

ESTRATÉGIAS PARA A REDUÇÃO DA FAUNA ACOMPANHANTE NA FROTA ARTESANAL DE ARRASTO DO CAMARÃO SETE-BARBAS: PERSPECTIVAS PARA A GESTÃO PESQUEIRA

Rodrigo Pereira MEDEIROS ^{1,4}; José Hugo Dias Gondim GUANAIS ¹; Lilyane de Oliveira SANTOS ¹; Henry Louis SPACH ¹; Catarina Nunes Soares SILVA ²; Carina Catiana FOPPA ³; André Pereira CATTANI ¹; Ana Paula RAINHO ¹

RESUMO

Dispositivos para a redução da captura da fauna acompanhante (BRD) são modificações tecnológicas instaladas em redes de arrasto a fim de evitar ou reduzir a mortalidade indesejada oriunda da pesca. Foram examinadas as perspectivas para o uso de BRD na pesca artesanal de arrasto na costa sul brasileira a partir de uma revisão em três níveis. A primeira tratou de uma breve descrição da gestão pesqueira no Brasil (GP). A seguir, foram revisados conceitos a partir do enfoque ecossistêmico aplicado à pesca (EAF) e da cogestão adaptativa (ACM). Por fim, os resultados dos experimentos com o uso de BRDs na pesca artesanal do litoral do Paraná foram sintetizados e analisados com base em três critérios provenientes do EAF e ACM (potencial para processos participativos, diálogo de saberes e gestão adaptativa). Foram identificados quatro ciclos institucionais que demonstram condições limitadas para a adoção de novas abordagens de gestão, especialmente a adoção de BRD além de uma modificação técnica. Contudo, partindo de uma perspectiva ampliada de gestão, torna-se importante testar os BRDs em diferentes contextos, a partir da compreensão avançada da dinâmica dos sistemas pesqueiros artesanais, da participação efetiva dos pescadores, do uso de abordagens participativas de pesquisa e de gestão, do envolvimento gradativo dos gestores nos experimentos e de uma comunicação contínua sobre resultados dos experimentos para os diferentes espaços de gestão pesqueira.

Palavras chave: *Xiphopenaeus kroyeri*; gestão ecossistêmica; modificações tecnológicas; cogestão adaptativa

STRATEGIES FOR BYCATCH REDUCTION AT SMALL-SCALE SHRIMP TRAWL FISHING: PERSPECTIVES FOR FISHERIES MANAGEMENT

ABSTRACT

Bycatch reduction devices (BRD) are technical modifications installed in trawl nets in order to avoid or to reduce unwanted fishing mortality. We examined the perspectives of use of BRD on the Southern Brazilian artisanal trawl fishery at three levels. Firstly, we briefly described Brazilian Fisheries Management (BFM) from the past 50 years. Secondly, we reviewed concepts in Ecosystem Approach to Fisheries (EAF) and Adaptive Co-Management (ACM) approach. Finally, we summarized some of the findings from experiments with the use of BRD on a small-scale fishing boat at the coast of Paraná based on three criteria from EAF and ACM (potential for participatory approach, knowledge bridging and adaptive management). We identified four institutional cycles, which showed limited conditions to the adoption of new fisheries management approaches, especially in terms of the adoption of BRD beyond a technical modification. However, from a wider fisheries management perspective, it's important to experience BRDs in different scenarios, through comprehension of dynamic of fisheries systems, participation of fishers, use of participatory approaches on research and management, engagement of decision makers, and the continued communication between experiments and fisheries management arenas.

Keywords: *Xiphopenaeus kroyeri*; ecosystem management; technological modifications; adaptive co-management

Artigo de Revisão: Recebido em 22/09/2012 – Aprovado em 17/05/2013

¹ Universidade Federal do Paraná. Centro de Estudos do Mar.

² School of Biological Sciences. Victoria University of Wellington, PO Box 600. Wellington, 6012, New Zealand.

³ Universidade Federal do Rio Grande. Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental. Rio Grande/RS.

⁴ Endereço/Address: Universidade Federal do Paraná. Av. Beira Mar s/n – Pontal do Sul. – CEP: 83.255-976 -Pontal do Paraná – PR – Brasil. e-mail: rodrigo.medeiros@ufpr.br (autor correspondente)

INTRODUÇÃO

A pesca vem sendo considerada um dos principais vetores de transformação social e ecológica dos oceanos. Entre os argumentos está a falência de algumas pescarias (WORM *et al.*, 2009) e a desestruturação de ecossistemas marinhos e costeiros (PAULY *et al.*, 1998). A pesca também é a base sociocultural e sociopolítica para a manutenção de diversos modos de vida, contribuindo para a diminuição da pobreza e a promoção da segurança alimentar (BÉNÉ, 2003; YE *et al.*, 2012).

Neste contexto, a gestão pesqueira é interpretada como um das causas, mas também uma das possibilidades de mudança da condição observada (KOOIMAN *et al.*, 2005). Enquanto causa, a gestão está na base da crise dos recursos pesqueiros (HOLLING e MEFFE, 1996; BERKES, 2003). A perspectiva biológica, centrada mais no “peixe” e menos na estrutura dos sistemas sociais e ecológicos, vem sendo criticada (LARKIN, 1978). Em oposição, outras perspectivas vem sendo construídas, incorporando a natureza complexa dos sistemas pesqueiros (YE *et al.*, 2012; MAHON *et al.*, 2008). Estas destacam a necessidade de compartilhamento de responsabilidades entre usuários dos recursos pesqueiros e agências de gestão (POMEROY e BERKES, 1997), de adoção da gestão adaptativa (ARMITAGE *et al.*, 2008; BERKES, 2009) e de uma perspectiva ecossistêmica (GARCIA e COCHRANE, 2005).

No Brasil, a pesca de arrasto de camarões representa um estudo de caso emblemático - sendo operada em diferentes escalas (artesanal e industrial), ambientes, recursos-alvo e tecnologias (MEDEIROS, 2009). Ainda, a pesca de arrasto de camarões é uma atividade marcada por conflitos, resultante, dentre outros motivos, de inconsistências nos instrumentos de ordenamento, da baixa qualidade e disponibilidade das informações e da ausência de processos efetivamente participativos na gestão (PEZZUTO *et al.*, 2008; MEDEIROS, 2009; FOPPA, 2009). No que se refere à pesca artesanal de arrasto de camarões, esta é a base da economia familiar em diversas comunidades do litoral sul brasileiro, especialmente nos Estados de Santa Catarina e Paraná, onde a fauna acompanhante possui importância comercial e/ou nutricional (CHAVES

e ROBERT, 2003; BAIL e BRANCO, 2007; MEDEIROS, 2009).

A atividade em si causa grande impacto nos ecossistemas marinhos pela fragmentação de habitats e pela captura incidental (fauna acompanhante) de organismos com pouco ou nenhum interesse comercial (ALVERSON *et al.*, 1994; BROADHURST, 2000; KELLEHER, 2005), entre os quais, comunidades de peixes e outros grupos taxonômicos, como crustáceos, moluscos, equinodermas e cnidários (HAIMOVICI e MENDONÇA, 1996; BRANCO e FRACASSO, 2005).

O impacto da pesca de arrasto tem se tornado um motivo de preocupação na gestão pesqueira. Recentemente, foi publicada a proposta “Plano nacional de gestão para uso sustentável de camarões marinhos no Brasil” (DIAS NETO, 2011), que propõe, entre as estratégias, a adoção de dispositivos tecnológicos de redução da captura da fauna acompanhante, ou simplesmente BRD (originário do inglês BRD - *Bycatch Reduction Devices*). A adoção destes dispositivos na atividade pesqueira se caracteriza como uma medida específica de gestão, de cunho tecnológico, orientada para a modificação das redes de arrasto (corpo da rede e/ou ensacador) para promover a diminuição da captura da fauna acompanhante (BROADHURST, 2000). Apesar da estratégia proposta para a pesca no Brasil, não há indicativos sobre a sua operacionalização na pesca de arrasto de camarões. Com a finalidade de contribuir com essa discussão, este artigo tem por finalidade organizar uma revisão e análise sobre o uso de BRD na gestão da pesca artesanal de arrasto de camarões na costa sul-sudeste brasileira.

O artigo foi estruturado em cinco seções. A primeira seção tratou de descrever o ordenamento da pesca de camarões na costa sul-sudeste. Na seção seguinte, são propostos critérios para a análise do ambiente institucional para o uso do BRD num enfoque ecossistêmico de gestão. Esta contemplou a análise de conceitos, princípios, normas e instrumentos de gestão e governança (OSTROM, 2005). Na terceira seção do artigo, são descritas as contribuições dos experimentos sobre o uso de dispositivos tecnológicos para a redução da fauna acompanhante na pesca de arrasto de camarões realizadas no litoral do Paraná, apesar de ser uma frota com objetivos multiespecíficos.

Os experimentos foram realizados com redes típicas para a captura do camarão sete-barbas, principal alvo da captura da pesca artesanal. Na quarta seção do artigo, é proposta uma análise dos BRDs enquanto instrumento de ordenamento para a pesca artesanal de camarões no litoral sul-sudeste. Na última seção, são apresentados os argumentos finais sobre as potencialidades e obstáculos do uso dos BRDs como instrumentos de gestão pesqueira no Brasil.

