

# AVALIAÇÃO DE UMA REDE-DE-ARRASTO CAMAROEIRA ESTRUTURALMENTE MODIFICADA

Marcelo Manoel DOMINGOS<sup>1</sup>; Jorge Luiz RODRIGUES-FILHO<sup>1</sup>; Eduardo Guilherme Gentil de FARIAS<sup>1</sup>

## RESUMO

Impactos decorrentes da captura de camarões com redes de arrasto têm gerado discussões ao longo das últimas décadas. Buscando colaborar nos esforços para reduzir os descartes da modalidade, este trabalho propõe restringir a abertura vertical das redes de arrasto, evitando a captura de indivíduos que se encontrem na coluna d'água. Adicionalmente, testou-se um dispositivo de redução dirigido à exclusão de juvenis de peixes teleósteos. Ciente das implicações do consumo de combustível, também se avaliou a resistência de arrasto dos petrechos como indicativo de consumo de combustível. Para avaliar o proposto foram realizados 18 arrastos entre dezembro de 2014 e fevereiro de 2015, divididos em três campanhas de pesca experimental na enseada da praia da Pinheira (SC), alternando entre as redes modificadas (CT e ST) e a utilizada pelos pescadores locais (RN). A rede RN apresentou as maiores capturas de camarão (CA) e ictiofauna acompanhante (FA). Em contraponto, com as redes modificadas, obtiveram-se as maiores proporções de CA em relação à RN, assim como diminuição de FA entre 50% e 80%. As resistências das redes indicaram que os petrechos modificados proporcionam redução do consumo de combustível. Os resultados demonstram que as modificações nas redes contribuem para a redução dos descartes, comuns nos arrastos.

**Palavras-chave:** redes de arrasto; fauna acompanhante; alteração estrutural

## EVALUATION OF A SHRIMP TRAWL STRUCTURALLY MODIFIED

### ABSTRACT

The impacts due the shrimp trawl have been generating discussions over the last decades. Seeking to cooperate with efforts to bycatch reductions from bottom trawl, this paper proposes to restrict the vertical open mouth of trawls, seeking to reduce the fish catches in the water column. Additionally, we evaluated a device to juvenile teleost exclusion. Aware of the impacts generated by the fuel, this work also evaluated the drag resistance of different net panels as indicative of fuel consumption. To evaluate the proposed, 18 hauls were realized between December 2014 to February 2015. Those hauls were organized into three experimental fishing campaigns in Pinheira Beach (south Brazilian region). During the fields campaigns we used two trawl with four panels (CT - with escape window; ST - without escape window) and a control trawl with two main panels (RN). The RN trawl got the highest shrimp catches (CA) and bycatch (FA). On the other hand, the modified trawls showed the highest CA proportion in relation RN. The net panels drag suggests that the modified trawls provide a reduction in fuel consumption because of its lower resistance. The results showed that the structural changes contribute to bycatch reduction usual in bottom trawls.

**Keywords:** Trawl gear; bycatch; structural change

---

**Artigo Científico: Recebido em 11/11/2015 - Aprovado em 12/03/2016**

<sup>1</sup> Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Educação Superior da Região Sul (CERES), Departamento de Engenharia de Pesca, Grupo de Tecnologia e Ciência Pesqueira (TECPESCA). Cel Fernandes Martins, 270 - Progresso - CEP: 88.790-000 - Laguna (SC)-Brasil. E-mail: domarcelomd@gmail.com (\*autor correspondente).

*Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 42(2): 353-368, 2016  
Doi 10.20950/1678-2305.2016v42n2p353

## INTRODUÇÃO

Usualmente, definem-se *bycatch*, captura acidental ou captura incidental como todo o material vivo e não vivo que é assimilado por um petrecho de pesca sem que haja a intenção de captura (CATTANI, 2010). Segundo FAO (2007), os arrastos de camarões despontam como um dos principais geradores de *bycatch* em escala mundial, podendo apresentar relação captura incidental/captura do recurso-alvo (neste caso, os camarões) de até 20 para 1, ou seja, para cada 20 unidades de recurso incidental capturado é extraída apenas uma unidade de recurso-alvo.

Neste sentido, buscando minimizar as capturas acidentais (ou *bycatch*) na pesca de camarões marinhos, cientistas pesqueiros têm sugerido a adoção de diferentes dispositivos tecnológicos de redução de *bycatch* (*Bycatch Reduction Devices* – BRDs) e de redução da captura de tartarugas (*Turtle Excluder Devices* – TEDs) pelas redes de arrasto (ERCOLI *et al.*, 2001).

As modificações das redes de arrasto a partir de dispositivos de exclusão de fauna acompanhante caracterizam-se como uma medida específica de gestão, centrada no apelo tecnológico (MEDEIROS *et al.*, 2013). Esta premissa representa uma nova abordagem para a ciência pesqueira, concentrando-se na engenharia dos petrechos como fator gerador de sustentabilidade (BROADHURST, 2000).

No Brasil, poucas experiências de alteração das redes de arrasto foram realizadas na região sul do país. Dentre estas, possivelmente a primeira é creditada a CONOLLY (1992). Posteriormente, novos experimentos no sentido de conferir aumento da seletividade das redes de arrasto na região sul são de autoria de CATTANI (2010), havendo, portanto, uma carência substancial de estudos no âmbito da tecnologia pesqueira.

Quanto ao uso de dispositivos de redução de fauna acompanhante, o Brasil legisla apenas acerca da utilização dos TEDs em redes de arrasto empregadas em embarcações com mais de 10 metros de comprimento (FRANCO, 2009) e, ainda assim, na prática, tais dispositivos não são adotados nos petrechos de pesca. De fato, boa parte das capturas incidentais dos arrastos de camarão é aproveitada para comercialização,

representando uma relevante fonte de geração de renda para os pescadores.

Partindo desta premissa, o presente trabalho propõe uma solução alternativa baseada na alteração estrutural das redes de arrasto de camarão. Esta proposta visa restringir a abertura vertical do petrecho, evitando a captura de indivíduos que se encontrem na coluna d'água. De modo auxiliar, adotaram-se dispositivos de redução da ictiofauna acompanhante dirigidos à exclusão de juvenis de peixes teleósteos, uma vez que estes não são usualmente comercializados, sendo frequentemente descartados ainda a bordo das embarcações.

Adicionalmente, o corrente esforço avaliou comparativamente a resistência (em kgf, onde: 1 kgf  $\approx$  9,8 N) dos petrechos utilizados (controle e modificado). Esta abordagem servirá como importante indicador de consumo de combustível, neste caso, o óleo diesel. Além de representar aproximadamente 60% dos custos operacionais da pesca de arrasto (BALASH, 2015), o óleo diesel figura como um dos principais poluentes advindos das campanhas de captura com petrechos ativos (TYEDMERS, 2004), sendo, portanto, o seu controle relevante para a sustentabilidade da atividade pesqueira. Desta forma, buscou-se aliar seletividade com economia, fatores estes que se coadunam com o Código de Conduta para a Pesca Responsável (FAO, 1995), importante instrumento norteador para o futuro da atividade.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da área de estudo

As atividades de campo ocorreram na enseada da praia da Pinheira. Esta localidade se caracteriza como uma enseada de aproximadamente 9,5 km de extensão que apresenta profundidades baixas (inferiores a 9 metros), pertencente ao distrito de Enseada de Brito, município de Palhoça (SC), distante aproximadamente 15 km ao sul da capital, Florianópolis, Região Sul do Brasil.

