

# USO DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS PARA A REDUÇÃO DA CAPTURA DE BRAQUIÚROS PELA PESCA ARTESANAL DE ARRASTO

Use of bycatch reducing devices for brachyurids by small scale trawl fishing

José Hugo Dias Gondim Guanais<sup>1</sup>, Rodrigo Pereira Medeiros<sup>2</sup>, Henry Louis Spach<sup>2</sup>, André Pereira Cattani<sup>1</sup>, Lilyane de Oliveira Santos<sup>1,3</sup>

## RESUMO

Dispositivos para a redução da captura da fauna acompanhante (BRDs) são modificações tecnológicas instaladas nos ensacadores das redes de arrasto para evitar ou reduzir a mortalidade indesejada da pesca. Foram conduzidos quatro experimentos para avaliar o desempenho dos BRDs na exclusão de braquiúros por uma frota artesanal de arrasto de camarões do litoral do Paraná. Foram testadas duas grelhas Nordømore com diferentes espaçamentos entre barras (24mm – G24; 37mm – G37), um ensacador modificado com malha quadrada (MQ) de 28mm entre nós opostos, um ensacador com malha quadrada de 28mm entre nós opostos e um painel de escape superior com malha de 96mm entre nós opostos (JE). Os BRDs foram comparados com uma rede controle em arrastos duplos de 60 minutos (total de 6 réplicas em cada estação para cada BRD). As grelhas retiveram menos braquiúros que as redes controle (G24: 62%; G37: 53%,  $p < 0,05$ ), especialmente para *Callinectes* sp., *Libinia ferreirae* e *Arenaeus cibrarius*, mas não foi significativo para *Persephona* sp. e *Hepatus pudibundus*. Os ensacadores modificados (MQ e JE) não reduziram significativamente ( $p > 0,05$ ) a captura de braquiúros. Embora não significativamente, todos os BRDs reduziram a captura de *Xiphopenaeus kroyeri* (G24: 15,77%; G37: 32,08%; J.E: 8,01%; M.Q: 2,41%;  $p > 0,05$ ). As grelhas Nordømore demonstram melhor eficiência para a exclusão de braquiúros. Mas a perda da espécie-alvo precisa ser melhor compreendida a fim de promover um diálogo com pescadores artesanais e gestores. De qualquer forma, os resultados oferecem pontos de referência preliminares para fomentar a adoção de uma abordagem ecossistêmica para a gestão da pesca de camarões.

**Palavras-chaves:** braquiúros, dispositivos para redução da captura, enfoque ecossistêmico, gestão pesqueira.

## ABSTRACT

Bycatch reduction devices (BRD) are technical modifications installed in the codend of trawl nets in order to avoid or to reduce unwanted fishing mortality. We conducted four experiments to assess the BRD performance for brachyurids exclusion small-scale trawl fishery (10-m length canoe, 18HP) from Paraná State coast. We tested two Nordømore grids with different bar spaces (24-mm – G24; 37-mm – G37), a 28-mm square-mesh codend (MQ) and a 28-mm square-mesh codend with a 96-mm upper escape panel (JE). The BRDs were compared against a control net during 60-min paired deployments (total of 6 replicates of each configuration on each season). Nordømore grids retained less total brachyurids (G24: 62%; G37: 53%,  $p < 0,05$ ) than conventional design (control), especially for *Callinectes* sp., *Libinia ferreirae* and *Arenaeus cibrarius* but not significant for *Persephona* sp. and *Hepatus pudibundus*. Modified codends (MQ and JE) did not significantly reduce brachyurids ( $p > 0,05$ ). All tested modifications reduced total *Xiphopenaeus kroyeri* although not significant (G24: 15,77%; G37: 32,08%; J.E: 8,01%; M.Q: 2,41%;  $p > 0,05$ ). Nordømore grids had shown better efficiency for brachyurids. Yet target-species losses must be better understood in order to promote a better dialogue with artisanal fisherman and decision-makers. Thereby, results provided preliminary reference points for an ecosystem approach to trawl fisheries management.

**Keywords:** brachyurids, bycatch reduction devices, ecosystem approach, fisheries management.

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos;

<sup>2</sup> Centro de Estudos do Mar. Universidade Federal do Paraná;

<sup>3</sup> email: lilyaneoliveirasantos@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

A pesca pode ser interpretada diante de duas perspectivas diametralmente opostas. De um lado, é a base sociocultural e sociopolítica para a manutenção de diversos modos de vida, além de contribuir sobremaneira para a aliviar a pobreza e promover a segurança alimentar (Béné, 2003; Wood & Ehui, 2005), envolvendo diretamente por volta de um milhão de pessoas em toda a América Latina, dos quais 90% deles estão no setor artesanal (Bermudez & Aguero, 1994).

De outra forma, a pesca é tratada como o principal vetor de transformação dos ecossistemas, especialmente nos ambientes marinhos e costeiros. Esta atividade vem passando por diversas transformações que acompanharam o processo de modernização tecnológica, aumento do poder de pesca e, conseqüentemente, aumento do impacto sobre os estoques (Pauly & Alder, 2005; Worm *et al.*, 2009).

Além do recurso alvo, as pescarias capturam uma grande quantidade de outras espécies, (termo definido como fauna acompanhante). Parte dessa captura é retida por possuir alto valor comercial. No entanto, a maior fração da captura é caracterizada por juvenis de espécies não comerciais que são descartadas no mar. Estima-se um descarte de 7,5 milhões de toneladas, cerca de 8% da captura total de pescado desembarcado (Kelleher, 2005). As capturas incidentais são amplamente discutidas por todo mundo e consideradas como uma das principais causas no declínio dos estoques pesqueiros (Broadhurst, 2000; Glass, 2000). Ainda, a prática do descarte gera uma mortalidade que não é quantificada pelas estatísticas de desembarque.

Os camarões são um importante recurso pesqueiro em regiões tropicais, assumindo papel central na economia em locais onde sua pesca é exercida. A pesca de arrasto de camarões é responsável por cerca de 25% da fauna acompanhante gerada em todo mundo. Estima-se um descarte de 1.800.000 toneladas por ano, o que representa 62% de biomassa capturada por essa pescaria (Kelleher, 2005).

