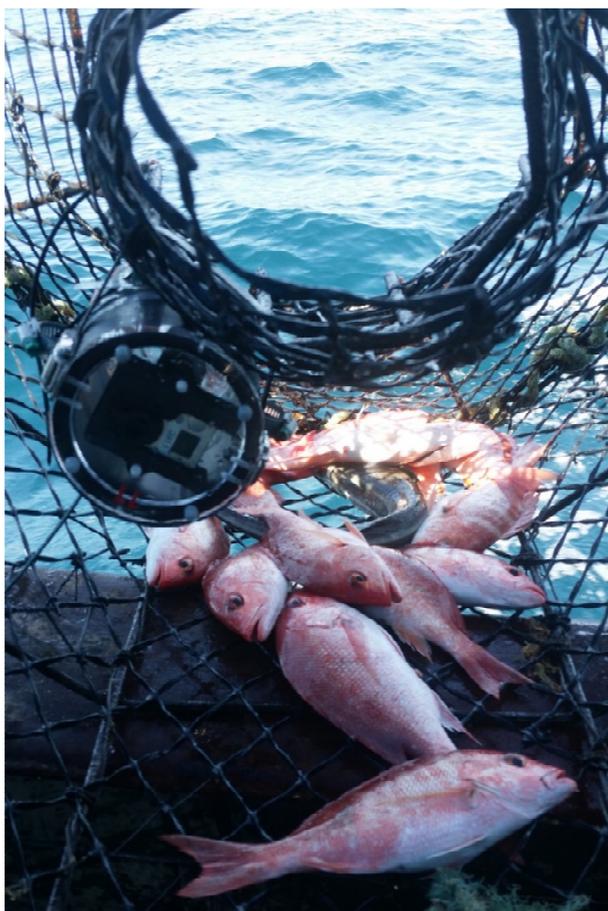


Avaliação da Viabilidade do Método de Vídeo Subaquático para o Estudo dos Impactos da Pesca de Pargo (*Lutjanus purpureus*) com armadilhas “Manzuá” nos Organismos e Hábitats Bentônicos

Relatório Final do Estudo Piloto



Dezembro, 2019

Equipe Técnica:

Dr. Kurt Schmid

Dr. Tommaso Giarrizzo

Apresentação:

Avaliação e desenvolvimento da metodologia e protocolo de amostragem *in situ* do uso de vídeo subaquático para estudar impactos da pesca de pargo com manzuá (armadilha) nos organismos bentônicos na plataforma continental do litoral norte do Brasil.

Objetivos do Estudo Piloto:

Objetivos gerais:

- I) Testar a possibilidade do uso de vídeo subaquático, em um ou mais locais típicos da pesca de pargo, para estudar os impactos dos manzuás nos organismos bentônicos e, em caso afirmativo;
- II) Desenvolver um protocolo da amostragem para o estudo principal de impactos no habitat e organismos bentônicos.

Objetivos específicos:

- a. Avaliar condições de visibilidade / turbidez para uso de vídeo subaquático em profundidades comuns dessa pesca de aproximadamente 70 a 100 m.
- b. Avaliar a necessidade de usar luz artificial durante a filmagem.
- c. Testar diferentes montagens e posicionamentos das câmeras e lanternas subaquáticas dentro dos manzuás, para melhor visão do hábitat (fundo) e dos organismos bentônicos, notadamente durante a recuperação dos manzuás.

Materiais e Métodos

Área de estudo e logística

O estudo piloto foi desenvolvido durante um embarque de 10 dias em mar aberto, com saída do porto da empresa GPesca em Bacuriteua – Bragança (PA), no dia 5 de novembro de 2019, na embarcação “Ponto de Pesca I” sob comando do mestre Edilson, e volta no dia 14 de novembro de 2019. A navegação até a primeira área de pesca (área 1 - 3°49' N, 49°53 W) foi de aproximadamente 330 milhas náuticas (nm) e três dias de duração, e de mais 20 mn para a segunda área (área 2 - 3°49' N/50°12' W) no dia 9.11. **(Figura 1)**. As duas áreas de pesca estão localizadas a distâncias de aproximadamente 55 mn (área 2) e 75 mn (área 1) da costa norte do estado de Amapá, próximos à fronteira com a Guiana Francesa, uma região tipicamente procurada pelo final da temporada da pesca de Pargo (*Lutjanus purpureus*), segundo as informações do comandante Edilson **(Figura 1)**.

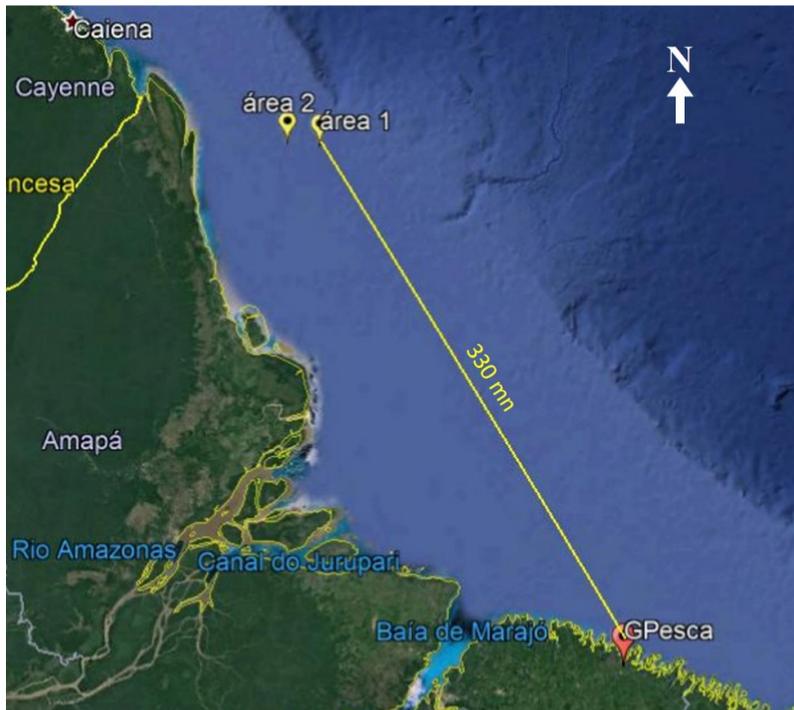


Figura 1. Localização das duas áreas de pesca (áreas 1 e 2) onde foram realizados os testes metodológicos do estudo piloto.

A volta do pesquisador embarcado (Kurt Schmid) foi possível através da troca de embarcação em alto mar, para uma embarcação que se encontrava no fim da pesca, em vias de voltar para descarregar a captura. Ao saber da grande distância das áreas de pesca (330-350 nm), foi solicitada essa possibilidade de troca de embarcação ainda durante a viagem de ida pra primeira área, junto à central da GPesca e outras embarcações na mesma ou nas áreas próximas. Porém, somente foi possível encontrar uma embarcação nas proximidades, que iniciava a viagem de volta na noite da segunda feira dia 11.11., chegando no porto da GPesca em Bacuriteua, Bragança no fim do dia da quinta feira dia 15.11.2019.

Equipamento e montagens

Os equipamentos de filmagem subaquática, empregados nesse estudo piloto, incluíram 4 conjuntos de câmeras de alta definição da marca GoPro, modelos Hero 3 e 3+ Black, montadas em caixas estanque, construídas de forma customizada e testadas individualmente quanto sua vedação para uma profundidade máxima de -100 m (**Figura 2**). Para a iluminação com luz artificial durante a filmagem no fundo marinho empregou-se lanternas de mergulho da marca Seesub, modelo BigBlue 1200 lumens com foco aberto de 85° (**Figura 2**). Sem a possibilidade de carregar baterias de câmeras e lanternas foram adquiridas e levados um número suficiente de baterias carregadas, uma vez que estas precisavam ser trocadas após cada lançamento. Ainda foi levado um notebook carregado,

permitindo baixar os vídeos e avaliar os primeiros lançamentos, possibilitando tirar primeiras conclusões e fazer ajustes importantes desde o início dos testes metodológicos. Para a proteção adequada durante o embarque, todo equipamento eletrônico foi abrigado em malas especiais de proteção contra água, poeira e choque do tipo “hard case” (Figura 2).



