

VULNERABILIDADE DE ESPÉCIES CAPTURADAS PELA PESCA DE EMALHE-DE-FUNDO NO SUDESTE-SUL DO BRASIL: PRODUTIVIDADE-SUSCETIBILIDADE (PSA)

Mauricio Rocha VISINTIN¹ e José Angel Alvarez PEREZ²

RESUMO

Durante a última década, a pescaria de emalhe dirigida ao peixe-sapo (*Lophiusgas trophysus*) desenvolveu-se sobre o talude do sudeste-sul do Brasil, provocando capturas incidentais bentopelágicas, principalmente de peixes. Com o intuito de avaliar o impacto causado pela pesca foi utilizada a Análise de Produtividade-Suscetibilidade-PSA com as informações obtidas durante as operações de pesca em 2001. De acordo com as espécies de peixe nas capturas, foi estabelecido um conjunto de atributos qualitativos ou semiquantitativos relacionados à “produtividade” das mesmas e sua “susceptibilidade” à pesca de emalhe profundo. Estes atributos foram ranqueados em três categorias, “alto” (3), “médio” (2) e “baixo” (1). Os escores médios obtidos pelos indicadores de produtividade para elasmobrânquios (1,32) foram inferiores àqueles obtidos para teleósteos (1,88). Em termos de susceptibilidade, ambos os grupos de peixes apresentaram índices próximos, com valores médios de 2,00(elasmobrânquios)e 1,96 (teleósteos). Dentre as mais vulneráveis ao emalhe-de-fundo estão os elasmobrânquios: *Dipturus trachyderma*, *Echinorhinus brucus*, *Squalus megalops*, *Squatina argentina*, *Atlantoraja castelnaui* e *Torpedo puelcha*. Algumas espécies, valiosas como *Urophycis mystacea*, *Merluccius hubbsi* e o próprio peixe-sapo estiveram capturados de maior vulnerabilidade. A abordagem da PSA proporciona uma base empírica qualitativa na avaliação dos impactos ecossistêmicos das pescarias, priorizando espécies que necessitam de ações de manejo, incluindo aquelas que seus dados populacionais são escassos ou inexistem.

Palavras-chave: peixe-sapo; *Lophiusgas trophysus*; bento-pelágica; talude; sudeste-sul do Brasil

VULNERABILITY OF SPECIES CAPTURED BY THE BOTTOM-GILLNET FISHERY IN SOUTHERN BRAZIL: PRODUCTIVITY-SUSCEPTIBILITY (PSA)

ABSTRACT

During the last decade, the gillnet fishery targeted to monkfish (*Lophiusgas trophysus*) was developed on the slope areas off southern Brazil, generating important non-intentional catches of a diverse group of benthopelagic species, mostly fish. In order to assess the impacts of this fishery, the Productivity-Susceptibility Analysis (PSA) was used with the information obtained during gillnet fishing operations in 2001. According to the fish present in the catches, were established a set of qualitative or semi-quantitative attributes that measure their biological “productivity” and “susceptibility” to this fishery. These attributes were ranked as “high” (3), “moderate” (2) and “low” (1). Mean scores obtained by elasmobranchs for productivity attributes (1.32) were higher than those obtained by teleosts (1.88). Both groups exhibited similar mean scores for susceptibility attributes; 2.00 (elasmobranchs) and 1.96 (teleosts). Among the most vulnerable species to bottom-gillnet fishing were the elasmobranchs *Dipturus trachyderma*, *Echinorhinus brucus*, *Squalus megalops*, *Squatina argentina*, *Atlantoraja castelnaui* and *Torpedo puelcha*. Valuable species as *Urophycis mystacea*, *Merluccius hubbsi*, and *Lophiusgas trophysus* (monkfish) were amongst the most vulnerable teleosts in this fishery. The PSA approach provides a useful empirical qualitative basis to assess the ecosystem impacts of fisheries, prioritizing species components needing management acts, including those data-deficient species.