Esta condição revela, entre outros aspectos, que os tradicionais modelos de gestão pesqueira têm falhado em seus propósitos de garantir a sustentabilidade dos estoques (Botsford *et al.*, 1997). Os sistemas de gestão são tributários de uma ciência reducionista, centrada na maximização das pescarias com base na avaliação de estoques (Berkes, 2011), sem considerar as interações ecológicas inerentes a espécie-alvo, a desestruturação dos habitats mari-

nhos e a captura de espécies não alvo das pescarias (Pikitch *et al.*, 2004).

O alerta global dos problemas relacionados as capturas de espécies não alvo conduziu estratégias de manejo que atentam em dirimir alguns dos impactos causados pela geração de descartes da fauna acompanhante. Frente a esse problema, a adoção de dispositivos redutores da fauna acompanhante - BRDs (sigla em inglês para *bycatch reduction devices*) - caracteriza-se como uma medida específica de gestão, de cunho tecnológico, focada na modificação das redes de arrasto (corpo da rede e/ou ensacador) com o intuito de aumentar as chances de escape das espécies da fauna acompanhante, bem como de juvenis de camarões. As adaptações tecnológicas visam atender no mínimo um dos seguintes propósitos: (1) modificar a estrutura geral e/ou em componentes do petrecho de pesca; (2) alterar o tamanho e o arranjo das malhas; e (3) utilizar dispositivos de escape.

Modificações tecnológicas nas redes de arrastos são práticas adotadas em países desenvolvidos desde a década de 1960 com inúmeros desenhos já testados. Elas podem ser classificadas em duas categorias: (i) modificações que separam as espécies por diferenças comportamentais entre os camarões e os peixes e (ii) modificações que separam as espécies por tamanho, sendo utilizadas painéis ou grelhas exclusoras, geralmente localizados dentro ou imediatamente na parte anterior do ensacador (Broadhurst, 2000).

No Brasil, experimentos com modificações tecnológicas na pesca de arrasto de camarões são incipientes. Uma primeira experiência foi realizada na frota industrial de arrasto do litoral de Santa Catarina (Conolly, 1992). Houve uma lacuna de 20 anos sem estudos sobre o tema. Experimentos recentes com o uso de grelhas exclusoras, janelas de escape e o uso de malha quadrada no ensacador destacam o desempenho destes dispositivos para uma frota característica do litoral do Paraná, especialmente sobre a fauna de peixes (Cattani, 2010; Silva *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012a/b).

Os Brachyura compõem parcela importante da fauna acompanhante da frota artesanal de arrasto (Bail *et al.*, 2009; Branco *et al.*, 2006). Dependendo das características da frota e da estrutura da cadeia produtiva, a relação entre os indivíduos de interesse comercial acessório e aqueles que são descartados, pode variar. Este trabalho tem por finalidade analisar o desempenho de determinados dispositivos tecnológicos na redução da captura de espécies de braquiúros.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo e desenho amostral

Entre julho de 2008 a abril de 2009 foram conduzidos quatro experimentos com BRDs na porção central do litoral paranaense (Figura 1). Cada dispositivo foi testado 24 vezes contra uma rede com ensacador convencional (controle). Realizando-se seis arrastos por dispositivo por estação do ano em profundidades variando na faixa de 7 – 15 metros.

Os experimentos foram realizados com uma embarcação que representa uma frota específica do litoral paranaense (Chaves & Roberts, 2003), no caso, uma canoa de fibra de vidro de 10 metros de comprimento e com motor com potência de 18 HP, equipada com tangones e sem auxílio de guinchos para recolhimento das redes. Foram utilizadas duas redes com as mesmas dimensões, confeccionadas pelo mesmo redeiro, com 6,5 m de abertura, tamanho de malha de 24 mm entre nós opostos, fabricadas com fios de poliamida trançado. As redes pos-

suíam um zíper que conectava a parte posterior da rede ao ensacador, facilitando a alternância durante os experimentos.

Foram utilizadas duas portas sólidas de madeira com 12 kg cada (0,7 m x 0,37 m).

### Dispositivos tecnológicos (BRDs)

Foram usadas duas grelhas construídas em alumínio, ambas com 550 mm de altura e 340 mm de largura, barras de 16 mm de diâmetro, porém uma com espaçamento entre barras de 24 mm (G24) e outra com 37 mm (G37). As grelhas foram inseridas em um ângulo de 45° em relação a base inferior da rede (Figura 2). Na parte superior da grelha foram utilizadas boias de poliestireno de 90 mm de diâmetro. Foi inserido um painel guia que facilita a passagem dos camarões pela grelha e os indivíduos maiores deslizam pelas barras até a abertura na parte superior da rede. Dois ensacadores de malha quadrada (MQ), com 28 mm entre nós opostos também foram confeccionados, em um deles foi inserido um painel de malha de 96 mm entre nós opostos na porção superior funcionando com uma janela de escape (JE). Todos os BRDs foram testados contra o mesmo ensacador controle, com características idênticas as adotadas pela frota artesanal (malha diamantes com 24 mm entre nós opostos e 100 malhas de comprimento e circunferência). Os dispositivos foram adaptados de Broadhurst *et al.* (1997) (Figura 2).

### Coleta de dados e análise estatística

Após cada arrasto, os ensacadores foram esvaziados em uma mesa de triagem, onde camarões e braquiúros foram separados. Os dados coletados de cada arrasto foram: (i) peso total de camarões sete-barbas; (ii) peso total de braquiúros; (iii) peso e número total de cada táxon capturado; (iv) largura da carapaça das espécies de braquiúros; e (v) comprimento da carapaça de 50 camarões escolhidos aleatoriamente. Os dois primeiros itens foram tomados a bordo da embarcação, os demais foram mensurados em laboratório. As rotas dos arrastos e as profundidades foram monitoradas por GPS e ecobatímetro, respectivamente.