Figura 2: Equipamento de filmagem subaquática usado no estudo piloto: caixas estanques contendo câmeras GoPro Hero 3 e 3+ Black à esquerda e lanternas subaquática Seasub Big Blue 1200lumens à direita, ambos abrigados numa mala de proteção hard case.

Os manzuás usados na pesca de pargo pela GPesca são construídas por uma estrutura rígida de aço, coberto por uma tela de PVC do tipo “galinheiro” (Figura 3).

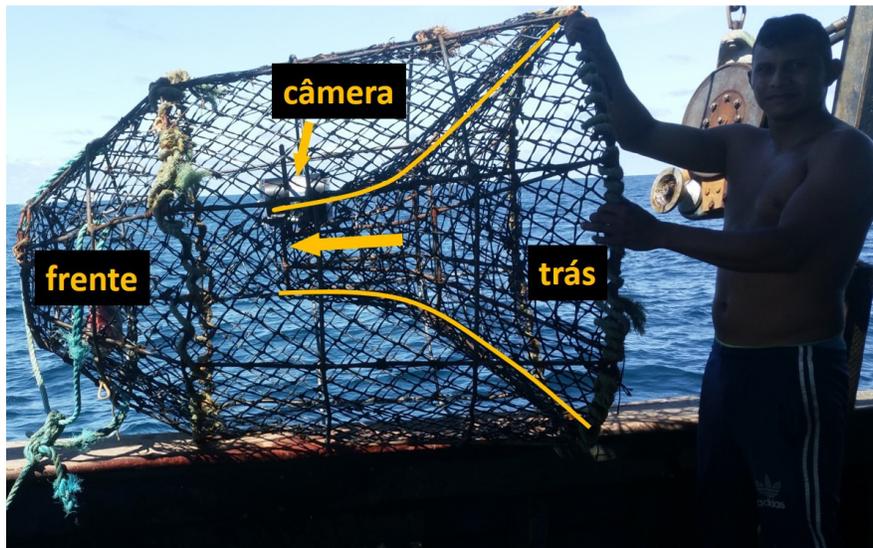


Figura 3: Imagem de um manzuá usado na pesca de pargo (*L. purpureus*) pela frota da empresa GPesca com indicação de frente (ponta) e trás (boca do funil), para definição de terminologia adotada no presente relatório. A seta indica no mesmo tempo a direção da entrada dos peixes no funil, do arrasto durante a recuperação e da melhor orientação da visão da câmera (resultados).

Para viabilizar a montagem do equipamento de filmagem no interior na parte afinada do funil de entrada, a tela de PVC foi cortada lateralmente em quatro manzuás, dedicados para estes testes durante todo o embarque, e costurada com corda de paraquedas após a montagem, de forma que possa ser reaberta e fechada com facilidade para os lançamentos conseguintes (**Figura 4**).



Figura 4: Montagem da caixa estanque através da janela cortada na tela de PVC para viabilizar a montagem do equipamento de filmagem no interior do manzuá (esquerda) e costura após a montagem, com corda de paraquedas (direita).

Para montar e posicionar as caixas estanque de forma desejada no funil, do lado de dentro do manzuá, foram usados grandes e fortes lacres (abraçadeiras) de nylon (600 X 11mm). Adicionalmente, para evitar ao máximo possível sua perda, foram montados conjuntos de abraçadeiras de aço em cada caixa estanque – uma grande abraçadeira ao redor da caixa, na qual foram presos dois menores à 180° um do outro, funcionando como orifícios para acoplar 1-2 outros lacres de segurança de nylon, conectados adicionalmente na estrutura de metal do manzuá, evitando a livre flutuação da caixa estanque dentro do manzuá em caso de rompimento do laque de nylon grande (**Figura 5**). Uma camada de fita prateada foi colocada antes, por baixo da abraçadeira de aço maior, para criar atrito e evitar arranhões na caixa estanque. De forma parecida foram montadas as lanternas nos lançamentos com luz artificial, com um laque de nylon prendendo e posicionando a lanterna de forma firme no funil e outro laque de segurança através de um orifício pré-existente na parte traseira da lanterna (**Figura 5**). Em nenhum lançamento de teste, porém, houve qualquer problema de rompimento de laque de nylon ou outro problema com a montagem, tanto das caixas estanque, quanto das lanternas de mergulho.

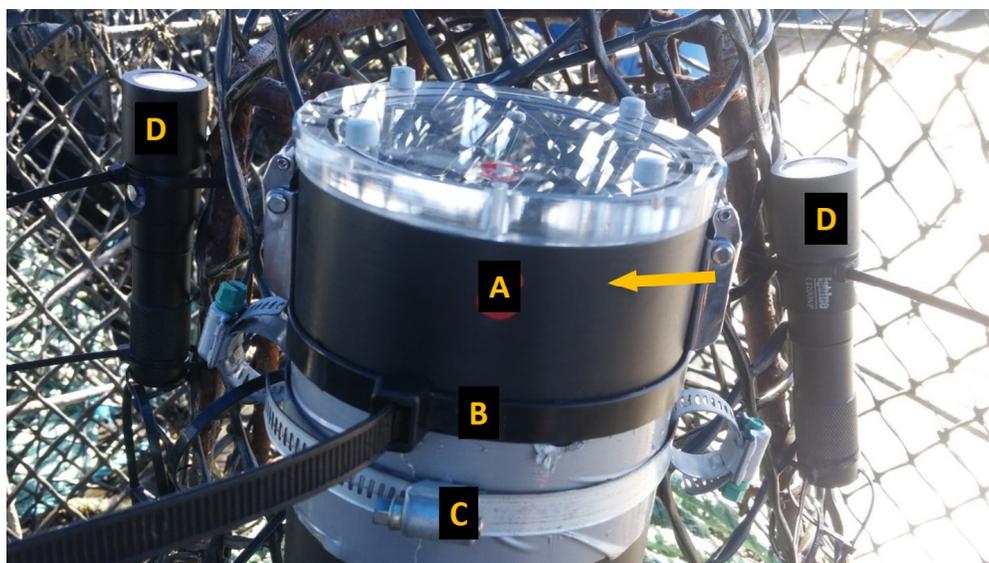


Figura 5: Montagem de segurança da caixa estanque (A) no manzuá, com conjunto de lacres de nylon (B) e abraçadeiras de aço (C). Exemplo de montagem com duas lanternas (D) nas laterais como fonte de luz artificial.