Keywords: monkfish; *Lophiusgas trophysus*; benthopelagic; slope; southern Brazil

Artigo Científico: Recebido em 28/05/2014 - Aprovado em 12/11/2015

¹ Aluno de Pós-graduação - Email: mauricio.visintin@gmail.com

² Universidade do vale do Itajaí-UNIVALI, Rua Uruguai, 458, Itajaí, SC, 88302202, Tel.(47) 33447714, angel.perez@univali.br

Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 42(1): 119-133, 2016

Doi: 10.5007/1678-2305.2016v42n1p119

INTRODUÇÃO

A pesca de emalhe em águas profundas foi introduzida no Brasil em 1999 através da operação de nove embarcações estrangeiras, arrendadas como parte do programa governamental de desenvolvimento da pesca oceânica no Brasil (PEREZ *et al.*, 2002a; 2009). Entre 2000 e 2002, essa atividade foi intensa na área do talude das regiões sudeste e sul, entre 200 e 500 metros de profundidade, produzindo cerca de 14.000 toneladas da única espécie-alvo, o peixe-sapo *Lophiusgas trophysus*.

Em 2009, a atividade passou a ser regulamentada pela Instrução Normativa MPA-MMA nº 03 (BRASIL, 2009) como contrapartida aos estudos científicos realizados durante o período de maior atividade da frota estrangeira (PEREZ *et al.*, 2002b). Nesses estudos, a produtividade da espécie-alvo foi o principal elemento considerado na definição dos padrões para o ordenamento da pescaria (PEREZ *et al.*, 2005). Outros esforços também foram realizados, a fim de conhecer os impactos indiretos causados pelas operações da rede de emalhe sobre comunidades bento-pelágicas nas áreas de pesca (PEREZ e WAHRLICH, 2005). Foi caracterizado o conjunto de espécies que compõem a captura não-intencional dessa atividade, constatando-se que o peixe-sapo representava numericamente mais que 40% das capturas, seguido por caranguejos da família Geryonidae e Majiidae e uma grande diversidade de peixes ósseos e cartilagosos (PEREZ e WAHRLICH, 2005). Agregados às análises sobre a distribuição batimétrica e latitudinal dessas espécies, estes estudos resultaram na inclusão de restrições de captura da fauna acompanhante na normativa da pescaria, bem como de áreas de exclusão de pesca, fundamentalmente voltadas à proteção de espécies consideradas mais sensíveis (PEREZ, 2002b).

Porém o impacto efetivo desta pescaria sobre as diferentes populações permaneceu em plano especulativo, já que pouco ou nada era conhecido sobre a dinâmica populacional da maioria das espécies e, conseqüentemente, como as mesmas reagiriam à referida mortalidade não-intencional (PEREZ e WAHRLICH, 2005). ALVERSON *et al.*,

(1994) ressaltam ainda a importância de estudos sobre o *bycatch* das pescarias, uma vez que a limitação dessas informações mascara o real efeito da mortalidade sobre tais populações.

Uma consequência da incerteza do efeito da mortalidade refere-se ao fato de que limites legais de mortalidade estabelecidos para as diferentes pescarias, ao serem direcionados à conservação da produtividade da(s) espécie(s)-alvo, podem impor perdas populacionais não sustentáveis sobre outras espécies capturadas e menos produtivas (por ex.: elasmobrânquios), sejam elas comercializadas ou descartadas. Como, para a maioria das espécies, estudos sobre estrutura e dinâmica populacionais e até mesmo dados quantitativos sobre sua captura são insuficientes, ou praticamente inexistentes, os impactos populacionais sobre estas podem passar despercebidos por longos períodos de tempo, mascarando grandes declínios populacionais e, inclusive, extinções regionais (DULVY *et al.*, 2000).

Nesse contexto, tem ganhado força, sobretudo dentro das expectativas atuais de implementação de manejo ecossistêmico das pescarias (FAO, 2003), métodos fundamentados em análises de “risco ambiental”. Estes relacionam dados e informações qualitativas (ou semiquantitativas), disponíveis sobre as espécies presentes no *bycatch* de uma pescaria, com aspectos da dinâmica da frota, a fim de caracterizar a “vulnerabilidade” dessas espécies às operações de pesca. Esses métodos são conhecidos como “Análises de Produtividade-Suscetibilidade (PSA)” e permitem inferir, através da relação observada entre os atributos de “produtividade” e “suscetibilidade”, a vulnerabilidade das espécies à pescaria (STOBUTZKY *et al.*, 2001, 2002; MILTON, 2001; HOBDAV *et al.*, 2007; PATRICK *et al.*, 2009).