Para comparar as diferenças das médias das capturas das espécies em re-

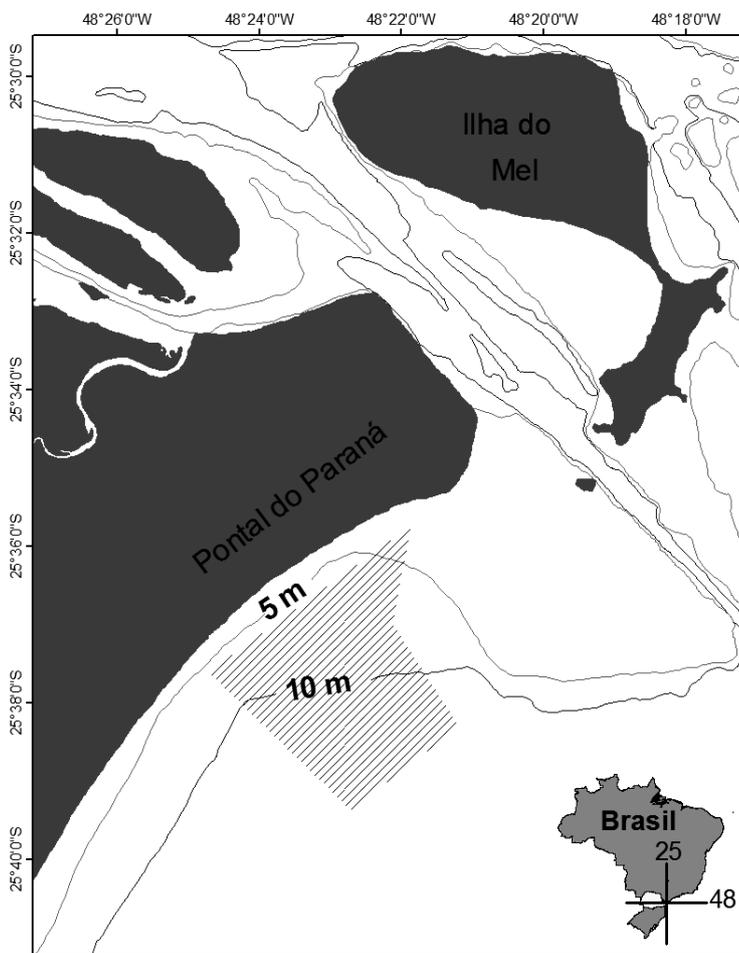


Figura 1 - Área de estudo. A área hachurada foi a área abrangida pelos arrastos.

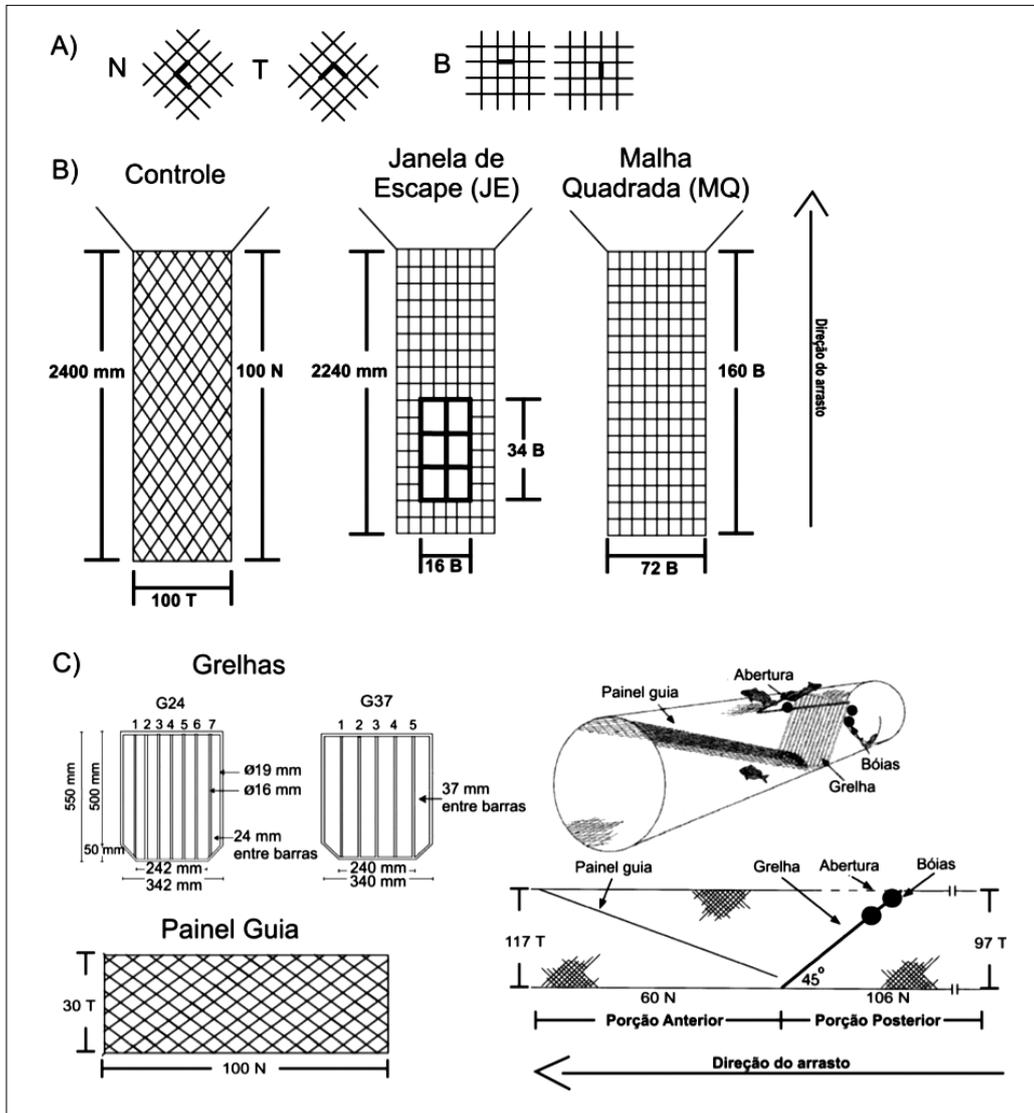


Figura 2 - Representação esquemática das unidades de medição dos ensacadores. N, T e B (A); do ensacador controle e dos dispositivos janela de escape (JE) e malha quadrada (MQ) (B); e desenho G24 e G37, do painel guia e do ensacador acoplado às grelhas (C) (adaptado de Broadhurst *et al.*, 1997).