Testes metodológicos

Seis diferentes combinações de montagem e arranjos (câmera / luz), incluindo montagens com 1 ou 2 duas câmeras, sem luz artificial ou com 1 ou 2 lanternas, foram testados (**Tabela 1**). As caixas estanques com as câmeras foram montadas com seu campo de visão direcionado para a ponta do manzuá (frente), filmando assim na direção na qual o manzuá foi arrastado, ou para a boca de

entrada do funil do manzuá (trás). Todas as combinações de montagem e arranjo de equipamento são detalhadas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Detalhamento dos lançamentos de teste metodológico feitos em duas áreas de pesca de pargo da empresa GPesca, entre os dias 8 e 11 de novembro de 2019. Em vermelho o lançamento descartado (L12).

| Lançamento | Data | Hora | Area de pesca | Latitude | Longitude | Prof. (m) | Câmeras | Lanternas | Direção câmera |
|------------|------------|-------|---------------|-----------|------------|-----------|---------|-----------|----------------|
| L1 | 8.11.2019 | 12:15 | 1 | 3°48.749' | 49°53.444' | 78 | 1 | 1 | frente |
| L2 | 8.11.2019 | 12:35 | 1 | 3°49.418' | 49°53.343' | 80 | 1 | 2 | frente |
| L3 | 8.11.2019 | 12:42 | 1 | 3°49.353' | 49°53.120' | 82 | 1 | 1 | trás |
| L4 | 8.11.2019 | 13:00 | 1 | 3°49.110' | 49°52.920' | 79 | 1 | | frente |
| L5 | 9.11.2019 | 09:40 | 1 | 3°49.562' | 49°53.207' | 78 | 1 | | frente |
| L6 | 9.11.2019 | 09:49 | 1 | 3°49.600' | 49°53.540' | 81 | 1 | 1 | frente |
| L7 | 9.11.2019 | 10:00 | 1 | 3°49.386' | 49°52.730' | 82 | 2 | | frente |
| L8 | 9.11.2019 | 11:05 | 1 | 3°49.566' | 49°53.146' | 77 | 1 | | frente |
| L9 | 9.11.2019 | 11:15 | 1 | 3°49.617' | 49°53.226' | 80 | 1 | 1 | frente |
| L10 | 9.11.2019 | 11:25 | 1 | 3°49.670' | 49°53.296' | 81 | 1 | | frente |
| L11 | 9.11.2019 | 11:34 | 1 | 3°49.703' | 49°53.331' | 81 | 1 | 1 | frente |
| L12 | 10.11.2019 | 10:08 | 2 | 3°49.180' | 50°11.796' | 70 | 1 | | frente |
| L13 | 10.11.2019 | 10:16 | 2 | 3°49.316' | 50°11.796' | 69 | 1 | | frente |
| L14 | 10.11.2019 | 10:25 | 2 | 3°49.106' | 50°11.870' | 78 | 1 | | frente |
| L15 | 10.11.2019 | 10:32 | 2 | 3°49.009' | 50°11.968' | 69 | 1 | | frente |
| L16 | 10.11.2019 | 10:55 | 2 | 3°49.314' | 50°11.960' | 72 | 1 | | frente |
| L17 | 10.11.2019 | 11:05 | 2 | 3°49.120' | 50°12.125' | 73 | 1 | | frente |
| L18 | 10.11.2019 | 11:27 | 2 | 3°48.880' | 50°12.199' | 68 | 1 | | frente |
| L19 | 10.11.2019 | 11:40 | 2 | 3°49.115' | 50°12.150' | 71 | 1 | | frente |
| L20 | 10.11.2019 | 12:05 | 2 | 3°48.180' | 50°12.360' | 74 | 1 | | frente |
| L21 | 10.11.2019 | 12:15 | 2 | 3°48.367' | 50°12.652' | 74 | 1 | | frente |
| L22 | 11.11.2019 | 09:25 | 2 | 3°48.506' | 50°11.878' | 73 | 1 | 2 | frente |
| L23 | 11.11.2019 | 09:30 | 2 | 3°48.353' | 50°11.938' | 73 | 1 | 1 | frente |
| L24 | 11.11.2019 | 09:45 | 2 | 3°48.351' | 50°12.306' | 74 | 1 | 1 | frente |

Os testes metodológicos ocorreram durante a rotina de pesca de pargo da equipe, iniciando na sexta-feira dia 8.11., na área 1, onde continuaram no dia 9 de novembro até o fim do dia. Na noite do dia 9.11. a embarcação se deslocou até a segunda área (área 2) de pesca, onde os testes foram executados nos dias 10 e 11.11.2019.

Foram feitos um total 24 lançamentos de manzuás equipados com 6 diferentes combinações de montagens e arranjos de câmeras, com e sem luz artificial, em duas áreas de pesca (area 1 e 2) (**Tabela 1**). Os pontos de lançamento tiveram profundidades entre 77 e 82 m na área 1, e entre 68 e 78 m na área 2 (**Tabela 1**), portanto dentro do previsto e do limite possível para o equipamento empregado de caixas estanque e lanternas, ambas com um limite máximo de profundidade de -100 m. Os manzuás foram lançados individualmente, com uma âncora, corda de aproximadamente 250 m de comprimento e três boias de superfície. A posição de cada lançamento foi marcada no GPS da embarcação. As coordenadas, assim como a profundidade, hora de lançamento e informações

detalhadas de montagem e arranjo câmera-lanterna foram anotadas (**Tabela 1**) e filmadas na referente câmera antes do lançamento para garantir a identificação correta durante a análise de vídeo.

Os manzuás equipados com câmeras foram recuperados após 30-60 minutos de tempo de fundo (**Figura 6**), para garantir que a recuperação e, especificamente, o possível arrasto do manzuá pelo fundo marinho seja ainda gravado pelas câmeras. Na área 1, no primeiro dia da amostragem (8.11.) isso não foi sempre o caso, pois os manzuás ficaram em alguns casos mais que 60 minutos submersos devido a logística dinâmica da pesca. Houve inclusive, no dia 9.11. a perda acidental de um manzuá equipado com uma câmera, que posteriormente, através de um esforço intensivo de busca pelo comandante Edilson e sua equipe, em condições de maré mais favoráveis, foi recuperado sem ter sofrido dano nenhum. Mesmo assim, estes lançamentos serviram perfeitamente para os testes iniciais que visaram principalmente aprimorar a melhor montagem de câmera, para garantir a melhor visão do fundo possível, assim como testar a necessidade do uso de luz artificial.

