

USO DE UM SISTEMA DE VÍDEO PARA ESTUDO ECOLÓGICO DO MACRO E MEGAZOOPLÂNCTON EM ÁGUAS COSTEIRAS

Delmônego, L. V.^a & Resgalla Jr., C.^a 

^aEscola Politécnica – Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Itajaí, SC, Brasil.

*cresgalla@univali.br (Corresponding author).

Cite as: Delmônego, L. V. and Resgalla Jr., C.* (2025). Use of a video system for ecological study of macro and megazooplankton in coastal waters Braz. J. Aquatic. Sci. Technol. 29(1):20-27. ISSN 1983-9057. DOI: 10.14210/bjast.v29n1.20749

Received: 16/12/2024. **Revised:** 19/05/2025.
Accepted: 27/05/2025. **Published:** 18/06/2025.

Document type: Nota Técnica.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interest: The authors declare no competing interest.

Copyright: This document is under the Creative Commons Attribution Licence (CC BY 3.0 DEED).

ABSTRACT

Underwater images obtained using digital cameras have become one of the main tools for studying the behavior and ecology of marine organisms in their native environment. In this research, the acquisition of images by trawling and vertical profiling with a commercial camera mounted on a steel structure called a Bell was tested. Fifty-four videos of longer horizontal trawls (stratified) (10 minutes) and 27 videos of short vertical profiling (3 minutes) were obtained, and the quality of the images associated with the identification of organisms was evaluated. The best way to work with the Bell, the need for accessories and adaptations and the protocol for its use were determined, as well as the relationship between water transparency (Secchi disk) and the possibility of identifying and quantifying planktonic forms in the images. The results indicate that the use of the Bell at low speed, i.e., in vertical profiling and with lighting, presented the best results and greater efficiency in identifying the occurrences of organisms. The relationship between water transparency and obtaining good quality images was observed more reliably in conditions of Secchi disk measurements greater than 2.5 m. Due to the water transparency conditions and the variability in the occurrence of organisms, the probability of recording gelatinous forms was 37.5% of the total field trips. Analysis of the videos indicated a possible vertical migration behavior of the Hydrozoa *Olindias sambaquiensis*. The images also highlighted the abundance of Pseudo-TEPs (Transparent Exopolymer Particles), structures believed to play a relevant role in the pelagic ecology of coastal waters.

Keywords: Underwater video sampler. Macromedusae. South coast. Imaging.

1 Introdução

Nas amostragens do zooplâncton marinho, existem problemas associados ao volume mínimo de água a ser amostrado e que está diretamente associado à representatividade tanto em termos de riqueza como em termos de abundância dos organismos (Boltovskoy, 1981). Quanto maiores os organismos zooplancônicos de interesse de estudo, maiores são os volumes a serem amostrados para que se obtenha uma melhor estimativa de suas populações. Esses problemas associados à relação tamanho/densidade pode, ainda, ser agravado pela ocorrência em manchas do zooplâncton, característica bastante destacada para o grupo, devido a processos físicos (passivos) e comportamentais (ativos) (Omori & Hamner, 1982; Laval et al., 1989; Davis et al., 1992; Tiselius, 1998).

Embora essas agregações ou *Patches* tenham sido consideradas como uma condição para tentar explicar a alta variabilidade das densidades dos organismos entre pontos de coleta, hoje sabe-se que esta distribuição em pequena escala, é muito importante dentro das comunidades marinhas costeiras (Gibbons et al., 1992; Olesen, 1995; Graham et al., 2003). Outro problema das amostragens tradicionais em ambientes marinhos, seja por redes de plâncton ou por arrastos de pesca, é a relativa raridade das grandes formas gelatinosas de grande porte. Em comparação com as concentrações do mesozooplâncton (< 20 mm), o macro e o megaplâncton são sempre numericamente raros, envolvendo diferenças em várias ordens de grandeza (Postel et al., 2000).

Para superar essas desvantagens, vários estudos sugerem grandes redes de arrasto de meia-água que foram utilizadas para estudar as distribuições das formas de macromedusas (Pogodin, 1998; Brodeur et al., 1999; Graham, 2001). As grandes redes de arrasto, no entanto, são pesadas e exigem um aumento substancial do esforço, custo de operação, além das dificuldades relacionadas às estimativas de densidade e do fato de tenderem a selecionar as formas maiores, assim como danos aos organismos gelatinosos (Boltovskoy, 1981).

A aplicação de câmeras submarinas de operação remota vem sendo desenvolvidas desde as décadas de 1940 e 1950, no intuito de apresentar uma alternativa aos amostradores tradicionais. Inicialmente, tinha-se o interesse de utilizá-las para estudos geológicos e, posteriormente, iniciou-se a aplicação na aquisição de imagens para estudos sobre organismos bentônicos (Brundage et al., 1967 e Grassle et al., 1975).

Avanços na tecnologia óptica surgiram para estudos da ecologia do zooplâncton (Smith et al., 1992 e Sprules et al., 1992). Esses sistemas iniciaram por contadores ópticos de plâncton (OPCs) ou sistemas de imagem direta (por exemplo, câmeras e scanners) que resultaram na melhora da compreensão dos diferentes tipos de distribuições espaciais do plâncton. Entretanto, cada equipamento desenvolvido apresenta limitações quanto ao tamanho dos organismos a ser estudado. A quantificação do mesoplâncton foi possível pelo OPC (Herman, 1988) e otimizado pelo OPCs Laser (LOPC) (Herman, 1992), mas sem a diferenciação de partículas vivas das não vivas (Grant et al., 2000). Equipamentos de aquisição de imagens posteriores envolveram aqueles sem perturbação do meio e aqueles que concentram animais, como a Câmera Silhouette (Ortner et al., 1979) e o Ictioplâncton Recorder (Lenz et al., 1995). Juntou-se, ainda, o mergulho submarino (Hamner et al., 1975 e Madin, 1988) e os veículos subaquáticos tripulados e os operados remotamente ou autônomos (ROVs e AUVs), assim como o Vídeo Contínuo de Plâncton (VPR).

Devido às limitações de custo e do avanço comercial de câmeras subaquáticas disponíveis no mercado, este trabalho apresenta testes de sistema de operação de vídeo subaquático, assim como um protocolo de uso aplicado ao estudo do macro e megazooplâncton utilizando equipamento de baixo custo e análise de sua aplicabilidade. Para isso, foi planejada e construída uma estrutura em aço que teve como objetivo abrigar uma câmera digital subaquática e sistema de iluminação para uso em arrasto horizontal (oblíquo) e vertical em águas marinhas rasas. Testes de aquisição de imagem, registros de organismos, facilidades de identificação, comportamentos de localização na coluna de água e outras estruturas flutuantes foram registradas e discutidas.