lação aos BRDs utilizou-se uma ANOVA ortogonal com dois fatores (rede e estação do ano). Os valores foram transformados por  $\log(x+0,1)$ . A frequência relativa do tamanho dos camarões e das espécies de braquiúros foi combinada entre as estações e comparada entre os BRDs, e seus respectivos controles usando o teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras ( $p < 0,05$ ). O cálculo da porcentagem de exclusão foi realizado usando a seguinte fórmula:

$$\%Ex = [(Ctrl - BRD) / Ctrl] * 100,$$

onde, %Ex = exclusão do dispositivo; BRD = biomassa do dispositivo; Ctrl = biomassa da rede controle.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram capturados 922,620 kg de camarão sete-barbas e 225,80 kg de braquiúros ( $n = 8635$ ), para os quais sete táxons foram identificados: *Callinectes sp.* ( $n=3113 - 58,8\%$ ), *Hepatus pudibundus* ( $n=998 - 17,9\%$ ), *Persephona sp.* ( $n=805 - 14,4\%$ ), *Libinia ferreirae* ( $n=337 - 6,1\%$ ), e *Arenaeus cribrarius* ( $n=142 - 2,6\%$ ). Foi medido o comprimento do cefalotórax de 6970 indivíduos de *Xiphopenaeus kroyeri*.

Apesar não ter havido diferença em nível estatístico, todos os dispositivos reduziram a captura média da espécie *Xiphopenaeus kroyeri* (G24: 15,77%; G37: 32,08%; J.E: 8,01%; M.Q: 2,41%) ( $p > 0,05$ ). As

grelhas G24 e G37 reduziram a captura média de braquiúros (62% e 53% respectivamente,  $p < 0,05$ ), porém sem diferença estatística para as espécies *H. pudibundus* e *A. cribrarius* (Figura 3). Por sua vez, a JE e MQ não reduziram a captura das espécies de braquiúros ( $p > 0,05$ ).

Houve maior captura de camarões e braquiúros durante os experimentos de verão e outono. As interações entre a configuração do ensacador e as

estações do ano não foram significativas (Tabela I), indicando que os efeitos dos BRDs não variaram ao longo das estações, exceto para *L. ferreirae* para a MQ, cuja variação foi observada. A redução da biomassa de braquiúros com o uso das grelhas corrobora com outros experimentos já realizados (Broadhurst, *et al.* 2000; Silva *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012), especialmente sobre o desempenho deste BRD para invertebrados (García *et al.*, 2008).

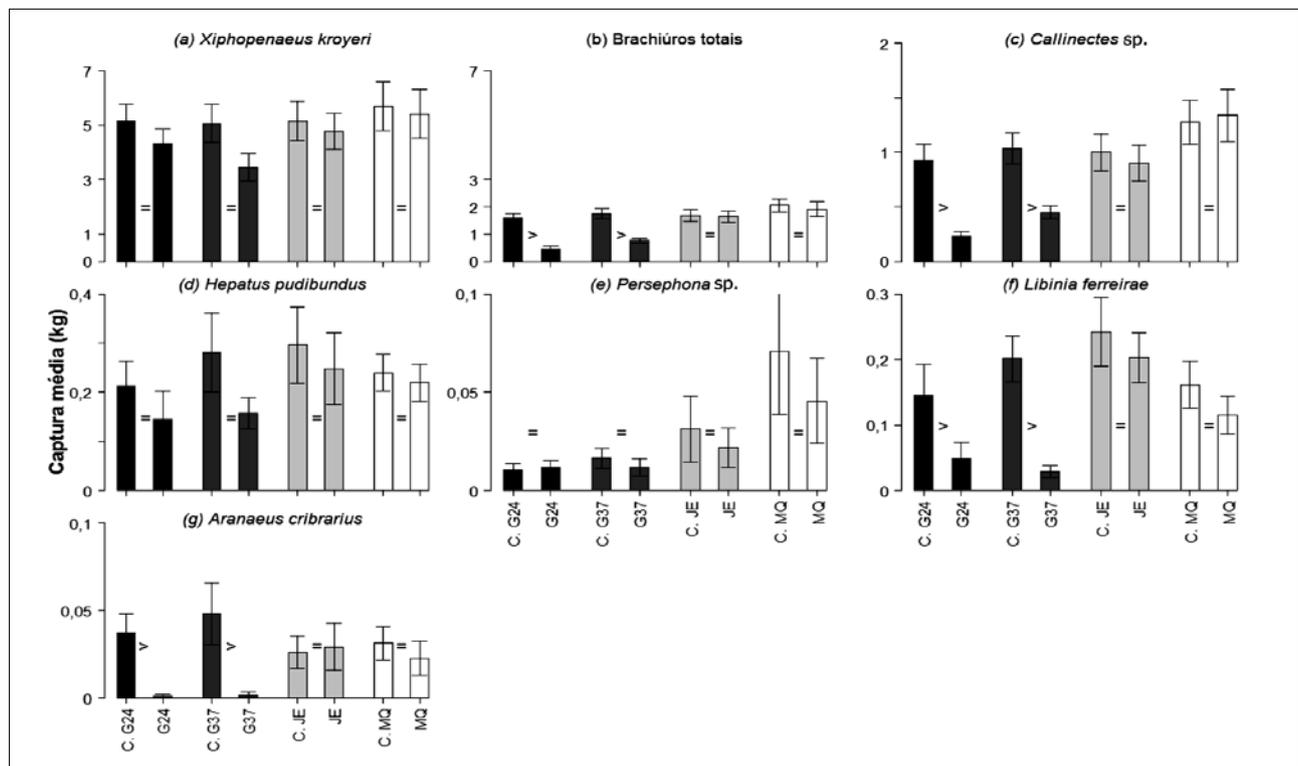


Figura 3 - Captura média e erro padrão dos BRDs e respectivos controles. O sinal > representa captura significativamente maior ( $p < 0,05$ ).

Tabela I - Valores de F da análise dos modelos lineares para cada tratamento da ANOVA (Tratamento: ENS=Ensacador, EST=Estação, ENS x EST = Interação Ensacador e Estação), com os respectivos valores de significância.