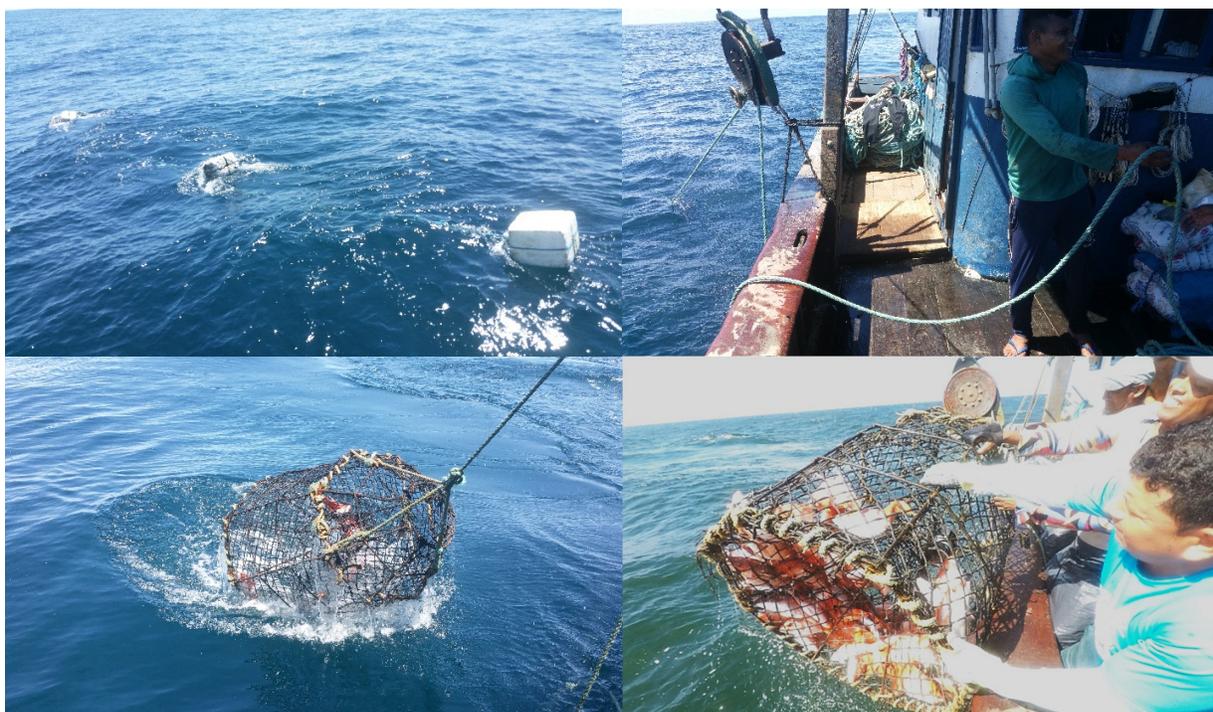


Figura 6: Processo de recuperação de um manzuá equipado com uma caixa estanque

A partir do segundo dia de amostragem (9.11.) foi concedida pelo comandante uma janela de tempo de aproximadamente 3 horas, entre a pesca rotineira, dedicada unicamente para o propósito deste estudo piloto. Durante esta janela de tempo não foram lançados outros manzuás para evitar a necessidade de deslocamento maior e o risco de ultrapassar o limite de tempo das baterias das câmeras montadas nos manzuás dedicados aos testes.

Resultados

Visibilidade no fundo, montagens e luz

Dos 24 lançamentos totais, 3 passaram do tempo limite das baterias das câmeras e, portanto, não tiveram registro do arrasto no fundo, servindo mesmo assim para o aprimoramento metodológico da montagem e combinação de câmara/luz. Um único lançamento (L12 – vermelho na Tabela 1) teve que ser descartado, pois a câmera se desligou por uma razão desconhecida no início do lançamento, antes de chegar no fundo marinho.

A visibilidade horizontal no fundo na primeira área de pesca foi boa, estimada na média acima de 10 m em todos os pontos de lançamento. O substrato no fundo marinho nessa área foi predominantemente arenoso, com presença de cascalho, estruturas rochosas menores e diferentes organismos bentônicos. Os últimos segundos antes do pouso do manzuá permitiu, nos lançamentos na área 1, uma boa visão do fundo e de alguns organismos bentônicos. Um exemplo interessante foi no lançamento L1, uma esponja branca em forma de copo, estruturas coralinas e macroalgas (**Figura 7**).



Figura 7: Fundo de areia e cascalho na área de pesca 1, com diferentes organismos bentônicos, inclusive uma esponja branca em formato de copo, uma estrutura coralina e macroalgas.

Os testes metodológicos nessa área foram bem-sucedidos, devido a boa visibilidade da água e condições favoráveis de luz natural. Contrariamente ao esperado, a luz solar iluminou o fundo marinho suficientemente, inclusive nos pontos de lançamento mais profundos (-82 m). A melhor visão do fundo foi, de fato, alcançada usando somente um conjunto de caixa estanque e câmera, sem uso de luz artificial da lanterna, e com o campo de visão da câmera direcionada para a frente do manzuá (**Figura 8**). O uso da lanterna resultou num escurecimento do campo de visão ao redor do foco claro da lanterna pela câmera, diminuindo a visão do fundo e as chances de identificação de

organismos bentônicos e o choque do manzuá com estes (**Figura 8**). Após a avaliação dos primeiros lançamentos no fim do primeiro dia, foi determinado que os lançamentos de teste nos dias seguintes sempre foram feitos, iniciando entre 11 e 12 horas, garantindo maiores chances de iluminação do fundo marinho durante as horas de amostragem, pelo ângulo do sol mais favorável.



Figura 8: Comparação da visão do fundo com (esquerda – L1) e sem (direita – L7) uso de luz artificial, na mesma área de pesca.

Alguns segundos depois do pouso da frente do manzuá com o fundo, o mesmo começou a cair para um lado, pousando finalmente na sua lateral, oferecendo acesso horizontal para entrada de peixes no funil (trás), como previsto pela forma que foi construído. Em um único caso (L5), provavelmente pela correnteza de maré fraca ou inexistente, o manzuá permaneceu na posição vertical com a ponta apoiada no fundo, dificultando a entrada dos peixes (**Figura 9**). Esse pouso incomum, porém, não impediu a observação do arrasto no fundo e dos choques com os organismos bentônicos, uma vez que o mesmo foi virado pra posição lateral assim que iniciou a recuperação (**Figura 9**).



Figura 9: Manzuá permanecendo excepcionalmente na posição vertical após o pouso no lançamento L5, dificultando a entrada dos peixes (esquerda). E o momento em que o manzuá está sendo virado para a horizontal, pelo início da recuperação, permitindo a observação do arrasto pelo fundo (direita).

Em 4 dos totais 10 lançamentos que permitiram identificar a posição (orientação) da câmera em relação ao fundo, esta ficou em posição aproximadamente normal, no máximo com leves inclinações. Em 6 lançamentos isso não foi o caso, uma vez que o manzuá pousou no fundo da forma que a o campo de visão da câmera ficou horizontalmente inclinado (acima de 90°) ou até invertido (180° - de cabeça pra baixo), porém mesmo assim permitindo a visão do fundo, pelo largo campo de visão e ângulo aberto configurados na câmera (1080 x 1920 pixels), inclusive durante o arrasto, não prejudicando assim a medição do tempo de arrasto e impactos diretos em organismos bentônicos (**Figura 10**).



Figura 10: Exemplo de pouso do manzuá com horizonte da câmera invertido, permitindo mesmo assim a visão do fundo (esquerda), inclusive durante no arrasto do manzuá durante sua recuperação (direita).

A montagem da câmera visando para trás, para a boca de entrada do manzuá, não resultou numa boa visão do fundo, por ser bastante obstruída pela tela do manzuá, sendo menos favorável ainda com uso da luz artificial que refletia fortemente na tela com pode ser visto no exemplo do lançamento L3 (**Figura 11**)



Figura 11: Obstrução do campo de visão e vista do fundo pela tela do manzuá na montagem da câmera visando pra trás (entrada do funil) e reflexão da luz artificial na tela, diminuindo adicionalmente a visão do fundo.

Além da maior obstrução do campo de visão pela tela, comparado com a câmera direcionada pra frente, os aspectos mais negativos da câmera direcionada para trás são a impossibilidade de: I) visualizar o fundo por causa da nuvem de sedimentos levantados pelo manzuá, assim que iniciar sua recuperação, e conseqüentemente II) de ver e identificar os organismos bentônicos que se encontram na direção pela qual está sendo arrastado o manzuá, assim como, de observar e quantificar os impactos (colisões) do manzuá com os mesmos (**Figura 12**). Essa montagem foi, portanto, abandonada nos testes conseguinte, após a avaliação dos primeiros lançamentos no fim do primeiro, que levou a conclusão que a câmera deve sempre ser montada com campo de visão direcionado pra frente.