As principais forças motoras que incidem sobre a região estão associadas aos movimentos das águas advindas da Baía Sul de Florianópolis, estando estas relacionadas às correntes geradas

pela oscilação da maré. Adicionalmente, o efeito da hidrodinâmica regional pode ser amplificado pela ação dos ventos. Este conjunto contribui para a atividade pesqueira, devido ao transporte de nutrientes entre a baía e a enseada (SIMONASSI *et al.*, 2010).

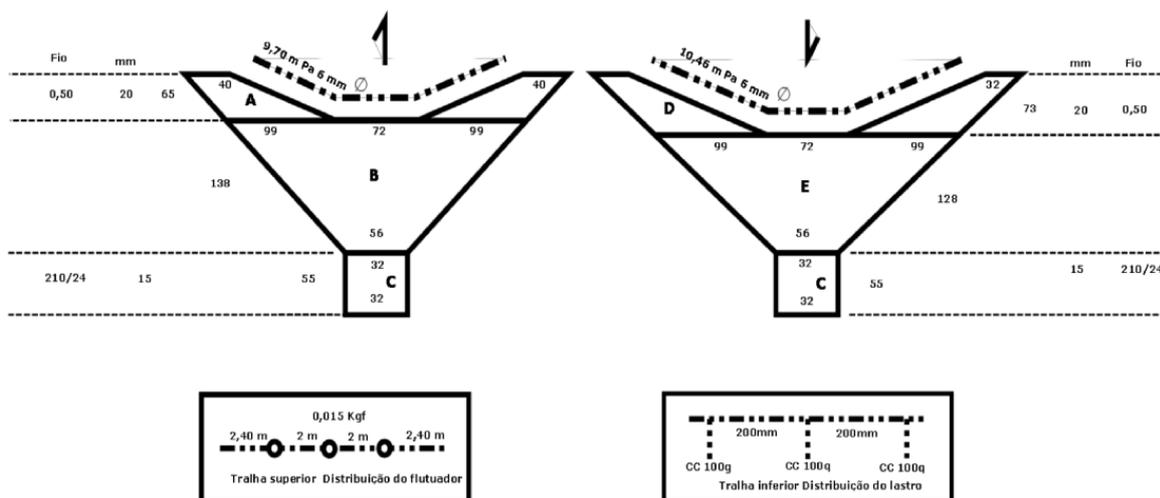
A região apresenta um extenso histórico de captura de camarões peneídeos (D'INCAO *et al.*, 2002) com o auxílio de embarcações de pequeno e médio portes (< 12 m de comprimento) motorizadas e com potência de motor variável (entre 5 e 150 HP).

Notadamente, os principais petrechos utilizados para a captura de camarões são as redes de arrasto com portas. Comumente, estes petrechos apresentam comprimento de tralha superior que varia entre 5 e 15 metros. Nas

mangas, boca e túnel, usualmente empregam-se panagens com abertura de malha entre 2,5 e 4 cm entre os nós; em contraponto, panagens com abertura de malha variando entre 2,5 e 3,0 cm são empregadas no sacador.

### Dimensionamento dos petrechos e delineamento experimental

A frota camaroeira da região sul é composta basicamente por redes de arrasto munidas de duas panagens principais (superior e inferior) (Figura 1). Nestes projetos, o comprimento da tralha superior e a largura da boca influem diretamente na abertura vertical da rede (PEREIRA, 2012). Deste modo, redes com maiores comprimentos de tralha superior exercerão maior atuação sobre a coluna d'água.



**Figura 1:** Projeto de rede de duas panagens utilizada para a captura de camarões, tendo esta as dimensões empregadas na pesca artesanal da região de estudo (Rede controle, RN).

Deve-se destacar que os camarões peneídeos apresentam capacidade natatória restrita, tendo seu ciclo de vida intimamente relacionado ao substrato aquático (SANTOS *et al.*, 2013). Assim, redes com aberturas verticais limitadas a atuar próximo ao fundo, tenderão a exercer maior pressão de captura sobre as espécies-alvo, neste caso, os camarões, e menor sobre as espécies que habitam na coluna d'água.

Partindo desta premissa, a concepção do projeto desenvolvido buscou restringir a abertura vertical da rede independentemente do comprimento da tralha superior a ser adotado. Para tanto, optou-se pela concepção de uma rede

com quatro panagens principais (superior, inferior e duas laterais), em que a abertura vertical é dada pela altura da panagem lateral.

Adicionalmente, o projeto adotou tons escuros no sacador e fileiras de cabos pendentes dispostos perpendicularmente à panagem superior do túnel da rede (espantalhos). Estes acessórios foram testados por GLASS *et al.* (1995), com o objetivo de guiar a ictiofauna acompanhante para uma janela de escape, estando esta, disposta na porção superior do túnel da rede. O projeto adotado encontra-se ilustrado na Figura 2.



particionada em dois grupos, são eles: captura-alvo (CA) e ictiofauna acompanhante (FA). A contribuição de cada grupo foi avaliada comparativamente, estabelecendo a eficiência na assimilação do pescado-alvo (camarão) e a diminuição das capturas de peixes teleósteos.

A avaliação do desempenho dos petrechos considerou a captura por unidade de esforço (CPUE em unidade/min) tanto para a captura-alvo quanto para a ictiofauna acompanhante.

A capacidade de exclusão da ictiofauna acompanhante considerou as CPUEs relativas e foi calculada a partir da equação 1, sugerida por RICO-MEJÍA e RUEDA (2007). Deste modo foi possível avaliar o efeito dos petrechos CT e ST sobre as capturas de peixes teleósteos, tendo-se como referência o arrasto convencional (RN).

$$\%Exclusão = \left( 1 - \frac{CPUE_{CTouST}}{CPUE_{RN}} \right) \cdot 100$$

**Equação 1**

**Avaliação estrutural**

**Aberturas vertical e horizontal**

As aberturas horizontal (S) e vertical (VO) dos petrechos foram calculadas a partir de FAO (1990). Para arrastos de fundo munidos de duas panagens principais (superior e inferior), a abertura horizontal é dada por:

$$S = HR \cdot 0,50$$

**Equação 2**

Onde: HR representa o comprimento da tralha superior (em metro).

A abertura vertical (VO) para arrastos com duas panagens é obtida por (equação 3):

$$VO = 2 \cdot N \cdot A \cdot 0,06$$

**Equação 3**

Onde: N corresponde ao número de malhas na circunferência da boca, e A representa o tamanho da malha estirada (em metro).

