

Refinamento do painel em leque em redes aviãozinho: uma estratégia para a redução da fauna acompanhante

Refining fan upper panel device in fykenets: a strategy to bycatch reduction

Refinamiento del panel de abanico en redes avioncito: una estrategia para la reducción de la fauna acompañante

Recebido: 14/03/2022 | Revisado: 23/03/2022 | Aceito: 29/03/2022 | Publicado: 05/04/2022

Gabriela Aparecida Machado Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8922-5833>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: gabrielamendes777@hotmail.com

Isabel Boaventura Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7990-7195>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: isabelmonteiro7@gmail.com

Vitor das Neves Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4123-5415>
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil
E-mail: vitornevescardoso@hotmail.com

David Valença Dantas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6890-1313>
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil
E-mail: david.dantas@udesc.br

Eduardo Gentil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6139-8636>
Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil
E-mail: eduardo.gentil@udesc.br

Resumo

Historicamente, as pescarias de camarões têm gerado expressiva captura de fauna acompanhante, independentemente da tipologia das artes de pesca empregadas (ativa ou passiva). Na América do Sul, as redes aviãozinho são utilizadas para a captura de camarões, adotadas em escala artesanal, onde trabalhos anteriores apontam o impacto ambiental derivado destas capturas. Para reduzir a assimilação de capturas acessórias são utilizados dispositivos de redução de fauna acompanhante (BRDs), que representam uma possibilidade adequada à este fim. Em nosso trabalho, dimensionamos o refinamento do painel em leque para redes aviãozinho, como uma estratégia para redução da fauna acompanhante. Foram realizados treze ensaios de pesca utilizando-se rede normal (RN) e rede alterada (RA), ou seja, com a alteração proposta (13 esforços de pesca com RN e 13 esforços de pesca com RA, respectivamente). Após as campanhas, foram capturados 697 camarões, 435 siris e 476 juvenis de peixes teleósteos. A rede alterada apontou um aumento da proporção "recurso alvo / fauna acompanhante" em relação à rede normal. Em relação ao *bycatch*, constituído pela família Gerreidae, mostrou-se mais predominante nas campanhas de pesca. RA gerou 54% de aumento nas capturas de camarão, sem reduções significativas de fauna acompanhante. Embora a redução de capturas acessórias não tenha sido alcançada, a alternativa tecnológica proposta neste trabalho pode contribuir para maiores capturas de camarão, aumentando a geração de renda dos pescadores locais.

Palavras-chave: Tecnologia pesqueira; Rede passivas; Pesca artesanal; Estuários.

Abstract

Historically, shrimp fisheries has been generating a expressive bycatch independly of gear tipology (active or passive). In South America, shrimp fyke nets are usually adopt in artisanal scale with previous works suggesting the environmental impact derived from this catch approach. To reduce bycatch assimilation, the adoption of bycatch reduction devices (BRDs) represents one suitable possibility. In our work we valuated the refining of fan panel in shrimp fyke nets to reduce bycatch assimilation. Thirteen fishing trips were performed using control gears (CG) and modified gears, that is, with the fan panel refining (MG) (13 fishing effort with CG and 13 fishing efforts with MG, respectively). After those campaigns we caught 697 shrimps, 435 crabs and 476 juveniles of bony fishes. MG revealed an increase of "target resource / bycatch" relation in relation to CG, once this one caught more shrimps than CG. Gerreidae family were the most proeminent bycatch in fishing campaigns. MG showed 54% of increase shrimp catches bu without significant bycatch reductions. Although the bycatch reduction possibility did not be reach it the

technological alternative proposed in this work can contribute to higher shrimp catches, increasing the local fishermen income generation.

Keywords: Fishing technology; Passive fishing gears; Artisanal fishing; Estuaries.

Resumen

Históricamente, las pescas de camarones han generado capturas expresivas de fauna acompañante, independientemente de la tipología de las artes de pesca implementadas (activa o pasiva). En Sudamérica, las redes avioncito son utilizadas para la captura de camarones, adoptadas en la escala artesanal, donde trabajos anteriores apuntan al impacto ambiental derivado de estas capturas. Para reducir la asimilación de capturas accesorias, son utilizados dispositivos de reducción de fauna acompañante (BRDs), que representan una posibilidad adecuada a este fin. En nuestro trabajo, dimensionamos el refinamiento del panel de abanico para redes avioncito, como una estrategia para reducción de la fauna acompañante. Fueron realizados trece ensayos de pesca utilizando la red normal (RN) y la red alterada (RA), o sea, como la alteración propuesta (13 esfuerzos de pesca con RN y 13 esfuerzos de pesca con RA, respectivamente). Después de las campañas, fueron capturados 697 camarones, 435 cangrejos y 476 juveniles de peces teleósteos. La red alterada mostró un aumento de la proporción "recurso objetivo / fauna acompañante" en relación a la red normal. En relación al bycatch, constituido por la familia Gerreidae, se mostró más predominante en las campañas de pesca. RA generó 54% de aumento en las capturas de camarón, sin reducciones significativas de fauna acompañante. Aunque la reducción de capturas accesorias no haya sido alcanzada, la alternativa tecnológica propuesta en este trabajo puede contribuir para mayores capturas de camarón, aumentando la creación de ingresos de los pescadores locales.

Palabras clave: Tecnología pesquera; Redes pasivas; Pesca artesanal; Estuarios.

1. Introdução

Os camarões peneídeos representam uma das principais fontes de geração de renda e divisas decorrentes das pescarias comerciais (Maheswarudu et al., 2018), razão pela qual diversas modalidades têm este recurso como espécie-alvo, com notório destaque para as pescarias ativas no ambiente marinho, como os arrastos camaroeiros em toda costa brasileira (Duarte et al 2019; Sei & Baio, 2019), e passivas em ecossistemas transicionais e continentais, como a pesca com redes aviãozinho na Lagoa do Peixe e Lagoa dos Patos, Sul do Brasil (Haimovici et al., 2002; Larocque et al., 2012; Lemos et al., 2022).

A literatura destaca o uso de redes aviãozinho nos estuários rasos de latitudes subtropicais da América do Sul (Vianna e Almeida, 2005). Este petrecho passivo apresenta duas asas (ou mangas), túnel e ensacador e possui formato geométrico similar às redes de arrasto de fundo (Benedet et al., 2010). As redes aviãozinho são alocadas nos sítios de pesca com o auxílio de estacas amarradas nas suas extremidades, munida com iluminação artificial emersa acondicionada na estaca onde se encontra amarrado o ensacador (Vieira et al., 1996). Adicionalmente, as redes apresentam aros de aço galvanizados entre o túnel inferior e o ensacador, que visam assegurar a captura de camarões, evitando que as panagens possam vir a se colmatar, algo que poderia impedir o sucesso da pescaria (Loebmann & Vieira, 2006; Poirier et al., 2018).

Embora as redes aviãozinho sejam amplamente adotadas para a pescaria de camarões, este petrecho também assimila um expressivo quantitativo de fauna acompanhante (*bycatch*), com especial destaque para os juvenis de peixes teleósteos e siris (Soeth et al., 2015). Tentando minimizar esta problemática, Vianna e D’Incao (2006) sugeriram a adoção de grades rígidas com diferentes espaçamentos como *bycatch reduction device* (BRD) específico para esta pescaria. Embora eficientes para a redução de fauna acompanhante, o uso de grades de seleção é pouco apreciado pelos pescadores locais, uma vez que, estas tendem a reduzir as capturas de *byproduct*, isto é, recursos que embora não sejam alvo da pescaria, são aproveitados para fins de comercialização (Broadhurst, 2000; Dave & Routray, 2018).