2 Metodologia

2.1 Estrutura do protótipo

Projetou-se uma estrutura de características baseadas em modelos convencionais de redes de plâncton, de forma que sua estabilidade na coluna d'água se mantivesse durante o processo de arrasto ou de descida em pêndulo. Chegou-se, então, a uma estrutura composta por um aro principal de aço-inox, com diâmetro de 60 cm, de onde quatro barras com comprimento de 50 cm formam uma estrutura semelhante a um cone vazado, proporcionando menor resistência à água durante sua

tração e para evitar deslocamento dos itens que poderiam estar sendo registrados. Acoplada nas extremidades opostas das barras, fixou-se uma caixa com dimensões de 10 cm de altura e 12 cm de largura, vazada (permitindo inundação), com abertura livre direcionada ao aro. A caixa apresentou a função de acoplar, proteger e manter a câmera de aquisição de imagens em um ponto estável (Figura 1). Anéis de aço foram adicionados em três diferentes pontos do aro e um na caixa para fixação de cabos de tração, com intuito de arrastar o equipamento na coluna d'água, seja na posição horizontal ou vertical. A planta de projeção foi elaborada com auxílio do software SolidWorks®, sendo utilizada para construção da estrutura do amostrador. Esse amostrador foi denominado "Sino".

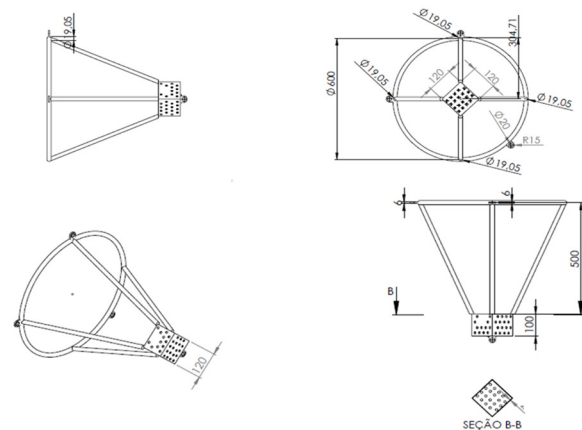


Figura 1. Projeto da estrutura de aço-inox utilizado para a construção do protótipo do amostrador por vídeo. Vista lateral e frontal da estrutura e sítio vazado para acoplamento e proteção da câmera de vídeo. Medidas em milímetros.

A estrutura projetada permitiu acoplar uma câmera comercial tipo GoPro® Hero+ (Figura 2), devido à sua boa resistência, eficiência e relação custo/benefício. A configuração utilizada da câmera foi de 1080p60 que é ideal para capturar ações rápidas em alta resolução, de acordo com o manual do equipamento.

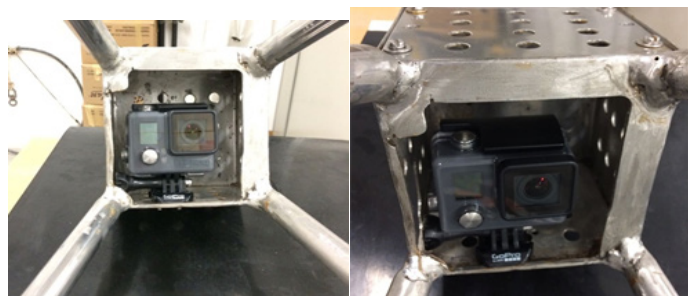


Figura 2. Câmera comercial marca GoPro® Hero+ utilizada para a aquisição das imagens subaquáticas, acoplada ao sítio de proteção do amostrador.

Ao longo do tempo, foram testados diferentes acessórios na boca do aro, como um cabo graduado para escala e determinação do fluxo de água (pontas soltas) que foram posteriormente abandonados. Para a iluminação própria do amostrador, após testes com diferentes sistemas (lanternas subaquáticas), adotou-se o uso de fitas de iluminação LED resistentes à água (com bainha de silicone) de 12 Volts. A fita LED foi testada nas barras de sustentação do aro, mas foi finalmente definida ao longo de toda a circunferência do aro e na sua parte interna. Para fornecimento de energia elétrica para o funcionamento das fitas LED, foram utilizados cabo de energia revestidos, flexíveis e paralelos isolados com auxílio de fita isolante de autofusão e fita isolante líquida para evitar a entrada de água do mar nas conexões e dano ao equipamento. A fonte de energia utilizada para abastecer o sistema de iluminação foi constituída por uma caixa estanque com uma bateria de 12 Volts de lítio tipo Makita® para os arrastos horizontais e outra fonte existente na própria embarcação para os arrastos verticais (ou perfilação vertical) com o uso de 26 metros de cabo de energia duplo, revestido.

2.2 Protocolo de operação

O sistema de obtenção de imagens na coluna de água foi testado no litoral centro-norte de Santa Catarina, até a isóbata de 20 metros e próximo a desembocadura do rio Itajaí-açu. O emprego do equipamento foi realizado dentro do projeto de monitoramento de medusas do litoral norte, associado aos arrastos duplo de camarão sete-barbas, com 10 minutos de duração e em baixa velocidade, de 2 a 2,5 Nós (De Barba et al., 2016). Os dados de pesca de macromedusas obtidos pelos arrastos de rede do camarão foram utilizados para comparações com as ocorrências obtidas nas imagens da câmera, assim como a confirmação da espécie por semelhança morfológica.

Foram utilizados dois sistemas de aquisição de imagens, sendo um por arrastos horizontais estratificados e o segundo por deslocamento por cabo, em descida do equipamento, na coluna de água ou perfil vertical. Para os arrastos horizontais, o equipamento foi rebocado a uma velocidade de arrasto, sendo registrado em planilha o tempo, desde o início da aquisição de imagens (marcação zero para o disparo da câmera) e as posições iniciais e finais através do uso de GPS da própria embarcação. Considerando que o equipamento pudesse atingir uma maior profundidade na coluna d'água, utilizou-se um cabo de multifilamento sintético, devidamente marcado a cada cinco metros. O protocolo inicial de operação constou na descida do equipamento para as metragens de 20, 15, 10 e 5 metros de cabo, permanecendo em cada uma delas por dois minutos, em condições de arrasto das redes de pesca (perfil horizontal estratificado) (Figura 3A). As profundidades foram determinadas a bordo por trigonometria e ângulo de abertura do cabo obtida por um clinômetro. A identificação dos extratos filmados foi determinada por um cronômetro a bordo. Foram coletados dados da profundidade do disco de Secchi, para comparação entre a profundidade máxima visível, buscando alguma relação com a qualidade das imagens.

O segundo tipo de arrasto do amostrador foi realizado em um perfil vertical estando a embarcação à deriva (Figura 3B), posicionando o equipamento e a câmera apontada diretamente para o fundo. A marcação das profundidades nas aquisições das imagens foi realizada por cronômetro a cada 5 metros de cabo. Tanto nos arrastos horizontais como nos perfis verticais, o tempo cronometrado entre o relógio de bordo e o relógio da câmera foram sincrônicos.