A elaboração foi conduzida a partir de uma revisão do “estado da arte” do conhecimento sobre o uso das modificações tecnológicas (BRDs) na pesca de arrasto de camarões na costa sul-sudeste. Esta revisão foi estruturada sob três perspectivas. Na primeira, considerou-se o arcabouço institucional que define a gestão pesqueira no Brasil, enfatizando os seus aspectos gerais e sua aplicação na pesca artesanal de arrasto de camarões da costa sul-sudeste. Em outra perspectiva, foi realizada uma revisão conceitual das novas abordagens de gestão, enfatizando os aspectos da gestão enquanto um processo (BERKES, 2011). Na terceira perspectiva, procedeu-se uma revisão dos trabalhos e experimentos realizados com o uso de BRDs na pesca artesanal de arrasto de camarões. Essa revisão considerou não apenas uma análise dos dados biológicos, mas também dos procedimentos metodológicos que seguiram essas análises, uma vez que o número de experimentos ainda é incipiente no Brasil.

Importante ressaltar que a revisão concentra-se sobre os processos de gestão pesqueira. Não se trata de roteiro para a implantação de tais modificações, nem de uma avaliação puramente biológica e/ou tecnológica, mas, prioritariamente, uma análise do ambiente institucional (OSTROM, 2005; BERKES, 2011).

ASPECTOS INSTITUCIONAIS DA GESTÃO PESQUEIRA NA COSTA SUL-SUDESTE

A gestão pesqueira foi analisada historicamente dentro de uma perspectiva institucional entre o período de 1962 a 2012. O período corresponde à criação de dois marcos institucionais: a Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE (BRASIL, 1962) e o Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2009b), que foi acompanhando do novo

modelo de ordenamento pesqueiro no País (BRASIL, 2009a, c, d). Para tanto, foram consultados os documentos: a) normas gerais de ordenamento pesqueiro publicadas durante o período; b) documentos e relatórios institucionais do ordenamento da pesca de camarões, especialmente aqueles produzidos pelo Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul - CEPSUL; c) relatórios de acompanhamento produzidos pelos autores a partir da observação direta das reuniões de ordenamento da pesca de camarões realizadas no CEPSUL entre 2005 e 2008; d) e documentos técnicos produzidos pelos autores sobre a pesca de camarões.

Histórico e evolução da gestão pesqueira

A gestão pesqueira no Brasil pode ser explicada por quatro ciclos institucionais, a partir do início da década de 1960 (Tabela 1). Estes ciclos são marcados por diferenças em termos de objetivos das políticas e da gestão pesqueira, de competências institucionais e de instrumentos de ordenamento pesqueiro. As mudanças institucionais influenciaram a condição dos estoques pesqueiros e promoveram situações de assimetria de acesso, especialmente entre pesca artesanal e pesca industrial (DIEGUES, 1983; ABDALLAH e BACHA, 1999; DIAS NETO, 2010).

O primeiro ciclo - de “modernização tecnológica” - é iniciado com a criação da Superintendência para o Desenvolvimento da Pesca - SUDEPE. O ciclo de “controle ambiental” iniciou a partir da extinção da SUDEPE e a criação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Houve um maior equilíbrio entre os objetivos de desenvolvimento da pesca e de controle ambiental, com a criação de medidas de regulação de pescarias (DIAS NETO, 2010). Já o ciclo de “múltiplas competências” é marcado pela divisão de competências com base no estado de exploração dos estoques pesqueiros. Destaca-se também a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO. Esta autarquia passou a assumir a responsabilidade de executar as políticas de conservação do Ministério do Meio Ambiente, especialmente o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, que pode contemplar a gestão pesqueira dentro das unidades de conservação federais.

Tabela 1. Principais ciclos institucionais de gestão pesqueira a partir da década de 1960.

Ciclos institucionais	Período	Principais Atos Regulatórios (competências)	Componentes do ciclo
Modernização tecnológica	1962 - 1989	Decreto Lei 221/1967 (SUDEPE)	Incentivos fiscais, modernização das frotas e parque industrial Colapso dos estoques
Controle ambiental	1989 - 1998		Instrumentos de controle ambiental
Múltiplas competências	1998 - 2009	(IBAMA) (IBAMA - DPA) (IBAMA - SEAP) (ICMBIO*) SNUC (ICMBIO)	Conflitos de competência Gestão pesqueira em Unidades de Conservação
Ministerial (MPA/MMA) (CTGP)	2009 - atual	PNDSPA SGC (CTGP: MPA - IBAMA)	Princípios e objetivos de gestão compartilhada e enfoque ecossistêmico Criação do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2009b) Criação da Câmara Técnica de Gestão Compartilhada - CTGP

* A competência para a gestão dos recursos pesqueiros do ICMBIO limita-se às unidades de conservação federais.

O último ciclo institucional, caracterizado pela promulgação da Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Pesca e Aquicultura - PNDSPA, a criação do Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA e do Sistema de Gestão Compartilhada - SGC do uso sustentável dos recursos pesqueiros, cria um novo panorama para o ordenamento pesqueiro no Brasil. A adoção de novos princípios - a participação e o compartilhamento de responsabilidades, a promoção da segurança alimentar, a valorização dos saberes tradicionais, a proteção dos ecossistemas - oferece elementos para um novo ambiente institucional na gestão pesqueira (BRASIL, 2009 a, b, c, d).

De certa forma, a gestão da pesca no Brasil apresenta indicativos de um modelo em transição. Porém, prevaleceram elementos de uma gestão tecnocrática e centralizada, e de objetivos de gestão orientados para atender às demandas do setor produtivo (DIAS NETO, 2010). Neste novo ciclo institucional, residem novos desafios, tais como:

- Não há definição clara sobre como a “gestão compartilhada” será operacionalizada;
- O sistema de gestão compartilhada, que prevê a criação de Comissões Permanentes de Gestão - CPGs (estruturas de assessoramento e apoio a atuação do CTGP), não estabelece estratégias de integração com os espaços de gestão em operação;
- Prevalece a lógica de governança “comando e controle” do Estado. Nesta lógica, os problemas de gestão são assumidos como bem definidos, controláveis, relativamente simples de serem resolvidos numa relação linear de causa e efeito (HOLLING e MEFFE, 1996). Esta perspectiva ainda descarta a natureza complexa dos sistemas pesqueiros, limitando o conjunto de informações e tomada de decisão com base nos aspectos biológicos do recurso-alvo. Assim, descarta outras informações inerentes aos sistemas pesqueiros (MAHON *et al.*, 2008);
- A carência de informações consistentes sobre a dinâmica de sistemas pesqueiros, incluindo a estrutura e funcionamento dos ecossistemas.

Aspectos normativos da pesca de arrasto de camarões na costa sul-sudeste

A pesca de arrasto de camarões possui estrutura normativa que engloba o controle de entrada da frota, restrições de uso petrechos, ambientes e períodos de operação, definição de parâmetros biológicos das espécies-alvo e limitação de potência e autonomia das embarcações. A abrangência das medidas em vigor compreende a costa sul-sudeste brasileira, entre os Estados do Rio Grande do Sul e Espírito Santo.

O instrumento normativo de maior influência sobre a condição atual da gestão da pesca de camarões está sobre a fixação do período de

defeso para a frota de arrasto motorizado (Tabela 2). Até 2001, o defeso reunia todas as espécies de camarão de interesse comercial (*Lithopenaeus schimitti*, *Farfantepenaeus paulensis*, *F. brasiliensis*, *Artemesia loginaris* e *Pleoticus muelleri*), proibindo a captura de 1º de março a 31 de maio. Uma mudança foi realizada em 2006, estabelecendo para o camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) o período de 1º de outubro a 31 de dezembro, mantendo as demais espécies com o defeso entre 1º de março e 31 de maio (BRASIL, 2006). Mais recentemente, outra mudança foi realizada, reunificando o defeso das espécies de camarão, para o período de 1º de março a 31 de maio (BRASIL, 2008).

Tabela 2: Atos normativos do ordenamento da pesca de arrasto de camarões. IN = Instrução Normativa; P = Portaria.

Nível de regulação	Norma	Observações
Controle da frota	IN Seap 03/2004	Regulamentam os critérios e procedimentos para o
	IN MPA 6/2010	permissionamento de embarcações de pesca.
	IN Ibama 164/2007, IN	Mantém esforço limitado às embarcações já
	Seap 18/2007	permissionadas.
	IN Interministerial	Limita a frota à embarcações com comprimento
	MPA 3/2011	inferior a 12 m e Poder de Pesca de Arrasto (PPA)
Restrição em ambientes de operação	IN Interministerial	< 200
	MPA/MMA 10/2011	PPA = (CT x AB) + HP, onde CT: comprimento total, AB: Arqueação Bruta, HP: potência da embarcação
	P Sudepe N-51/1983	Proíbe a pesca de arrasto de portas, no litoral de SC, nas baías e lagoas costeiras, canais e desembocaduras de rios.
Regulamentação dos petrechos de pesca	IN MMA 29/2004	Proíbe a pesca de arrasto de portas a menos de uma milha náutica da costa do Paraná.
	P Sudepe N-56/1984	Tamanho mínimo de malha no ensacador: 24 mm;
Definição de parâmetros biológicos das espécies-alvo	P Ibama 5/1997	Comprimento da tralha superior: 12 m.
	P Sudepe N-55/1984	Uso de TED para embarcações com comprimento superior a 10 metros.
Restrição em períodos de pesca	IN Ibama 189/2008	Estabelece tamanhos mínimos de captura e tamanho de malhas para a captura de camarões rosa e branco
	IN Ibama 189/2008	Define o período de defeso para todas as espécies de interesse comercial, entre 1º de maio e 31 de maio, entre o Estado do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.
Regulação da atividade pesqueira	IN Interministerial MPA/MMA 5/2010	Dispensa de apresentação de mapa de bordo as embarcações permissionadas para a pesca de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> com comprimento superior a 10 metros.