Grelha	Tratamento	<i>X. kroyeri</i>	Braquiúros	<i>Callinectes</i>	<i>H. pudibundus</i>	<i>Persephona</i>	<i>L. ferreirae</i>	<i>A. cribrarius</i>
G24	ENS	2,15	15,76***	17,81***	0,12	0,01	7,93**	14,62***
	EST	37,72***	3,82*	6,23**	3,41*	12,13***	3,74*	0,62
	ENS x EST	0,29	2,06	1,15	0,26	0,31	0,74	0,91
G37	ENSr	2,13	64,82***	14,23***	0,01	1,50	15,67***	17,53***
	EST	15,76***	15,68***	13,24***	3,52*	10,28***	2,09	3,98*
	ENS x EST	0,18	0,34	0,05	1,04	1,22	0,65	1,94
JE	ENS	0,29	2,65	1,89	1,01	0,13	0,01	0,09
	EST	31,79***	9,6***	23,22***	3,33*	6,89***	4,15*	3,08*
	ENS x EST	0,08	0,2	0,09	0,22	0,34	1,47	1,78
MQ	ENSr	0,04	0,01	0,01	0,03	0,10	0,01	0,67
	EST	-	9,45***	20,51***	1,88	14,88***	2,50	6,75***
	ENS x EST	-	0,19	0,19	0,35	0,13	5,11**	1,37

p-valor<0,05\*, p-valor<0,01\*\* e p-valor<0,001\*\*\*

A predisposição na utilização de práticas de pesca de menor impacto depende da relação entre os benefícios e os custos associados à sua adoção (Ostrom, 2005). Nesse caso, entre a capacidade de exclusão dos dispositivos e as perdas potenciais de captura das espécies-alvo. Os experimentos demonstraram não haver perdas significativas na captura de camarões, embora sua redução pelo uso da G37 tenha sido percebida visualmente pelos pescadores presentes na embarcação. Outros experimentos com o uso de grelhas com maiores dimensões de largura e comprimento (Silva *et al.*, 2011; Silva, *et al.*, 2012a) demonstraram resultados de biomassa de camarões mais elevadas em relação às redes controle. Possivelmente, as perdas observadas podem estar associadas às dimensões e disposição da G37 na rede.

Com exceção da JE, o comprimento médio do cefalotórax do camarão sete-barbas foi maior para os BRDs testados (Figura 4). A diferença encontrada foi de 0,76 mm, 0,38 mm, 0,74 mm e 0,01 mm, respectivamente, para G24, G37, MQ e JE. Esta dife-

rença deve ser outra razão para a menor captura em peso de camarões *X. kroyeri*, já que os BRDs podem estar excluindo os indivíduos menores. A menor captura de peixes e braquiúros pode ter reduzido a tensão das malhas, permitindo o escape dos indivíduos menores (Cattani, 2010).

Nos testes com a G24, observou-se diferenças na captura total (Kg) e na exclusão de organismos maiores das espécies *Callinectes* sp. e *A. cribrarius* (Tabela I, Figura 5). Para *L. ferreirae* e *Persephona* sp., observou-se um efeito marginal em termos de peso e classes de tamanho. A G37 demonstrou resultado semelhante para *Callinectes* sp., e foi menos expressiva para as demais espécies. As JE e MQ não apresentaram diferenças em peso e na distribuição de tamanho para espécies de braquiúros, exceto pela exclusão dos indivíduos menores de *Persephona* sp. (Figura 6). As JE e MQ foram idealizadas para exclusão de peixes (Broadhurst, 2000; Glass, 2000; Silva *et al.*, 2011), o que de certa forma permite compreender a razão do baixo desempenho destes BRDs para a exclusão de braquiúros.

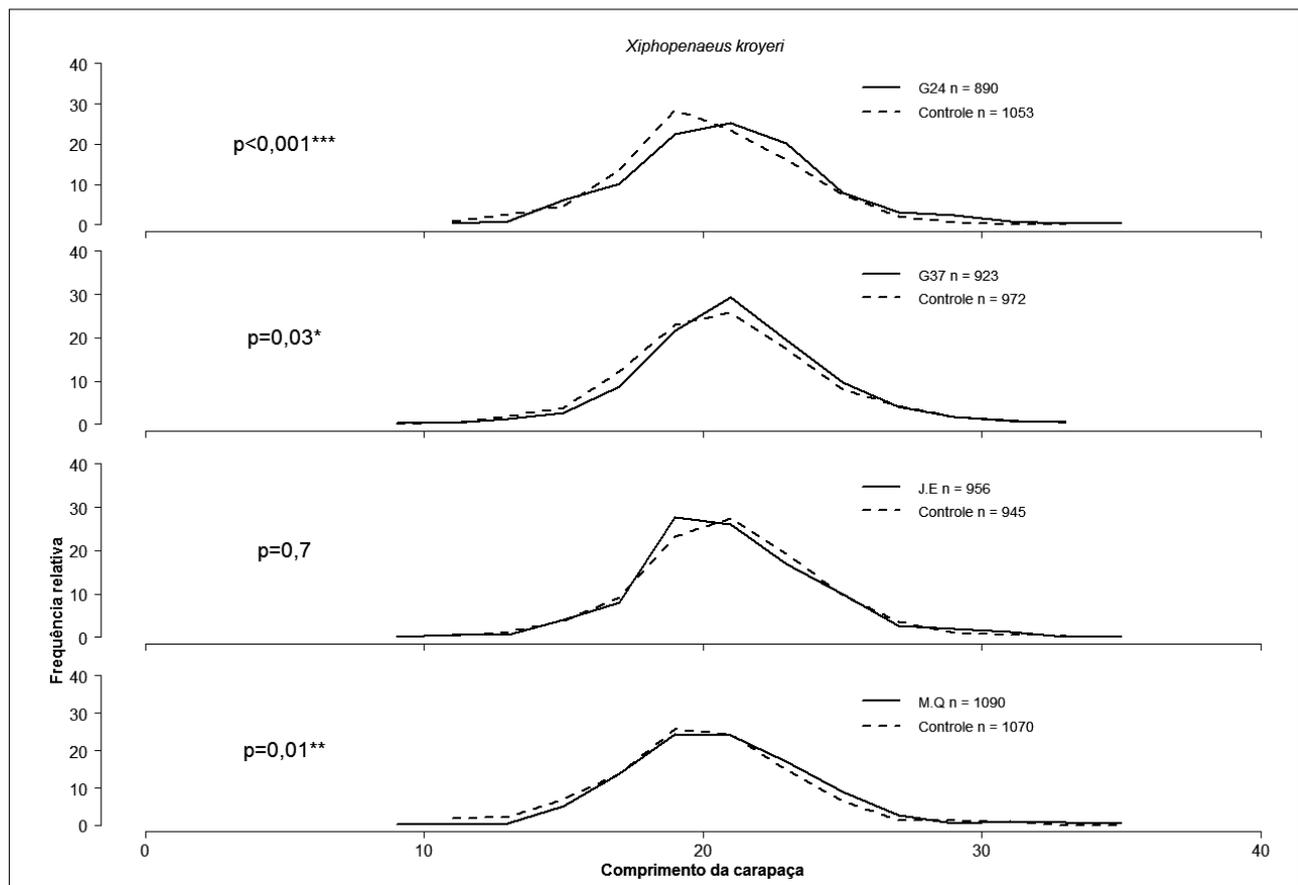


Figura 4 - Frequência relativa dos camarões capturados pelos BRDs, e o valor do teste de Kolmogorov-Smirnov.