O presente estudo utilizou informações sobre as capturas (comerciais e não comerciais) geradas pela pesca de emalhe-de-fundo em águas profundas em 2001 e pelas análises pretéritas da fauna acompanhante dessa pescaria (PEREZ e WAHRLICH, 2005), com a finalidade de avaliar a vulnerabilidade das espécies à pescaria de emalhe profundo empregando a Análise de Produtividade-Suscetibilidade (PSA).

MATERIAIS E MÉTODOS

As operações de pesca de emalhe-de-fundo direcionadas à captura do peixe-sapo no período de 2000 a 2002 eram realizadas por embarcações congeladoras de 26 – 40 m de comprimento, que lançavam 3 a 4 conjuntos de 400 redes unidas entre si, cada uma com 50 metros de comprimento e malha de 280 mm entre nós opostos (WAHLICH *et al.*, 2004). As redes permaneciam imersas por um período médio de 100 horas, após o qual se efetuava a despesca dos conjuntos. Em 2001, observou-se a retenção quase integral do peixe-sapo e também de uma proporção das capturas de caranguejos gerionídeos (*Chaceon ramosae* e *C. notialis*) e cações-anjo (*Squatina* spp.). Todas as demais 99 espécies registradas, incluindo crustáceos, moluscos, equinodermos, peixes ósseos e cartilagosos, quelônios, aves e cetáceos, foram rejeitadas ao mar. Em termos numéricos, estas espécies compuseram

aproximadamente 60% das capturas de cada lance (PEREZ e WAHLICH, 2005).

Neste trabalho foram analisadas informações provenientes de observadores a bordo de embarcações de pesca estrangeiras, que incluíram a composição das capturas de um total de 80.576 redes imersas durante 523 lances de pesca realizados em 2001 entre 132 e 607 m de profundidade e as latitudes 22°44'S e 34°21'S (PEREZ e WAHLICH, 2005). Como ponto de partida foi selecionado, do inventário total de espécies registradas, todas as 53 espécies de peixes, entre ósseos (29) e cartilagosos (24) (Tabela 1). Para quase todas as espécies foram computados os valores de captura por unidade de esforço (número de indivíduos capturados/100 redes examinadas), cujas médias foram utilizadas como indicadores de abundância relativa nas capturas.

Tabela 1 - Lista de espécies de peixes ósseos e cartilagosos presentes nas capturas da pesca de peixe-sapo (*Lophiusgas trophysus*) com redes de emalhe-de-fundo em 2001. Para cada espécie são apresentados os valores médios de captura por unidade de esforço (CPUE em número de indivíduos/100 redes) em um total de 523 lances de pesca monitorados.