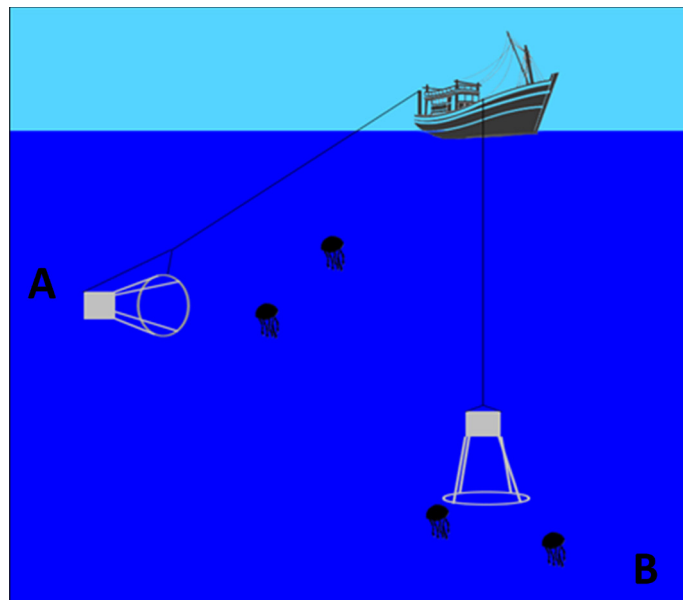


Figura 3. Operação do amostrador Sino, em (A) arrasto horizontal com arrasto e (B) perfil vertical.

2.3 Análise das imagens

O período de amostragem ocorreu entre junho de 2017 e fevereiro de 2020, totalizando 27 viagens de campo e 81 vídeos subaquáticos, podendo variar entre um a quatro vídeos por campo, dependendo das condições meteorológicas. Os vídeos obtidos foram descarregados em um computador para sua análise.

Os vídeos foram visualizados através do software VLC, de acordo com a metodologia adaptada de [Graham et al. \(2003\)](#), que permitiu uma análise frame a frame das imagens para a confirmação do grupo (medusas, salpas e ctenophora), assim como da espécie, quando possível. Realizou-se, então, uma análise crítica das formas, visando à classificação taxonômica dos principais organismos do macro e megazooplâncton, utilizando as informações obtidas nos arrastos de rede de camarão. As espécies observadas em vídeo, assim como o seu número, quando possível, foram registradas e associadas com as diferentes profundidades de operação do Sino. As imagens foram armazenadas e separadas por mês e ano de amostragens, e o número do vídeo, em função do uso do equipamento.

Para as partículas em suspensão, aqui denominadas de Pseudo-TEPs (Transparent Exopolymer Particles) foi assim chamada, pois não foi confirmada a sua composição e não apresentam a mesma escala de tamanho apresentada pela literatura ([Passow et al., 2001](#); [Passow, 2002](#)), que considera os TEPs como partículas variando de ≈ 0.4 a >200 μm de tamanho e de material orgânico em forma de gel e polissacarídeos de origem do fitoplâncton. As partículas observadas neste estudo apresentaram tamanho variável, mas chegando até 10 a 15 cm possivelmente por agregação de TEPs verdadeiros. De qualquer forma, foram estruturas frequentes e abundantes, mas de quantificação impossível.

Por fim, praticamente em todos os arrastos de obtenção de imagens próximas ao fundo, foi detectada uma camada nefeloide (zona de turbidez máxima devido à ressuspensão do sedimento de fundo), o que não permitiu a obtenção de imagens mesmo com iluminação. Essa camada próxima ao sedimento de fundo é justamente a área de trabalho da rede de arrasto do camarão. Do total de 27 saídas de campo, somente em junho de 2018 foi possível obter imagens da superfície ao fundo e sedimento.

3 Resultados

3.1 Protótipo do amostrador e protocolo de operação

A estrutura projetada apresentou bons resultados quando submetida a testes de mar, apresentando sustentação na coluna d'água durante os arrastos realizados, não apresentando movimentações indesejadas e resistência ao atrito da água quando em arrastos horizontais ([Fig. 4A](#)). Devido à sua boa sustentação, o equipamento dispensou o uso de depressores utilizados comumente em outros amostradores planctônicos para manter a estabilidade e posicionamento do equipamento em coluna d'água.

A iluminação adicionada ao amostrador atuou como um grande potencializador na visualização das imagens, melhorando a qualidade das imagens e facilitando a identificação de organismos, pelo menos em termos de grande grupo ([Figura 4](#)). Entretanto, a sua manutenção e substituição foi frequente, devido a problemas relacionados ao isolamento da água do mar nas conexões, exigindo cuidados permanentes dos componentes, apesar do seu baixo custo.

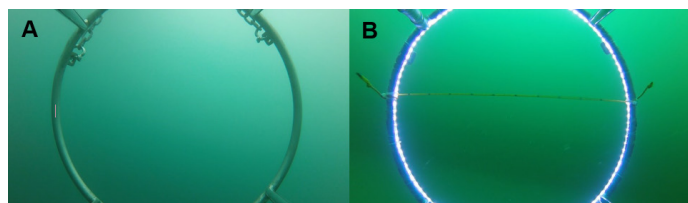


Figura 4. : Imagens subaquáticas obtidas através do amostrador de vídeo. A) Imagens do primeiro teste de mar; B) Testes com a iluminação com fita LED (inclui a escala de 5 cm em cabo com pontas soltas para direção do fluxo da água).

O protocolo de operação em arrastos horizontais estratificados (oblíquos) resultou em uma varredura vertical entre faixas de profundidade de 18 a 2,5 metros, com a formação de um ângulo de arrasto entre 55° e 65° , o que representou uma extensão de 2,3 vezes o comprimento do cabo de arrasto para atingir a maior profundidade. Entretanto, para a iluminação,

esse tipo de arrasto exigiu uma caixa estanque para as baterias que não apresentavam um sistema de vedação eficiente para profundidades maiores que 5 metros. Para o método de amostragem vertical, o amostrador possibilitava o controle maior da profundidade de trabalho, assim como facilidade de operação da iluminação, já que o cabo elétrico foi mais facilmente manobrado no processo de descida do equipamento, uma vez que a fonte de energia se encontrava na própria embarcação.

A cobertura de volume ou área percorrida pelas duas formas de arrasto também são um limitante a esse tipo de amostragem. Considerando a área de filmagem do foco da câmera de $0,4 \text{ m}^2$ (84,8 cm por 47,6 cm) o arrasto de dez minutos do Sino cobriria em média 600 metros de distância, que equivale a 240 m^3 ou 480 m^2 percorridos, enquanto que o deslocamento na vertical, de 20 metros de profundidade, o Sino cobriria 8 m^3 ou 16 m^2 . Esses valores seriam bem abaixo da capacidade de amostragem por uma rede de arrasto de camarão com sete metros de abertura e um metro de altura da tralha superior, cobrindo, em dez minutos de arrasto, 4200 m^3 e igual valor em metros quadrados. No mesmo período, a densidade média obtida nos arrastos de camarão foi de 0,01 organismos por m^2 (ou 100 organismos Km^2) para a rede de arrasto. Apesar disso, a capacidade de cobertura da câmera é maior que a estimada, pois consegue registrar organismos além do ponto focal.

