em áreas de pesca intensa. *Métodos em Ecologia e Evolução*, 5, 1061–1069. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12262>
- Malcolm, HA, Schultz, AL, Sachs, P., Johnstone, N., & Jordan, A. (2015). Mudanças decadais na abundância e comprimento do pargo (*Chrysothyrus auratus*) em santuários marinhos subtropicais. *PLoS ONE*, 10, e0127616. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127616>
- Marini, S., Fanelli, E., Sbragaglia, V., Azzurro, E., Del Rio Fernandez, J., & Aguzzi, J. (2018). Rastreamento da abundância de peixes por imagem subaquática

- reconhecimento. *Scientific Reports*, 8, 13748. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32089-8>
- McLean, DL, Langlois, TJ, Newman, SJ, Holmes, TH, Birt, MJ, Bornt, KR, ... Fisher, R. (2016). Distribuição, abundância, diversidade e associações de habitat de peixes em uma biorregião em rápido desenvolvimento costeiro. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178, 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.05.026> Myers, EMV, Harvey, ES, Saunders, BJ e Travers, MJ (2016).
- Padrões de escala fina na composição diurna, noturna e crepuscular de uma assembléia de peixes recifais temperados. *Ecologia Marinha*, 37(3), 668–678. <https://doi.org/10.1111/maec.12336>
- Olsen, AM e Westneat, MW (2015). StereoMorph: Um pacote R para a coleção de marcoss e curvas 3D usando uma configuração de câmera estéreo. *Métodos em Ecologia e Evolução*, 6(3), 351–356. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12326> Polunin, NVC, & Roberts, CM (1993). Maior biomassa e valor dos peixes-alvo de recifes de corais em duas pequenas reservas marinhas do Caribe. *Marine Ecology Progress Series*, 100, 167–176. <https://doi.org/10.3354/meps100167> Priede, IG, Bagley, PM, Smith, A., Creasey, S., & Merrett, NR (1994).
- Recuperando peixes demersais profundos de Porcupine Seabight, nordeste do Atlântico: Observações por câmera com isca, armadilha e rede de arrasto. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 74, 481–498. <https://doi.org/10.1017/S0025315400047615> Schobernd, ZH, Bachelier, NM, & Conn, PB (2013). Examinando a utilidade de métricas alternativas de monitoramento de vídeo para indexar a abundância de peixes de recife. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 71, 464–471. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0086> Shortis, MR, & Harvey, ES (1998). Projeto e calibração de um sistema de vídeo estéreo subaquático para monitoramento de populações de fauna marinha. *Arquivos Internacionais de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto*, 32, 792–799.
- Shortis, M., Harvey, E., & Abdo, D. (2009). Uma revisão da medição de imagens estereoscópicas subaquáticas para aplicações de biologia marinha e ecologia: uma revisão anual. *Revisão Anual de Oceanografia e Biologia Marinha*, 47, 257–292.
- Smith, ANH, Anderson, MJ e Pawley, MDM (2017). Os ecologistas poderiam ser mais aleatórios? Alternativas diretas para amostragem espacial aleatória. *Ecografia*, 40, 1251-1255. <https://doi.org/10.1111/ecog.02821> Speed, CW, Rees, MJ, Cure, K., Vaughan, B., & Meekan, MG (2019). A proteção contra a pesca ilegal e a recuperação de tubarões reestrutura as comunidades de peixes meso predadores em um recife de coral. *Ecology and Evolution*, 9, 10553–10566. <https://doi.org/10.1002/ece3.5575>
- Stat, M., John, J., DiBattista, JD, Newman, SJ, Bunce, M., & Harvey, ES (2019). Uso combinado de metabarcoding eDNA e vídeo
- vigilância para a avaliação da biodiversidade de peixes. *Biologia da Conservação*, 33, 196–205. <https://doi.org/10.1111/cobi.13183> Watson, DL, Harvey, ES, Anderson, MJ e Kendrick, GA (2005).
- Uma comparação das assembléias de peixes de recifes de clima temperado registradas por três técnicas subaquáticas de vídeo estéreo. *Biologia Marinha*, 148, 415–425. <https://doi.org/10.1007/s00227-005-0090-6>
- Wellington, CM, Harvey, ES, Wakefield, CB, Langlois, TJ, Williams, A., White, WT e Newman, SJ (2018). Pico na biomassa impulsionado por mesopredadores de corpo maior em comunidades de peixes demersais entre habitats de plataforma e declive na cabeceira de um desfiladeiro submarino no sudeste do Oceano Índico. *Continental Shelf Research*, 167, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.08.005> Whitmarsh, SK, Fairweather, PG e Huvneers, C. (2017). O que o Big BRUVver está aprontando? Métodos e usos de vídeo subaquático com isca. *Comentários em Fish Biology and Fisheries*, 27, 53–73. <https://doi.org/10.1007/s11160-016-9450-1>
- Wilkinson, MD, Dumontier, M., Aalbersberg, IJJ, Appleton, G., Axton, M., Baak, A., ... Mons, B. (2016). Os princípios orientadores FAIR para gerenciamento e administração de dados científicos. *Dados científicos*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- Wilson, SK, Graham, NAJ, Holmes, TH, MacNeil, MA e Ryan, NM (2018). Métodos visuais versus vídeos para estimar a biomassa de peixes recifais. *Indicadores Ecológicos*, 85, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.038>
- Wilson, SK, Graham, NAJ e Polunin, NVC (2007). Avaliação de avaliações visuais da complexidade do habitat e composição bentônica em recifes de coral. *Biologia Marinha*, 151, 1069–1076. <https://doi.org/10.1007/s00227-006-0538-3>

INFORMAÇÕES DE APOIO

Informações de suporte adicionais podem ser encontradas on-line no Seção de informações de suporte.

Como citar este artigo: Langlois T, Goetze J, Bond T, et al.

Um guia de anotação de campo e vídeo para controle remoto com isca levantamentos subaquáticos de vídeo estéreo de peixes demersais montagens. *Métodos Ecol Evol*. 2020;11:1401–1409. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13470>