Visto isso, Farias et al. (2019) sugeriram um *layout* alternativo às redes aviãozinho a partir da redução da abertura vertical e substituição da panagem superior por um painel em leque (constituído por tirantes em substituição às panagens). Embora os resultados obtidos pelos autores demonstrem uma expressiva redução na assimilação de *bycatch* e manutenção das capturas de camarões, estes relatam extraoficialmente que, embora eficiente, os autores relatam que o uso de tirantes é

pouco operacional no tocante à alocação do petrecho no sítio de captura, sendo necessário desprender maior tempo/petrecho para a execução desta tarefa.

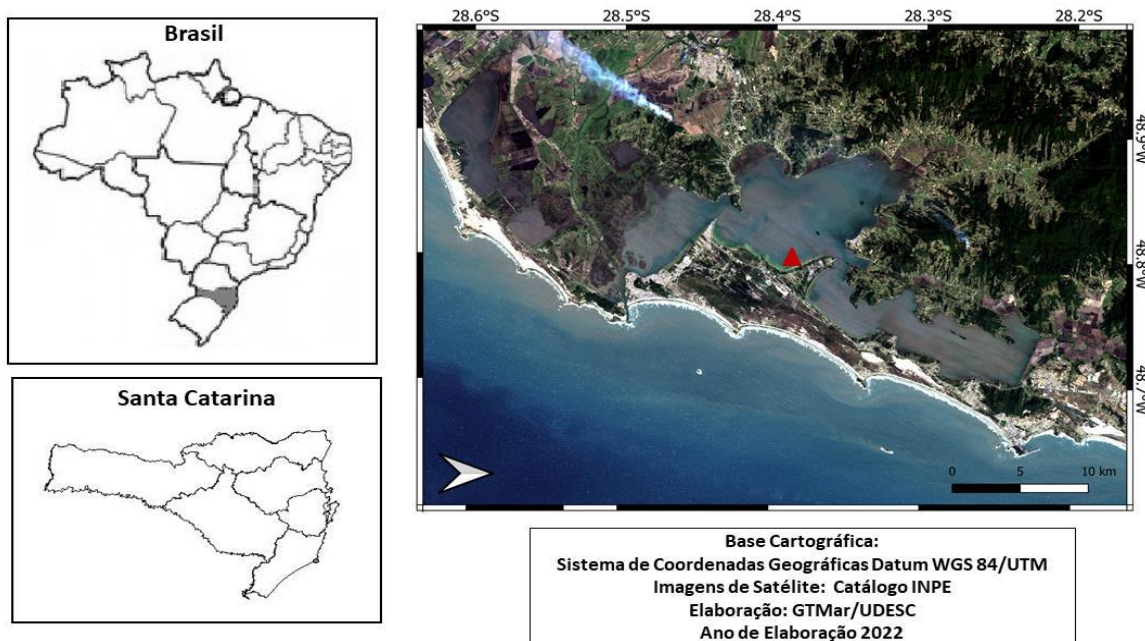
Partindo desta premissa, o presente trabalho sugere um refinamento do painel em leque sugerido por Farias et al. (2019) nas redes aviãozinho a partir da substituição dos tirantes por panagens com 18 cm de abertura entre os nós opostos + manutenção do pano guia, avaliando as capturas do recurso alvo e *bycatch*. Deste modo, esperamos incrementar a operacionalidade e seletividade das redes aviãozinho munidas com BRDs, fator este essencial para futuras medidas de gestão pesqueira regional.

2. Materiais e Métodos

2.1 Área de estudo

O Sistema Estuarino de Laguna (SEL) (coordenadas centrais: 28° S e 48° W) (Figura 1), é composto por três lagoas costeiras (lagoas do Mirim ao norte, Imaruí no centro e Santo Antônio dos Anjos ao sul), que compreendem o maior setor do Complexo Lagunar Sul de Santa Catarina, Brasil (Sunye et al., 2014; Barletta et al., 2017b).

Figura 1. Porção do Sistema Estuarino de Laguna (SEL) (triângulo vermelho) onde foram realizadas as atividades de captura (vide a área em destaque no mapa).



Fonte: Autores (2019).

A porção sul está sujeita a influência direta das águas costeiras, pois possui ligação com o oceano através de um estreito canal, apresentando condições entre mesohalinas e polihalinas (salinidade 5 – 30), dependendo dos padrões de marés, ventos e precipitação (Barletta et al., 2017b; Farias et al., 2018). Toda essa hidrodinâmica possibilita o sucesso reprodutivo das populações de camarão-rosa (*Farfantepenaeus ssp.*), visto que as espécies são estuarinas dependentes (Taylor e Loneragan, 2019). A porção central apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento, alimentação e reprodução do camarão-rosa, atuando também como zona de berçário para diversas espécies de peixes e crustáceos. Além disso, a região apresenta um extenso histórico associado à pesca com redes de aviãozinho (Sunye et al., 2014), razão pela qual, fora escolhida para a execução dos ensaios de pesca.

2.2 Desenho e método amostral

O trabalho desenvolvido foi um estudo de caso qualitativo, seguindo a metodologia científica de Pereira et al. (2018). Todos os lances de pesca foram conduzidos entre os meses de novembro de 2018 a janeiro de 2019 no SEL, período que coincide com a safra de pesca do camarão-rosa (*Farfantepenaeus* spp.) na região (IBAMA - Instrução Normativa Nº 21/2009). As redes foram alocadas de forma pareada, isto é, uma rede normal (RN) e uma rede alterada (RA) por lance de pesca. Cabe salientar que ambas as redes apresentavam as mesmas dimensões e foram alocadas em paralelo em todos os lances. Foram realizados 26 lances, sendo 13 com RN e os outros 13 simultaneamente com RA.

A rede normal (RN) possuía o *layout* comumente utilizado pelos pescadores artesanais do SEL. Já as redes alteradas (RA) embora assemelhem-se às redes aviãozinho locais, estas últimas eram munidas com pano-guia + painel em leque refinado. O refinamento do painel em leque foi obtido a partir da alocação de uma panagem com malhas de poliamida monofilamento (PA mono) com 18 cm de abertura entre nós opostos em substituição à panagem comumente empregada (PA multi com abertura de 2,5 cm entre nós opostos). Adicionalmente, foi inserido um pano-guia na porção interna das mangas na porção compreendida entre 50% da altura destas e a porção superior da primeira válvula (caçapa) de acesso ao túnel do petrecho, estando este localizado imediatamente após a boca da armadilha (Figura 2).

O tempo de operação de captura/lance (em RN e RA) foi de aproximadamente 12 horas/campanha, tendo sido as redes alocadas na água às 18:00 e retirados no início do período matutino (06:00). Foram instaladas lâmpadas de LED na cor branca no topo das estacas onde os ensacadores de RN e RA foram alocados. Esta iluminação visa atrair os camarões para o interior da rede, prática comum entre os pescadores locais. Salienta-se que o tempo de atuação das redes na água, bem como a forma de instalação das redes no sítio de captura seguiram a metodologia de captura já empregada na região.