Para o protocolo de uso e registro dos eventos durante os arrastos (mudança de profundidade do equipamento), o tempo entre o cronômetro de bordo e o disparo da câmera são essenciais para o registro da operação. Esses podem ser validados pelos tempos de entrada, saída do equipamento da água e por um sinal luminoso (lampejo no sistema de iluminação) no equipamento nos tempos dos eventos.

3.2 Análise dos vídeos

Observou-se que são dois fatores que limitam a atenção do observador dos vídeos resultantes dos arrastos, sendo um o tempo do vídeo e o outro a frequência das ocorrências de organismos. Quanto mais esparsa forem as ocorrências de organismos nas imagens e quanto maior for a duração do vídeo, piores são as condições de observação. Dessa forma, vídeos mais curtos são preferíveis sobre os vídeos mais longos. Esses pontos são particularmente problemáticos, quando se analisam as imagens em baixa velocidade.

Igualmente, a iluminação, o contraste com o fundo, assim como a velocidade de reboque do equipamento são essenciais para uma boa identificação. Para esse último caso, equipamentos de filmagem em alta velocidade e que apresentem frames inferiores a cada 0,5 segundo seriam os recomendados, mas fora da capacidade do equipamento aqui utilizado.

Em função do exposto, os arrastos verticais foram os mais adequados para os trabalhos de filmagem no ambiente e no registro de espécies de maior tamanho e transparentes. Esses arrastos agregam baixa velocidade, menor tempo de vídeo, maior precisão na profundidade de trabalho. Além disso, a luz do ambiente interfere menos na qualidade das imagens e a identificação dos organismos apresenta maior facilidade e confiabilidade. Os arrastos horizontais cobrem maior área de gravação, limitam-se em qualidade de imagens em profundidades intermediárias de 10 metros, devido à iluminação natural e, em poucas ocasiões, foi possível uma identificação dos organismos capturados pela câmera.

3.3 Registros de organismos nas imagens de vídeo

Foi observada uma variabilidade na aquisição e identificação de organismos entre as duas formas de arrasto do Sino. Para os arrastos horizontais, a velocidade de arrasto limitou o número de registros, sendo que somente em 10,5% do total das saídas de campo foram observadas imagens com nitidez suficiente para uma identificação segura (comprovada pelas ocorrências nos arrastos de camarão) e de 37,5% para as saídas com o uso da perfilagem vertical ([Tabela 1 e Figuras 5 e 6](#)). Destaca-se que a exclusão de imagens dos arrastos horizontais, por baixa qualidade, poderia aumentar de 10,5% para 26,3% das ocorrências (<https://youtu.be/L7c8Z7T5mdY>).

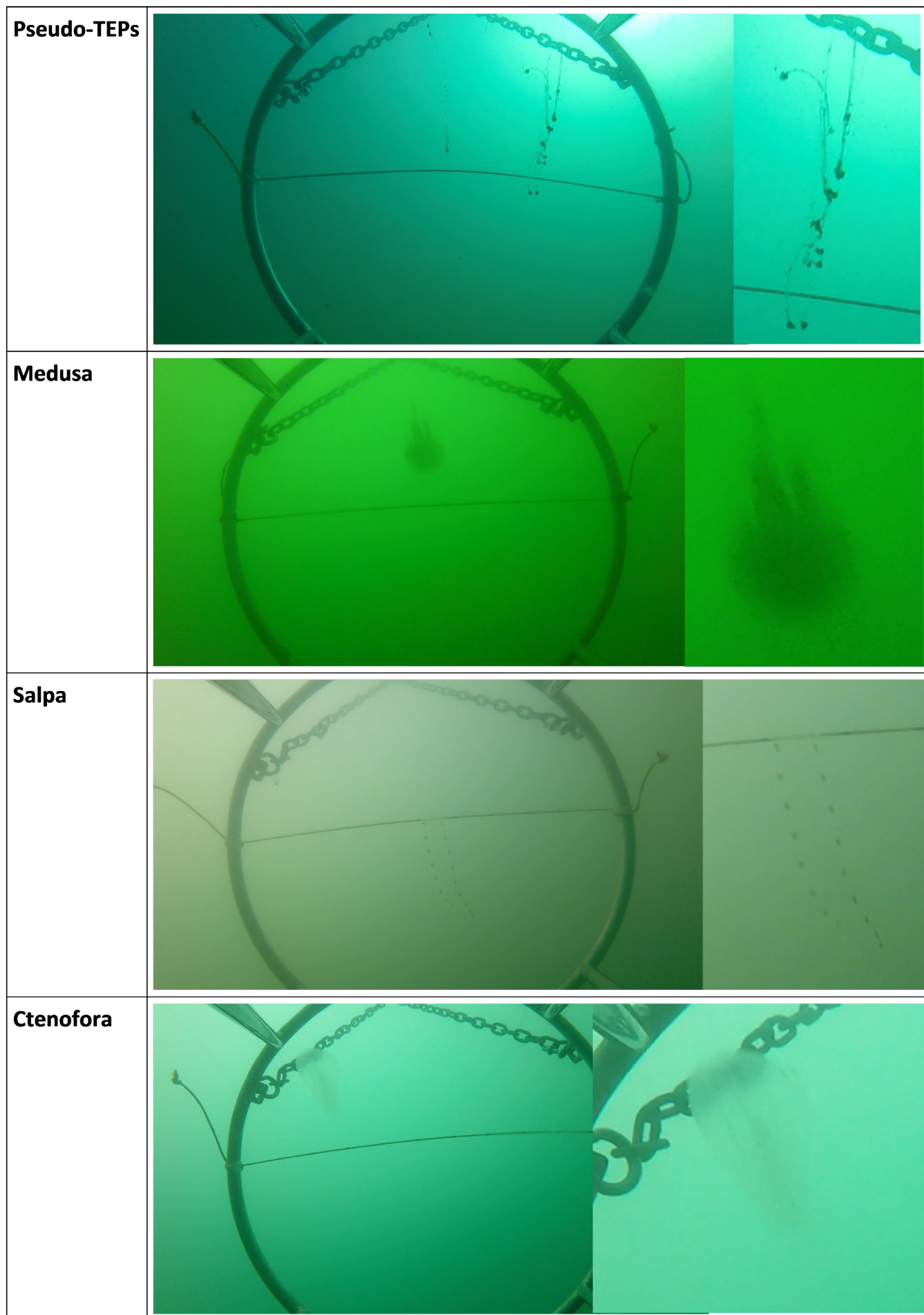
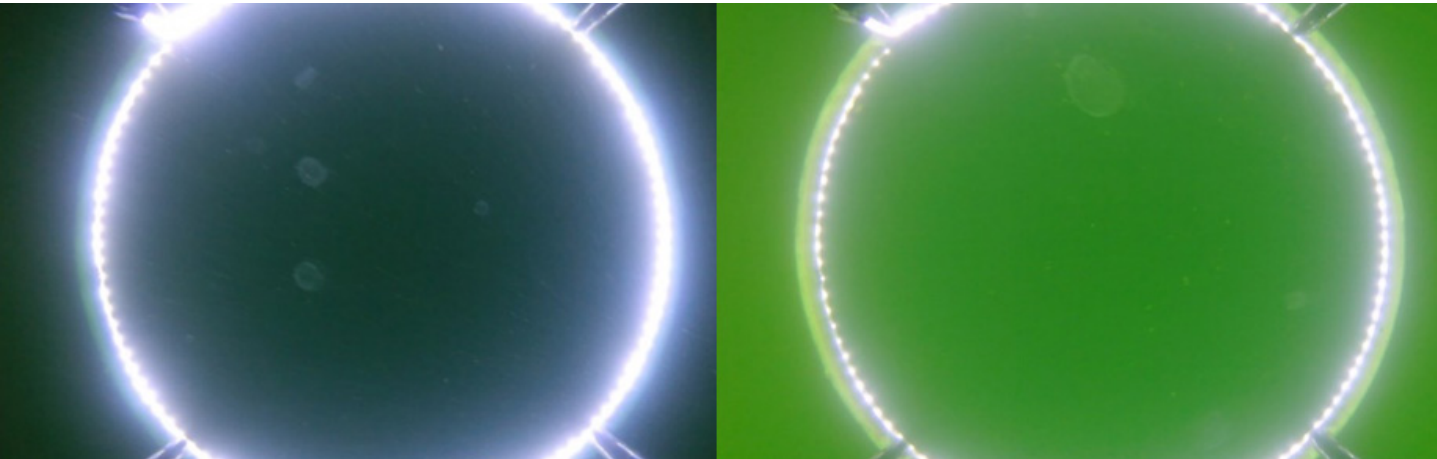
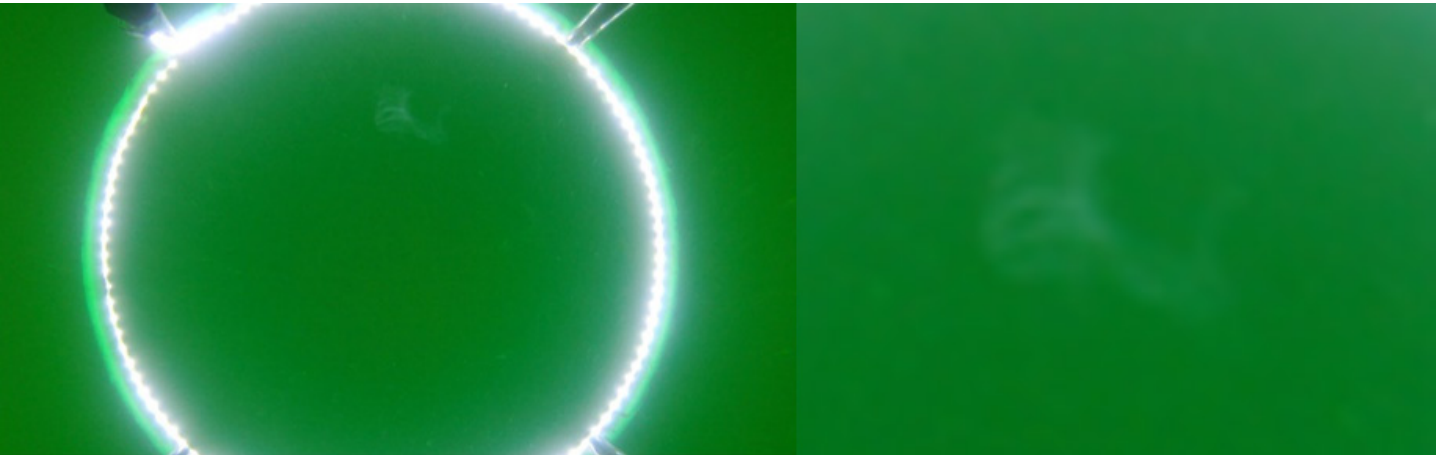