Osteichthyes			Chondrichthyes		
Espécie	Código	CPUE	Espécie	Código	CPUE
<i>Decapterus punctatus</i>	Dep	0,066	<i>Hydrolagus matallanasi</i>	Hsp	0,005
<i>Decapterus tabi</i>	Det	0,066	<i>Alopias vulpinus</i>	Alv	0,006
<i>Seriol alalandi</i>	Sel	0,085	<i>Alopias superciliosus</i>	Als	0,006
<i>Seriola dumerili</i>	Sed	0,085	<i>Carcharias taurus</i>	Cat	0,006
<i>Notopogon fernandezianus</i>	Nof	0,005	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Caf	0,236
<i>Ruvettus pretiosus</i>	Rup	0,066	<i>Carcharhinus signatus</i>	Cas	0,105
<i>Lophius gastrophysus</i>	Log	99,886	<i>Prionace glauca</i>	Prg	0,019
<i>Malacocephalus occidentalis</i>	Mao	0,012	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Gac	0,086
<i>Lopholatilus villarii</i>	Lov	1,811	<i>Sphyrna lewini</i>	Spl	0,418
<i>Caulolatilus chrysops</i>	Cac	0,01	<i>Echinorhinus brucus</i>	Ecb	0,552
<i>Merluccius hubbsi</i>	Meh	7,622	<i>Hexanchus griseus</i>	Heg	0,267
<i>Ogcocephalus notatus</i>	Ogn	0,011	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Isso	-----
<i>Ganypterus brasiliensis</i>	Geb	0,146	<i>Lamna nasus</i>	Lan	-----
<i>Peristedion</i> sp.	Psp	0,128	<i>Schroederichthyes saurissqualus</i>	Scs	0,004
<i>Urophycis mystacea</i>	Urm	9,176	<i>Scyliorhinus haeckelli</i>	Sch	0,554
<i>Pseudoper cisnumida</i>	Psn	0,373	<i>Squalus megalops</i>	Sqm	1,476
<i>Polymixia lowei</i>	Pol	14,47	<i>Squatina argentina</i>	Sqa	1,052

<i>Polyprion americanus</i>	Poa	0,62	<i>Galeorhinus galeus</i>	Gag	0,004
<i>Epinephelusniveatus</i>	Epn	0,62	<i>Mobula hypostoma</i>	Msp	0,098
<i>Katsuwonuspelamis</i>	Kap	0,028	<i>Myliobatis goodei</i>	Myg	0,015
<i>Auxisthazard</i>	Att	0,028	<i>Atlantoraja cyclophora</i>	Atcy	0,458
<i>Thunnusalbacares</i>	Tha	0,022	<i>Atlantoraja castelnaui</i>	Atca	0,108
<i>Helicolenuslahileii</i>	Hel	0,128	<i>Dipturus trachyderma</i>	Dit	2,897
<i>Pagruspagrus</i>	Pap	0,006	<i>Torpedo puelcha</i>	Top	1,275
<i>Gephyroberyxdarwini</i>	Ged	0,284			
<i>Evoxymetoponn taeniatius</i>	Evt	0,083			
<i>Prionotus punctatus</i>	Prp	0,006			
<i>Xiphias gladius</i>	Xig	0,496			
<i>Zenopsis conchifer</i>	Zec	10,146			

A seguir, foram definidos atributos para o dimensionamento dos níveis de produtividade e suscetibilidade das espécies consideradas. Nesse sentido, definiu-se como “produtividade” o potencial de uma determinada espécie repor perdas populacionais, incluindo-se atributos baseados em parâmetros biológico-populacionais, os quais estavam amplamente disponíveis em literatura. O critério utilizado para a inclusão dos atributos foi a disponibilidade de informações na literatura sobre as espécies analisadas. Isso, porque alguns atributos, por exemplo, a taxa (r) de crescimento populacional, tida por alguns estudiosos (STOBUTZKI *et al.*, 2001; HOBDAIY *et al.*, 2007) como muito importantes na função de determinar a produtividade de uma espécie, não estarem disponíveis para nenhuma das espécies, não havendo sentido em sua utilização neste estudo. O critério “Suscetibilidade” foi definido como a propensão de uma determinada espécie ser capturada pela pesca de emalhe-de-fundo, e incluíram atributos que medem o quanto a espécie está exposta ao poder de captura das redes de emalhe-de-fundo. Uma breve descrição dos atributos de produtividade e susceptibilidade é feita a seguir.

Produtividade.

(1) Idade máxima - está relacionada inversamente com mortalidade natural (M) (HOENIG, 1983); (2) Tamanho máximo- peixes grandes tendem a ter baixa produtividade, ou