Para as redes de arrasto de fundo com quatro panagens principais (superior, inferior e duas laterais), obtém-se a abertura vertical a partir da equação 4:

$$VO = n \cdot A \cdot 0,40$$

**Equação 4**

Onde: n representa o número de malhas na altura do painel lateral.

No tocante à abertura horizontal, tem-se que (equação 5):

$$S = HR \cdot 0,60$$

**Equação 5**

**Eficiência técnica**

A eficiência técnica dos petrechos CT, ST e RN foi avaliada considerando a abertura de boca (m<sup>2</sup>), a área de fundo arrastada por segundo (m<sup>2</sup>/s), o volume d'água filtrado por segundo (m<sup>3</sup>/s) e a resistência da rede (em kgf). As três primeiras variáveis denotam a efetividade de atuação dos petrechos no sítio de captura, enquanto a última permite quantificar a força de resistência da superfície do pano à água do mar quando em operação. Esta variável é um importante indicativo de consumo de combustível e depreciação do motor por fadiga (OKONSKI e MARTINI, 1987). Deste modo, quanto maior a resistência do petrecho, maior será o consumo de combustível e menor, o tempo de vida útil do motor utilizado na embarcação envolvida no arrasto.

A abertura de boca (AB), a área de fundo arrastada por segundo (AFA) e o volume d'água filtrado por segundo (VFS) são obtidos por (equações 6 a 8):

$$AB(m^2) = S \cdot VO \cdot 0,75$$

**Equação 6**

$$AFA(m^2/s) = S \cdot v$$

**Equação 7**

$$VFS(m^3/s) = AB \cdot v$$

**Equação 8**

Onde:  $v$  corresponde à velocidade de arrasto em m/s.

A resistência das redes (em kgf) pode ser obtida a partir da equação 9:

$$R = 191 \cdot \frac{d}{a} \cdot v^2 \cdot f \cdot \text{sen}$$

**Equação 9**

Onde:  $d$ =média do diâmetro dos fios utilizados (mm);  $a$ =média dos lados da malha (mm);  $v$ =velocidade média dos arrastos (m/s);  $f$ =superfície do pano da rede de arrasto (m<sup>2</sup>) e  $\text{sen}$ =ângulo de ataque horizontal do pano em relação à corrente vigente no sítio de captura.

Na prática, a rede carece de sensores apropriados para a obtenção de  $\text{sen}$ . Segundo OKONSKI e MARTINI (1987), na falta destes equipamentos, é razoável adotar  $\text{sen}=17$  para arrastos de fundo destinados à captura de camarões.

**Teste estatístico**

A avaliação proporcional entre CA e FA capturados para os diferentes petrechos foi obtida a partir do teste Z de proporcionalidade. Deste modo é possível avaliar se proporcionalmente as redes modificadas (CT e ST) apresentaram maiores capturas de CA, e o teste Z aqui implementado é monocaudal com nível de significância 5%. Nestas condições, tem-se que o Z crítico (tabelado) apresenta valor de 1,64.

É importante salientar que o teste Z para comparação de proporções pressupõe que as amostras avaliadas atendam aos pressupostos de normalidade. Neste estudo, tal premissa foi confirmada através do teste Kolmogorov-Smirnov.

**RESULTADOS**

Comparativamente, os dados referentes à eficiência técnica dos petrechos de dois panos (RN) e de quatro panos (CT e ST) utilizados no presente trabalho encontram-se descritos na Tabela 1. Os resultados sugerem que os petrechos munidos de quatro panos (CT e ST), apresentaram abertura horizontal entre as mangas aproximadamente 25% superior (6,45 metros) à encontrada no petrecho de dois panos (4,85 metros). Em contraponto, a abertura vertical do petrecho de dois panos foi substancialmente maior que a verificada no petrecho de quatro panos, com valores de 1,30 metros e 0,61 metro, respectivamente.

A rede com quatro panos demonstrou melhor performance no ambiente aquático, uma vez que apresentou uma área arrastada de fundo de 6,63 m<sup>2</sup>/s e um volume de água filtrada de 5,26 m<sup>3</sup>/s, valores estes, superiores aos observados para o petrecho com dois panos, que apresentou uma área arrastada de fundo de 4,98 m<sup>2</sup>/s e um volume de água filtrada de 4,85 m<sup>3</sup>/s.

Por fim, observa-se que a resistência de arrasto da rede munida de dois panos foi aproximadamente 100% superior à encontrada para as redes com quatro panos, sugerindo maior interação do primeiro petrecho supracitado com o meio físico em relação aos últimos.

As maiores capturas totais, isto é, CA+FA, foram evidenciadas nos arrastos com RN. O principal pico de capturas com RN foi observado em dezembro de 2014 (Figura 3), quando foram capturados 420 exemplares de FA e 131 indivíduos pertencentes às capturas-alvo. Nas campanhas subsequentes, observa-se declínio gradual das capturas totais a partir de RN.

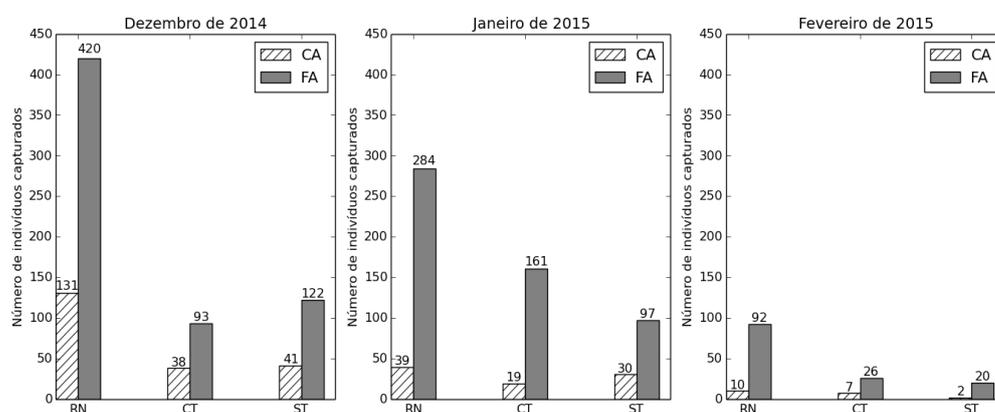
**Tabela 2** - Características técnicas dos petrechos utilizados.

Característica técnica	RN	CT e ST
Abertura horizontal (m)	4,85	6,45
Abertura vertical (m)	1,30	0,61
Área de boca (m <sup>2</sup> )	4,72	5,12
Área varrida (m <sup>2</sup> /s)	4,98	6,63
Volume d'água filtrado (m <sup>3</sup> /s)	4,85	5,26
Drag (kgf)	126,45	64,73

Comparativamente, durante a campanha de dezembro de 2014 foi possível evidenciar maior quantidade de CA advindos da rede ST (41 exemplares) do que de CT (38 exemplares). Este panorama persiste na campanha de janeiro de 2015, ocasião em que o petrecho CT capturou 19 indivíduos oriundos da CA, enquanto ST assimilou um total de 30 camarões. Entretanto, avaliando os arrastos de fevereiro de 2015, pode-se afirmar que a captura de camarões em CT (sete exemplares) foi superior à registrada em ST (dois

exemplares).