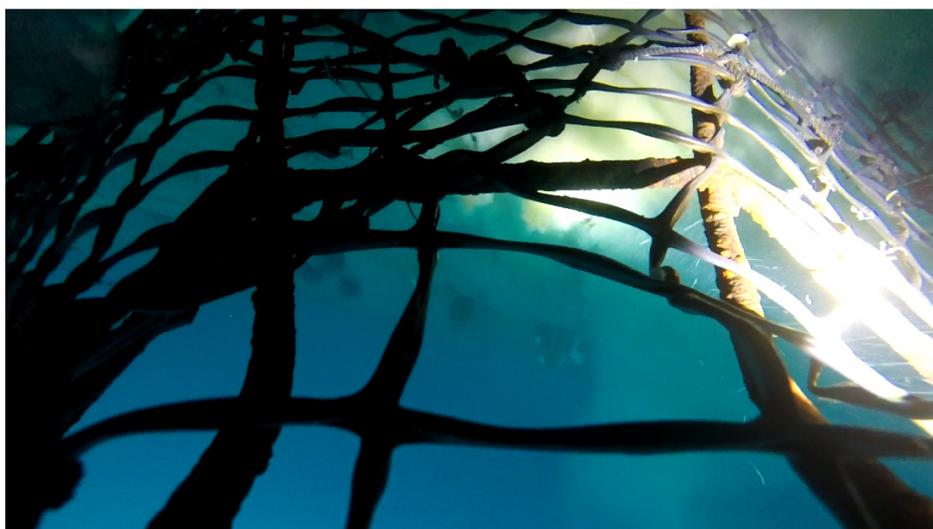


Figura 12: Nuvem de sedimento levantado pelo manzuá ao iniciar a recuperação, impossibilitando a visão do fundo e organismos bentônicos com a montagem da câmera para trás (entrada do funil).

A montagem com dois conjuntos de caixa estanque e câmeras, dentro de um mesmo manzuá, com a intenção de gerar uma visão de quase 360°, garantindo sempre a visão do fundo, independentemente da orientação horizontal na qual as câmeras acabam pousando no fundo, foi também abandonada após o primeiro dia. Isso foi decidido não somente com base na alta frequência com qual o houve uma visão do fundo suficiente, mesmo usando somente uma câmera. Outra razão importante foi a perda de uma manzuá contendo um conjunto de câmera, que mesmo recuperado horas depois, levou a decisão de não arriscar a perda de dois conjuntos simultaneamente.

Já na área 2, o fundo foi lamoso e uma camada de lama em suspensão que começou já vários metros acima do fundo, visível durante a descida do manzuá ao fundo, visível na sequência de Fotos tomada em intervalos de 10 segundos, a partir do momento em que o manzuá entrou na camada de sedimentos em suspensão (**Figura 13**). O manzuá somente pousou 8 segundo após a tomada da última imagem dessa sequência, quando a visão escureceu já completamente.

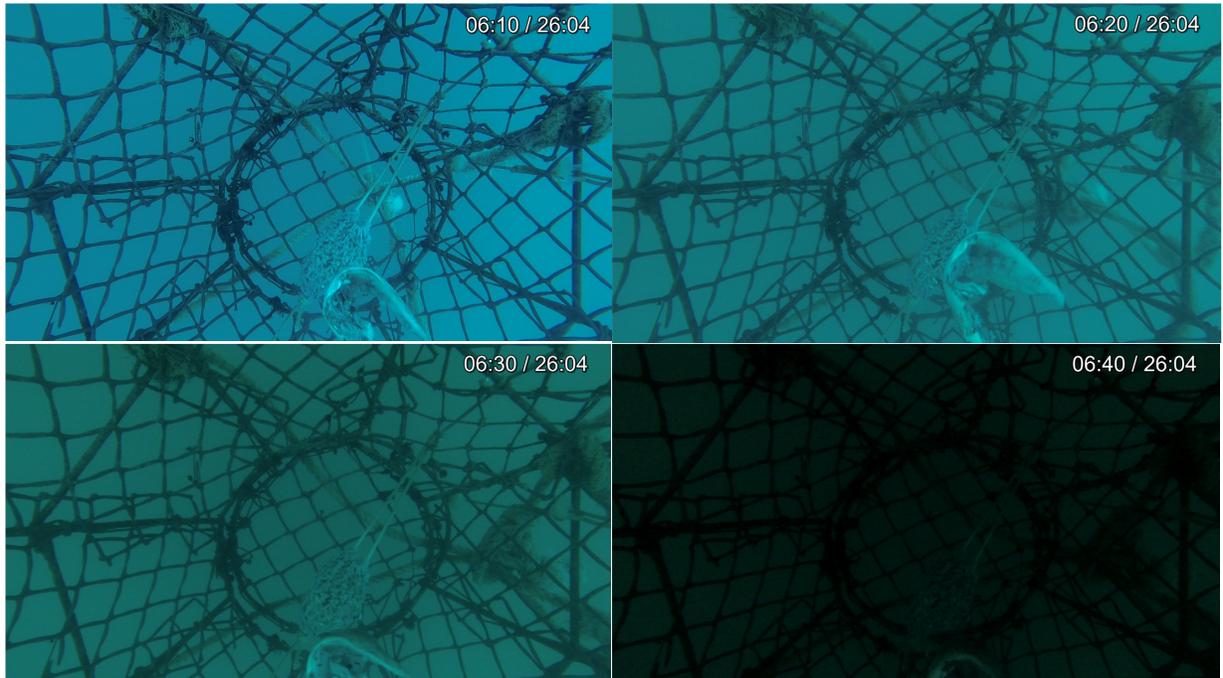


Figura 13: Sequencia tomada em intervalos de 10 segundos (6:10 – 6:40) durante a descida do manzuá no lançamento L15, na área de pesca 2, ilustrando a entrada do manzuá na camada de sedimentos em suspensão, vários metros acima do fundo.

Tal camada de sedimento em suspensão impediu a penetração da luz solar e deixou a visibilidade muito reduzida, ao ponto de impossibilitar a visão do fundo, tanto em lançamentos sem lanterna (L13-L21), pela escuridão, quanto nos lançamentos com lanterna (L22-L24), pelo reflexo da luz nas partículas em suspensão (**Figura 14**).

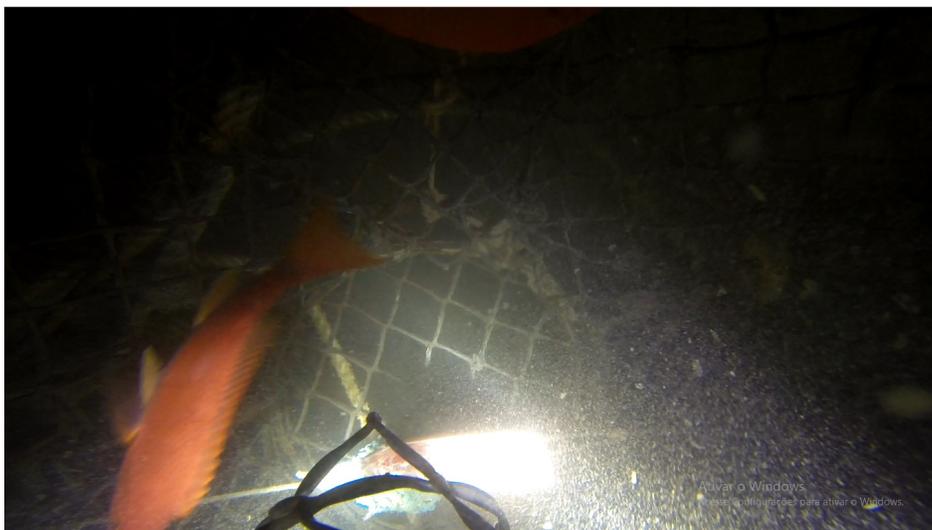


Figura 14: Reflexo da luz artificial no sedimento em suspensão nos lançamentos na área 2 com fundo lamoso.

Conseqüentemente, em todos os vídeos dos lançamentos feitas na área 2 foi impossível visualizar o fundo e, em específico, quaisquer organismos bentônicos. Os manzuás acumularam inclusive uma quantidade grande de lama na sua estrutura, soltando-a gradativamente durante a subida na coluna d'água, causando um rastro inclusive visível na imagem do sonar da embarcação até a superfície e pelos restos de lama presos na estrutura já recuperado no convés da embarcação (**Figura 15**).