A definição do período de defeso unificado tem sido amplamente contestada por pescadores, marcando o descrédito destes sobre as agências de gestão (MEDEIROS, 2009; FOPPA, 2009). Argumentos científicos também questionam a forma de definição do período de defeso, em relação a sua efetividade na proteção dos estoques e em relação aos impactos socioeconômicos da medida (PEZZUTO, 2001). A reivindicação de um período específico de defeso para o camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* também era sustentada por pesquisas sobre a biologia desta espécie, indicando que o período adequado para a costa Sul-Sudeste deveria abranger entre a primavera e verão, mesmo reconhecendo um pico reprodutivo de menor intensidade entre março e maio (PEREZ *et al.*, 2001; BRANCO, 2005; NATIVIDADE, 2006).

Em síntese, a descrição apresentada revela as limitações da estrutura de ordenamento da pesca de camarões na costa sul brasileira. O descompasso ecossistema - instituições gera um efeito cascata que implica: i) no não atendimento a objetivos de proteção dos ecossistemas e dos ciclos biológicos das espécies, ii) na falta de legitimidade e desconfiança das agências de gestão e iii) na inexistência de um ambiente apropriado para a mediação de conflitos e de tomada de decisão compartilhada (OSTROM, 2005; FOLKE *et al.*, 2007).

Os mecanismos de controle da frota e restrição de equipamentos representam outros desafios à gestão pesqueira. O número de embarcações em operação é inexistente ou impreciso. Porém, há uma percepção dos pescadores de aumento no número e no poder de pesca das embarcações em algumas localidades (MEDEIROS, 2009). Parte dessas mudanças tem sido realizada com apoio proveniente de recursos do Programa Nacional de Apoio à Agricultura Familiar - PRONAF. A desconexão entre as estruturas de gestão e de fomento à pesca, associado aos problemas de fiscalização, tornam os mecanismos de controle da frota ineficiente. O mesmo acontece ao controle dos equipamentos de pesca, onde não há o controle apropriado sobre aspectos previstos na legislação, como comprimento máximo da tralha superior e o tamanho mínimo de malha no ensacador e no corpo da rede. Na prática, o controle do esforço é

limitado pela dinâmica natural dos sistemas costeiros, seja pela disponibilidade do recurso, seja por condições meteorológicas que impeçam a pescaria.

Outro aspecto se refere às restrições de ambiente de pesca, especialmente sobre a proibição da pesca em baías e enseadas. Primeiramente, por inconsistência na demarcação de definição dos limites para estes ambientes. Em segundo lugar, pelas características da própria frota artesanal, que não possui autonomia de navegação.

Mais direcionados à captura da fauna acompanhante, medidas de regulação dos equipamentos de pesca e de parâmetros biológicos das espécies-alvo não sofrem revisão há quase 30 anos. Também não há definição de parâmetros para a fauna acompanhante, representada por mais de 70 espécies (BRANCO, 2005; BRANCO e FRACASSO, 2005; CATTANI *et al.*, 2011; SEDREZ *et al.*, 2012). Não há legislação específica, salvo para as espécies de interesse comercial que possuem medidas de ordenamento próprias.

Desde 1997 é obrigatório o uso de TED - *Turtle Excluder Devices* para embarcações de arrasto maior do que 10 metros de comprimento. Os TEDs são modificações tecnológicas utilizadas para reduzir a captura indesejada de tartarugas. Esta norma, criada no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, nunca foi executada. Na prática, é provável que a maioria dos pescadores artesanais não saiba dessa obrigatoriedade. Este é um argumento que reforça que mudanças tecnológicas isoladas não trariam resultados, pois dependem de uma outra abordagem de gestão pesqueira.

Esta subseção analisou os instrumentos de ordenamento que se aplicam à pesca artesanal de camarões. Apesar das mudanças tecnológicas ocorridas nos últimos anos nos sistemas pesqueiros, a legislação pesqueira não realizou qualquer acompanhamento ou ajuste aos novos contextos. O quadro institucional da pesca no período entre 1962-2012 envolveu quatro ciclos institucionais, com poucas oportunidades de experimentação de estratégias alternativas de gestão que ocorrem no litoral brasileiro (SEIXAS e KALIKOSKI, 2009), e por conseguinte, com baixo

aprendizado institucional. Evidencia também um modelo que possuiu poucos avanços conceituais e metodológicos. Apesar das mudanças propostas na nova lei em vigor, os instrumentos de ordenamento necessitam de reavaliação e de adequação diante na realidade atual.

Até o momento, não existe qualquer medida de ordenamento ou ação específica relativa ao uso de modificações tecnológicas nas redes para a redução da fauna acompanhante - BRD. Apesar da menção feita no plano para a gestão da pesca de camarões marinhos (DIAS NETO; 2011), a sua proposição não é suportada por uma estratégia clara de operação, e está baseada nos mesmos patamares do modelo convencional de gestão que tem sido criticado. Aspectos como a fauna acompanhante, tecnologia e dinâmica dos ecossistemas precisam ser incorporados de forma mais consistente. Contribuições provenientes de abordagens alternativas, como o enfoque ecossistêmico aplicado à pesca e a cogestão adaptativa foram aqui consideradas. A seção seguinte trata de definir tais conceitos. Parte-se destas definições para oferecer perspectivas para a resolução dos problemas e conflitos nesta seção.

ENFOQUES ALTERNATIVOS DE GESTÃO

Partindo da análise anterior, esta seção tem por finalidade oferecer elementos conceituais para uma perspectiva alternativa ao processo de tomada de decisão sobre o uso dos recursos pesqueiros. Foi realizada uma revisão conceitual sobre o enfoque ecossistêmico aplicado à pesca e a cogestão adaptativa de sistemas socioecológicos. Estas abordagens permitem ampliar a compreensão, com enfoque na dinâmica dos processos sociais e ecológicos que direcionam a gestão de recursos pesqueiros (BERKES, 2003; 2011).

Abordagem ecossistêmica aplicada à pesca

Este enfoque de gestão visa atender objetivos sociais e ecossistêmicos de forma integrada (TALLIS *et al.*, 2010). Provém da integração da gestão pesqueira e da gestão orientada por ecossistemas, com o intuito de promover o uso sustentável de todo o sistema pesqueiro (GARCIA e COCHRANE, 2005). Esta abordagem encontra respaldo nos esforços internacionais em promover uma abordagem integrativa que contemple o

ecossistema como unidade de gestão, em direção ao desenvolvimento sustentável (JENNINGS e REVILL, 2007; RICE, 2008; TALLIS *et al.*, 2010; YE *et al.*, 2012).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (<http://www.cbd.int/>) indica 12 princípios da abordagem ecossistêmica, dentre eles, a i) priorização de objetivos sociais, ii) a internalização dos custos ambientais na economia, iii) a tomada de decisão descentralizada, iv) a priorização à manutenção dos serviços ecossistêmicos, v) o reconhecimento das diferentes escalas temporais e espaciais dos ecossistemas, vi) o planejamento de longo prazo, vii) reconhecimento da dinâmica não linear dos sistemas ecológicos, viii) equilíbrio entre preservação e uso sustentável da biodiversidade, ix) incorporação de diferentes formas de conhecimento, x) envolvimento de diferentes setores da sociedade e a visão multi e interdisciplinar, xi) reconhecimento do efeito das medidas de gestão sobre os ecossistemas adjacentes e, xii) definição das medidas de gestão dentro dos limites de funcionamento dos próprios ecossistemas. Entre os desafios, está a percepção de que sua implementação é tarefa complexa e que envolveria novas restrições ambientais à pesca, bem como a falta de evidências consistentes de resultados sobre a qualidade do ecossistema (RICE, 2008; TALLIS *et al.*, 2010).

Um aspecto chave neste enfoque reside sobre a definição de pontos de referência e indicadores ecológicos para permitir uma análise consistente das dimensões ecossistêmicas dos sistemas pesqueiros. Apesar das dificuldades referentes à coleta e análise de dados, os resultados dos indicadores e pontos de referência ecológicos podem fomentar uma relação mais direta com a construção de instrumentos de ordenamento pesqueiro, a partir de uma perspectiva de gestão adaptativa (FULTON *et al.*, 2005; SMITH *et al.*, 2007).

A redução da fauna acompanhante está entre os princípios básicos deste enfoque. A internalização dos custos socioambientais da produção de descartes na pesca impõe desafios aos gestores, na necessidade de conciliar o rendimento das pescarias e a conservação biológica (GARCIA e COCHRANE, 2005,

JENNINGS e REVIL, 2007). Dentro desta perspectiva, inovações tecnológicas vem sendo desenvolvidas a fim de reduzir a captura de peixes e invertebrados, de mamíferos marinhos, de répteis e de pássaros (JENNINGS e REVIL, 2007). A análise proposta neste artigo limita-se àquelas inovações para a redução de peixes e invertebrados.

Cogestão adaptativa de sistemas pesqueiros

Os processos de cogestão estão baseados numa perspectiva de integração entre os diversos arranjos institucionais estabelecidos, desde o nível do usuário (comunidade) até o nível do gestor (agências governamentais), no tempo e no espaço, numa concepção de “conexões institucionais transescalares” (BERKES, 2009). Esses diversos arranjos permitem que dentro de um processo de cogestão seja compartilhada a responsabilidade e autoridade entre os atores, descentralizando as tomadas de decisões. Por isso, a cogestão também envolve aspectos de empoderamento, democratização e justiça social (JENTOFT, 2005).