No tocante à assimilação de FA, excetuando-se a campanha de dezembro de 2014, em que ST capturou um número maior de indivíduos da FA quando confrontado com CT (122 exemplares em ST contra 93 em CT), é possível afirmar que as maiores capturas acessórias ocorreram em RN, seguidas por CT e, por fim, ST. O número de indivíduos capturados por campanha e petrecho encontra-se na figura 3.

**Figura 3:** Número de indivíduos capturados por campanha e por petrecho.

No total foram capturados 317 exemplares de camarões (CA) e 1315 de peixes teleósteos (FA). Durante as campanhas foram capturadas cinco espécies distintas de camarões, são elas: *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817),

*Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936), *Artemesia longinaris* (Spence Bate, 1888) e *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888). Notadamente, a principal espécie capturada foi *F. brasiliensis*, que esteve presente em todos os

arrastos. Na sequência, as maiores capturas são creditadas ao camarão *A. longinarius* (42 indivíduos capturados em todos os arrastos), seguido de *X. kroyeri* (44 indivíduos capturados em todos os arrastos). Por fim, *L. schmitti* e *P. muelleri* foram registradas como as espécies com menor ocorrência nos arrastos. Foram capturados 25 exemplares de *L. schmitti* ao longo de todos os arrastos, enquanto apenas um indivíduo da espécie *P. muelleri* foi capturado ao longo dos arrastos.

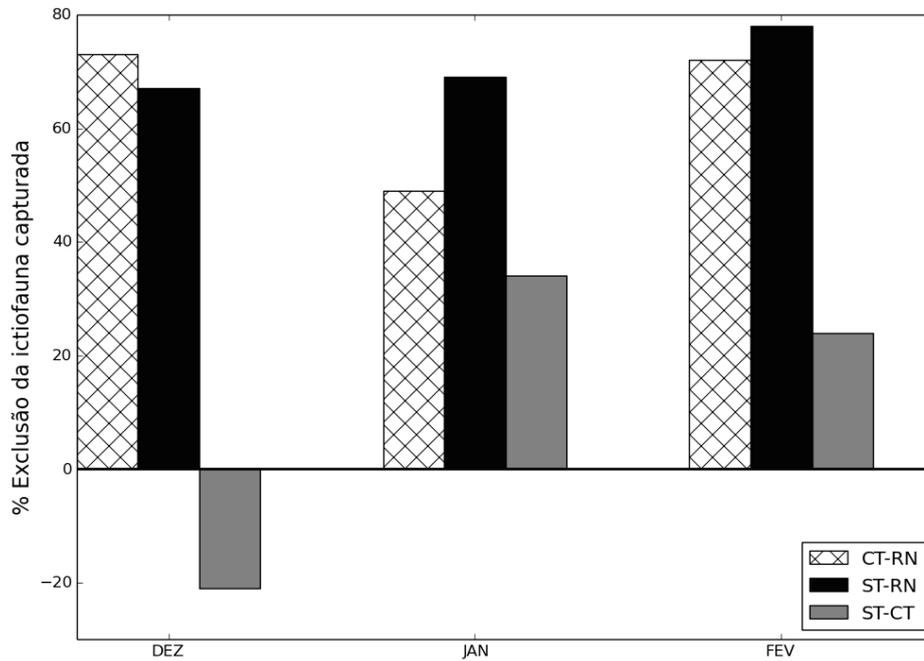
A avaliação pareada apresentada na figura 4 demonstra que as redes CT e ST apresentaram redução de FA superior a 60%, sugerindo uma melhor seletividade dos petrechos em comparação à RN. Para esta mesma campanha foi possível observar valores negativos (inferiores a -30) na comparação pareada ST-CT, sugerindo que a rede CT apresentou melhor seletividade, uma vez que a rede ST capturou maior quantidade de FA.

Durante a segunda campanha (janeiro de 2015), a avaliação pareada ST-RN apresentou valores percentuais de redução de FA superiores a 65%. Em contraponto, a avaliação CT-RN demonstra um percentual de redução por volta de 45%. Por fim, a comparação ST-CT apresentou valores em torno de 35%. Estes resultados sugerem que a rede ST apresentou melhor seletividade, haja vista que este petrecho assimilou menor quantidade de FA. Estes resultados corroboram os valores encontrados na figura 4.

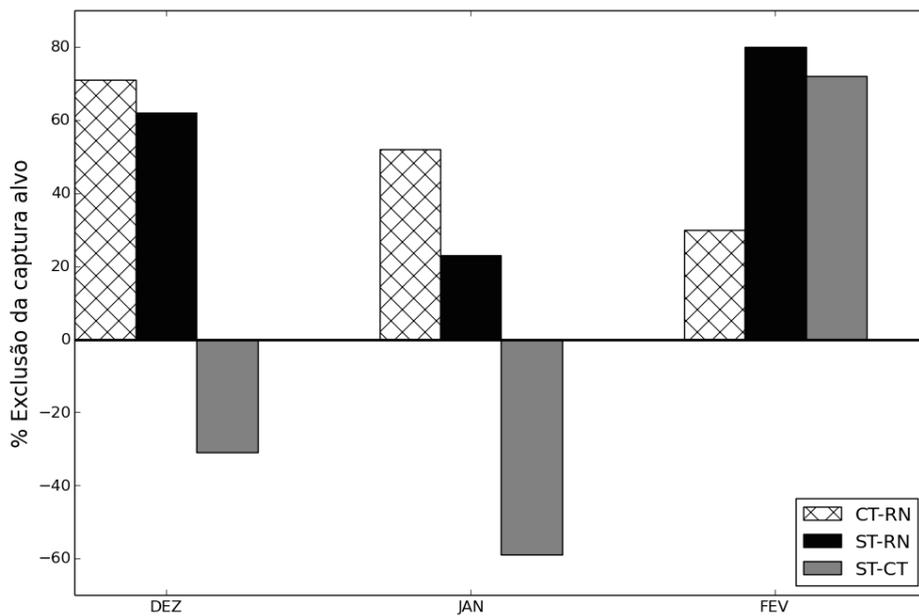
De maneira geral, a campanha realizada em fevereiro de 2015 demonstra, a partir das análises pareadas, um padrão de exclusão de FA similar ao observado na campanha anterior (janeiro de 2014). Na avaliação ST-RN foi evidenciado o maior pico de exclusão entre as campanhas, com ST excluindo aproximadamente 80% a mais da FA que RN. A avaliação CT-RN apresentou uma expressiva exclusão (superior a 70%), indicando maior seletividade do petrecho CT em relação à RN. Por fim, a avaliação ST-CT demonstra que a rede munida da janela de escape pôde excluir aproximadamente 25% a mais de FA que o petrecho CT.