2.3 Análise de dados

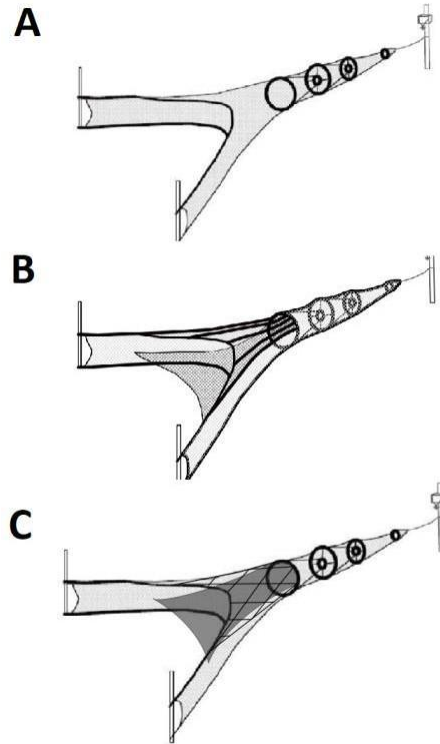
Todo o material capturado foi acondicionado em sacolas plásticas etiquetadas e encaminhado para o laboratório visando identificação ao nível de espécie. Posteriormente, os indivíduos capturados foram medidos e pesados individualmente.

O produto das capturas foi dividido em camarões e *bycatch*, sendo estes ordenados por grupo da rede ao qual foram capturados (RN e RA). Assim, tivemos o quantitativo de camarões em RN e RA (biomassa, comprimento total e número de indivíduos), bem como, *bycatch* para RN e RA (biomassa, comprimento total e número de indivíduos), respectivamente. Em relação ao último grupo, foi considerado como fauna acompanhante ou *bycatch*, todos os organismos aquáticos capturados excetuando-se as capturas-alvo, isto é, os camarões marinhos. Cabe salientar que embora os siris possam ser tratados como *byproduct*, o presente estudo optou por classificá-los como *bycatch* ou fauna acompanhante tal qual como Farias et al. (2019), uma vez que, os teleósteos capturados também podem ser classificados como tal (*byproduct*). Neste caso, o aviãozinho seria tratado como um petrecho multi-propósito, abordagem está em desacordo com a proposta inicial do petrecho supracitado.

Os peixes teleósteos capturados foram agrupados em 3 grupos distintos, a saber: pelágicos, demersais e bentônicos, visando facilitar a análise das capturas/associação. Este ordenamento foi realizado com o auxílio da plataforma *Fishbase*® (Froese & Pauly, 2022).

De posse das informações sobre recurso alvo e *bycatch* foram agrupadas por tratamento, estas foram submetidas ao teste não paramétrico de Mann-Whitney (MW) bicaudal com 5% de significância (Mann e Whitney, 1947), visando identificar possíveis diferenças estatísticas entre as redes testadas, bem como, verificar se as alterações propostas (RA) apresentaram desempenho significativo, isto é, redução das capturas de fauna acompanhante e manutenção e/ou incremento das capturas-alvo.

Figura 2. Desenhos em perspectiva de redes aviãozinho. Em (A) encontra-se um esboço da rede normal (RN) empregada neste estudo. (B) Aviãozinho munido com o dispositivo desenvolvido e testado por Farias et al. (2019) e em (C) temos a RA desenvolvida para o presente estudo. Note que em (B) e (C) temos a presença de pano-guia (porção destacada em cinza escura na porção interna das mangas). Contudo, o painel em leque apresentado em (B) é constituído por tirantes, enquanto em (C) encontra-se o refinamento do painel em leque (confeccionado com malhas de 18 cm de abertura entre nós opostos).

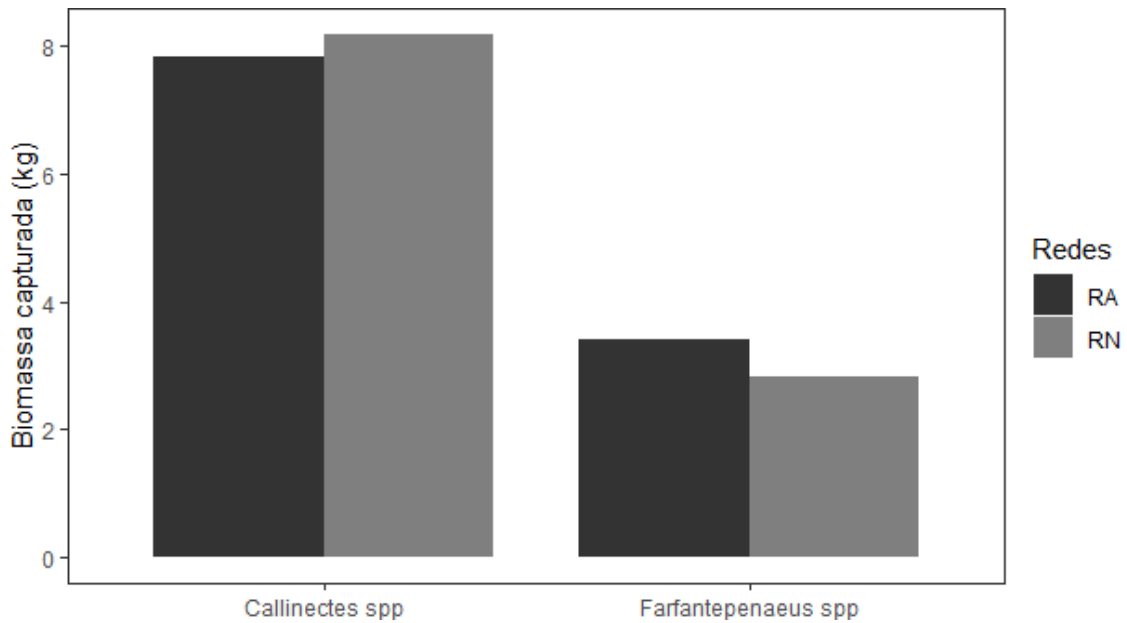


Fonte: Autores (2019).

3. Resultados

Os 26 lances de pesca (RN+RA) capturaram 29 kg de biomassa, totalizando 1608 indivíduos capturados (camarões, peixes teleósteos e siris). Neste sentido, foram capturados 274 camarões da espécie *Farfantepenaeus ssp* em RN e 423 indivíduos em RA. Interessante salientar que as redes alteradas (RA) capturaram uma biomassa de camarões total superior (3398,7 g) frente à obtida pelas redes-controle (RN) (2830,4 g) (Figura 3). Resultados similares foram obtidos para as capturas dos siris (*Callinectes sp.*), uma vez que, 211 indivíduos foram capturados em RN e 220 exemplares foram assimilados em RA. Este padrão também pôde ser observado na biomassa total produzida: 8159,6 g em RN e 7750,7 g em RA (Figura 3).