Figura 5. Imagens de vídeos obtidas nos arrastos horizontais. Posição vertical do Pseudo-TEPS; Medusa, possivelmente da espécie *Chrysaora lactea*; Salpa, possivelmente da espécie *Thalia democrática*; e Ctenophora, possivelmente da espécie *Mnemiopsis leidyi*.



Olindias sambaquiensis



Ctenophora

Figura 6. Imagens de vídeos obtidas nos arrastos verticais. Hidrozoa da espécie Olindias sambaquiensis; e Ctenophora, possivelmente da espécie Mnemiopsis leidyi.

Tabela 1. Descrição dos vídeos (data, número e profundidade) das ocorrências confirmadas de organismos zooplancônicos gelatinosos obtidos em arrastos horizontais e perfil vertical. Ocorrências em escala decrescente de abundância das espécies capturadas nas redes de arrasto de camarão. Agrupamento das medidas do disco de Secchi em condições de visibilidade.

Arrasto horizontal (estratificado): 19 viagens com 54 arrastos (06/2017 a 12/2018) – 10,5% de registros com identificação do total de viagens	
Medusas	21/08/2017 (0027-15 m) Chrysaora Arrasto de camarão: Rhacostoma>Chrysaora>Olindias
Ctenophora/ Salpas	11/12/2017 (0036 – 10 m a 15 m)
Secchi	Visível: > 2,4 m (máximo de 6,0 m) Não visível: 1,7 m a 2,2 m
Perfil vertical: 8 viagens com 27 perfis (12/2019 a 02/2020) – 37,5% de registros com identificação do total de viagens	
Medusas	23/01/2019 (0076) Olindias; 08/10/2019 (0099, 0100, 0101) Olindias; 03/12/2019 (0149, 0151, 0152) Olindias. Toda a coluna de água. Arrasto de camarão (23/01/2019): Chyropsalmus>Olindias =Rhacostoma Arrasto de camarão (03/12/2019): Olindias>Chrysaora>Rhacostoma>Lychnorhiza
Ctenophora/ Salpas	03/12/2019 (0149 – 5 m a 20 m)
Secchi	Visível: 1,2 m a 3,0 m Não visível: 1,4 m a 2,4 m

Outros pontos devem ser destacados para a possibilidade de identificação dos organismos nos vídeos, sendo favorecida pelos arrastos em baixa velocidade (destacado anteriormente), o sistema de iluminação e contraste de fundo, e devido às ocorrências aleatórias e/ou sazonais no dia da amostragem, além da transparência da água.

A perfilagem vertical do Sino reduz a interferência da iluminação natural, assim como possibilita a criação de um maior contraste de fundo aumentando a visibilidade dos organismos. Entretanto, organismos mais transparentes podem não ser registrados como é o caso da hidromedusa Rhacostoma atlanticum (medusa de médio porte) que se mostrou frequente e abundante entre os anos amostrados com arrasto de fundo do camarão. Para Salpas, Ctenophoros e a hidromedusa Olindias

sambaquiensis, por serem organismos com uma maior opacidade dos tecidos, houve registros mais frequentes.