repõem mais lentamente seus estoques (ROBERT e HAWKINS, 1999); (3) Taxa de crescimento (k) reflete a que velocidade uma espécie atinge seu tamanho máximo. Peixes de vida longa tendem a ter baixos valores de (k) em relação aos de vida curta (FROESE e BINOHLAN, 2000; PATRICK *et al.*, 2009); (4) Mortalidade natural (M) - peixes que têm grandes chances de morrer por causas naturais tendem a necessitar de mais produtividade (PATRICK *et al.*, 2009); (5) Fecundidade - número de descendentes gerados em um evento reprodutivo; em geral, peixes com maior fecundidade são mais produtivos (MUSICK, 1999; PATRICK *et al.*, 2009); (6) Idade de maturação - peixes com alta longevidade tendem a maturar tardiamente e ser menos produtivos que peixes de baixa longevidade (BEVERTON, 1992); (7) Relação tamanho de maturação/tamanho máximo - espécies que maturam com tamanho próximo ao seu tamanho máximo teriam menos chances de se reproduzir durante a vida (MURUA *et al.*, 2009); (8) Nível na cadeia trófica - em geral, quanto mais baixo o nível trófico de uma espécie, maior a sua produtividade (PATRICK *et al.*, 2009); (9) Estratégia de reprodução - refere-se ao nível de mortalidade esperado para os primeiros estágios de vida dos descendentes gerados (NEAT *et al.*, 2010).

Suscetibilidade.

(1) Sobreposição entre os limites batimétricos das áreas de pesca e os limites de profundidade ou

profundidades preferenciais do estoque - refere-se ao fator disponibilidade, em que estoques que habitam, ou que de alguma forma preferencialmente se distribuem em profundidades permitidas e utilizadas pela pesca de emalhe, podem estar mais ou menos disponíveis para ela (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009); (2) Sobreposição entre área de atuação vertical da rede e a posição preferencial do estoque na coluna d'água - apresenta uma relação com a capacidade de encontro entre a rede e os indivíduos, avaliando a posição do petrecho na coluna d'água e os *habitats* verticais de cada espécie (pelágico, demersal, bentônico) (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009); (3) Sobreposição entre os limites latitudinais da pescaria e a distribuição latitudinal do estoque - apresenta forte relação com a disponibilidade do estoque na área estudada, sendo que um estoque que se distribua em uma pequena área (espécies endêmicas) pode ser mais afetado pela pescaria (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009); (4) Itens alimentares - são ótimos indicadores de quão suscetível um organismo pode ser a um petrecho, pois, pelo fato de se alimentar, ou não, na região em que o petrecho de pesca atua, torna-se mais ou menos suscetível (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009); (5) Características morfológicas e hábitos que afetam sua capturabilidade - a rede de emalhar para pesca de peixe-sapo, em razão de ter grande contato com o fundo e capturar organismos por "embolamento", é mais eficiente na captura de organismos móveis e de hábitos bentônicos com protuberâncias morfológicas que facilitem sua captura (nadadeira peitoral protuberante, por exemplo) (WAHRLICH *et al.*, 2004); (6) Número de indivíduos capturados/lance de pesca (CPUE) - em determinadas circunstâncias, a CPUE é tida como um índice de abundância/densidade de indivíduos no local em que foi estimada. Porém, também pode indicar uma pressão exercida pela frota a espécies de interesse e às que dividem o mesmo *habitat*. (Para

este, utiliza-se o sentido de que a pressão exercida através do esforço torna mais vulnerável, visando à diminuição de possíveis interpretações dúbias a respeito desse atributo) (SPARRE e VENEMA, 1992); (7) Demanda/valor do estoque - peixes com alto valor comercial seria mais procurados por várias pescarias e, nesse sentido, mais suscetíveis que espécies com baixo valor econômico e consequentemente menos procuradas (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009); (8) Estratégia de manejo - estoques submetidos a regimes de manejo tendem a estar expostos a menor risco de sobreexploração (Modificado de PATRICK *et al.*, 2009).