A gestão adaptativa é uma ferramenta metodológica para gerir os recursos de uso comum diante da complexidade dos sistemas ecológicos, enfatizando a noção de aprendizagem e de capacidade adaptativa, bem como um exercício do “aprender fazendo” (BERKES, 2009; ARMITAGE *et al.*, 2008; FOLKE *et al.*, 2010). Pode-se identificar três dimensões de aprendizagem: vivencial (aprender fazendo); transformadora

(permite a reflexão do indivíduo sobre suas atitudes); e social (conhecimento compartilhado) (ARMITAGE *et al.*, 2008).

A cogestão adaptativa representa a integração das narrativas da gestão adaptativa e a cogestão. É a combinação das funções de aprendizagem, de gestão adaptativa, com a divisão de responsabilidades e direitos entre os atores da cogestão (OLSSON *et al.*, 2004). A evolução dos processos participativos promove o aumento da confiança e das habilidades dos atores em lidar com a complexidade inerente aos processos de gestão do uso dos recursos pesqueiros (BERKES, 2009).

A partir dos aspectos conceituais e dos princípios destacados do enfoque ecossistêmico de gestão e da cogestão adaptativa, foram selecionados três critérios de análise (Tabela 3). A escolha dos critérios parte do pressuposto da análise oferecida neste artigo, de que o uso do BRD não deve compor uma mudança tecnológica, mas um instrumento de operacionalização de uma nova abordagem de gestão pesqueira. Portanto, os critérios escolhidos concentram-se na noção de gestão como um processo contínuo (BERKES, 2009, 2011). Esta opção de análise é reforçada por SILVA *et al.* (2013), que após uma análise dos aspectos tecnológicos para o BRD no Brasil, indicam que a sua efetividade depende da construção de um ambiente institucional favorável, contemplando conceitos da cogestão adaptativa de sistemas socioecológicos.

Tabela 3. Elementos de análise de gestão pesqueira a partir de elementos do enfoque ecossistêmico aplicado à pesca e a da cogestão adaptativa.

Elementos do enfoque	Definição
Potencial para a formação de processos participativos	Criação de um ambiente institucional adequado para a participação (OSTROM, 2005), reconhecimento das formas de organização e participação dos pescadores (POMEROY e BERKES, 1997), uso de metodologias participativas (WIBER, 2004).
Diálogo de saberes	Incorporação do conhecimento local para reduzir as incertezas (BERKES, 2009), envolvimento dos pescadores com a pesquisa (BERKES, 2003).
Gestão adaptativa	Incorporação das incertezas e complexidade dos sistemas pesqueiros (ARMITAGE <i>et al.</i> , 2008), flexibilização das medidas de gestão, de maneira a permitir o monitoramento, avaliação e adaptação contínua (GUNDERSON e HOLLING, 2002), foco na aprendizagem social e institucional.

O USO DE BRD NA PESCA DE ARRASTO DE CAMARÕES

Conceitos e experiências internacionais

Dispositivos para a redução da fauna acompanhante (BRD - *Bycatch Reduction Devices*) na pesca de camarões (BROADHURST *et al.*, 1997a, b) funcionam a partir de dois mecanismos básicos de exclusão da captura incidental: (i) comportamental e (ii) por tamanho. O primeiro mecanismo (Figura 1A, B) está relacionado principalmente com o tipo de mobilidade das espécies capturadas. Os peixes possuem maior

capacidade natatória em comparação com os camarões. Assim, os BRD's desenvolvidos com base nesta premissa, utilizam painéis separadores, janelas de escape e malhas quadradas adaptadas, para direcionar o alvo da captura para dentro do saco e o escape (e.g.: peixes), pela parte superior do ensacador. O segundo mecanismo (Figura 1C) está relacionado com as diferenças de tamanhos entre a captura alvo e o descarte. Desta forma, os dispositivos utilizados são grelhas exclusoras adaptadas na entrada do ensacador, de forma a selecionar a captura com base nos espaçamentos das grades.

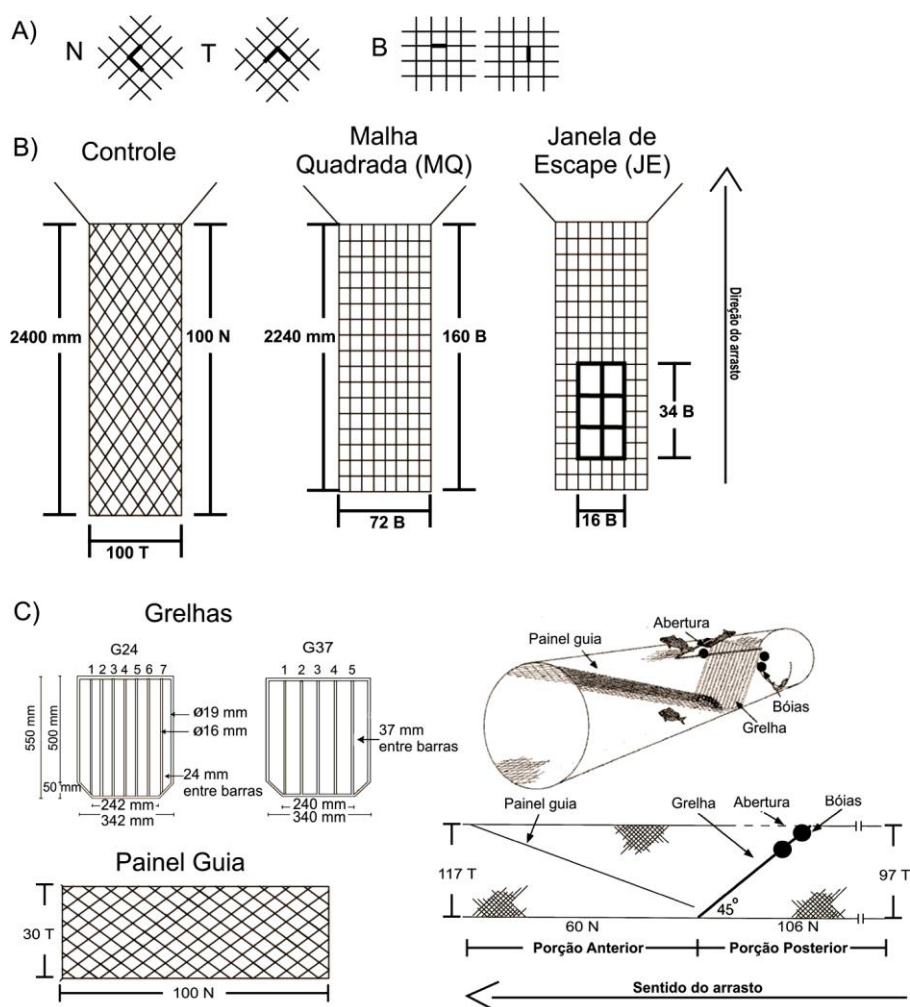


Figura 1. Especificações técnicas de dispositivos de exclusão de captura incidental. A) Tipos de cortes utilizados nos panos das redes para a confecção dos dispositivos B) Malha quadrada e janela de escape e C) Grelha Nordmøre (Adaptado de BROADHURST, 2000).

Experimentos com BRD no litoral do Estado do Paraná: lições e perspectivas

A revisão realizada para esta seção considerou os registros em produções acadêmicas sobre o uso destes dispositivos na pesca de camarões. A análise foi concentrada sobre os dados brutos produzidos pelos estudos de caso no litoral do Paraná, que estiveram disponíveis para os autores. Considerando o número reduzido de experimentos, como será observado a seguir, considerou-se pertinente uma descrição dos procedimentos metodológicos ao longo dos diferentes experimentos, de forma a permitir uma análise dos avanços e obstáculos que envolvem a pesquisa sobre o uso de BRDs.

Os experimentos com dispositivos de redução da captura incidental no Brasil são incipientes. Uma experiência foi desenvolvida na Lagoa dos Patos (RS), com a pesca de armadilha do tipo “aviãozinho” (VIANNA e D’INCAO, 2006). No litoral de Santa Catarina, foram realizados experimentos científicos com modificações das

redes e utilização de ensacador com malha quadrada na pesca industrial de arrasto do camarão rosa (CONOLLY, 1992).

No Estado do Paraná, pesquisas vêm sendo conduzidas em parceria com pescadores de Pontal do Paraná desde 2008 (CATTANI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2011; 2012a, b). Os experimentos foram realizados com base em três grupos de modificações: i) grelhas Nordmøre com diferentes espaçamentos; ii) uso de malha quadrada no ensacador; e iii) uso de malha quadrada com janelas de escape (Tabela 4; Apêndice I).

Os experimentos foram conduzidos com uma embarcação que possui características tecnológicas de uma frota típica do litoral paranaense, que direciona a captura especialmente para os camarões *Xiphopenaeus kroyeri* e *Litopenaeus schmitti* (CHAVES e ROBERT, 2003). Nestes experimentos, os objetivos propostos definiram quatro fases, orientadas basicamente para avaliar o efeito das modificações tecnológicas sobre a redução da fauna acompanhante.

Tabela 4. Características dos experimentos realizados no litoral do Paraná.