Para a transparência da água, com influência direta sobre a qualidade e identificação dos organismos registrados nos vídeos, observou-se que medidas do disco de Secchi menores que 2,5 metros apresentaram uma maior variabilidade dos resultados, sendo, em alguns casos, um interferente nas imagens e, em outros momentos, não, mantendo essa variabilidade tanto nos arrastos horizontais como verticais (Tabela 1). Para medidas do disco de Secchi acima desse valor, a transparência da água invariavelmente permitiu a obtenção de imagens de boa qualidade, entretanto, foram poucas as ocasiões em que essas condições foram observadas (28,6% do total de saídas de campo).

Das espécies de organismos planctônicos gelatinosos observados, somente a hidromedusa Olindias sambaquiensis, Salpas (Chordata), Ctenophora e a sifomedusa Chrysaora lactea foram facilmente confirmadas, mesmo sendo organismos opacos e de maior tamanho, houve identificações não seguras em arrasto de maior velocidade. De qualquer forma, a identificação das espécies de macromedusas registradas em vídeo foram confirmadas pelas suas ocorrências nos arrastos de fundo do camarão realizadas concomitantemente (Tabela 1).

Destaca-se a distribuição vertical de O. sambaquiensis na perfilagem vertical com o Sino (Figura 7), sendo facilitada pela transparência da água em dois meses da primavera de 2019 (outubro e dezembro), associada à sua abundância no período amostral. Nos dois casos, sugere-se o comportamento de migração vertical da espécie, ou seja, ocorrência em superfície nos primeiros horários da manhã e deslocamento para o fundo próximo ao meio-dia. Esse comportamento segue o aumento do ângulo de incidência do sol (horário do dia), assim como do solstício de verão, com maior deslocamento dos organismos para o fundo no mesmo horário em dezembro, em relação a outubro.

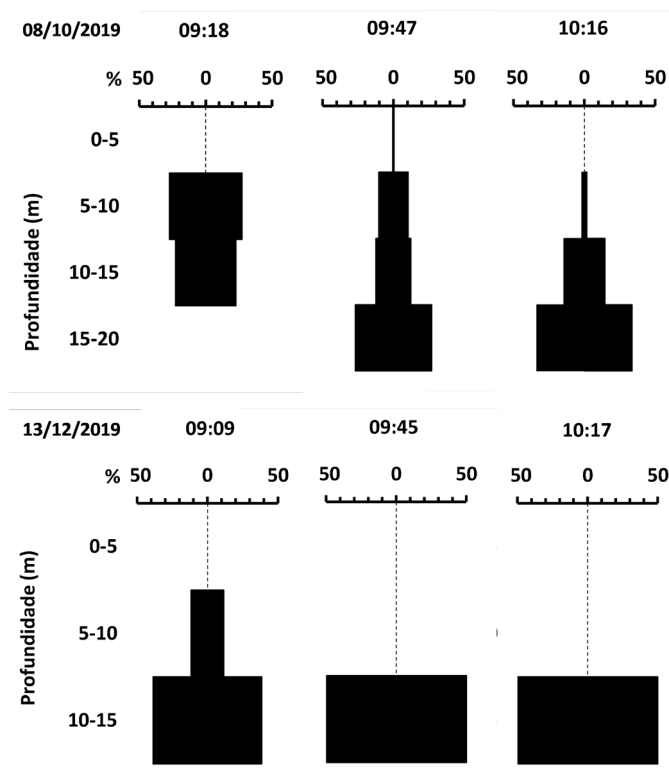


Figura 7. Registro da distribuição na coluna de água do número de organismos (em percentual) para os diferentes estratos da coluna de água de *Olindias sambaquiensis* obtidos na perfilação vertical do Sino em outubro e dezembro de 2019 e em diferentes horários do dia.

3.3 Pseudo-TEPs e Camada Nefeloide

Dois fatos são destacados para os registros dos Pseudo-TEPs nas imagens obtidas nos arrastos. Um em relação ao melhor registro em arrastos horizontais e outro, em relação à sua abundância. Os registros de forma horizontal possivelmente estiveram associados à disposição das partículas em relação à coluna de água. Esses pseudo-TEPs apresentaram-se como estruturas eretas na coluna de água, possivelmente formadas por regiões de maior peso ou concentração de material aderido a essa mucilagem, e que foi melhor registrado de forma lateral e não de forma superior pela perfilação vertical. O segundo ponto seria a sua abundância, sendo presente em praticamente todo o período amostral.

Da mesma forma, imagens próximas ao fundo só foram possíveis em uma data de saída de campo, sendo uma constância a falta de imagens total, próximo ao fundo (até 1,5 metro do fundo), e que pode ser atribuída a uma camada de material em ressuspensão de sedimentos ou camada nefeloide na costa.

4 Discussão

Os arrastos horizontais apresentaram uma maior limitação de uso, devido ao menor percentual de aproveitamento das imagens em base do poder de identificação dos organismos. Esse fato se deve, principalmente, à velocidade de arrasto, considerada muito rápida para a captura de *frames* suficientemente claros e limitado ao equipamento (câmera) utilizado. Da mesma forma, a profundidade de arrasto foi influenciada pela luminosidade natural, sendo as melhores condições de aquisição de imagens obtidas em profundidades intermediárias (dez metros).

Nos arrastos horizontais, houve limitações em diferenciar hidromedusas de Ctenophora, sendo esses os grupos mais abundantes na área de estudo. Mas, devido ao tempo de filmagem e área percorrida e captura pela câmera, foi possível o registro de organismos em menor densidade, como o caso da sifomedusa *Crysaora lactea*. As vantagens da perfilação vertical com o Sino apresentaram características que eliminam as deficiências apontadas do arrasto horizontal (Tabela 2).

Tabela 2. Comparativo entre o uso da câmera em arrastos horizontais e perfil vertical, quanto à funcionalidade.

Característica	Arrasto horizontal	Perfil vertical
Tempo de análise dos vídeos	Longo	Curto
Sistema de iluminação	Caixa estanque da bateria	Cabo elétrico
Interferência da iluminação natural no segundo plano	Sim	Não
Facilidade de quantificação e identificação	Não	Sim
Confirmação da posição na coluna de água	Não	Sim
Velocidade no fluxo de água	Alta	Baixa
Manobra a bordo	Difícil	Fácil
Área (volume) percorrida	Maior	Menor

Ao que parece, a transparência da água também apresenta influência na qualidade das imagens obtidas nos arrastos. Devido à grande variabilidade das leituras do disco de Secchi obtidos, foi possível determinar somente um padrão de associação, envolvendo melhores condições de obtenção de imagens em medida de Secchi superiores a 2,5 metros.

As espécies identificadas nos vídeos foram confirmadas pelas ocorrências nas redes de arrasto de camarão e por conhecimento da fauna de gelatinosos da região. Salpas, provavelmente da espécie *Thalia democratica* e o Ctenophora da espécie *Mnemiopsis leidyi* seriam os mais representativos pelas altas abundâncias registradas no zooplâncton da região (Resgalla Jr., 2011). As macromedusas foram confirmadas pelos trabalhos de De Barba et al. (2016) e Resgalla Jr. et al. (2023).