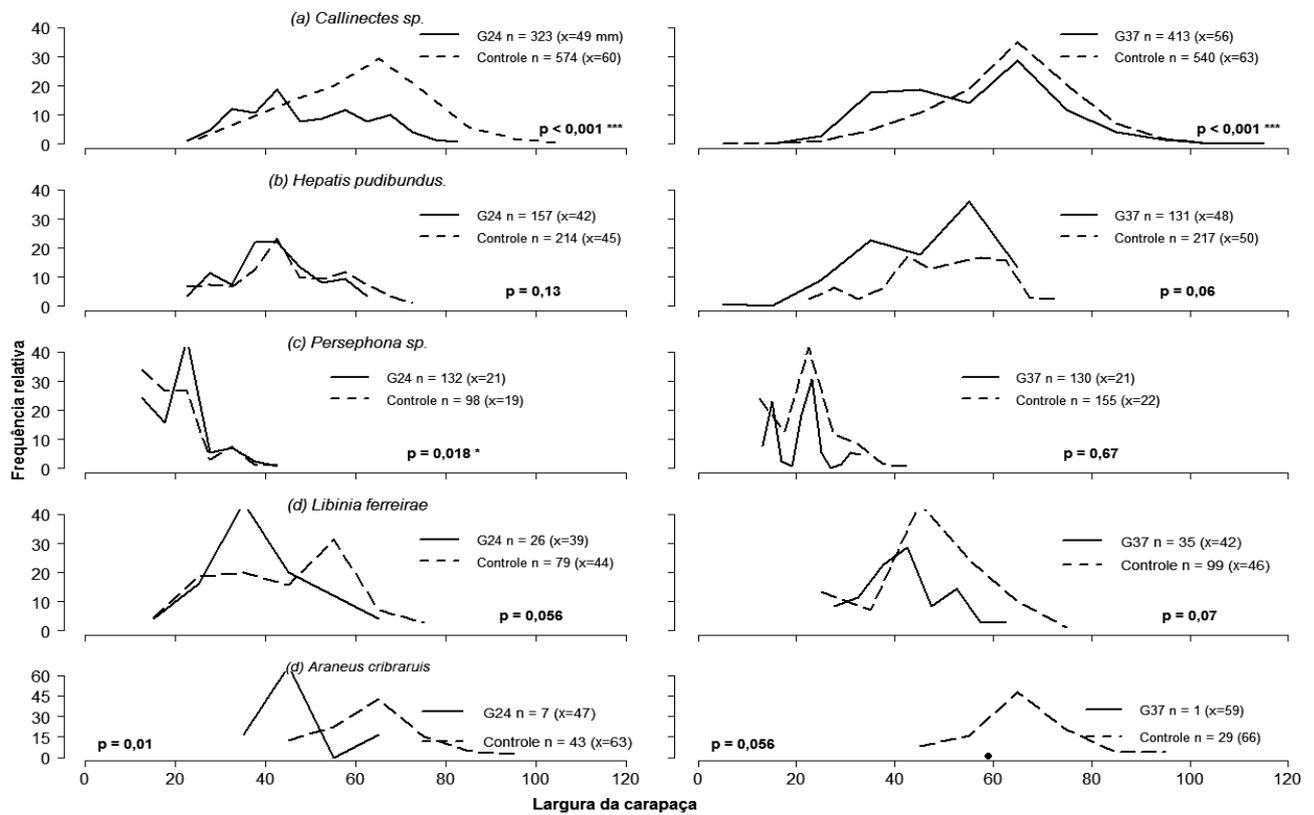


Figura 5 - Frequência relativa das espécies de braquiúros capturadas pelas grelhas e seus respectivos controles. Junto o valor do teste de Kolmogorov-Smirnov.