No tocante a avaliação pareada do percentual de exclusão das capturas-alvo entre petrechos (Figura 5), observou-se durante a campanha de dezembro de 2014 que CT excluiu maior quantidade de camarões que RN (CT-RN). Esta tendência permanece na avaliação ST-RN, em que ST excluiu aproximadamente 60% da quantidade de camarões assimilada por RN. Na avaliação ST-CT, os percentuais negativos sugerem que ST excluiu um menor percentual de camarões que CT.

No geral, os padrões de exclusão obtidos em dezembro de 2014 permaneceram na campanha de janeiro de 2015. Assim, na avaliação CT-RN foi evidenciada maior exclusão de CA entre todas as análises pareadas. Na avaliação ST-RN observou-se que ST excluiu em aproximadamente 20% o total de CA.



**Figura 4:** Avaliação pareada do percentual de exclusão de fauna acompanhante entre os petrechos e entre as diferentes campanhas.



**Figura 5:** Avaliação pareada do percentual de exclusão das capturas-alvo entre os petrechos e entre as diferentes campanhas.

Os valores negativos observados na avaliação ST-CT sugerem que ST excluiu um

percentual de camarões ainda menor que CT quando comparados aos da campanha anterior

(dezembro de 2014).

A campanha de fevereiro de 2015 apresenta padrões gerais distintos dos observados nos esforços de amostragem anteriores. Nesta bateria de arrastos, a comparação ST-RN é aquela que permite observar maior percentual de exclusão de camarões do petrecho modificado em relação ao controle (com valores superiores a 80%). A avaliação CT-RN apresentou o melhor desempenho entre todas as campanhas, haja vista que CT, neste caso, excluiu por volta de 30% das capturas-alvo em relação à RN. Por fim, a avaliação ST-CT sugere, pela primeira vez entre as campanhas, uma maior exclusão de CA por ST do que por CT.

Embora tenha sido observado em todas as campanhas que RN apresentou as maiores capturas de CA, faz-se importante avaliar se, proporcionalmente, a relação CA por FA apresentou melhor seletividade nos petrechos modificados (CT e ST). Para tanto foi realizada avaliação pareada das proporções e adotada uma inferência estatística pertinente, optando-se pelo teste Z para comparação de proporções.

A proporção de indivíduos capturados por petrecho evidencia predomínio de FA em todos os arrastos. Entretanto, com exceção do primeiro esforço amostral (dezembro de 2014), pode-se afirmar que este comportamento apresentou variabilidade ao longo das campanhas e nos diferentes petrechos avaliados.

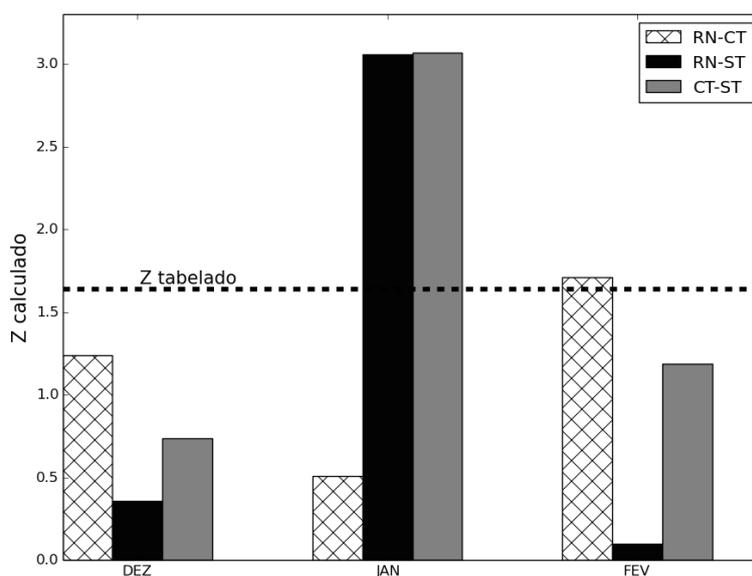
Na campanha de dezembro de 2014, as capturas-alvo apresentaram contribuição percentual no total de capturas oscilando entre 23,8% e 29%. Neste contexto, os maiores percentuais de CA foram observados em CT, enquanto os menores são creditados à RN.

No segundo esforço amostral (janeiro de

2015), os maiores percentuais de CA foram observados em ST (23,6%). Este percentual é maior que o dobro do percentual das CAs obtidas por CT (10,6%). Os resultados obtidos em CT foram ainda inferiores àqueles observados para CA em RN (12,1%). Por fim, na campanha de fevereiro de 2015, CT despontou como o petrecho com maior seletividade, uma vez que 21,2% de suas capturas foram representadas por CA. Nesta última campanha, os percentuais de CA em relação às capturas totais obtidas por RN e ST foram semelhantes, com valores iguais a 9,8% e 9,1% respectivamente.

A figura 6 apresenta os resultados obtidos a partir do teste Z. Os valores superiores ao Z crítico (acima da linha vermelha) representam os experimentos cujas proporções de CA nos petrechos foram melhores que as de FA, isto é, experimentos em que as redes foram mais seletivas.

Os resultados obtidos em dezembro de 2014 (Figura 6) sugerem que proporcionalmente não houve diferenças entre as quantidades de CA e FA capturadas pelos diferentes petrechos. É interessante observar que este resultado corrobora os valores expressos na figura 9, em que os percentuais de CA estiveram por volta de 26%. No entanto, para a campanha seguinte, o teste Z indicou que, proporcionalmente, a rede ST apresentou a maior captura de camarões. De fato, este resultado é reforçado pela figura 9, em que é possível verificar que o petrecho ST capturou proporcionalmente o dobro de recursos-alvo em relação às demais redes. Entretanto, esta afirmação não pode ser adotada na campanha de fevereiro, haja vista que, para este esforço, as maiores capturas de camarões (CA) foram obtidas pela rede CT.



**Figura 6:** Resultados obtidos a partir do teste Z para comparação de proporções. Valores acima do Z tabelado (linha pontilhada) representam a adoção da hipótese alternativa ( $H_1$ ), isto é, proporcionalmente à captura de camarões do petrecho-teste é superior ao controle.

## DISCUSSÃO

Neste trabalho foi possível observar que o petrecho munido de quatro panagens (CT e ST) apresentou menor abertura vertical (0,61 m) quando comparada à da RN (1,3 m). Segundo QUEVEDO (2001), redes de arrasto com panagens laterais, neste caso, CT e ST, vêm sendo adotadas por pesquisadores e órgãos gestores na intenção de reduzir capturas incidentais. Os arrastos de quatro panos, em decorrência do seu alcance vertical reduzido, exercem menor pressão de captura sobre a coluna d'água, fato este, observado em todos os arrastos realizados, visto que, em todas as campanhas, os petrechos modificados assimilaram menor quantidade de fauna acompanhante (FA).

As aberturas verticais calculadas para CT e ST encontram-se próximo ao limite inferior recomendado para a captura de camarões, uma vez que estas deverão variar entre 0,5 e 1 metro de altura (OKONSKI e MARTINI, 1987). No entanto, não foram encontrados registros de redes de arrasto com portas que adotem tal abertura vertical.