Trabalhos semelhantes com o uso de imageamento têm apontado os mesmos problemas na identificação dos organismos. Gibbons et al. (1992), Olesen (1995) e Graham et al. (2003) destacam que as macromedusas ocorrem em baixas densidades, apesar de apresentarem ampla distribuição nos oceanos. Adicionalmente, Graham (2003), em um estudo com o uso do *JellyCam*, destaca que organismos gelatinosos do zooplâncton, como Salpas, Ctenophora e algumas espécies de hidromedusas, apresentam limitações, devido ao seu tamanho e à baixa visibilidade.

Em uma análise geral das espécies com potencial registro nas imagens, destacam-se as hidromedusas *Olindias sambaquiensis* e *Rhacostoma atlanticum* que ocorrem em maiores densidades nos arrastos de fundo do camarão. As Scyphozoas *Chrysaora lactea* e *Lychnorhiza lucerna* seriam as representantes de medusas de maior tamanho, mas de menor abundância. Das espécies ocorrentes na área de estudo, *R. atlanticum*, também conhecida como *Crystal Jellyfish*, a sua transparência poderia ser um limitante nos registros de vídeo.

Os períodos de ausência de captura de organismos em vídeos podem, também, apresentar outras explicações. Além da sazonalidade, as macromedusas podem apresentar grandes variações em suas capturas e, muitas vezes, sua ocorrência pode se restringir a apenas alguns meses, dependendo de sua região (Schiariti, 2008). Até mesmo espécies de grande abundância, como a *O. sambaquiensis*, podem sofrer flutuações provenientes de condições meteorológicas (e.g. vento), fazendo com que processos de transporte de águas superficiais, os organismos sejam deslocados para outras áreas ou regiões (Miazan & Guerreiro, 2000). Por se tratar de organismos com pouca capacidade de natação, é comum que estejam aglomerados em determinados locais, sejam deslocados na coluna de água por migrações verticais ou, até mesmo, influenciados por fatores físicos do ambiente, como correntes e ondulações (Gibbons et al., 1992, Olesen, 1995, Graham et al., 2003).

Apesar dessas limitações, foi possível registrar o deslocamento de *O. sambaquiensis* na coluna de água, sendo essa espécie a segunda em dominância na região de estudo (De Barba et al., 2016). O conjunto das características da perfilação vertical e sua opacidade permitiram indicar um comportamento de migração vertical confirmado em dois períodos amostrais, sendo que a concentração do organismo no fundo foi estabelecida próximo ao meio-dia (Figura 7). Apesar do comportamento não ter sido acompanhado por um período mínimo de 12 horas, o trabalho de Chiaverano (2001) destaca que esse movimento vertical na coluna de água para a mesma espécie tem sido observado na costa da Argentina.

A ocorrência preferencial, próxima ao fundo, das macromedusas tem sido destacada por Rutkowski et al. (2018) e Schroeder et al. (2014), com base nas pescarias realizadas nas regiões sudeste e sul do Brasil e pelas diferenças entre o petrecho utilizado (arrasto e fundo, cerco, emalhe de superfície e fundo). De qualquer forma, a confirmação da distribuição próxima ao fundo por vídeo está limitada à camada nefeloide comum na região de estudo e possivelmente em outras regiões do sul do Brasil (Schettini et al., 1998).

A ocorrência, em vídeo, de estruturas denominadas como Pseudo-TEP's apresentou uma continuidade ao longo do tempo amostral e com abundâncias na primavera de 2017, inverno de 2018 e no verão de 2019, não demonstrando, portanto, um padrão sazonal claro. A falta de informação bioquímica impede de apontar sua origem vegetal (carboidratos) ou animal (proteínas). Os Pseudo-TEPs podem estar associados ao muco liberado por águas-vivas, devido à maior atividade metabólica nas primeiras horas do dia (Patwa et al., 2015). Podem ser exudados, inicialmente de menor tamanho e que aumentam por choque de estruturas similares associadas a outros organismos planctônicos, principalmente de representantes do micro e nanoplâncton e ainda por muco liberado por corais moles do gênero *Palythoa*, comuns em substratos consolidados do litoral norte de Santa Catarina. Conceitualmente, as estruturas conhecidas como TEP's (*Transparent exopolymer particles*) são exsudados provenientes de macro e microalgas que apresentam sua composição rica em carboidratos e possuem uma alta fluidez, de modo que se mantenham em suspensão na coluna d'água (Ortega-Retuerta et al., 2018; Passow et al., 2001; Passow, 2002). Esses autores destacam que essas partículas têm grande importância para a teia trófica, uma vez que serve de substrato para colonização de microrganismos.

5 Conclusões

Este estudo testou a aplicação de um novo método para estudos de organismos "*In situ*", com o uso de equipamentos de acesso rápido e barato. A estrutura projetada para o acoplamento e operação da câmera comercial mostrou-se eficiente, apresentando grande resistência, proteção e hidrodinâmica.

As imagens obtidas mostraram-se limitadas ao tipo de arrasto, às condições ambientais (transparência) e à aleatoriedade de ocorrência dos organismos.

A operação do equipamento em perfil vertical ou em pêndulo apresentou uma maior capacidade de obtenção de informações na coluna de água, em maior precisão de profundidade, assim como em melhor qualidade das imagens. Devido à essa operação, foi possível indicar que a espécie de hidromedusa *Olindias sambaquiensis*, possivelmente, apresenta comportamento de migração vertical.

As análises dos vídeos destacam para as possibilidades de pesquisa das estruturas denominadas de Pseudo-TEP's, que apresentaram uma densidade elevada na região e ainda não despertaram o interesse na investigação de sua origem, composição bioquímica e função ecológica.

Agradecimentos

À Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) pela viabilidade de recursos para as saídas de campo, aquisição de material e a concessão da bolsa no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (ProBIC).

Referências

- De Barba, F. F. M., Bazi, C. C., Pessatti, M. L., Resgalla Jr., C. 2016. Macromedusae of Southern Brazil: temporal variation, population structure and biochemical composition. *Braz. J. Oceanogr.*, 64(2): 127-136. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592016101806402>.
- Boltovskoy, D. 1981. Atlas del zooplankton del Atlántico sur occidental y metodos de trabajo con el zooplankton marino. INIDEP, Mar del Plata. 936pp.
- Brodeur, R.D., Mills, C.E., Overland, J.E., Walters, G.E., Schumacher, J.D. 1999. Evidence for a substantial increase in gelatinous zooplankton in the Bering