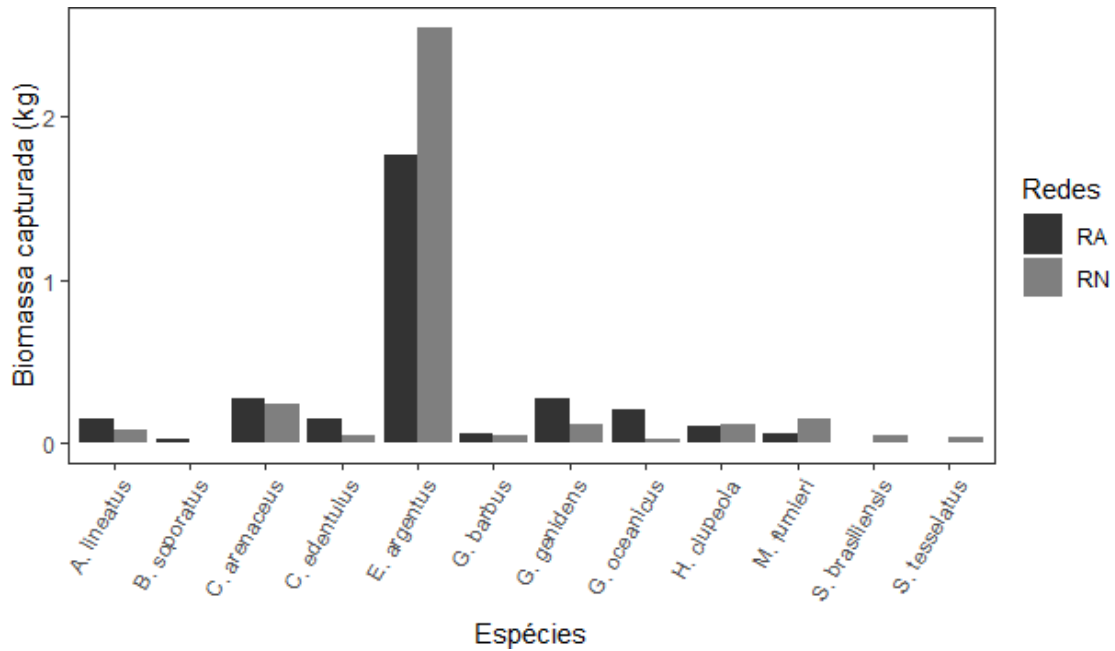
Figura 3. Biomassa total de crustáceos capturados (sirís e camarões) em kg.



Fonte: Autores (2019).

Doze espécies de peixes teleósteos foram capturadas ao longo das campanhas (RN+RA) (Figura 4). As espécies pelágicas (3) capturadas foram: *Harengula clupei* (Cuvier, 1829), *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829). Espécies demersais (6): *Eucinostomus argenteus* Baird e Girard, 1855, *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823), *Genidens genidens* (Cuvier, 1829), *Genidens barbatus* (Lacepède, 1803), *Gobionellus oceanicus* (Pallas, 1770), *Bathygobius soporatus* (Valenciennes, 1837) e, por fim, os indivíduos bentônicos (3) foram: *Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758), *Symphurus tessellatus* (Quoy e Gaimard, 1824), *Citharichthys arenaceus* Evermann e Marsh, 1900. Foram capturados 273 indivíduos em RN e 203 peixes em RA, gerando uma biomassa total de 3391,76 g e 3036,87 g, respectivamente (Tabela 1). O somatório das biomassas capturadas das espécies *Harengula clupei*, *Eucinostomus argenteus* e *Citharichthys arenaceus* representam mais de 85% do bycatch total capturado.

Figura 4. Biomassa/espécie de teleósteos capturados em RN e RA.



Fonte: Autores (2019).

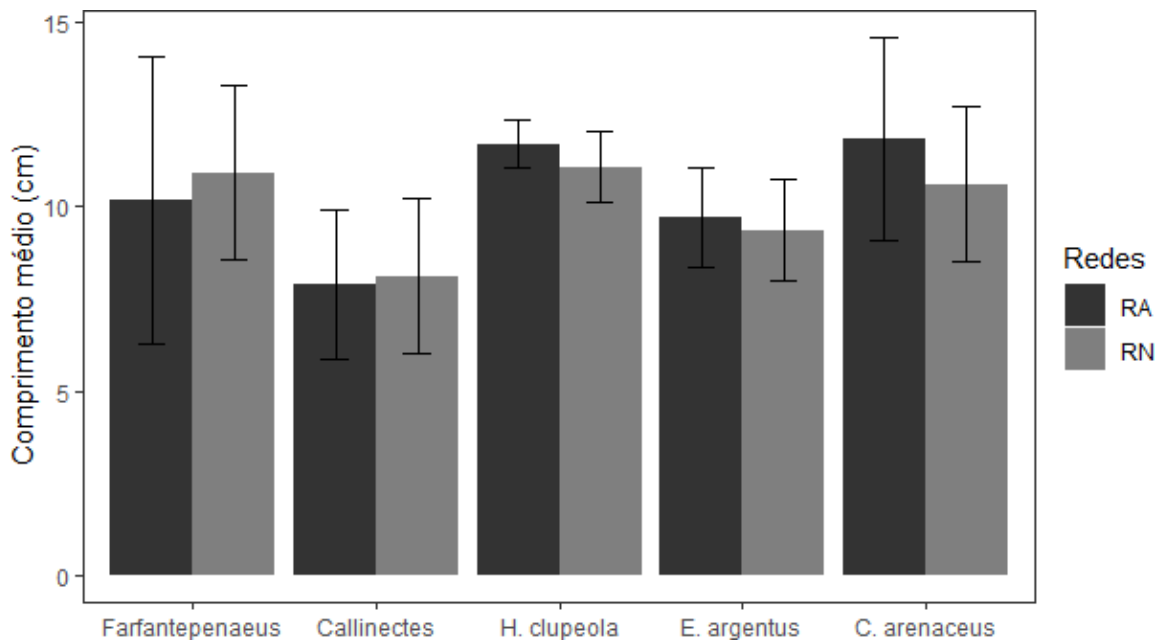
Tabela 1. Número de indivíduos, biomassa e comprimento médio total de crustáceos e peixes teleósteos capturados em RN e RA durante as campanhas de pesca.

Família	Nome científico	Número de indivíduos		Biomassa total [g]		Comprimento médio [cm]	
		RN	RA	RN	RA	RN	RA
Peneidae	<i>Farfantepenaeus ssp</i>	274	423	2830.4	3398.7	10.9	10.2
Portunidae	<i>Callinectes ssp</i>	211	220	8159.6	7750,7	8.1	7.9
Achiridae	<i>A. lineatus</i>	4	7	74.4	142.5	8.8	9.2
Ariidae	<i>G. genidens</i>	5	14	109.4	266.6	13.1	12.4
Ariidae	<i>G. barbuis</i>	3	4	41.5	52.6	11.5	11.4
Clupeidae	<i>H. clupeiola</i>	7	5	108.4	96.1	11	11.7
Clupeidae	<i>S. brasiliensis</i>	2	0	37.5	0	13.3	0
Cynoglossidae	<i>S. tessellatus</i>	1	0	29.1	0	15.3	0
Continuação Tabela 1							
Engraulidae	<i>C. edentulus</i>	1	4	45.9	149.2	16.4	10.6
Gerreidae	<i>E. argenteus</i>	227	144	2546	1770	9.3	9.7
Gobiidae	<i>G. oceanicus</i>	1	9	20.8	203	17.4	16.8
Gobiidae	<i>B. soporatus</i>	0	2	0	25.8	0	9.4
Paralichthyidae	<i>C. arenaceus</i>	20	13	232.1	272.7	10.6	11.8
Sciaenidae	<i>M. furnieri</i>	2	1	145.7	57.1	18.5	-

Fonte: Autores (2019).

Foram avaliados os comprimentos médios e desvio padrão dos indivíduos capturados (camarões, siris e peixes). Tratando-se dos camarões, RN obteve comprimento médio de $10,90 \pm 2,35$ cm e para RA obtivemos $10,17 \pm 3,87$ cm. Para os siris capturados RN apresentou um comprimento médio de carapaça de $8,12 \pm 2,12$ cm, já RA apresentou valores menores $7,90 \pm 2,03$ cm. Por fim as três espécies de peixes mais capturadas, foram separadas em RN e RA. Estas apresentaram os seguintes comprimentos médios: *Harengula clupeola* em RN $11,07 \pm 0,98$ cm e RA $11,7 \pm 0,63$ cm, *Eucinostomos argenteus* RN $9,36 \pm 1,37$ cm e RA $9,68 \pm 1,34$ cm e, por fim, *Citharichthys arenaceus* RN $10,6 \pm 2,10$ cm e RA $11,85 \pm 2,74$ cm (Figura 5).