Redes munidas de quatro panagens (CT e

ST) tendem a expressar maior abertura horizontal e menor abertura vertical em relação às redes munidas de duas panagens (RN) (consultar Tabela 1). De fato, redes com quatro panos podem ser projetadas com mangas maiores, sem que haja aumento das malhas dispostas na circunferência da boca do petrecho (OKONSKI e MARTINI, 1987). Entretanto, esta afirmativa não pode ser aplicada para as redes com dois panos, nas quais o número de malhas na circunferência da boca e o comprimento das mangas são diretamente proporcionais. Deste modo, é possível afirmar que os petrechos CT e ST apresentam uma maior área de fundo varrida. Resultados similares foram observados no protótipo RS-INP-MEX proposto por INAPESCA (2010).

A resistência total do arrasto é atribuída a todos os componentes envolvidos na pescaria, sendo estes: portas, flutuadores, cabos, lastros e panagem. Dentre os componentes citados, é de consenso que a panagem representa pelo menos 60% da resistência total do sistema (OKONSKI e MARTINI 1987; BALASH, 2015). Deste modo, caso não haja possibilidade de medir diretamente a quantidade de combustível utilizado, o cálculo da resistência da panagem sobre o sistema de captura figura como uma das principais variáveis

relacionadas ao consumo de combustível (SUURONEN *et al.*, 2012). Para se ter noção, a resistência da panagem pode conferir uma redução de até 15% do consumo de combustível (INAPESCA, 2010).

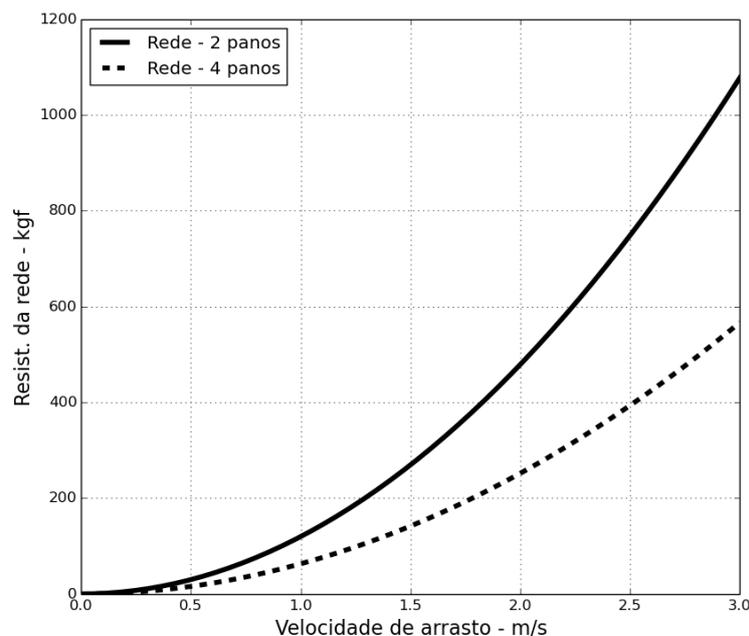
No presente estudo, a resistência obtida para os petrechos com quatro panagens foi de 64,73 kgf, (634,35 N). Este valor é aproximadamente 49% inferior à resistência encontrada para o petrecho de dois panos (126,45 kgf, ou 1239,21 N). É importante salientar que estes valores foram calculados para uma velocidade média de arrasto de 2 nós, valor este, obtido por intermédio do GPS. Deste modo, pode-se afirmar que, comparativamente, o petrecho munido de quatro panagens sugere um melhor desempenho na economia de combustível durante as operações de pesca.

De fato, simulando-se em ambiente computacional a resistência dos petrechos de dois e de quatro panos, fica evidente, no primeiro caso, que, independentemente da velocidade de arrasto imprimida, sempre será registrada maior resistência na rede de dois panos (Figura 7), sugerindo um maior consumo de combustível com o uso da rede controle.

No tocante à assimilação percentual de indivíduos oriundos da captura-alvo (CA), os petrechos modificados (CT e ST) apresentaram desempenho superior ao observado na rede controle (RN). Os melhores resultados percentuais obtidos foram: CT = 29% e ST = 25,2%.

Em um trabalho anterior realizado na região adjacente à Enseada da Pinheira (SC), MONTEIRO (2007) observou uma relação entre FA e CA de 78,9% e 21,1%, respectivamente. Estes resultados sugerem um melhor desempenho das redes propostas no presente trabalho.

A limitação da abertura vertical observada na rede CT gerou uma proporção de capturas-alvo que variou entre 10,6% e 29% ao longo das campanhas. Desempenhos superiores foram observados por ERCOLI *et al.*, (2001), a partir da adoção de grelhas seletoras. O uso de grelhas pode acarretar em maior captura proporcional de camarões em relação à fauna acompanhante. Contudo, estes dispositivos excluem peixes maiores, fator este, pouco atrativo para os pescadores que aproveitam os peixes como renda complementar nas operações de arrasto (MEDEIROS *et al.*, 2013).



**Figura 7:** Distribuição da resistência dos panos em função da velocidade. A curva em preto e a pontilhada

representam os arrastos de dois e quatro panos, respectivamente.

A redução das capturas-alvo, isto é, capturas de camarões em petrechos modificados com o intuito de diminuir a assimilação de FA, foi observada em diferentes trabalhos (BROADHURST *et al.*, 2011). Num cômputo regional, o trabalho creditado a CATTANI (2010) constatou que em alguns arrastos a exclusão de camarões pode ser superior a 50%.

Neste trabalho, as redes modificadas (CT e ST) apresentaram níveis de exclusão de camarões variando entre 20% e 75% em relação à rede controle (RN). Comparativamente, os resultados sugerem que a rede ST não teve influência sobre a exclusão de capturas-alvo em relação ao petrecho CT. Esta afirmativa indica que a janela de escape não contribuiu para a fuga de camarões. Este resultado não encontra paridade com CATTANI (2010), segundo o qual, as janelas de escape culminaram numa perda de 8,1% de CA, com a instalação de BRD no sacador das redes, enquanto neste trabalho o dispositivo foi colocado no túnel.

Quanto à assimilação de camarões, a efetividade de captura do recurso-alvo nas redes modificadas foi menor em relação àquela observada em RN. Possivelmente, isto se deve ao fato de a panagem superior das redes modificadas não se estenderem sobre toda a seção das mangas, o que pode facilitar a fuga de camarões antes mesmo que estes entrem na boca do petrecho.

CEIA (2002), utilizando redes de arrasto com vara, isto é, com a panagem superior estendendo-se por toda a porção anterior do petrecho, obteve uma efetividade de captura de camarões superior às encontradas no presente trabalho. É preciso salientar que o petrecho desenvolvido por CEIA (2002) apresentou abertura vertical de aproximadamente 0,6 m, valor este, similar ao das aberturas verticais obtidas para as redes modificadas (0,61 m) analisadas no presente trabalho.