Para cada atributo incluído, definiram-se três categorias (alto, médio e baixo), estabelecendo-se "linhas de corte" entre estas a partir de diferentes critérios, de acordo com o atributo (PATRICK *et al.*, 2009). Para atributos quantitativos (por ex.: longevidade e tamanho máximo), reuniram-se estas informações para todas as espécies consideradas e foram construídas distribuições de frequência acumulada, a partir das quais foram definidos quartis equidistantes como linhas de corte entre as três categorias. Através da aplicação de Análise de Variância, testou-se a homogeneidade das médias de cada categoria, de forma a certificar sua eficiência na caracterização de padrões biológicos claramente distintos. Para atributos qualitativos, os níveis seguiram definições já constantes em trabalhos pretéritos (STOBUTZKI *et al.*, 2001; HOBDAY *et al.*, 2007; PATRICK *et al.*, 2009; NEAT *et al.*, 2010), com eventuais modificações para adequação a este estudo. Na falta de informações específicas, foram utilizadas aquelas relativas a espécies congêneras ou a famílias que sejam semelhantes (STOBUTZKI *et al.*, 2001). Para o critério de suscetibilidade envolvendo o valor monetário das diferentes espécies foram utilizados valores de comercialização de espécies desembarcadas disponíveis em PIO (2011). As tabelas 2 e 3 reúnem os atributos de produtividade e suscetibilidade e suas respectivas categorias de pontuação.

Tabela 2-Atributos de produtividade e categorias usadas para pontuar e determinar a vulnerabilidade relativa do estoque à pesca de emalhe.

Atributo de Produtividade	Categoria de pontuação		
	Alta produtividade (3) (<i>menos vulnerável</i>)	Média produtividade (2)	Baixa produtividade (1) (<i>mais vulnerável</i>)
1. Idademáxima (longevidade)	<18 anos	18 a 26 anos	>26 anos
2. Tamanhomáximo (Tmax)	<75 cm	75 a 175 cm	>175 cm
3. Taxa de crescimento (K)	>0,22	0,22 a 0,12	<0,12
4. Mortalidade natural (M)	>0,4	0,4 a 0,2	<0,2
5. Fecundidade	>1000	1000 a 100	<100
6. Idade de maturação (Imat)	<3 anos	3 a 6 anos	>6 anos
7. Relação entre tamanho de maturação/ tamanho máximo	Matura com <33% do Tmax	Entre 33% e 66% do Tmax	Matura com >66% do Tmax
8. Nível na cadeia trófica	<3,5	3,5 a 4	>4
9. Estratégia de reprodução	Ovíparos com ampla desova	Condrictes ovíparos	Condrictes vivíparos

Tabela 3 - Atributos de suscetibilidade e categorias usadas para pontuar e determinar a vulnerabilidade relativa do estoque à pesca de emalhe.

Atributos de Suscetibilidade	Categoria de pontuação		
	Alta suscetibilidade (3) (<i>mais vulnerável</i>)	Média suscetibilidade (2)	Baixa suscetibilidade (1) (<i>menos vulnerável</i>)
1. Sobreposição entre os limites batimétricos usados pela pesca e os limites de profundidade do estoque	Estoques distribuídos sobre os limites da pescariae com poucas, ou sem, áreas de escape (muito restritos às profundidades da pescaria)	Estoques distribuídos sobre os limites da pescaria, com amplas áreas de escape (distribuição além das profundidades da pescaria)	Estoques sem, ou com pouca, distribuição sobre os limites batimétricos da pescaria, ou sua disponibilidade na região não é afetada pelo petrecho
2. Relação entre local de atuação da rede (fundo) e posição preferencial do estoque na coluna d'água	Estoques bentônicos e demersais	Estoques bento-pelágicos e demersal-pelágicos	Estoques pelágicos
3. Sobreposição entre os limites latitudinais da pescaria e a distribuição latitudinal do estoque	Estoques restritos à região sudeste/sul; possuem poucas áreas de escape (poucas regiões a mais de distribuição)	Estoques que podem abranger toda a região sudeste/sul, porém possuem ampla abrangência além dessas duas regiões	Estoques que pouco, ou não, se distribuem na região sudeste/sul, ou sua disponibilidade na região não é afetada pelo petrecho
4. Itens alimentares	Alimentam-se restritamente de presas bentônicas e/ ou demersais	Alimentam-se de grande variedade de presas (pelágicas, bentônicas e demersais)	Alimentam-se exclusivamente de presas pelágicas
5. Características morfológicas e hábitos que afetam sua capturabilidade	Utilizam o fundo marinho, e conjunto de características aumentam sua capturabilidade. Ex.: espinhos, Nadadeiras protuberantes, formato achatado	Apresentam poucas características que influenciem sua capturabilidade. Ex.: nadadeiras protuberantes	Não apresentam características que influenciem a capturabilidade