Figura 5. Comprimento médio e desvio padrão dos recursos capturados (camarão, siris e peixes) em RN e RA.

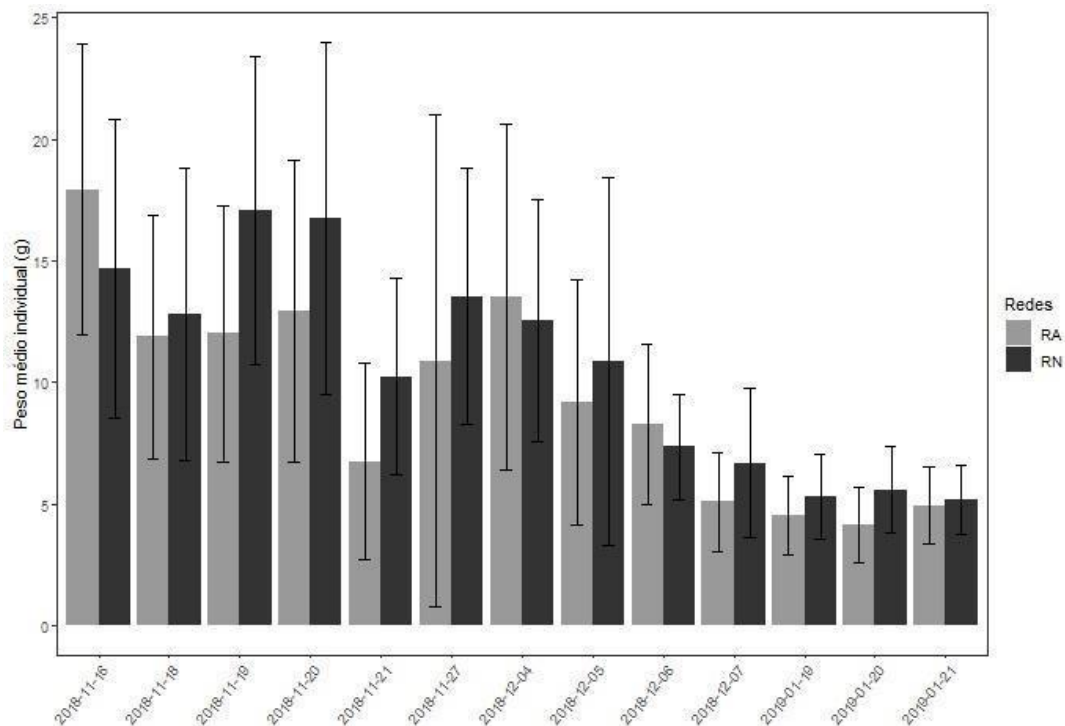


Fonte: Autores (2019).

O teste estatístico não paramétrico de Mann-Whitney identificou diferenças estatísticas no número de camarões capturados em RN e RA ($p < 0,05$). Entretanto, não houveram diferenças significativas na biomassa total capturada em RN e RA. Também não houveram diferenças significativas no tocante ao número de indivíduos e biomassa de peixes e siris capturados ($p > 0,05$). Salientamos que também não foram identificadas diferenças significativas entre as diferentes espécies de peixes teleósteos quando estas foram individualmente analisadas.

As capturas de camarões apresentaram reduções do quantitativo de capturas durante os períodos de safra em que ocorreram as atividades de campo. Em ambas rede (RN e RA) foi observado que no início das campanhas (16/11/2018), os camarões pesavam em média $14,69 \pm 6,16$ g nas RN e $17,94 \pm 5,97$ g nas RA. Ao final dos esforços de pesca (21/01/2019), obtivemos valores inferiores: $5,18 \pm 1,39$ g e $4,95 \pm 1,57$ g em RN e RA, respectivamente (Figura 6).

Figura 6. Peso médio e desvio padrão dos indivíduos capturados, note que no início da safra foram capturados indivíduos maiores e no final da safra indivíduos com tamanhos inferiores.



Fonte: Autores (2019).

4. Discussão

Os resultados obtidos demonstram que as redes aviãozinho apresentam um expressivo potencial de assimilação de *bycatch*. Estudos anteriores já evidenciaram este padrão na composição das capturas para redes aviãozinho (Benedet et al., 2010; Farias et al., 2019), ratificando a baixa seletividade deste petrecho.

A bibliografia reporta a expressiva produtividade dos estuários, bem como, a sua ampla oferta de refúgios e abrigos próximos às suas margens (Dantas et al., 2015; Dantas & Barletta, 2016; Burford & Faggotter, 2021), fato este, um relevante atrativo para diversas espécies pelágicas, demersais e bentônicas que o utilizam para berçário, alimentação e refúgio (Vieillard et al., 2020), o que explica a captura de 15 espécies distintas ao longo das atividades de pesca.

A espécie pelágica mais capturada em ambas as redes (RN e RA) foi a *Harengula clupeiola*. Esta espécie é vulgarmente chamada de sardinha-cascuda, sendo frequentemente encontrada nas pescarias camaroeiras e comumente descartada ainda a bordo (Petermann et al., 2016; Rotundo et al., 2019). Esta espécie costuma estar presente em ambientes costeiros de águas rasas (praias, baías, estuários, marismas e manguezais) e de baixa salinidade (Cattani et al., 2020; Pinto et al., 2021). Considerando que estes indivíduos se alimentam de zoobentos e do zooplâncton (Aguiar et al., 2020), é possível que estes entrem na rede aviãozinho de maneira acidental, enquanto forrageiam em busca de alimento.

Conforme apresentado nos resultados, as espécies demersais *Micropogonias furnieri*, *Genidens genidens*, *Genidens barbatus*, *Gobionellus oceanicus*, *Bathygobius soporatur* e *Eucinostomus argenteus*, foram capturadas ao longo dos esforços de captura. Os hábitos alimentares destas espécies são fundamentalmente compostos por itens bentônicos (FAO, 2002; Froese & Pauly, 2022). Neste sentido, possivelmente estes indivíduos foram capturados acidentalmente enquanto buscavam alimento. Considerando que o BRD proposto era dotado por um pano-guia entre as mangas, a partir da porção correspondente a 50% da altura destas até a primeira caçapa (+ o painel em leque em PA monofilamento), este conjunto pode ter fornecido melhores

condições de escape, não apresentando efeito de seletividade sobre as espécies demersais e bentônicas. Este fato pode ser evidenciado pela grande assimilação de indivíduos demersais em RN e RA.

A espécie *Eucinostomus argenteus* figurou como predominante entre os teleósteos. Sabe-se que estes indivíduos demersais possuem características euritermohalinas e são abundantes em ambientes costeiros (Kimball & Eash-Loucks, 2021). Esta espécie geralmente vive em cardumes e possui participação relevante na cadeia trófica, atuando como agente na transferência de energia em estuários, local onde passam basicamente todo seu ciclo de vida (Vasconcellos et al., 2007; Favero et al., 2019). Considerando que esta espécie vive em cardumes, é razoável supormos que o expressivo quantitativo capturado incidu sobre um cardume que encontrava-se em deslocamento. Entretanto, embora RA tenha apresentado uma redução de 37% nas capturas destes indivíduos, o teste de Mann-Witney não apontou diferenças significativas entre RN e RA.