Fases	Objetivos	Características dos experimentos
Características da embarcação (todas as fases): canoa motorizada (18HP), com 10 metros de comprimento, com tangones, sem guincho pra recolhimento das redes.		
1	Testar diferentes modificações tecnológicas (G24I, G37, MQI, JE).	Arrastos duplos mensais durante nove meses. Total: 27 arrastos para cada dispositivo. Rede controle (RC): ensacador com malha 24 mm entre nós opostos.
2	Avaliar a influência do painel guia e rigidez das grelhas (G24II, G24III, G24IV).	Arrastos duplos em blocos, realizados em dias consecutivos (para reduzir a interferência da sazonalidade), com aleatorização dos bordos das redes.
3	Avaliar a malha quadrada com diferentes tamanhos de malha e tipo de material (MQII, MQIII).	Total: 24 arrastos para cada dispositivo (Fases 2, 3, 4). RC: ensacador com malha 24 mm entre nós opostos.
4	Testar o efeito de grelhas com diferentes espaçamentos (G20, G17)	

As grelhas utilizadas nos experimentos da primeira fase reduziram satisfatoriamente a captura de fauna acompanhante, particularmente a grelha G37 (Tabela 5). Porém, houve redução das capturas de camarão. Estes dispositivos causavam um estrangulamento no ensacador e impediam o fluxo de captura, provocando um acúmulo de organismos em contato com o equipamento o que

favorecia o escape das espécies. O atraso no recolhimento das redes pela embarcação, especialmente por ser desprovida de sistema de guincho, pode também ter influenciado o escape de camarões pelas grelhas. Na segunda fase, foram testados dispositivos com dimensões maiores (SILVA *et al.*, 2011, 2012b). Quando o tamanho (área) das grelhas foi aumentado, o fluxo de

captura foi mantido, o que reduziu o escape pela abertura na parte superior do ensacador. Deste modo, a biomassa de camarão capturado com as grelhas de maiores dimensões passou a ser igual ou superior à biomassa capturada com as redes com ensacador convencional, usadas pelos pescadores, fator crucial para a aceitação dos dispositivos. Na terceira fase, o aumento da circunferência dos ensacadores de malha quadrada, durante a

segunda etapa de testes (MQ II e MQ III), possivelmente aliviou a compactação dos organismos em comparação ao ensacador MQ I, o que facilitou o escape pelas malhas. Grelhas com menor espaçamento entre barras também foram testadas na quarta fase, e, em conjunto com os resultados das fases anteriores, ofereceram elementos para compreender os efeitos sobre a fauna acompanhante e as espécies-alvo.

Tabela 5. Síntese dos resultados obtidos nos trabalhos com BRDs no litoral do Paraná. Os efeitos são demonstrados em termos percentuais em relação à rede controle - redução (-); aumento (+), similar (=), para a Fauna Acompanhante total (FAT), Peixes (P), Braquiúras (B) e Camarões (CA). * = $p < 0,05$. Nota: Os valores percentuais desta tabela correspondem aos valores reais (dados brutos) e diferem dos valores das publicações, pois foram usadas “*predicted means*” para a análise estatística. Fonte: CATTANI *et al.* (2012), SILVA *et al.* (2011); SILVA *et al.* (2012a, b).

BRD	FA	CA	Observações
G24 I	(-) 56,71% P*	(-)12%	Maior comprimento total médio de camarões capturados (BRD)*
G37	(-) 52,92% P*	(-) 32,08%*	O maior espaçamento entre as grades pode ter causado perda de camarões.
JE	(-) 34,46% P*	(-) 8,01*	Apresentou desempenho similar à MQ I
MQ I	(-) 17,98% P*	(=)	
G24 II	(-)40% biomassa FAT*	(=)	Sem efeito significativo o peso P (~20%). Redução expressiva sobre o peso B (~75% *).
G24 III	(-) 52% biomassa FAT*	(+) 8%	Sem efeito significativo sobre o peso de teleósteos (~35%). Redução expressiva sobre o peso B (~80% *).
G24 IV	(-)47% biomassa FAT*	(+) 22%	Sem efeito significativo sobre o peso P (~35%). Redução expressiva sobre o peso B (~75% *).
MQ II	(-)30% número de P	(=) em peso e número	MQ: redução significativa no número de P. Manteve a biomassa capturada, especialmente para a espécie <i>Selene setapinnis</i>
MQ III	(-) 25% número P	(=) em peso e número	MQ: a redução significativa no número P, no entanto manteve a biomassa capturada.
G24 III	(-) 20% biomassa FAT	(+) 16%	Sem efeito sobre P. Redução biomassa de B (60%*).
G20	(-) 40% biomassa FAT*	(+) 12%	Sem efeito sobre P. Redução biomassa de B (90%*)
G17	(-) 40% biomassa FAT*	(+) 15%	Sem efeito sobre teleósteo. Redução biomassa de B (70%*)

A revisão dos procedimentos metodológicos e dos resultados permite duas formas de análise. Primeiramente, do ponto de vista metodológico, que indica um processo gradual de maturação dos experimentos com o uso de BRDs. Pequenas variações nos procedimentos metodológicos, ou a alteração das dimensões e disposição dos dispositivos tecnológicos, oferece uma gama diferenciada de resultados e demanda por novos experimentos. Reforça a perspectiva teórica-metodológica da cogestão adaptativa de “aprender fazendo” que propõe e experimentação contínua das medidas como forma de aprimorar os processos de gestão.

A partir de uma análise concentrada sobre os aspectos tecnológicos do uso do BRD no Brasil, SILVA *et al.* (2013), destacaram os seguintes argumentos: a) baixa seletividade dos aparelhos de pesca; b) efeitos da mortalidade da fauna acompanhante sobre toda a cadeia trófica, além dos impactos não observados sobre o fundo impactados pela atividade; e c) demandas por maior eficiência energética e econômica da atividade pesqueira. Os autores reforçam que os resultados das pesquisas podem alimentar medidas para reduzir problemas relacionados à seleção de espécies e de tamanho. Porém, os efeitos estão associados à modificações no ensacador, necessitando ainda de uma análise mais profunda sobre outros aspectos da rede como o tipo de material utilizado e as estruturas dos cabos e das portas. Por fim, os autores indicam a necessidade de um outro conjunto de experimentos, para além das modificações tecnológicas. Elas envolvem mudanças nas operações de pesca, como um melhor ajuste das medidas mais comuns de gestão (áreas de exclusão da pesca, períodos de proibição) ou mudanças comportamentais a bordo, durante a operação de pesca. Os resultados, portanto, indicam pontos positivos, mas sua aplicabilidade enquanto medida de gestão necessita de uma análise mais aprofundada, conforme proposta nas seções posteriores do artigo.

DISCUSSÃO: BRD NO ORDENAMENTO DA PESCA DE CAMARÕES NO BRASIL

As seções anteriores ofereceram três aspectos para analisar os BRDs enquanto instrumento de

gestão pesqueira. Na primeira seção, observou-se que as mudanças institucionais ao longo da história da gestão pesqueira no país não proporcionaram aberturas para a incorporação de novos princípios de gestão. Princípios estes indicados pelos enfoques alternativos de gestão pesqueira, selecionados a partir da revisão da literatura sobre cogestão adaptativa e o enfoque ecossistêmico aplicado à pesca. A primeira seção também ofereceu indicativos de que o conjunto de regras ou medidas de ordenamento pesqueiro previsto na pesca de arrasto de camarões possui espectro limitado, e em muitos casos, é a base dos conflitos percebidos. De outra forma, os experimentos realizados com o uso de BRD ainda não oferecem elementos suficientes para certificar tal adoção como uma abordagem que será bem sucedida nas pescarias de arrasto da costa sul-sudeste. Por outro lado, permitem observar o seu potencial, já que há resultados consistentes sobre a redução do impacto que as modificações tecnológicas podem ter sobre a fauna acompanhante. Neste sentido, a análise a seguir propõe-se a identificar os potenciais e obstáculos de observar os BRDs como estimuladores de um novo ambiente institucional, permitindo um diálogo alternativo de gestão.

BRD como nova medida de ordenamento

Os experimentos indicaram pelo menos quatro efeitos positivos: redução da fauna acompanhante de forma satisfatória, diminuição do tempo de manuseio da captura (trabalho a bordo), melhor qualidade do recurso-alvo (camarão sete-barbas) e facilidade de manuseio dos dispositivos (confeção da rede e uso na pescaria). Mas os resultados socioeconômicos não são evidentes. Apesar de não haver diferença, em nível estatístico, a perda de camarões foi percebida pelos pescadores. Por outro lado, também percebiam a presença de camarões maiores e com menor dilaceração por siris e caranguejos, devido ao efeito das grelhas sobre a redução da captura destes organismos. Tais indicativos são base para análise do processo de aceitação e, conseqüentemente, implementação de medidas orientadas por uma abordagem ecossistêmica, visto a necessidade de compatibilizar as facilidades de aplicação e sua efetividade (RICE, 2008).

Parece pertinente ressaltar que há três níveis de refinamento para atingir a condição de uma proposta de ordenamento: (1) conduzir novos experimentos com diferentes modificações tecnológicas que avaliem a possibilidade de redução ou eliminação das perdas potenciais de captura da espécie-alvo, i.e. eficiência dos dispositivos; (2) criar mecanismos para agregar valor à produção oriunda de práticas sustentáveis; (3) construir novos arranjos institucionais, como alternativa às medidas de ordenamento existentes.

Este refinamento enfatiza a incorporação da noção da aprendizagem (*learning-by-doing*) na gestão pesqueira (ARMITAGE *et al.*, 2008). Medidas de gestão como “experimentos” devem ser valorizadas e constantemente monitoradas e avaliadas (OSTROM, 2005), formando uma “caixa de ferramentas” diversificada para os gestores, a fim de “abraçar” as incertezas dos sistemas socioecológicos (GUNDERSON e HOLLING, 2002). Esse refinamento, porém, depende de uma melhor integração entre ciência e política (RICE, 2008), condição precária na história da gestão pesqueira no Brasil. As evidências de uso de diferentes modificações tecnológicas reforçam a importância de valorização do conhecimento tecnológico para o planejamento de estratégias de ordenamento pesqueiro (JENNINGS e REVILL, 2007).