- Sea, with possible links to climate change. *Fish. Oceanogr.* 8: 296-306.
- Brundage Jr., W.L., Buchanan, C.L., Patterson, R.B. 1967. Search and serendipity. In: Hersey, J.B. (ed.), *Deep Sea Photography*. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 75-87.
- Chiaverano, L. M. 2001. Historia de vida de *Olindias sambaquiensis* (*Limnomedusae, Olindiidae*) durante su fase sexual en la zona de El Rincón (Buenos Aires, Argentina): estructura de tallas, crecimiento, desarrollo e influencia ambiental en sus agregaciones. Dissertação (Mestrado), Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, 70pp.
- Davis, C.S., Gallagher, S.M., Solow, A.R. 1992. Microaggregations of oceanic plankton observed by towed video microscopy. *Science*, 257: 230-232.
- De Barba, F.F.M., Bazi, C.C., Pessatti, M.L., Resgalla Jr., C. 2016. Macromedusae of southern Brazil: temporal variation, population structure and biochemical composition. *Braz. J. Oceanogr.* 64: 127-136.
- Gibbons, M.J., Stuart, V., Verheye, H.M. 1992. Trophic ecology of carnivorous zooplankton in the Benguela. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 421-437.
- Graham, W.M., Martin, D.L., Martin, J.C. 2003. In situ quantification and analysis of large jellyfish using a novel video profiler. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 254: 129-140.
- Graham, W.M., Pages, F., Hamner, W.M. 2001. A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia*, 451: 199-212.
- Grant, S., Ward, P., Murphy, E., Bone, D., Abbott, S. 2000. Field comparison of an LHPR net sampling system and an Optical Plankton Counter (OPC) in the Southern Ocean. *J. Plankton Res.* 22: 619-638.
- Grassle, J.F., Sanders, H.L., Heisler, R.R., Rowe, G.T., McLellan, T. 1975. Pattern and zonation: a study of the bathyal megafauna using the research submersible Alvin. *Deep-Sea Res.* 22: 457-481.
- Hamner, W.M., Madin, L.P., Alldredge, A.L., Gilmer, R.W., Hamner, P.P. 1975. Underwater observations of gelatinous zooplankton: sampling problems, feeding biology, and behavior. *Limnol. Oceanogr.* 20(6): 907-917.
- Herman, A.W. 1992. Design and calibration of a new optical plankton counter capable of sizing small zooplankton. *Deep-Sea Res.* 39: 395-415.
- Herman, A.W. 1988. Simultaneous measurement of zooplankton and light attenuation with a new optical plankton counter. *Cont. Shelf Res.* 8: 205-221.
- Laval, P., Braconnot, J.C., Carré, C., Goy, J., Morand, P., Mills, C.E. 1989. Small-scale distribution of macroplankton and micronekton in the Ligurian Sea (Mediterranean Sea) as observed from the manned submersible Cyana. *J. Plankton Res.* 11(4): 665-685.
- Lenz, J., Schnack, D., Petersen, D., Kreikemeier, J., Hermann, B., Mees, S., Wieland, K. 1995. The Ichthyoplankton Recorder: a video recording system for in situ studies of small-scale plankton distribution patterns. *ICES J. Mar. Sci.* 52: 409-417.
- Madin, L.P. 1988. Feeding behavior of tentaculate predators: *in situ* observations and a conceptual model. *Bull. Mar. Sci.* 43: 413-429.
- Olesen, N.J. 1995. Clearance potential of jellyfish *Aurelia aurita*, and predation impact on zooplankton in a shallow cove. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 124: 63-72.
- Omori, M., Hamner, W.M. 1982. Patchy distribution of zooplankton: behavior, population assessment and sampling problems. *Mar. Biol.* 72: 193-200.
- Ortner P.B., Cummings, S.R., Aftiring, R.P., Edgerton, H.E. 1979. Silhouette photography of oceanic zooplankton. *Nature*, 277, 50-51.
- Passow, U. 2002. Transparent exopolymer particles (TEP) in aquatic environments. *Progress Oceanogr.* 55 (3-4): 287-333. [http://dx.doi.org/10.1016/s0079-6611\(02\)00138-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0079-6611(02)00138-6).
- Passow, U., Shipe, R.F., Murray, A., Pak, D.K., Brzezinski, M.A., Alldredge, A.L. 2001. The origin of transparent exopolymer particles (TEP) and their role in the sedimentation of particulate matter. *Continental Shelf Res.* 21(4): 327-346. [http://dx.doi.org/10.1016/s0278-4343\(00\)00101-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0278-4343(00)00101-1).
- Pogodin, A.G. 1998. *Aurelia limbata*—a new component of the scyphomedusan fauna of the Sea of Japan. *Russ. J. Mar. Biol.* 24(4): 264-265.
- Postel, L., Fock, H., Hagen, W. 2000. Biomass and Abundance. In: Harris, R.P.; Wiebe, P.H.; Lenz, J.; Skjoldal, H.R.; Huntley, M. (eds), *Zooplankton methodology manual*. Academic Press, San Diego, 83-192.
- Patwa, A., Thiéry, A., Lombard, F., Lilley, M.K.S., Boisset, C., Bramard, J-F, Bottero, J-Y, Barthélémy, P. 2015. Accumulation of nanoparticles in "jellyfish" mucus: a bio-inspired route to decontamination of nano-waste. *Scientific Reports*, 5(1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.1038/srep11387>.
- Resgalla Jr., C. 2011. The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. *An Acad. Bras. Cienc.* 83: 575-588.
- Resgalla Jr., C., Kruger, K.C., Costa, M.A.L.M., Sarraff, T.E.S., Silva, A.L. 2023. Urticating macromedusae and stinging bathers on the South Atlantic coast: Oceanographic and climatological conditions of *Olindias sambaquiensis* (Müller, 1861) outbreaks. *Cont. Shelf Res.* 269: 105-128. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2023.105128>.

- Rutkowski, T.; Schroeder, R.; Resgalla, C. 2018. Occurrences of jellyfish in the industrial fishing activity of the southeastern and southern regions of Brazil. *Mar. Coastal Fish.* 10(2): 144-151. <http://dx.doi.org/10.1002/mcf2.10017>.
- Schettini, C., Kuroshima, Pereira, J., Rörig, L., Resgalla, C. 1998. Oceanographic and ecological aspects of the Itajaí-açu river plume during a high discharge period. *Na.Acad. Bras. Ciências*, 70(2): 335-351.
- Schiariti, A. 2008. Historia de vida y dinámica de poblaciones de *Lychnorhiza lucerna* (Scyphozoa): ¿Un recurso pesquero alternativo?. Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Buenos Aires, 220p.
- Schroeder, R., Branco, J.O., Freitas Jr., F., Resgalla Jr., C. 2014. Preliminary assessment of the jellyfish bycatch captured off southern and southeastern Brazil. *Latin Amer. J. Aquatic Res.* 42(2): 289-300. <http://dx.doi.org/10.3856/vol42-issue2-fulltext-1>.
- Smith, S.L., Pieper, R.E., Moore, M.V., Rudstam, L.G., Greene, C., Flagg, C.N., Williamson, C.E., Zamon, J.E. 1992. Acoustic techniques for the *in situ* observation of zooplankton. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol.* 36: 23-43.
- Sprules, W.G., Bergstrom, B., Cyr, H., Hargreaves, B.R. 1992. Non-video optical instruments for studying zooplankton distribution and abundance. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol.* 36: 45-58.
- Tiselius, P. 1998. An *in situ* video camera for plankton studies: design and preliminary observations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 164: 293-299.