Espécies bentônicas são frequentemente capturadas por redes aviãozinho (Vieira et al., 1996; Loebmann & Vieira, 2006; Benedet et al., 2010). Neste estudo, houve dominância de captura de linguados das espécies: *Achirus lineatus*, *Symphurus tessellatus* e *Citharichthys arenaceus* que, possivelmente entraram no petrecho dada a impossibilidade de adentrarem as redes RA a partir da porção acima do pano-guia.

Não foram observadas diferenças significativas nas capturas de siris (número de indivíduos e biomassa) entre RN a RA. A literatura aponta que os *Callinectes spp.* costumam habitar regiões costeiras, tais como: baías, estuários e lagoas, utilizando a superfície do substrato aquático em todo seu ciclo de vida (Lovich et al., 2018; Biehl et al., 2019; Kimball et al., 2021) Estes indivíduos se alimentam de restos de crustáceos, peixes, bivalves, vegetações e entre outros (Campbell et al., 2021; Sinnickson et al., 2022). Visto que, possivelmente as capturas de RA e RN foram similares por conta da sua distribuição espacial e ecologia comportamental, RA apresentou desempenho de captura similar à RN, uma vez que, o BRD proposto está centrado na possível seletividade de organismos pelágicos.

RA apresentou um melhor desempenho de capturas de camarões em relação à RN (>50%). Contudo, observou-se uma progressiva redução das biomassas de camarões capturados ao longo das campanhas (entre 16/11/2018 e 21/01/2019) em ambos os rede (RA e RN). No início da safra (15/11) de pesca com redes de aviãozinho (IBAMA - Instrução Normativa N° 21/2009), as capturas assimilaram camarões maiores e mais pesados, no entanto, na medida em que as campanhas foram se sucedendo, estas variáveis passaram a sofrer decréscimos (vide a figura 6 em Resultados). Possivelmente, esta diferença está relacionada ao esforço persistente sobre um mesmo estoque pesqueiro nesta região.

Neste sentido, a literatura nos mostra que o ciclo de vida dos camarões peneídeos tem uma relação direta com as pescarias, durante sua fase de maturação os camarões maduros tendem a sair do estuário para desovar, após a desova as larvas voltam para o estuário para obtenção de nutrientes e proteção (Peixoto et al., 2018). No início da safra muitas espécies ainda não saíram do estuário para desovar no mar aberto, razão pela qual, indivíduos maiores tendem a ser capturados. No decorrer da safra, após uma parcela destes indivíduos serem capturados, a pescaria passa a incidir de maneira mais efetiva sobre o estoque de indivíduos juvenis, cujo comprimento médio de primeira maturação (L_{50}) para as espécies de *Farfantepenaeus spp.* é de 12 cm (Boos et al., 2016; Diadhiou et al., 2018).

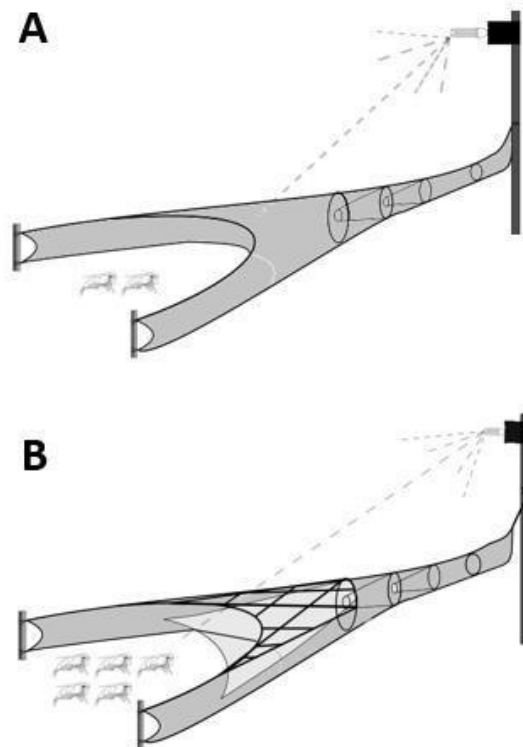
Possivelmente, a maior assimilação de camarões em RA está relacionada com o painel em leque confeccionado em PA mono incolor com abertura de malha de 18 cm entre nós opostos. Comparativamente, é possível afirmarmos que o painel em leque permite um melhor espalhamento da luz artificial gerada pela lâmpada de LED sobre a superfície da coluna d'água quando comparado à panagem superior regular presente em redes aviãozinho (PA multifilamento torcido com abertura de malha 2,5 cm entre nós opostos em cor azul). Assim, podemos supor que RA proporciona uma melhor e mais ampla identificação do atrativo luminoso que RN, culminando numa atração mais efetiva de camarões para o interior do petrecho (Figura 7). Sabidamente, alguns organismos apresentam fototropismo positivo em resposta à interação com a luz artificial, podendo desencadear atração, incremento de crescimento, reprodução e favorecimento da desova de diversas

espécies (An et al., 2009; Araújo e Valenti, 2011). Neste sentido, a presença do atrativo luminoso nas pescarias de aviãozinho é um fator determinante para o sucesso das capturas, uma vez que, esta tecnologia é o principal chamariz para atrair os camarões para o interior do petrecho (Wang et al., 2013; Nguyen et al., 2019; Nguyen & Winger, 2019).

Observando as biomassas de camarões capturadas pelo presente estudo em relação à trabalhos anteriores (Soeth et al., 2015; Farias et al., 2019) é possível evidenciar uma melhor performance de captura de recursos-alvo obtidos a partir do refinamento do painel em leque. É possível afirmar que o refinamento do painel em leque + pano-guia não gerou diferenças significativas nas capturas de *bycatch*. Entretanto, o aumento expressivo da captura do recurso alvo promoveu um incremento nas relações *bycatch*/camarões de 1,05:1.

É importante salientar que as pescarias com aviãozinho incidem sobre os camarões em fase juvenil (vide a Figura 5), sendo este fator um complicador para a manutenção destes estoques. Adicionalmente, a captura de camarões menores tende a suscitar um maior esforço de captura, como fator compensatório à menor quantidade de indivíduos maiores (e mais lucrativos) capturados (Cintra et al., 2004; Vianna & Almeida, 2005).

Figura 7. Esboço esquemático em perspectiva das redes aviãozinho. (A) rede normal (RN) e em (B) temos a rede alterada (RA). Neste esboço é possível observar que o foco de luz (pontilhado em tons de cinza) consegue atravessar o painel em leque (B) sem maiores dificuldades.



Fonte: Autores (2019).

5. Considerações Finais

Sabidamente, a adoção de medidas regulatórias e/ou alternativas tecnológicas que visem reduzir a assimilação da fauna acompanhante, vêm despertando o interesse de pesquisadores (Broadhurst, 2000; Poirier et al., 2018; Clay et al., 2018; Banzon et al., 2019). Portanto, a utilização de *bycatch reduction devices* (BRD's) apontam ser uma alternativa viável para a contribuição pesqueira, ainda mais medidas que dispõem junto com a participação dos pescadores artensais

contribuindo com opiniões sobre a operacionalidade dos dispositivos propostos. Considerando o potencial de empregabilidade dos BRD's o presente trabalho desenvolveu um dispositivo centrado no escape de algumas espécies de teleósteos que sabidamente são capturados em redes aviãozinho.