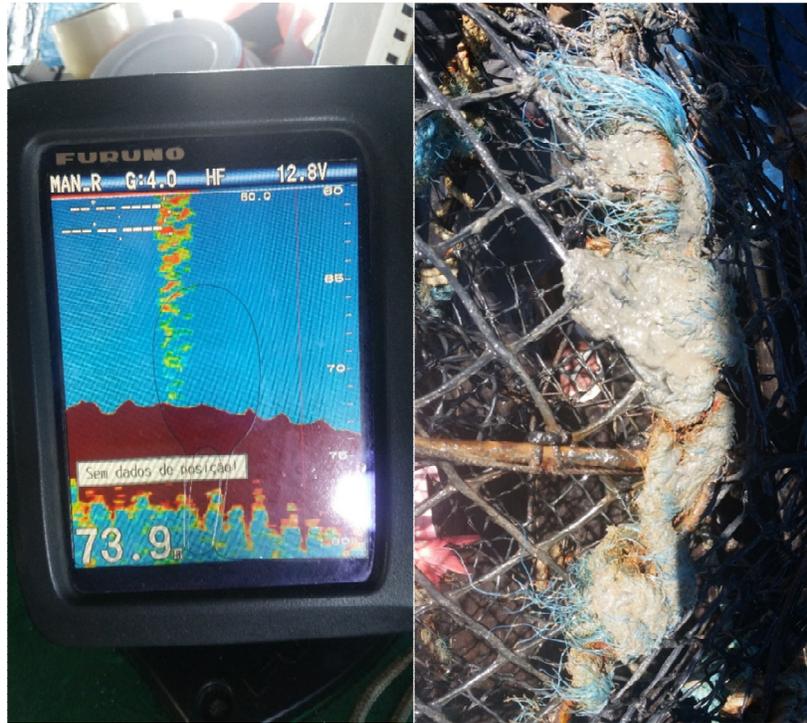


Figura 15: Nuvem lamosa soltada gradativamente do manzuá ao subir na coluna d'água, visível na imagem do sonar (esquerda) e restos de lama presos ainda na sua estrutura externa (direita).

Tempo de arrasto do manzuá no fundo marinho durante a recuperação

Em 8 dos lançamentos na área 1 foi possível quantificar o tempo de arrasto pelo fundo sem complicações, tais como obstrução do campo de visão ou recuperação após o tempo limite da bateria da câmera. Porém, mesmo que ocorreram complicações ou condições menos ideais, foi possível medir o tempo do arrasto seja pela observação da nuvem de sedimentos levantados pelo manzuá, como no lançamento L3 com a câmera montada visando para trás (**Figura 12**). Ou, ainda, foi possível apoiar essa determinação do tempo de arrasto através do áudio gravado, notadamente pelo ruído emitido pelo contato do manzuá com o fundo e os estalos causados pelos choques do manzuá com organismos bentônicos. Na área de pesca 2, com fundo lamoso, esse apoio do áudio não foi possível.

Em um lançamento (L9), a âncora fisgou o próprio manzuá ao iniciar a recuperação, causando uma nuvem de sedimentos levantados pela âncora que prejudicou a vista livre do fundo e dos organismos bentônicos durante o arrasto (**Figura 16**).

Contudo, nos lançamentos na área 1 (L1-L11), o tempo do arrasto com contato direto do manzuá com o fundo, variou nesses 8 lançamentos que possibilitaram sua medição, de 6 segundos (mínimo) a 1 minuto e 26 segundos (máximo), com média de 35 segundos.



Figura 16: Âncora engatada na frente do manzuá indicada pela seta (esquerda), levantando uma nuvem de sedimentos no arrasto (direita) obstruindo a visão do fundo e de organismos bentônicos.

Um segundo problema relacionado à âncora foi quando a nuvem de sedimentos, levantada pela âncora arrastada na frente do manzuá, foi direcionada diretamente para o campo de visão da câmera pela correnteza no fundo marinho (**Figura 17**).



Figura 17: Âncora arrastada na frente do manzuá com sua nuvem de sedimentos entrando no campo de visão da câmera, impossibilitando a quantificação de impactos nos organismos bentônicos. Neste caso, num lançamento com uso de luz artificial.

Na área 2, com fundo lamoso foi possível estimar, mas não medir exatamente, o tempo de arrasto no fundo, em 6 dos 12 lançamentos (L12-L24). Somente aplicando ajustes de imagem extremos de brilho e contraste, durante a análise de vídeo, possibilitou perceber aproximadamente o arrasto pelo fundo, através da sombra da nuvem de sedimento passando pelo campo de visão (**Figura 18**). As

estimativas possíveis, porém, devem ser interpretadas com cautela e necessitariam ser descartadas da análise em um estudo próprio de impactos. Nos lançamentos restantes da área 2, nem aplicando tais ajustes extremos viabilizou uma mínima percepção do fundo. O uso de luz artificial nessas condições também não contribuiu para melhorar a visão do fundo e estimativa do tempo de arrasto do manzuá em contato direto com o substrato (**Figura 19**).

Contudo, nos lançamentos na área 2 (L12-L24), o tempo do arrasto com contato direto do manzuá com o fundo, variou nesses 6 lançamentos que possibilitaram sua estimativa aproximada, de 13 segundos (mínimo) a 1 minuto e 45 segundos (máximo), com média de aproximadamente 49 segundos.



Figura 18: Exemplo de imagem de vídeo na área 2, com fundo lamoso, na qual foram aplicados ajustes extremos de brilho e contraste, na tentativa de estimar aproximadamente o tempo de arrasto do manzuá pelo fundo, através da mínima percepção da nuvem sedimentos levantados, passando pelo campo de visão.



Figura 19: Reflexo da luz artificial da lanterna na nuvem de sedimentos, levantados pela ponta do manzuá durante o arrasto pelo fundo na área 2, diminuindo a visibilidade adicionalmente.

Impacto direto com organismos bentônicos

Em 5 vídeos dos 8 lançamentos feitos na área 1, nos quais foi possível visualizar o fundo durante o arrasto, foi também possível avaliar e quantificar impactos diretos em organismos bentônicos. Definidos como impactos foram os momentos de colisão da estrutura metálica do manzuá com um ou mais organismos bentônicos num mesmo instante, incluindo macroalgas, esponjas (**Figura 20**) e estruturas coralinas. Com a câmera direcionada pra frente foi possível identificar quando o manzuá estava sendo arrastado diretamente para um ou mais organismos bentônicos (**Figura 21**), mas nem sempre foi possível ver a colisão. Em várias ocasiões, a colisão não ocorreu na ponta do manzuá, mas com partes da estrutura que estavam atrás do campo de visão da câmera. O áudio gravado, porém, confirmou com um alto barulho de impacto, se a colisão ocorreu de fato. Em outras ocasiões, o manzuá perdeu temporariamente o contato com o fundo o bastante para passar por cima dos organismos bentônicos no seu caminho.



Figura 20: Exemplo do momento exato da colisão da frente do manuzá com um bloco coralino pelo arrasto no fundo durante sua recuperação.