As espécies de camarões capturadas na região corroboram os dados da literatura (IBAMA, 2011). Entretanto, não foi possível avaliar de maneira acurada a distribuição espacial e/ou sazonal das espécies-alvo capturadas, fato este, que demandaria um maior número de arrastos. É necessário salientar que o presente

trabalho teve por objetivo avaliar a efetividade das tecnologias implementadas e não a ecologia das espécies de camarões capturadas, o que justifica o delineamento das atividades propostas.

No geral, a rede controle (RN) capturou quase cinco vezes mais fauna acompanhante (FA) que os petrechos modificados (CT e ST). Excluindo a janela de escape desta avaliação, constata-se que a rede CT reduziu as capturas de FA em pelo menos três vezes, evidenciando a eficiência da limitação da abertura vertical sobre a redução das capturas de peixes teleósteos. Este resultado indica que a abertura vertical apresenta melhor performance de seletividade que algumas modificações nas estruturas das redes de arrasto, como, por exemplo, a inclusão de malhas quadradas nos sacadores das redes (GUIJARRO e MASSUTI, 2006; SILVA *et al.*, 2012).

Quanto à redução das capturas de fauna acompanhante atribuídas à janela de escape (ST) foi possível constatar diminuição das capturas de FA em relação à rede CT. Em termos percentuais, a rede ST excluiu cerca de 10% a mais da fauna acompanhante quando comparada com a rede CT. Em trabalhos pretéritos, segundo ERCOLI *et al.* (2001) não constataram diferenças significativas na exclusão de juvenis de peixes teleósteos em rede de arrasto munida de janelas de escape.

Provavelmente, o melhor desempenho observado para ST esteja associado ao conjunto de cabos pendentes no túnel e à panagem escura inserida na porção final do túnel e no sacador. Segundo experimentos conduzidos em laboratórios por GLASS *et al.* (2005a), os peixes teleósteos evitam passar por túneis cobertos com panos escuros, mesmo que estes estejam vasados e abertos na seção posterior. Neste mesmo ano, GLASS *et al.* (2005b) constataram que redes de arrasto equipadas com sacadores escuros permitem que um número maior de peixes escape, diminuindo, assim, os percentuais de fauna acompanhante assimilada durante os arrastos.

O petrecho CT apresentou maior percentual de exclusão de fauna acompanhante em relação à RN, com reduções de FA entre 50% e 70%. Este percentual está entre as melhores médias de exclusão de FA observadas em

trabalhos que avaliaram o desempenho de BRDs em arrastos de camarões (GUIJARRO e MASSUTI, 2006; FAO, 2007; BROADHURST *et al.*, 2012). Este posicionamento também encontra justificativa quando são feitas comparações com os resultados oriundos de ST, em que se obteve maior porcentagem de exclusão de fauna acompanhante em relação à RN (cerca de 80%).

O teste Z indicou que, para os meses de janeiro e fevereiro, os petrechos modificados (CT e ST) apresentaram frente à RN maiores proporções de captura de camarão em relação à ictiofauna acompanhante. Este resultado ratifica a eficiência das redes propostas.

As regiões costeiras, tais como praias, enseadas, baías e estuários, são áreas preferenciais de juvenis devido ao farto aporte de nutrientes e abrigo (JENNINGS *et al.*, 2001), o que explica a homogeneidade de comprimentos dos peixes capturados entre os diferentes arrastos (RN, CT e ST). Considerando que as redes modificadas (CT e ST) assimilaram um número menor de indivíduos da fauna acompanhante em relação à RN, é razoável afirmar que as modificações propostas reduzem as capturas de juvenis de peixes teleósteos.

## CONCLUSÕES

O desempenho das modificações estruturais nos petrechos de arrasto avaliados no presente trabalho, após confronto com a literatura, permite concluir que:

Limitar a abertura vertical dos arrastos de fundo destinados à captura de camarões (em torno de 0,65 metro) a partir de quatro panagens possibilita considerável redução das capturas acidentais de peixes teleósteos, contribuindo, assim, para o incremento do percentual de camarões capturados frente à fauna acompanhante assimilada pelos petrechos.

A eficiência do dispositivo proposto em excluir juvenis de peixes teleósteos pode ser incrementada quando associada a janelas de escape munidas de malhas quadradas e cabos pendentes na sua porção final. Este BRD deve ser instalado no túnel do petrecho com uma inclinação aproximada de 20°, sendo o sacador constituído por uma panagem escura.

O projeto de rede contendo quatro panagens apresentou melhor performance de arrasto de fundo, visto que obteve valores superiores de área de fundo varrida e de volume de água filtrada e maior abertura horizontal em comparação à rede controle (RN), ratificando a relevância das modificações propostas para exclusão de fauna acompanhante presente na coluna d'água.

Sendo o combustível responsável por gerar maior despesa nas operações com redes de arrasto de fundo, a adesão ao modelo proposto resulta das necessidades de redução de custos em operações de pesca, visto que as redes modificadas apresentaram menor resistência, sugerindo um menor consumo de combustível. Adicionalmente, esta abordagem contribui para a tendência mundial de redução da queima de combustíveis fósseis e, conseqüentemente, para a redução das emissões de monóxido de carbono e outros gases nocivos.

Embora os petrechos modificados tenham resultado em menor quantidade de camarões capturados, a presença reduzida de fauna acompanhante no sacador tende a gerar menos lesões no pescado-alvo durante o processo de captura. Deste modo, o pescador poderá se beneficiar com CA de melhor qualidade, sendo este um relevante fator no comércio de pescados.

É possível afirmar que as modificações estruturais propostas contribuem para a redução dos descartes comuns aos arrastos camaroeiros. Contudo, sugere-se que ensaios e modificações adicionais sejam implementados nos petrechos munidos de quatro panagens, visando ao incremento quantitativo da captura de camarões.

## REFERÊNCIAS

- ALVES-JUNIOR, L.A. 2011. *Caraterização hidrográfica da Baía de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.* (Dissertação. Universidade federal do Rio Grande do Sul. Instituto de geociência). Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/61681>. Acesso: 10 abr. 2015.
- ANDREW, N.L.; GRAHAM, K.J.; KENNELLY, S.J.; BROADHURST, M.K. 1991. The effects of trawl configuration on the size and composition of catches using benthic prawn trawls off the coast