De toda a forma, medidas de ordenamento orientadas por um enfoque ecossistêmico podem implicar em mudanças nas concepções das práticas de pesca. As restrições impostas para a atividade pesqueira, associada à percepção de diminuição dos volumes de captura, direcionaram os pescadores a ter um maior aproveitamento e dependência econômica da fauna acompanhante. Por este motivo, é importante vislumbrar formas de beneficiar os pescadores adeptos à práticas orientadas para a pesca responsável. Neste sentido, medidas de desenvolvimento local, como a agregação de valor à cadeia produtiva, incentivando a prática de “pescar menos para pescar mais”, pode ser uma maneira de estimular a adesão dos pescadores. Porém, torna-se importante compreender que estas medidas podem ter um efeito secundário, se em médio e longo prazo, não refletirem em recomposição do estoque. Em combinação com outras medidas,

como a criação de Áreas Marinhas Protegidas – AMP, aumenta-se o potencial para o atendimento a objetivos de um enfoque ecossistêmico de gestão (ANGULO-VALDÉS e HATCHER 2010; SOUZA *et al.*, 2012). Mas não há uma “medida única”, ajustada para todas as realidades. O ordenamento generalizado para a pesca de camarões na costa sul-sudeste é uma evidência das falhas institucionais dessa perspectiva de gestão pesqueira. Portanto, torna-se importante dispor de diferentes arranjos institucionais, que possibilitem a construção de alternativas às condições apresentadas pelos sistemas pesqueiros.

BRD como forma de incorporação do conhecimento prático

Os pescadores tem tido participação efetiva na condução dos experimentos realizados no litoral do Paraná. A partir deste diálogo e troca de conhecimentos, foi possível promover adaptações nas redes com BRD, conhecer estratégias dos próprios pescadores para reduzir a captura da fauna acompanhante e analisar conjuntamente alguns dos efeitos do BRD na atividade pesqueira. Em comparação com outras medidas de ordenamento, as modificações tecnológicas possuem um grau de concretude facilmente percebido pelos pescadores. Importante ressaltar que o diálogo não se limita aos pescadores a bordo, mas aos pescadores “redeiros”, responsáveis pela confecção das redes. Além do conhecimento tecnológico prático, estes exercem papel de liderança e contribuem grandemente para qualificar o diálogo com os pescadores.

BRD como operacionalização de processos participativos

O desenvolvimento de experimentos científicos corresponde a uma primeira etapa de um conjunto de ações que possam desencadear processos participativos de gestão pesqueira. A operacionalização de processos participativos ocorre desde a etapa de delineamento metodológico dos experimentos, incluindo também a realização de oficinas demonstrativas, a avaliação participativa dos resultados, a experimentação enquanto medida de ordenamento pesqueiro e o diálogo com os gestores (Tabela 6).

Tabela 6. Etapas de operacionalização de processos participativos e objetivos de participação.

Etapa	Objetivos de participação
Desenho experimental	Aumentar o grau de envolvimento dos pescadores na configuração de BRD. Definir questões de pesquisa participativa.
Oficinas demonstrativas	Abrir um espaço de diálogo para avaliação do uso do BRD. Incorporar o conhecimento local na compreensão do funcionamento dos BRDs.
Avaliação participativa dos resultados	Estimular a adesão voluntária de pescadores no uso de BRDs. Aumentar o conhecimento e comprometimento com o uso de BRDs.
Experimentação dos BRDs no ordenamento pesqueiro	Aumentar o nível de comprometimento de pescadores e gestores sobre a necessidade de geração de conhecimento compartilhado. Construir estratégias reais de implementação. Criar um ambiente de mediação de conflitos decorrente da adoção de medidas orientadas por um enfoque ecossistêmico de gestão.
Diálogo com os órgãos de gestão pesqueira	Formalizar os processos participativos no âmbito dos procedimentos de gestão, especialmente dentro no SGC. Estimular a adesão dos gestores na construção de medidas de ordenamento sob um enfoque participativo.

BRD como experimentação da gestão adaptativa

Um outro desafio para essa perspectiva reside em assumir os processos de gestão como estruturas “inacabadas”, no sentido de que devem estar sempre abertas às mudanças dos sistemas pesqueiros (GARCIA e CHARLES, 2008). Assim, as estratégias precisam ser flexíveis e adaptáveis às diferentes dinâmicas do sistema, em contraposição às medidas rígidas (DEGNBOL *et al.*, 2006). Ao analisar os experimentos desenvolvidos no Paraná confirma-se o conceito de que o desenvolvimento de BRDs é um processo dinâmico e adaptativo, que passa por um processo de teste, avaliação e aprimoramento contínuo (BROADHURST, 2000; SILVA *et al.*, 2012a, b). Neste sentido, podem ser apresentadas diferentes combinações de modificações tecnológicas das redes. Essa abordagem dependeria não somente da abertura conceitual por parte dos gestores, mas também do comprometimento dos pescadores no respeito às dimensões e formas de utilização das modificações tecnológicas. Essa perspectiva depende, também, de forte apoio do conhecimento científico, a partir do uso de ferramentas de análise robustas, tais como a modelagem e análise de cenários (GALLOPIN e RASKIN, 1998).

BRD como forma de ampliação do enfoque de gestão

Alguns aspectos da gestão pesqueira no Brasil estão limitados, entre outros motivos, pelo descompasso entre as características ecossistêmicas e as instituições de gestão (FOLKE *et al.*, 2007). Não há um arcabouço conceitual e metodológico ideal, mas é importante que a estrutura de governança esteja aberta à aprendizagem social e institucional das diferentes contribuições (TALLIS *et al.*, 2010). A argumentação acerca do BRD como forma de ampliação do enfoque de gestão reside no dinamismo que pode ser proporcionado a partir do seu planejamento, experimentação, avaliação e adoção. Proporcionar o engajamento dos diferentes atores, especialmente os pescadores, para a integração de conhecimentos, pode produzir efeitos positivos para o próprio processo de gestão pesqueira, bem como a adesão a novos valores de gestão (SLOCOMBE, 1998).

Apesar do modelo brasileiro abrir-se a uma noção de “gestão compartilhada” do uso dos recursos pesqueiros, há limitações para a sua operacionalização. Reside, portanto, o desafio de encontrar condições para a formação de arranjos institucionais de gestão que possam incorporar os diferentes elementos propostos, especialmente para encontrar maior aderência ao enfoque

ecossistêmico (IMPERIAL, 1999). Entre as condições, está a definição de formas operacionais de traduzir as dimensões conceituais e normativas em ações concretas – compartilhadas entre o setor produtivo, cientistas e gestores, bem como a adoção do princípio da precaução (GARCIA e COCHRANE, 2005). Para tanto, será importante priorizar objetivos de gestão orientados para a obtenção de segurança alimentar, a promoção da resiliência socioecológica e da justiça social (COCHRANE *et al.*, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os resultados obtidos e as análises aqui propostas indicam dois argumentos chave. As modificações tecnológicas possuem amplo potencial de aplicação entre as medidas para redução da captura da fauna acompanhante na frota artesanal de arrasto. Porém sua implementação efetiva depende da incorporação de novos conceitos de gestão pesqueira, ainda tratados de forma tangencial no Brasil. Experimentos futuros devem direcionar elementos mais consistentes sobre sua implementação dentro de uma abordagem ecossistêmica de gestão pesqueira. A escala dos experimentos realizados até então, oferecem “pistas” para o redimensionamento de novas abordagens de pesquisa, para diferentes lacunas já identificadas. Contudo, entendendo a gestão como um processo de “aprender fazendo”, é fundamental partir das análises aqui propostas para a construção de uma rede de experimentos em diferentes escalas de produção, em distintas localidades de pesca, com níveis distintos de dependência socioeconômica da fauna acompanhante.

A análise do ambiente institucional destaca a “rigidez” da estrutura de gestão pesqueira no país, caminhando num sentido oposto à noção flexível e adaptativa proposta dentro de uma perspectiva de “aprender fazendo” a gestão. Em curto prazo, apesar da presença de um plano de gestão que contemple o uso de dispositivos, as maiores possibilidades de experimentação dos BRDs estão no âmbito local. Experiências em unidades de conservação federais ou estaduais, ou em fóruns de gestão pesqueira, podem ser uma boa alternativa para que os experimentos possam ser realizados. Estes experimentos devem então

considerar as dinâmicas locais dos sistemas pesqueiros, especialmente no que se refere a estrutura e objetivos da frota, de forma a permitir que os desenhos das tecnologias atendam de forma satisfatória a objetivos de redução do impacto ecológico da atividade e de objetivos socioeconômicos de manutenção das famílias envolvidas na pesca.

Outro fator importante a ser destacado é que a experimentação dos BRDs deve ser conduzida considerando os seguintes aspectos: 1) uma compreensão avançada da dinâmica das pescarias, estrutura da frota, do uso e do descarte da fauna acompanhante e da estrutura da cadeia produtiva da pesca (especialmente a participação das espécies que compõe a fauna acompanhante); 2) a participação efetiva dos pescadores desde a fase dos desenhos dos experimentos científicos, elaboração dos BRD; 3) uma abertura ao uso de abordagens participativas de pesquisa e de gestão pesqueira, valorizando o conhecimento dos pescadores e pescadoras sobre o funcionamento das redes e dinâmica socioecológica da pesca artesanal de arrasto; 4) o envolvimento gradativo dos gestores da pesca, uma vez que o processo de aprendizagem deve ser tratado de forma ampliada entre os atores associado ao sistema pesqueiro estudado; e 5) uma comunicação contínua com os espaços de gestão pesqueira (fóruns, conselhos, etc.) para promover a aprendizagem institucional.