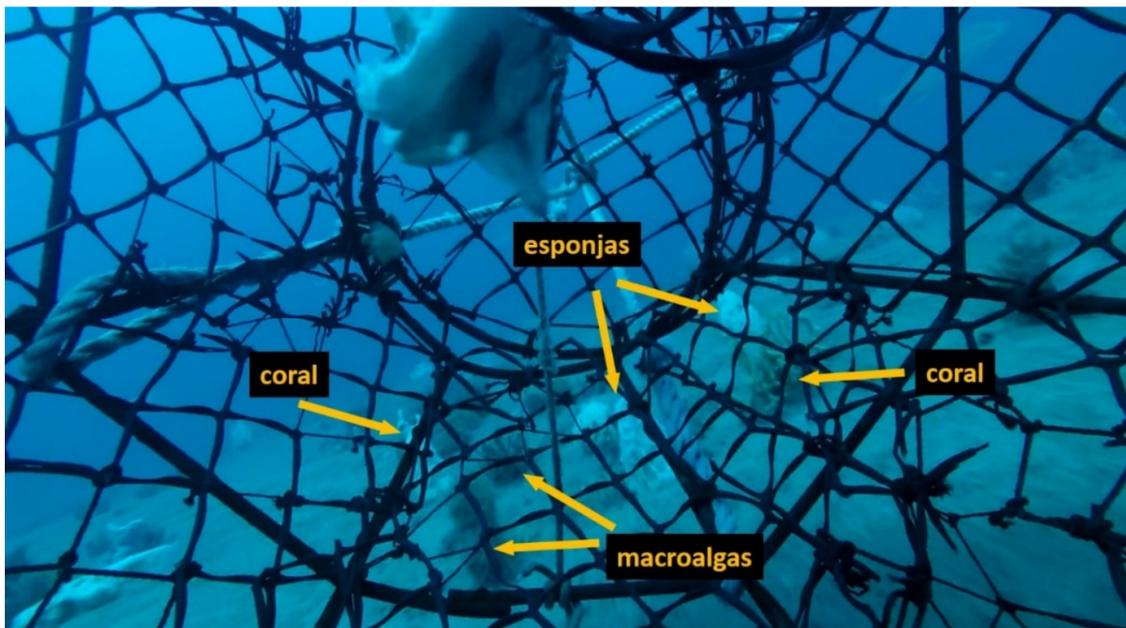


Figura 21: Manuzá sendo arrastado diretamente para um grupo de diferentes organismos bentônicos, incluindo macroalgas, esponjas e estruturas coralinas (coral), no momento imediatamente antes do impacto direto (colisão) do manuzá arrastado pelo fundo com um grupo.

Testemunhas dos impactos diretos dos manzuás, causados pelo arrasto no fundo, foram diferentes organismos bentônicos ou fragmentos destes, ainda presos na estrutura externa dos manzuás ou caídos no convés do barco, após a recuperação. Tais organismos ou fragmentos foram fotografados para ilustrar o potencial impacto do manzuá e para juntar informações acerca da fauna bentônica presente nessas áreas de pesca (**Figuras 22 e 23**).



Figura 22: Um ouriço do mar com um pedaço de macroalga (esquerda) e um fragmento de uma esponja (direita) ainda presos nas estruturas externas dos manzuás após a recuperação.



Figura 23: Testemunhas dos impactos causados pelo arrasto dos manzuás no fundo marinho encontrados no convés do barco após a recuperação do manzuá. A = provavelmente um pedaço de verme tubular (Sabellidae); B = um bloco composto por rocha, lama e organismos não identificados; C = Um fragmento composto por esponja e macroalga e D = um ouriço do mar.

Contudo, nos 5 vídeos que permitiram a quantificação, o número de impactos diretos com um ou mais organismos bentônicos no mesmo instante variou de 0 a 14, com média de 7,2 colisões por arrasto. Em 2 dos 5 vídeos, os com menor tempo de arrasto (6 e 18 segundos), não ocorreu nenhum impacto dos 5 avaliados. Mesmo com o pequeno número de amostras foi possível identificar uma forte correlação linear positiva ($R^2 = 0.8987$) entre o tempo de arrasto do manzuá, em contato com o fundo marinho, e o número de momentos de colisões com um ou mais organismo bentônico, causando impactos diretos (**Figura 24**).

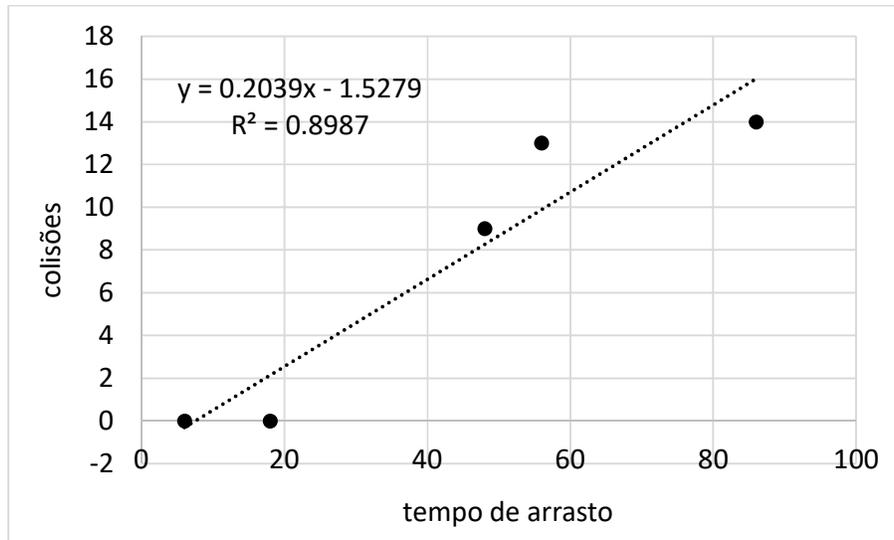


Figura 24: Correlação linear positiva entre o tempo de arrasto dos manzuás e o numero de colisões com organismos bentônicos na área 1.

Também ocorreram, em 3 lançamentos na área 1, impactos direto da frente do manzuá com organismos bentônicos no momento do pouso no fundo, inclusive resultando na quebra de esponja e estrutura coralina pelo impacto direto (**Figura 25**).



Figura 25: Impactos diretos dos manzuás no momento do pouso, resultando na quebra de uma esponja (esquerda) e estrutura coralina (direita).

Nos lançamentos na área 2 (L12-24) não foi possível quantificar os choques diretos dos manzuás com organismos bentônicos, devido as condições de visibilidade acima descritas, mesmo com as correções extremas de brilho e contraste, aplicadas para estimar o tempo de fundo em alguns desses lançamentos.

Identificação de organismos bentônicos

A identificação taxonômica correta dos organismos bentônicos à nível de família ou espécie, aparentemente, é pouco provável ou muito limitada e inconstante com a metodologia adotada neste estudo piloto. Os principais problemas foram I) a parcial obstrução e fragmentação do campo de visão da câmera pela tela (grade) do manzuá e II) a velocidade do arrasto, que muitas vezes não permitindo extrair imagens nítidas com vídeo pausado (*still frames*) dos organismos. Uma maior taxa de imagens por segundo (fps - *frames per second*) poderia atender esse problema. Em contrapartida, essa taxa mais alta como, por exemplo 60 fps ou mais, em vez dos 30 fps como possível pelas câmeras usadas nesse estudo piloto, resultaria na iluminação com metade de tempo de cada uma dessas imagens. Consequentemente, a imagem ia ficar muito mais escura e, eventualmente, poderia se tornar impossível gravar um vídeo somente com a iluminação natural do fundo pelo sol.

Conclusões

Viabilidade

Com base nos resultados do presente teste piloto, afirmamos, que o método de vídeo subaquático empregado pode ser aplicada para I) registrar o tempo em que o equipamento de pesca (manzuá) está sendo arrastado, em contato direto com o fundo, e II) para quantificar os impactos diretos (choques) dos manzuás com os organismos bentônicos, tanto durante sua recuperação, quanto no pouso.