- of New South Wales, Australia. - *ICES J. Mar Sci.*, 48: 201-209
- BAIL, G.C. e BRANCO, J.O. 2007. Pesca artesanal do camarão sete-barbas: uma caracterização socioeconômica na penha, SC. - *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 11(2):25-32.
- BALASH, C.; STERLING, D.; BINNS, J.; THOMAS, G.; BOSE, N. 2014. The effect of mesh orientation on netting drag and its application to innovative prawn trawl design. *Fisheries Research*, 164 (2015) 206-213.
- BALASH, C. 2015. *Prawn Trawl Shape due to Flexural Rigidity and Hydrodynamic Forces*. (thesis University of Tasmania). Disponível em: <http://eprints.utas.edu.au/14737/>. Acesso: 12 abr. 2015.
- 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.
- BROADHURST, M.K.; BRAND, C.P.; KENNELLY, S.J. 2011. Evolving and devolving bycatch reduction devices in an Australian penaeid-trawl fishery. - *Fisheries Research*, 113 (2012) 68-75.
- BROADHURST, M.K.; STERLING, D. J.; MILLAR, R. B. 2012. Short vs long penaeid trawls: Effects of side taper on engineering and catching Performances. *Fisheries Research*, 134-136 (2012) 73- 81.
- CATTANI, A.P. 2010. Avaliação de dispositivo de redução de captura incidental na pesca de arrasto do município de Pontal do Paraná - PR. (Dissertação. Universidade Federal do Paraná). Disponível em: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace>. Acesso em: 6 jun. 2014.
- CEIA, F.R.S. 2002. *Caracterização da Pescaria de Camarão-Branco-Legítimo (Palaemon serratus) com Arte de Arrasto de Vara na Região Norte de Portugal*. (Relatório do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas) <http://www.researchgate.net/publication>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- D'INCAO, F.; VALENTINI, H.; RODRIGUES, L.F. 2002. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil 1965-1999. - *Atlântica*, Rio Grande, 24(2): 103-116.
- ERCOLI, R.; IZZO, A.; SALVINI, L.A.; GARCIA, J. C., BARTTOZZETI, J.D., ROTH, R.R. 2001. *Experiencias de selectividad en los copos de las redes de arrastre y desanrollos de dispositivos selectivos con grillas en la pesquería Argentina*. - *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 3: 121-144.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1995. *Code of Conduct for Responsible Fisheries Rome*, FAO, 41p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2008. *Global study of shrimp fisheries*. FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER. 475p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2007. *A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries*. Revised edition. Rome, FAO, 108p.
- FRANCO, A.C.N.P.; JUNIOR, R.S.; PIERRI, N.; SANTOS, G.C. 2009. Levantamento, sistematização e análise da legislação aplicada ao defeso da pesca de camarões para a região sudeste e sul do Brasil. - *B. Inst. Pesca*, 35(4): 687-699.
- GLASS, C.W.; WARDLE, C.S. 1994. Studies on the use of visual stimuli to control fish escape from codends. II. The effect of a black tunnel on the reaction behaviour of fish in otter trawl codends. *Fisheries Research*, 23 (1995) 165-174.
- GLASS, C.W.; WARDLE, C.S.; GOSDEN, S.J.; RACEY, D.N. 1994. Studies on the use of visual stimuli to control fish escape from codends. I. Laboratory studies on the effect of a black tunnel on mesh penetration. *Fisheries Research*, 23 (1995) 157-164.
- GUIJARRO, B. and MASSUTÍ, E. 2006. Selectivity of diamond- and square-mesh codends in the deepwater crustacean trawl fishery off the Balearic Islands (Western Mediterranean) - *ICES Journal of Marine Science*, 63: 52-67.
- IBAMA. 2005. *Relatório técnico sobre o censo estrutural da pesca artesanal marítima e estuarina nos Estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul*. Convênio SEAP/IBAMA/PROZEE No 110/2004(Processo no00350.000748/2004-74) Itajaí 2005.

- IBAMA. 2011. *Proposta de plano Nacional de gestão para o uso sustentável de Camarões Marinhos do Brasil*. 242p. : il. color. ; 15 cm. (Série Plano de Gestão Recursos Pesqueiros, 3). Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- INAPESCA. 2010. *Manual de Construcción de la Red de Arrastre Prototipo "RSINP- MEX" Para Captura Selectiva y Eficiente de Camarón Costero*. 44p. SAGARPA. INAPESCA, México. Disponível em: <http://www.inapesca.gob.mx>. Acesso em: 2 abr. 2015.
- JENNINGS, S.; KAISER, M. J.; REYNOLDS, J.D. 2001. *Marine fisheries ecology: readings in cointegration*. 108 Cowley Road: Oxford OX4 1JF, UK. 108p.
- KENNELLY, S. J.; LIGGINS, G.W.; and BROADHURST, M.K. 1998. Retained and discarded by-catch from oceanic prawn trawling in New South Wales, Australia. *Fisheries Research*, 36: 217-236.
- MEDEIROS, R.P.; GUANAIS, J. H.D.G.; SANTOS, L. O.; SPACH, H.L.; SILVA, C.N.S., FOPPA, C.C.; CATTANI, A.P.; RAINHO, A.P. 2013. Estratégias para a redução da fauna acompanhante na frota artesanal de arrasto do camarão-sete-barbas: perspectivas para gestão pesqueira. - *Bol. Inst. Pesca*, 39(3): 339-358.
- MONTEIRO. H.S. 2007. *Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal de camarões na praia da Pinheira, Palhoça/SC*. (Dissertação Universidade do Vale de Itajaí). Disponível em: <http://siaibib01.univali.br/biblioteca> Acesso: 08 ago. 2014.
- OKONSKI, S. y MARTINI, L.W. 1987 *Artes y métodos de pesca: Materiales didacticos para la capacitacion técnica*. Argentina: Hemisfério sur. 339p.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; RODRIGUES, L.F.; VALENTINI, H.; VOOREN, C.M. 2001. Relatório da reunião técnica de ordenamento da pesca de arrasto nas regiões sudeste e sul do Brasil. - *Notas tec. Facimar*, 5: 1-34.
- QUEVEDO, J.A.H. 2001. Shrimp trawl design improvements suggested for Mexican fisheries. UNU-Fisheries Training Programme. Disponível em: <http://www.unuftp.is>. Acesso: 10 abr. 2015.
- SUURONEN, P.; CHOPIN, F.; GLASS, C.; LOKKEBORG, S.; MATSUSHITA, Y., QUEIROLOE, D., RIHANF, D. 2012. Low impact and fuel efficient fishing—Looking beyond the horizon. - *Fisheries Research* 119-120 (2012) 135-146.
- RICO-MEJÍA, F. y RUEDA, M. 2007. Evaluación experimental bioeconómica de câmbios em la tecnología de captura de camarón com redes de arrastre em aguas someras del pacífico colombiano. - *Bol. Invest. Mar. Cost.* 36: 79-109.
- SANTOS, D.B.; FREIRE, F.A.M.; PONTES, G.S. 2013. Comportamento do camarão em diferentes substratos nas fases clara e escura do dia. - *Pesq. Agropec. Bras.*, 48(8): 841-848.
- SILVA, C.N.S.; DIAS, J.H.; CATTANI, A.P.; SPACH, H.L. 2012. Relative efficiency of square-mesh codends in an artisanal fishery in southern Brazil. - *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 40 (1): 124-133.
- SIMONASSIL, J.C.; HENNEMANN, M.C.; TALGATTI, D.; MARQUES-JUNIOR, A.N. 2010. Nutrient variations and coastal water quality of Santa Catarina Island, Brazil. - *Biotemas*, 23(1): 211-223.
- TYEDMERS, P. 2004. *Fisheries and Energy Use*. - Encyclopedia of Energy, 2. 2004 Elsevier Inc. All rights reserved.