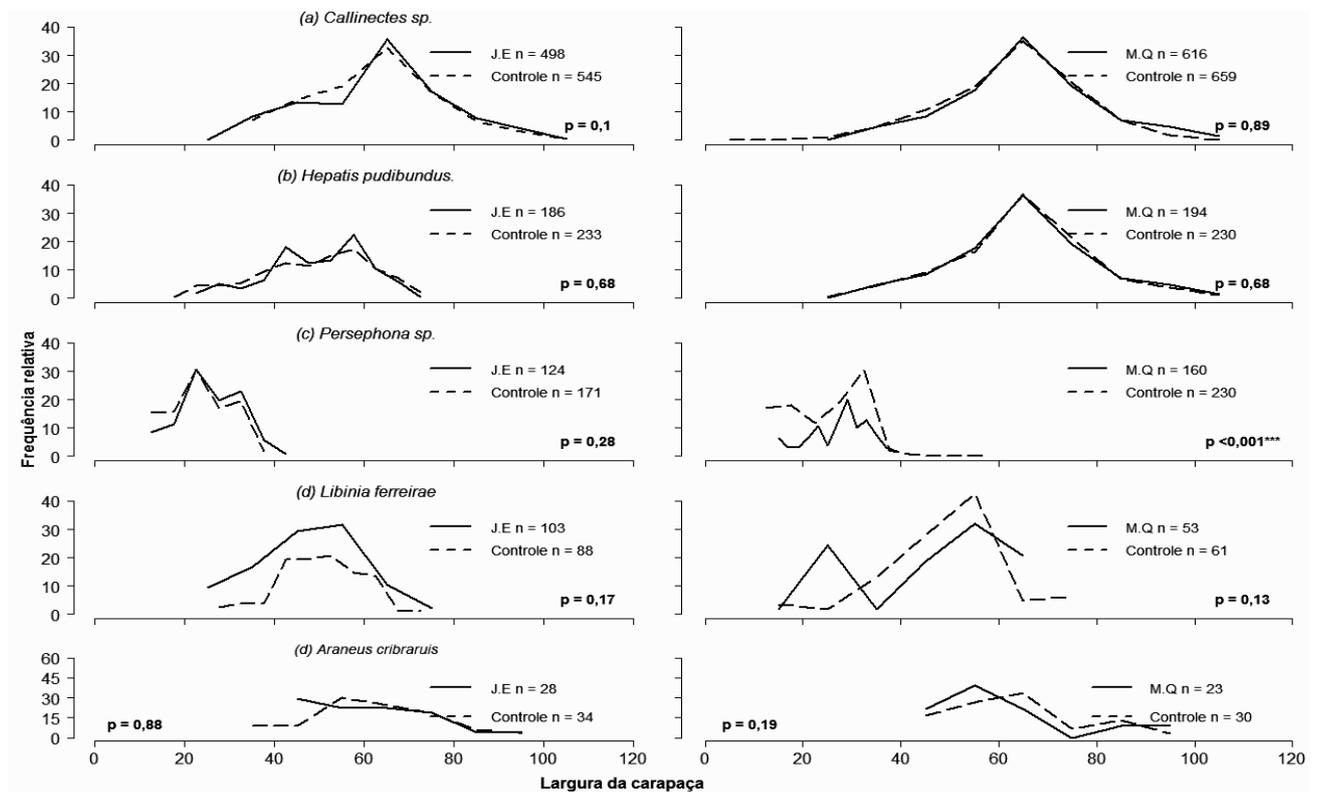


Figura 6 - Frequência relativa das espécies de braquiúros capturadas pela JE e MQ e seus respectivos controles. Junto o valor do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Do ponto de vista ecológico, os braquiúros capturados pela frota de arrasto geralmente são devolvidos ainda vivos no mar. No entanto, a presença dessa fauna nos ensacadores representa uma importante parcela do volume e peso da captura das redes causando danos a espécie-alvo. Além disso, dos táxons capturados somente o *Callinectes* sp. possui algum tipo de interesse comercial, mas não é explorado por essa frota de arrasto. Dessa maneira, os BRDs avaliados nesse estudo, especialmente as grelhas, cumpriram seu objetivo e tendem a não afetar os resultados socioeconômicos das pescarias. A redução do peso dos ensacadores também pode gerar economia de combustível, uma vez que se exigirá menos potência do motor para tracionar a rede.

Os esforços para a experimentação e utilização dos BRDs na pesca de arrasto de camarões oferecem subsídios para uma abordagem ecossistêmica de gestão de pescarias (Berkes, 2011; Garcia *et al.*, 2003), especialmente no que se refere à redução do impacto sobre a fauna acompanhante (Pikitch *et al.*, 2004; Jennings & Revill, 2007). Também parte para uma perspectiva ampliada de gestão pesqueira, a partir de uma visão multi e interdisciplinar, oferecendo pontos de referência a análise e a promoção da resiliência de ecossistemas marinhos (Hughes *et al.*, 2005; Lebel *et al.*, 2006).

A perspectiva ecossistêmica também se vale de elementos tecnológicos para resolver problemas de difícil resolução pelo manejo convencional (Berkes, 2011; Garcia *et al.*, 2003). Dessa maneira, os redutores da fauna acompanhante (BRDs) aparecem como medidas tecnológicas para aliviar o impacto exercido pela pesca, especificamente o arrasto de portas, sobre o ecossistema. Os resultados aqui apresentados e os experimentos já realizados (Cattani, 2010; Silva *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012a/b), oferecem contribuições preliminares para uma análise da pesca de arrasto de camarões a partir desta abordagem.

## CONCLUSÕES

Os experimentos demonstraram possuir desempenho satisfatório na redução da captura de braquiúros pela frota artesanal de arrasto de portas. Dentre os dispositivos testados, as grelhas exclusoras (G24 e G37) foram mais efetivas do que a malha quadrada e as janelas de escape.

Mesmo que os testes tenham sido elaborados com uma embarcação com características específicas de uma parcela da frota artesanal, os

resultados oferecem indicativos para algumas generalizações. Primeiramente, a exclusão de braquiúros das redes facilita o manuseio do trabalho a bordo, além de reduzir as perdas de camarões dilacerados especialmente por *Callinectes* sp.. Para o litoral do Paraná, a frota de arrasto de menor escala (motorização inferior a 24HP) costuma não utilizar os siris como captura acessória. Neste caso, o uso das grelhas exclusoras pode ter uma boa aceitação entre os pescadores.

Em segundo lugar, apesar da perda em peso de captura do camarão sete-barbas, esta pode não refletir prejuízos econômicos, já que permanecem na rede os camarões de tamanho adequado para a comercialização. Uma análise aprofundada posterior, de forma participativa, permitirá compreender a percepção dos pescadores sobre os benefícios da exclusão dos indivíduos sem interesse comercial e as perdas potenciais da captura da espécie-alvo.

Em terceiro lugar, o diálogo produtivo com os pescadores depende de uma melhor compreensão sobre o comportamento dos BRDs durante a operação de pesca. O desempenho da G37 pode ter sido afetado por sua disposição na rede. A realização de experimentos constitui uma primeira fase de um ciclo de ações para analisar a viabilidade do uso destes dispositivos como instrumento de ordenamento pesqueiro. A continuidade dos experimentos deve ter um maior envolvimento dos redeiros locais, que podem contribuir com ajustes, ou mesmo, novas modificações às redes de arrasto.

Importante ressaltar que há um processo longo e contínuo de “aprender fazendo”, entre os primeiros experimentos e a utilização dos BRDs como instrumentos de gestão pesqueira. As experiências internacionais têm apontado a necessidade uma perspectiva participativa e integrada para que os instrumentos de gestão pesqueiras sejam bem sucedidos. A pesca de camarões, especificamente, tem sido um espaço de intensos conflitos, alguns destes originados por falta de legitimidade dos instrumentos de ordenamento pesqueiro. Assim sendo, a aplicabilidade dos BRDs dependerá de novos experimentos, de abordagens multidisciplinares e, principalmente, do envolvimento gradativo dos pescadores para avaliar o desempenho destes dispositivos.