A análise faz uma crítica ao modelo convencional de gestão do uso dos recursos pesqueiros e às inconsistências conceituais e operacionais do atual modelo de gestão compartilhada. As abordagens alternativas de gestão apresentadas oferecem novos patamares para a construção das relações entre pesquisadores – gestores – pescadores. A adoção por parte dos pescadores depende do seu envolvimento desde a fase de concepção das pesquisas. Dependerá também de como os pescadores irão compreender a relação custo-benefício em aderir às normas em curso (OSTROM, 2005). Portanto, não se trata de transferência de tecnologias e implantação de normas – amplamente rejeitado pelos pescadores, mas de um processo contínuo e participativo de elaboração, implantação, monitoramento e avaliação das medidas. Mesmo que os resultados

dos experimentos e da avaliação participativa indiquem que o uso do BRD pode não ser apropriado para determinado contexto, o processo de construção e diálogo não se perde. Portanto, permanece aberto um ambiente de gestão renovado, onde podem ser propostas novas medidas, permitindo um olhar mais amplo sobre a gestão pesqueira no país.

Atualmente, estão em curso atividades de experimentação da gestão, envolvendo: oficinas de diálogo com pescadores, novos experimentos com outras combinações de modificações tecnológicas, com embarcações de maior escala (embarcações com motorização entre 45 e 90 HP) em diferentes localidades do litoral de Santa Catarina e Paraná. Com a ampliação do enfoque destes experimentos, é potencializada a construção de uma rede de diálogos para propor outro modelo de gestão. Esta abordagem pode contribuir para transição da gestão, em direção a um processo contínuo de aprendizagem social e institucional de ações orientadas para atingir resultados com base em critérios socioecológicos. Ainda que os resultados e as análises realizadas possuam um nível de incompletude em termos de respostas, torna-se importante utilizá-las como estímulo a novos experimentos e como abertura a novas formas de estruturar e conduzir as medidas de ordenamento pesqueiro. A atual estrutura está cercada de conflitos e criam poucas expectativas de mudanças no cenário de crise. Portanto, é necessário experimentar novos caminhos, porém de forma acompanhada para permitir seu monitoramento e avaliação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao programa REUNI/CAPES pela concessão das bolsas de estudo, à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da Universidade Federal do Paraná (Projeto PROEC 732/12). Agradecimentos especiais aos pescadores da localidade de Barrancos (PR), Governador Celso Ramos e Santa Luzia (SC), que têm oferecido contribuições inestimáveis ao aprendizado sobre o uso de BRD. Os autores também agradecem aos estudantes do Centro de Estudos do Mar que contribuíram para as atividades de campo e análise do material biológico.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, P.R. e BACHA, C.J.C. 1999 Evolução da atividade pesqueira no Brasil: 1960 - 1994. *Teoria e Evidência Econômica*, 7(13): 9-24.
- ALVERSON, D.L.; FREEBERG, M.H.; MURAWASKI, S.A.; POPE, J.G. 1994 *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. FAO Fisheries Technical Paper No. 339. Rome, FAO. 235p.
- ANGULO-VALDÉS, J.A. e HATCHER, B.G. 2010 A new typology of benefits derived from marine protected areas. *Marine Policy*, 34(3): 635-644.
- ARMITAGE, D.R.; MARSCHKE, M.; PLUMMER, R. 2008 Adaptive co-management and the paradox of learning. *Global Environmental Change*, 18(1): 86-98.
- BAIL, G.C. e BRANCO, J.O. 2007 Pesca artesanal do camarão sete-barbas: uma caracterização sócio-econômica na Penha, SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 11(2): 25-32.
- BÉNÉ, C. 2003 When fishery rhymes with poverty: a first step beyond the old paradigm on poverty in small-scale fisheries. *World Development*, 31(6): 949-975.
- BERKES, F. 2003 Alternatives to conventional management: Lessons from small-scale fisheries. *Environments*, 31(1): 5-20.
- BERKES, F. 2009 Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, 90(5): 1692-1702.
- BERKES, F. 2011 Implementing ecosystem-based management: evolution or revolution? *Fish and Fisheries*, 13(4): 465-476.
- BRANCO, J.O. 2005 Biologia e pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4): 1050-1060.
- BRANCO, J.O. e FRACASSO, H.A.A. 2005 Ocorrência e abundância da carcinofauna acompanhante na pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) (Crustacea, Decapoda) na Armação do Itapocoroy, Penha, SC, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 295-301.

- BRASIL 1962 *Lei delegada nº 10, de 11 de outubro de 1962*. Cria a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.10690.
- BRASIL 2006 INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. *Instrução Normativa 91, de 06 de fevereiro de 2006*. Estabelece o período de defeso do camarão sete-barbas. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.51
- BRASIL 2008 IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS RENOVÁVEIS. *Instrução Normativa 189 23 de setembro de 2008*. Proíbe a pesca de arrasto motorizado para camarões na costa sul-sudeste em distintas áreas e períodos. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.83.
- BRASIL 2009a *Lei 11.959 de 29 de junho de 2009*. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.1
- BRASIL 2009b *Lei 11.958 de 26 de junho de 2009*. Cria o Ministério da Pesca e Aquicultura. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.1
- BRASIL 2009c *Decreto 6.981, de 13 de outubro de 2009*. Dispõe sobre a atuação conjunta do Ministério da Pesca e Aquicultura e do Meio Ambiente nos aspectos relacionados ao uso sustentável dos recursos pesqueiros. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.13.
- BRASIL 2009d Ministério da Pesca e Aquicultura. Ministério do Meio Ambiente. *Portaria Interministerial nº 2, de 13 de novembro de 2009*. Regulamenta o sistema de gestão compartilhada do uso sustentável dos recursos pesqueiros que trata o Decreto 6.981 de 13 de outubro de 2009. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.63.
- BROADHURST, M. 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.; KENNELLY, S.J.; O'DOHERTY, G. 1997a Specifications for the construction and installation of two by-catch reducing devices (BRDs) used in New South Wales prawn-trawl fisheries. *Marine Freshwater Research*, 48: 485-489.
- BROADHURST, M.K.; KENNELLY, S.J.; WATSON, J.; WORKMAN, I. 1997b Evaluations of the Nordmøre-grid and secondary bycatch reducing devices (BRDs) in the Hunter River prawn-trawl fishery, Australia. *Fisheries Bulletin*, 95: 210-219.
- CATTANI, A.P.; SANTOS, L.O.; SPACH, H.L.; BUDEL, B.R.; GUANAIS, J.H.D.G. 2011 Avaliação da ictiofauna da fauna acompanhante da pesca do camarão sete-barbas do município de Pontal do Paraná, litoral do Paraná, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37(2): 247-260.
- CATTANI, A.P.; BERNARDO, C.; MEDEIROS, R.P.; SANTOS, L.O.; SPACH, H.L. 2012 Avaliação de dispositivos para redução da ictiofauna acompanhante na pesca de arrasto dirigida ao camarão sete-barbas. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(4): 333-348.
- CHAVES, P.T. e ROBERT, M.C. 2003 Embarcações, artes e procedimentos da pesca artesanal no litoral sul do estado do Paraná, Brasil. *Atlântica*, 25(1): 53-59.
- COCHRANE, K.L.; ANDREW, N.L.; PARMA, A.M. 2011 Primary fisheries management: a minimum requirement for provision of sustainable human benefits in small-scale fisheries. *Fish and Fisheries*, 12(3): 275-288.
- CONOLLY, P.C. 1992 Bycatch activities in Brazil. In: JONES, R.P. *International Conference on Shrimp Bycatch*. Southeastern Fisheries Association, Tallahassee. p.291-302.
- DEGNBOL, P.; GISLASON, H.; HANNA, S.; JENTOFT, S.; NIELSEN, J.R.; SVERDRUP-JENSEN, S.; WILSON, D.C. 2006 Painting the floor with a hammer: Technical fixes in fisheries management. *Marine Policy*, 30(5): 534-543.
- DIAS NETO, J. 2010 Pesca no Brasil e seus aspectos institucionais - um registro para o futuro. *Revista CEPISUL: diversidade e conservação marinha*, 1(1): 66-80.
- DIAS NETO, J. 2011 *Proposta de plano nacional de gestão para o uso sustentável de camarões marinhos do Brasil*. Brasília: MMA/IBAMA. 242p.
- DIEGUES, A.C. 1983 *Pescadores, Camponeses e Trabalhadores do Mar*. São Paulo: Ática. 287p.
- FOLKE, C.; PRITCHARD, L.; BERKES, F.; COLDING, J.; SVEDIN, U. 2007 The problem of fit between ecosystems and institutions: ten years later. *Ecology and Society*, 12(1): 30. [online] Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art30/>>