A eficiência do dispositivo BRD demonstrou que as redes alteradas obtiveram uma tendência a redução dos teleósteos. Esta redução está associada ao *layout* que dispõe de um pano guia para os peixes serem conduzidos até a porção superior da rede onde estão as malhas de 18 cm, proporcionando o escape dos peixes teleósteos e o significativo aumento na captura do recurso alvo. Contudo, pouco têm sido desenvolvidos neste sentido para as redes de aviãozinho, razão pela qual, sugerimos a continuidade dos experimentos que busquem contribuir com alternativas à redução do *bycatch* e manutenção e/ou incremento das capturas alvo.

Agradecimentos

O presente estudo tem apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq/MCTI (CNPq Universal MCTIC/CNPq Proc.: 448568/2014-4). Os autores agradecem o apoio do Grupo de Gestão, Ecologia e Tecnologia Marinha (GTMar) em todas as etapas deste trabalho. O presente estudo está registrado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) (NPP20150000454). David V. Dantas agradece à UDESC (NPP2015020003099; NPP2015020002794; NPP2015020002793) pelo suporte. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Referências

- Aguiar, F. S., Gomes, R. S., Gonçalves., & Araújo, F.G. (2020). Fish and benthic invertebrate relationship and their association to environmental variables in tropical sandy beaches. *Environmental Biology of Fishes*, 103, 1309-1321. <https://doi.org/10.1007/s10641-020-01024-0>
- An, Y. II., Jeong, H. G., & Jung, B. M. (2009). Behavioral reaction of common squid *Todarodes pacificus* to different colors of LED Light (in Korean with English abstract). *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 45(3), 135-143. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2009.45.3.135>
- Araujo, M. C., & Valenti, W. C. (2011). Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2), 155-164.
- Banzon, H. M. E., Padilla, O. I. M., Yan, P. J., & Cruz, L. A. R. (2019). Proposed categories of bycatch based on an assessment of data from the Anilao Fish Port, Batangas, Philippines. *Marine Policy*, 100, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.045>
- Barletta, M., Lima, A.R.A., Dantas, D.V., Oliveira, I.M., Neto, J.R., Fernandes, C.A.F., Farias, E.G.G., Filho, J.L.R., & Costa, M.F. (2017b). How can accurate landing stats help in designing better fisheries and environmental management for Western Atlantic estuaries? In: Finkl, C. W., & Makowski, C. (Org.). *Coastal wetlands: Alteration and remediation*. (1nd ed.). Dordrecht: Springer Nature, 631-703.
- Benedet, R.A., Dolci, D., & D'Incão, F. (2010). Descrição técnica e modo de operação das artes de pesca artesanais do camarão-rosa no estuário da Lagoa dos Patos. *Atlântica*, 32, 5-24.
- Biehl, T. M., Dantas, D. V., & Farias, E. G. G. (2019). Influence of Crab Trap Geometry and Wind Direction over the Catch Fluctuations in a Neotropical Coastal Lagoon. *Journal of FisheriesSciences.com*, 13 (1), 14-18.
- Boos, H., Costa, R.C., Santos, R.A.F., Dias-Neto, J., Severino-Rodrigues, E., Rodrigues, L.F. D'Incão, F., Ivo, C.T.C., & Coelho, P.A. (2016). Avaliação dos Camarões Peneídeos (Decapoda: Penaeidae). In: Pinheiro, M. & Boos, H. (Org.). *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010- 2014*. *Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC*, Porto Alegre: 300-317.
- Burford, M. A., & Faggotte, S. J. (2021). Comparing the importance of freshwater flows driving primary production in three tropical estuaries. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112565. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112565>.
- Broadhurst, M. K. (2000). Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: A review and framework for development. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10, 27-60.
- Campbell, T. L., Tweedley, J. R., Johnston., D. N. & Loneragan, N. R. (2021). Crab Diets Differ Between Adjacent Estuaries and Habitats Within a Sheltered Marine Embayment. *Frontiers in Marine Science*, 18. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.564695>
- Cattani, A. P., Ribeiro, G. C., Hostim-Silva M., Soeth, M., Clezar, L., Cardoso, O. R., Pichler, H. A., & Spach, H. L. Spatial and temporal differences in the fish assemblage structure in a subtropical estuary. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 8(1), 74. <http://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue1-fulltext-1927>
- Cintra, A. H. I., Aragão, N. A. J., & Silva, A. C. K. (2004). Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), na Região Norte do Brasil. *Boletim técnico-científico do CEPNOR*, 4(1), 21-29.