A identificação taxonômica dos organismos bentônicos e, portanto, também a identificação de potenciais espécies ameaçadas, porém, não é possível com a presente metodologia e câmeras empregadas neste estudo piloto. As principais dificuldades são: I) a obstrução e fragmentação do campo de visão da câmera através da tela do manzuá, II) A velocidade do arrasto que impossibilitou adquirir imagens nítidas dos organismos bentônicos, fundamentais para sua identificação taxonômica. Uma solução viável terá que ser desenvolvida e adotada para atender essa limitação. Seguem algumas sugestões para possivelmente atender esse problema. Uma montagem das câmeras no lado de fora do manzuá para evitar os problemas relacionadas à tela obstruindo o campo de visão, porém, colocaria o equipamento de filmagem em risco muito elevado de perda e, portanto, é inviável. Sugerimos, que paralelamente aos manzuás que servem pra quantificar o tempo de arrasto e as colisões, seriam lançadas estruturas estáticas de metal equipadas com câmeras, porém sem a obstrução do campo de visão. Estas estruturas poderiam ser lançadas em elevados números para avaliar a composição e a densidade de organismos bentônicos em cada área de pesca.

Equipamentos

Para executar o estudo completo acerca dos impactos dos manzuás nos organismos bentônicos, é altamente recomendável empregar câmeras GoPro modelos mais recentes, no mínimo Hero 5 Black.

Tais modelos mais recentes apresentam melhoramentos marcantes, em comparação aos modelos GoPro Hero 3 e 3+ usados no presente estudo piloto, no desempenho para filmagem subaquática de forma geral e, em específico, em condições de mais baixa luminosidade. Esses modelos mais recentes permitem também usar taxas de imagens por segundo (fps) mais altas, de 60 fps ou mais, aumentando a chance de adquirir imagens pausadas nítidas dos organismos bentônicos com o manzuá em movimento, durante o arrasto pelo fundo. A terceira vantagem dos modelos GoPro Hero 5 ou mais é sua função opcional de ajuste automático do horizonte da câmera. Esse ajuste irá reestabelecer a visão normal, mesmo nos lançamentos em que o pouso do manzuá deixa a câmera horizontalmente invertida (de cabeça pra baixo) em relação ao fundo. Ainda, tais modelos de câmera são equipados com microfones mais potentes, o que é uma outra vantagem adicional, já que o som registrado durante a gravação do vídeo ajuda a identificar e período em que o manzuá está em contato com o fundo, durante sua recuperação (arrasto) e, em específico confirmar as colisões (impactos) diretos com organismos bentônicos.

Para um estudo de impacto completo terão que ser encomendadas, portanto, novas caixas estanques customizadas. Estas caixas já deveriam ser confeccionadas com o encaixe interno adaptado especificamente às medidas do modelo de câmera escolhido (GoPro Hero 5 ou mais).

Ainda, é recomendável adquirir um inversor de voltagem elétrica (12V para 127 ou 220V) ou verificar se este existe na embarcação específica na qual será executada o estudo de impacto completo. Ter essa fonte de energia é importante para poder usar e carregar baterias de câmeras, lanternas e um notebook, essencial para a avaliação diária dos lançamentos feitos. Porém, inversores podem carregar certo risco de “queima” do equipamento se não for de boa qualidade, testado ou manuseado de forma errada.

Montagem

A partir dos resultados ficou evidente, que a melhor montagem e arranjo de equipamento foi somente um conjunto de câmera e caixa estanque, sem luz artificial, dado condições suficientes de iluminação natural pelo sol. O conjunto deve ser montado dentro do manzuá, na boca do funil e apontando pra frente (ponta) do manzuá, na direção de arrasto. Mesmo assim, é necessário levar as lanternas subaquáticas adquiridas para a amostragem de um estudo de impacto completo, uma vez que o estudo piloto foi conduzido somente em duas áreas específicas e dentro de 10 dias no mês de novembro. As condições de visibilidade, profundidade em outras áreas de pesca e épocas do ano ainda são desconhecidas e podem requerer o uso de luz artificial. Adicionalmente deve se contar com condições meteorológicas diversas, notadamente, com insuficiência de iluminação do fundo com luz solar.

Amostragem

Após a avaliação dos primeiros lançamentos no fim do primeiro dia, foi determinado que os lançamentos de teste nos dias seguintes sempre foram feitos, iniciando entre 11 e 12 horas, garantindo maiores chances de iluminação do fundo marinho durante as horas de amostragem, pelo ângulo do sol mais favorável.

É também essencial levantar um número de amostras (lançamentos) suficientemente alto em cada área de pesca, para garantir a análise estatística e o sucesso do estudo de impactos. Mesmo com a metodologia adaptada e aprimorada durante o presente estudo piloto. Na área 1, sem os problemas associados ao fundo lamoso, 70% (7/10) das amostras com montagem e pouso corretos, câmeras direcionadas pra frente, filmando o arrasto do fundo, não permitiram levantar uma ou as duas estimativas necessárias - o tempo de arrasto e/ou número de impactos diretos em organismos bentônicos. Razões mais comuns foram: I) a impossibilidade de recuperar o manzuá dentro do tempo limite da câmera por razões ligadas à navegação e dinâmica durante a pesca e III) a âncora do manzuá, sendo arrastada na frente ou engatando no manzuá durante a recuperação, levantando uma nuvem de sedimentos que obstruía o campo de visão.

Através das informações dos comandantes Edilson e Berg ficou evidente que a pesca de pargo no início da temporada, nos meses de maio a julho, ocorre em áreas mais ao sul, com habitats de fundo consolidado, tais como recifes de pedra e corais, cascalho e afins, além de ter uma visibilidade de água extraordinária. Tais áreas ao sul seriam adicionalmente propícias para o estudo completo pela maior presença de organismos bentônicos, como corais e esponjas, sensíveis ao impacto direto (choque com os manzuás).

Porém, para uma avaliação completa e “real ou justa” dos potenciais impactos nos organismos bentônicos da pesca de manzuá, executada pela GPesca na costa norte, deveriam ser levantados informações, junto à GPesca, sobre todas as diferentes áreas de pesca visitadas pela frota durante toda a temporada (maio-dezembro). Deveriam ser incluídas na amostragem *in situ* o máximo possível dessas áreas diferentes, para obter o universo amostral mais representativo possível. Afinal, durante grande parte da temporada a pesca ocorre sob fundo lamoso onde impactos nos organismos bentônicos são muito reduzidos, em comparação às áreas de fundo recifal, por exemplo. Amostrar somente em áreas altamente sensíveis irá tendenciar de forma negativa os resultados e conclusões do estudo de impactos. Porém, com o método de vídeo subaquático aqui testado, somente poderão ser amostrados áreas de fundo consolidado ou semi-consolidado (areia como cascalho) com visibilidade horizontal e iluminação natural suficientemente boa.

Concluimos, que para a definição do delineamento amostral, seria essencial receber as informações completas das diferentes áreas de pesca da empresa GPesca, os quais poderão ser cruzadas com informações de fundo pré-existentes.

Uma das principais conclusões do presente estudo piloto é, que a forma mais indicada para viabilizar um estudo completo acerca dos impactos nos organismos bentônicos, considerando os problemas de identificação taxonômica dos organismos bentônicos acima descritas, seria dedicar um embarque unicamente ao estudo, sem atividade de pesca paralelamente. Isso, para permitir executar os

lançamentos com os dois métodos, a câmera montada dentro do manzuá e a estrutura acima sugerida, que poderá permitir a melhor identificação taxonômica dos organismos, fornecendo assim informação acerca da composição e densidade dos mesmos em cada área de pesca. Tal delineamento amostral requer elevados números de amostras em cada área com ambos os sistemas, mas principalmente com o sistema dedicado para identificar organismos bentônicos, para garantir uma análise estatística robusta acerca da densidade e composição. Esse embarque, portanto, deveria abranger necessariamente o máximo possível de áreas de pesca com fundos consolidados, seguindo as informações da empresa GPesca. Para atender esse pretexto, a amostragem necessita ser muito eficiente, com permanência do menor tempo possível em cada área, visando também diminuir ao máximo possível a duração da viagem, e, portanto, os recursos financeiros necessários para sua execução.