- FOLKE, C.; CARPENTER, S.R.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; CHAPIN, T.; ROCKSTROM, J. 2010 Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15: 20. [online] Disponível em: <<http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>>
- FOPPA, C.C. 2009 *Comunidades pesqueiras e a construção de territórios sustentáveis na zona costeira: uma leitura a partir da Área de Proteção Ambiental da Costa Brava em Balneário Camboriú*. Florianópolis. 241p. (Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado Profissional em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socio-Ambiental. Universidade do Estado de Santa Catarina). Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraDownload.do?select_action=&co_obra=173359>
- FULTON, E.A.; SMITH, A.D.M.; PUNT, A. 2005 Which ecological indicators can robustly detect effects of fishing? *ICES Journal of Marine Science*, 62: 540-551.
- GALLOPIN, G.C. e RASKIN, P. 1998 Windows on the future: global scenarios & sustainability. *Environment*, 40(3): 1-12.
- GARCIA, S.M. e COCHRANE, K.L. 2005 Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines. *ICES Journal of Marine Science*, 62(3): 311-318.
- GARCIA, S.M. e CHARLES, A.T. 2008 Fishery systems and linkages: Implications for science and governance. *Ocean & Coastal Management*, 51: 505-527.
- GUNDERSON, L.H. e HOLLING, C.S. 2002 *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Washington (USA): Island Press. 508p.
- HAIMOVICI, M. e MENDONÇA, J.T. 1996 Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil. *Atlântica*, 18: 161-177.
- HOLLING, C.S. e MEFFE, G.K. 1996 Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology*, 10(2): 328-337.
- IMPERIAL, M. 1999 Institutional analysis and ecosystem-based management: The institutional analysis and development framework. *Environmental Management*, 24(4): 449-465.
- JENNINGS, S. e REVILL, A.S. 2007 The role of gear technologists in supporting an ecosystem approach to fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1525-1534.
- JENTOFT, S. 2005 Fisheries co-management as empowerment. *Marine Policy*, 29(1), 1-7.
- KELLEHER, K. 2005 *Discards in the world's marine fisheries*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper, 470. 131p.
- KOOIMAN, J.; BAVINCK, M.; JENTOFT, S.; PULLIN, R. 2005 *Fish for life: interactive governance for fisheries*. Amsterdam: Amsterdam Univ. Press. 400p.
- LARKIN, P.A. 1978 Fisheries Management - Essay for Ecologists. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9: 57-73.
- MAHON, R.; MCCONNEY, P.; ROY, R.N. 2008 Governing fisheries as complex adaptive systems. *Marine Policy*, 32: 104-112.
- MEDEIROS, R.P. 2009 *Possibilidades e obstáculos à gestão adaptativa de sistemas pesqueiros artesanais: estudo de caso na área da Baía de Tijucas, litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina, no período de 2004 a 2008*. Florianópolis. 337p. (Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política. Universidade Federal de Santa Catarina). Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PSOP0354-T.pdf>>
- NATIVIDADE, C.D. 2006 *Estrutura populacional e distribuição do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) (DECAPODA: PENAEIDAE), no litoral do Paraná, Brasil*. Curitiba. 93p. (Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná). Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/5203>>
- OLSSON, P.; FOLKE, C.; BERKES, F. 2004 Adaptive Co-Management for building resilience in social-ecological systems. *Environmental Management*, 34(1): 75-90.
- OSTROM, E. 2005 *Understanding institutional diversity*. New Jersey: Princeton University Press. 355p.
- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; DALSGAARD, J.; FROESE, R.; TORRES, F. JR. 1998 Fishing Down Marine Food Webs. *Science*, 279(5352): 860-863.

- 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. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 5: 1-34.
- PEZZUTO, P.R. 2001 Projeto de "análise e diagnóstico da pesca artesanal e costeira de camarões na região sul do Brasil: subsídios para um ordenamento" *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 5: 35-38.
- PEZZUTO, P.R.; ALVAREZ-PEREZ, J.A.; WAHRLICH, R. 2008 The use of the swept area method for assessing the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) biomass and removal rates based on artisanal fishery-derived data in southern Brazil: using depletion models to reduce uncertainty. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 36(2): 245-257.
- POMEROY, R.S. e BERKES, F. 1997 Two to tango: the role of government in fisheries co-management. *Marine Policy*, 21(5): 465-480.
- RICE, J.C. 2008 Can we manage ecosystems in a sustainable way? *Journal of Sea Research*, 60(1): 8-20.
- SEDREZ, M.C.; BRANCO, J.O.; FREITAS JUNIOR, F.; MONTEIRO, H.S.; BARBIERI, E. 2012 Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 13(1): 1-11.
- SEIXAS, C.S. e KALIKOSKI, D. 2009 Gestão participativa da pesca no Brasil: levantamento das iniciativas e documentação dos processos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 20(1): 119-139.
- SILVA, C.N.S.; BROADHURST, M.K.; SCHWINGEL, A.; DIAS, J.H.; CATTANI, A.P.; SPACH, H.L. 2011 Refining a Nordmøre-grid for a Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery. *Fisheries Research*, 109: 168-178.
- SILVA, C.N.S.; DIAS, J.D.; CATTANI, A.P.; SPACH, H.L. 2012a Relative efficiency of square-mesh codends in an artisanal fishery in southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1): 124-133.
- SILVA, C.N.S.; BROADHURST, M.K.; DIAS, J.H.; CATTANI, A.P.; SPACH, H.L. 2012b The effects of Nordmøre-grid bar spacings on catches in a Brazilian artisanal shrimp fishery. *Fisheries Research*, 127-128: 188-193.
- SILVA, C.N.S.; BROADHURST, M.K.; MEDEIROS, R.P.; GUANAIS, J.H.D.G. 2013. Resolving environmental issues in the southern Brazilian artisanal penaeid-trawl fishery through adaptive co-management. *Marine Policy*, 42: 133-141.
- SLOCOMBE, D.S. 1998 Defining goals and criteria for ecosystem-based management. *Environmental Management*, 22(4): 1-11.
- SMITH, A.D.M.; FULTON, E.A.; HOBDDAY, A.; SMITH, D.; SHOULDER, P. 2007 Scientific tools to support the practical implementation of ecosystem-based fisheries management. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 64(4): 633-639.
- SOUZA, C.D., BATISTA, V.D.S.; FABRE, N.N. 2012 Caracterização da pesca no extremo sul da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Alagoas, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 38(2): 155-169.
- TALLIS, H.; LEVIN, P.S.; RUCKELSHAUS, M.; LESTER, S. E.; MCLEOD, K.L.; FLUHARTY, D.L.; HALPERN, B.S. 2010 The many faces of ecosystem-based management: Making the process work today in real places. *Marine Policy*, 34(2): 340-348.
- VIANNA, M. e D'INCAO, F. 2006 Evaluation of by-catch reduction devices for use in the artisanal pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) fishery in Patos Lagoon, Brazil. *Fisheries Research*, 81: 331-336.
- WIBER, M. 2004 Participatory research supporting community-based fishery management. *Marine Policy*, 28: 459-468.
- WORM, B.; HILBORN, R.; BAUM, J.K.; BRANCH, T.A.; COLLIE, J.S.; COSTELLO, C.; FOGARTY, M. J.; FULTON, E.A.; HUTCHINGS, J.A.; JENNINGS, S.; JENSEN, O.P.; LOTZE, H.K.; MACE, P.M.; MCCLANAHAN, T.R.; MINTO, C.; PALUMBI, S.R.; PARMA, A.M.; RICARD, D.; ROSENBERG, A.A.; WATSON, R.; ZELLER, D. 2009 Rebuilding Global Fisheries. *Science*, 325(5940): 578-585.
- YE, Y.; COCHRANE, K.L.; BIANCHI, G.; WILLMANN, R.; MAJKOWSKI, J.; CAROCCI, M.T.F. 2012 Rebuilding global fisheries: the world summit goal, costs and benefits. *Fish and Fisheries*, 14(2): 174-185.

Apêndice I. Dimensões das modificações tecnológicas utilizadas nos experimentos com o uso de Grelha Nordmøre em diferentes dimensões (G24 I, G24 II, G24 III, G24 IV), Malha Quadrada (MQ I, MQ II, MQ III) e Janela de Escape (JE). Especificações sobre seu uso são analisadas ao longo do texto. Fonte: CATTANI *et al.* (2012), SILVA *et al.* (2011); SILVA *et al.* (2012a, b) .

GRELHAS	BRD									
	G24 I	G24 II	G24 III	G24 IV	G37	G20	G17			
Especificações técnicas										
Comprimento x Largura (mm)	550 x 342	630 x 422	630 x 422	630 x 424	550 x 342	630 x 422	630 x 422			
Espaçamento (mm)	24	24	24	24	37	20	17			
Peso (Kg)	1,5	1,8	1,8	2,6	1,8	1,8	1,8			
Presença de painel guia	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim			
Diâmetro das barras (mm)	16	16	16	10	16	16	16			
Rigidez das barras	oca	oca	oca	sólida	oca	oca	oca			
Tamanho da malha do ensacador (mm)	~26	~26	~26	~26	~26	~26	~26			
Espessura do fio (mm)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
Número de boias	4	8	8	10	4	8	8			
Material do ensacador	Poliamida	Poliamida	Poliamida	Poliamida	Poliamida	Poliamida	Poliamida			
MALHA QUADRADA E JANELA DE ESCAPE										
Especificações técnicas	BRD									
	JE	MQ I	MQ II	MQ III						
Malha da janela de escape (mm)	96	-	-	-						
Área da janela de escape (cm ²)	~ 55	-	-	-						
Espessura do fio (mm)	1,5	1,5	1,5	4,0						
Tamanho da malha do ensacador entre nós opostos (mm)	28	28	30	32						
Número de malhas no comprimento	160	100	125	90						
Número de malhas do comprimento	72	100	125	90						
Material do ensacador	Poliamida	Poliamida	Poliamida	Polietileno						