**AGRADECIMENTOS** - os autores agradecem a contribuição de estudantes do CEM/UFPR e ao oceanógrafo Rodolfo A. D. Rocha, que contribuíram na coleta e análise do material biológico. Agradecimento especial aos pescadores da comunidade de Barrancos onde foram realizados os experimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bail, G.C.; Branco, J.O.; Júnior, F.F.; José, M.; Raphael, J. & Braun, R. Fauna acompanhante do camarão sete-barbas, na foz do Rio Itajaí-Açu e sua contribuição na diversidade de crustáceos e peixes do ecossistema Saco da Fazenda, in Branco, J. O.; Branco, M. J. L., & Bellotto, V.R. (eds.), *Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Editora UNIVALI, 312 p., Itajaí, 2009.
- Béné, C. When fishery rhymes with poverty: a first step beyond the old paradigm on poverty in small-scale fisheries. *World Development*, v.31, n.6, p.949-975, 2003.
- Berkes, F. Implementing ecosystem-based management: evolution or revolution? *Fish and Fisheries*, v.13, n.4, p.1-12, 2011.
- Bermudez, A., & Aguero, M. Socioeconomic research on fisheries and aquaculture in Latin America. in Charles, A.T.; Brainerd, T.P.; Bermudez, A.; Montalvo, H.M. & Pomeroy, R.S. (eds.), *Fisheries socioeconomics in the developing world: regional assessments and an annotated bibliography*. International Development Research Centre, 163 p., Ottawa, 1994.
- Botsford, L.W.; Castilla, J.C., & Peterson, C.H. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science*, v. 277, p.509-515, 1997.
- Branco, J.O.; Verani, J.R. 2006. Pesca do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC., in Branco, J.O. & Marenzi, A. (eds.), *Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC*. Editora da UNIVALI, 291 p., Itajaí, 2006.
- Broadhurst, M.K. Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: a review and framework for development. *Rev. Fish Biol. Fish.*, v.10, n.1, p.27-60, 2000.
- Broadhurst, M.K.; Kennelly, S.J. & Doherty, G.O. Specifications for the construction and installation of two by-catch reducing devices (BRDs) used in New South Wales prawn-trawl fisheries. *Mar. Freshw. Res.*, v.48, p.485-489, 1997.
- Broadhurst, M.K.; Mcshane, P.E., & Larsen, R.B. Effects of twine diameter and mesh size in the body of prawn trawls on bycatch in Gulf St. Vincent, Australia. *Fish. Bull.*, v.98, n.3, p.463-473, 2000.
- Cattani, A.P. *Avaliação de dispositivos redutores de captura incidental na pesca de arrasto do município de Pontal do Paraná-PR*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Universidade Federal do Paraná, 204 p., Pontal do Paraná, 2010.
- Chaves, P.T., & Roberts, M.C. Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v.25, n.1, p.53-59, 2003.
- Conolly, P.C. Bycatch activities in Brazil, in Jones, R.P. (ed.), *International Conference on Shrimp Bycatch*. Southeastern Fisheries Association, 365 p., Tallahassee, 1992.
- Garcia, S.; Zerbi, A.; Aliaume, C.; Do Chi, T., & Lasserre, G. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional. Sustainable Development. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 71 p., Roma, 2003.
- Glass, C.W. Conservation of fish stocks through by-catch reduction: a review. *Northeastern Naturalist*, v.7, n.4, p.395-410, 2000.
- Hughes, T.P.; Bellwood, D.R.; Folke, C.; Steneck, R., & Wilson, J. New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in Ecology & Evolution*, v.20, n.7, p.380-386, 2005.
- Jennings, S., & Revill, A.S. The role of gear technologists in supporting an ecosystem approach to fisheries. *ICES J. Mar. Sci.*, v.64, n.8, p.1525-1534, 2007.
- Kelleher, K. Discards in the world's marine fisheries An update. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 131 p., Roma, 2005.
- Lebel, L.; Anderies, J.M.; Campbell, B.; Folke, C.; Hatfield-Dodds, S.; Hughes, T.P., & Wilson, J. Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society*, v.11, n.1, 2006.
- Ostrom, E. *Understanding institutional diversity*. Princeton University Press, 376 p., Princeton, 2005.
- Pauly, D., & Alder, J. Marine fisheries systems, in Hassan, R.M.; Scholes, R. & Ash, N. (eds.), *Ecosystems and human well-being*. Island Press, 136 p., Washington, 2005.
- Pikitch, E.K.; Santora, C.; Babcock, E.A.; Bakun, A.; Bonfil, R.; Conover, D.O.; Dayton, P.; Doukakis, P.; Fluharty, D.; Heneman, B.; Houde, E.D.; Link, J.; Livingston, P.A.; Mangel, M.; McAllister, M.K.; Pope, J. & Sainsbury, K.J. Ecosystem-based fishery management. *Science*, v. 305, n. 5682, p.346-347, 2004.
- Silva, C.N.S; Broadhurst, M.K.; Schwingel, A.; Dias, J.H.; Cattani, A.P. & Spach, H.L. Refining a

Nordmøre-grid for a Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery. *Fish. Res.*, v.109, n.1, p.168-178, 2011.

Silva, C.N.S.; Broadhurst, M. K.; Dias, J.H.; Cattani, A.P., & Spach, H.L. The effects of Nordmøre-grid bar spacings on catches in a Brazilian artisanal shrimp fishery. *Fish. Res.*, v. 109, p. 168-178, 2012a.

Silva, C.N.S; Dias, J.H.; Cattani, A.P., & Spach, H.L. Relative efficiency of square-mesh codends in an ar-

tisanal fishery in southern Brazil. *Latin Amer. J. Aquat. Res.*, v.40, n.1, p.124-133, 2012b.

Wood, S., & Ehui, S. Food. in Hassan, R.M.; Scholes, R., & Ash, N. (eds.), *Ecosystems and human well-being: current state and trends - Vol.1*. Island Press, Washington, 2005.

Worm, B.; Hilborn, R.; Baum, J.K.; Branch, T.A.; Collie, J.S.; Costello, C.; Fogarty, M. J., et al. Rebuilding global fisheries. *Science*, v.325, n.5940, p.578-585, 2009.