- Clay, T. A., Small, C., Geoffrey, N., Tuck, A. D. P. B., Carneiro, A. G., Wood, J.P., Croxall G.T., & Crossin R. A. P. (2019). A comprehensive large-scale assessment of fisheries bycatch risk to threatened seabird populations. *Iranian Journal of Applied Ecology*, 56, 1882-1893. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13407>
- Dantas, V. D., Barletta, M., & Costa F. M. (2015). Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *Journal of Fish Biology*, 86, 707-733. <https://doi.org/10.1111/jfb.12592>
- Dantas, D. V., & Barletta, M. (2016). Habitat use by *Centropomus undecimalis* in a rocky area of estuarine beach in northeast Brazil. *Journal of Fish Biology*, 89, 793-803. <https://doi.org/10.1111/jfb.13001>
- Dave, D., & Routray, W. (2018). Current scenario of Canadian fishery and corresponding underutilized species and fishery byproducts: A potential source of omega-3 fatty acids. *Journal of Cleaner Production*, 180, 617-641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.091>
- Diadhiou, D. H., Sadio, O., Diallo, S., & Agboba, C. (2018). Contribution to a better knowledge of bycatch of fixed gillnets of shrimps (*Farfantepenaeus notialis*) in the Casamance estuary in Southern Senegal. *International of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 11, 189-200. <https://doi.org/10.15739/IJAPR.18.021>
- Duarte, D. L. V., Broadhurst, M. K., & Dumonta, L. F.C. (2018). Challenges in adopting turtle excluder devices (TEDs) in Brazilian penaeid trawl fisheries. *Marine Policy*, 99, 374-381. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.10.048>
- FAO (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. In: Carpenter, K. E. (Ed.). *Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Roma: FAO (2002), 1(5), 1-600. Disponível em: <https://www.fao.org/3/y4162e/y4162e00.htm>. Acessado em: 09/03/2022.
- Farias, E. G. G., Preichardt, P. R., Dantas, D. V. (2018). Influence of fishing activity over the marine debris composition close to coastal jetty. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 16246-16253. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2012-4>
- Farias, E. G. G., Pereira-Júnior, C. A., Domingos, M. M., & Dantas, D. V. (2019). Proposed bycatch-reduction modifications of shrimp fyke nets used in south american lagoons. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 49, 2-7. [10.3750/AIEP/02357](https://doi.org/10.3750/AIEP/02357)
- Favero, F. L. T., Araujo, I. M. S., & Severi, W. (2019). Structure of the fish assemblage and functional guilds in the estuary of Maracáipe, Northeast coast of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 45(1), 417. [10.20950/1678-2305.2019.45.1.417](https://doi.org/10.20950/1678-2305.2019.45.1.417)
- Froese, R., & Pauly, D. (Ed.). (2022). FishBase. www.fishbase.org.
- Haimovici M., Ávila-da-Silva A. O., Lucato S. H. B., Velasco G., & Arantes, L. H. (2002). A pesca de linha-de-fundo na plataforma externa e talude superior da região sudeste-sul do Brasil em 1997 e 1998. *Repositório Institucional da Universidade Federal do Rio Grande*, 1, 1-23.
- IBAMA (2009). Instrução normativa IBAMA nº 21 de 07 de julho de 2009. <https://bitly.com/MyDWF>.
- Kimball, M. R., & Eash-Loucks, W. E. (2021). Estuarine Nekton Assemblages along a Marsh-Mangrove Ecotone. *Estuaries and Coasts*, 44, 1508-1520. <https://doi.org/10.1007/s12237-021-00906-5>
- Kimball, M. E., Allen D. M., Kenny P. D. & Ogburn-Matthews, V. Decadal-Scale Changes in Subtidal Nekton Assemblages in a Warm-Temperate Estuary. *Estuaries and Coasts* (2020) 43:927–939. <https://doi.org/10.1007/s12237-019-00692-1>
- Larocque, S. M., Cooke, S. J., Blouin-Demers, G. (2012). Mitigating bycatch of freshwater turtles in passively fished fyke nets through the use of exclusion and escape modifications. *Fisheries Research*, 125-126, 149-155. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.02.018>
- Lemos, V. M., Lanari, M., Copertino, M., Secchi, E. R., Abreu, O. V., Muelbert, J. H., Garcia, A. M., Dumont, F. C. Muxagata, E., Vieira, J. P., Colling, A. & Odebrecht, C. (2022). Patos Lagoon estuary and adjacent marine coastal biodiversity long-term data. *Earth System Science Data*, 14, 1015–1041. <https://doi.org/10.5194/essd-14-1015-2022>
- Loebmann, D., & Vieira, J. P. (2006). O impacto da pesca do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Perez-Farfante) (Decapoda, Penaeidae) nas assembleias de peixes e siris do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira Zoologia*, 23, 1016-1028. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000400006>
- Lovich, E. J., Thomas, M., Ironside, K., Yackulic, C., & Puffer R. S. (2018). Spatial distribution of estuarine diamond-backed terrapins (*Malaclemys terrapin*) and risk analysis from commercial blue crab (*Callinectes sapidus*) trapping at the Savannah Coastal Refuges Complex, USA. *Ocean Coastal and Management*. 157, 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.02.012>
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*, 18, 50-60.
- Maheswarudu, G, Sreeram, M. P., Dhanwanthari, J. B. Varma, C. K. Sajeev, S. Satya R. K. & Rao, N. (2018). Trends in penaeid shrimp landings by sona boats at Visakhapatnam Fishing Harbour, Andhra Pradesh. *Indian Journal of Fisheries*, 65(2), 58-65. [10.21077/ijf.2018.65.2.72773-07](https://doi.org/10.21077/ijf.2018.65.2.72773-07)
- Nguyen, K. Q., Winger, P. D., Wood, J., Donovan, M., Humborstad, O., Lokkeborg, S., & Bayse, S. M. (2019). Application of Luminescent Netting in Traps to Improve the Catchability of the Snow Crab *Chionoecetes opilio*. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science*, 11, 295-304. [10.1002/mcf2.10084](https://doi.org/10.1002/mcf2.10084)
- Nguyen, K. Q. & Winger, P. D. (2019). Artificial Light in Commercial Industrialized Fishing Applications: A Review. *Reviews in Fisheries Science and Aquaculture*, 27(1), 106-126. <https://doi.org/10.1080/23308249.2018.1496065>
- Petermann, A., & Schwingel, P. R. (2016). Overlap of the reproductive cycle and recruitment of the four main species caught by the purse seine fleet in Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44, 1069-1079. [10.3856/vol44-issue5-fulltext-17](https://doi.org/10.3856/vol44-issue5-fulltext-17)

- Peixoto, S., Calazans, N., Silva, F. E., Nole, L., Soares, R., & Frédou, L. F. (2018). Reproductive cycle and size at first sexual maturity of the white shrimp *Penaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) in northeastern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46, 1-9. 10.3856/vol46-issue1-fulltext-1
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UFSM, 119p.
- Poirier, L. A., Tanga S., Mohan J., O'Connor E., Dennis E., Abdullah M., Zhou D., Stryhn H., St-Hilairec S., & Quijón P.A. (2018). A novel bycatch reduction device (BRD) and its use in a directed fishery for non-indigenous green crabs (*C. maenas*) in Atlantic Canada. *Fisheries Research*, 204, 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.02.018>
- Pinto, S. M., Monteiro Neto, C. Barbarino, E., Tubino, R. A., & Costa, R. C. (2021). The structure of shallow water fish assemblages in sandy beaches of a tropical bay in the southwestern Atlantic. *Ichthyological Research*. <https://doi.org/10.1007/s10228-021-00832-3>
- Rotundo, M. M., Severino-Rodrigues, E., Barrella, W., Junior., P. M., & Ramires, M. (2019). Checklist of marine demersal fishes captured by the pair trawl fisheries in Southern (RJ-SC). *Biota Neotropica*, 1,19. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2017-0432>
- Sei, S., & Baio, A. (2018). Fisheries management in data deficient industrial fisheries of Sierra Leone: Input controls and ecological risk assessment. Conferência: Global Conference on Tenure & User Rights in Fisheries: Achieving Sustainable Development Goals by 2030. 10-14 Setembro 2018, Yeosu, South Korea. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/static/tenure-user-rights/root/volume3/C39.pdf>>. Acessado em: 09-03-2022.
- Sinnickson, D. Chagaris, C., & Allen M. (2021). Exploring Impacts of River Discharge on Forage Fish and Predators Using Ecopath With Ecosim. *Frontiers in Marine Science*, 8, 689950. 10.3389/fmars.2021.689950
- Soeth, M., Ribeiro, G. C., Spach, H. L., Cattani, A. P., & Andrade, V. K. (2015). Comparison of the temporal and taxonomic patterns of ichthyofauna captured with a fyke net in two sheltered environments in southern Brasil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43, 107-122. 10.3856/vol43-issue1-fulltext-10
- Sunye, P. S., Pereira, T. J., Russo, A., & Netto, S. A. (2014). A pesca do camarão-rosa no Sistema Estuarino de Laguna, SC: história e acasos das políticas de manejo. In: Haimovici, M., Filho, J. M., Sunye, P. S. (Org.). A pesca marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares. Rio Grande: Editora da FURG, 75-85.
- Taylor, M. D., & Loneragan, N. R. (2019). Catchment-derived stressors, recruitment, and fisheries productivity in an exploited penaeid shrimp. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 2352-4855. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100628>
- Vasconcellos, M. R., Santos, S. N. J., Silva, A. M., & Araújo, G. F. (2007). Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica*, 7, 1676-0611.
- Vianna, M., & Almeida, T. (2005) Bony fish bycatch in the Southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) Fishery. *Biological and Applied Sciences*. 48:0611-623. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000500014>
- Vianna, M.; & D'Incão, F. (2006). Evaluation of by-catch reduction devices for use in the artesanal pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) fishery in Patos Lagoon, Brazil. *Fisheries Research*, v. 81, p. 331-336. doi:10.1016/j.fishres.2006.06.011
- Vieira, J. P., Vasconcellos, M. C., E Silva, R.E. & Fisher, L. G. F. (1996). A rejeição da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*. 18:123142.
- Vieillard, A. M., Newell, S. E., & Thrush, S. F. (2020). Recovering from bias: A call for further study of underrepresented tropical and low-nutrient estuaries. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125. <https://doi.org/10.1029/2020JG005766>
- Wang, J., J. Barkan, S. Fisler, C. Godinez-Reyes, & Swimmer. Y. (2013). Developing ultraviolet illumination of gillnets as a method to reduce sea turtle bycatch. *Marine biology*. 9: 4. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.0383>