6. Numero de indivíduos capturados /número de lances (CPUE)	>1	1 a 0,1	<0,1
7. Demanda/valor do estoque	Valor do estoque com 40%, ou mais, do valor da espécie mais valiosa	Valor do estoque com menos de 40% do valor da espécie mais valiosa	Sem valor
8. Estratégia de manejo	Sem Leis que façam ser menos suscetíveis	Legislação moderada, em que as Leis impostas não são tão restritivas	Legislação altamente restritiva

Definidas as categorias alta, média e baixa de produtividade e de suscetibilidade, foram atribuídos valores de 1 a 3 a cada uma. Em produtividade, o escore 1 é pontuado quando o valor do atributo se encaixa na categoria mais baixa de produtividade e o 3, quando na categoria mais produtiva. Referente a suscetibilidade, o escore 1 corresponde à categoria menos suscetível e o 3, à mais suscetível. Leva-se em conta que o escore 2 seria, portanto, a categoria intermediária para ambos os eixos de classificação. Nos casos em que houve falta total de dados ou informação para algum atributo, não sendo possível inferir com dados de espécies congêneras, pontuou-se escore 1 para produtividade e 3 para suscetibilidade. Este procedimento é aconselhado por STOBUTZKY *et al.*, (2001) e PATRICK *et al.*, (2009) para que, nesses casos de ausência, a estimativa da vulnerabilidade seja superestimada, e não subestimada, como abordagem de precaução na interpretação dos resultados finais.

Após a pontuação realizada para todas as espécies, calculou-se o escore médio para os eixos de produtividade e suscetibilidade. Não necessariamente deve-se usar a média ponderada para obtenção dos escores de produtividade e suscetibilidade, através da alocação de pesos referentes à maior importância de certos atributos sobre outros. De acordo com HOBDAKY *et al.*, (2007), atribuição de pesos para média ponderada deve ser utilizada quando há absoluta certeza da maior importância de um ou de outro, pois essa prática pode acarretar em maiores incertezas nos resultados. Neste estudo, padronizou-se o peso de número 2 para todos os atributos, com exceção da fecundidade (5), estratégia de reprodução (9) (produtividade), sobreposição latitudinal entre a pescaria e a distribuição do estoque (3), itens

alimentares (4) e demanda/valor do estoque (7) (susceptibilidade), os quais receberam peso 1. PATRICK *et al.*, (2009) salientam que diferentes pescarias analisadas podem receber pesos diferentes para atributos semelhantes, sendo que neste trabalho foram escolhidos pesos que se enquadrem na relevância que um atributo tem sobre outro, levando em conta essa pescaria em questão. Nesse contexto, o cálculo do escore médio para as espécies, tanto de produtividade quanto de susceptibilidade, obedeceu à seguinte equação:

$$(p) \text{ ou } (a) = \Sigma(w * R) / \Sigma w$$

onde p ou a são os escores médios de produtividade ou suscetibilidade, w é o peso de cada atributo e R , é o escore recebido pela espécie em cada atributo.

Em uma PSA, a vulnerabilidade das espécies, ou seja, sua caracterização em termos de produtividade e suscetibilidade à pescaria é analisada em um espaço bidimensional, no qual cada espécie é posicionada de acordo com seu escore médio para produtividade (eixo das ordenadas) e suscetibilidade (eixo das abscissas). O primeiro foi representado com escala inversa, ou seja, o valor máximo 3, posicionado na origem dos eixos. A suscetibilidade foi representada no eixo das abscissas e, nesse caso, o valor mínimo 1 foi posicionado junto à origem dos eixos. Desta forma, espécies que apresentem baixa produtividade (valor<1,5) e alta suscetibilidade (valor>2,5) são posicionadas no canto superior direito do plano e serão avaliadas como altamente sensíveis ou vulneráveis à atividade de pesca de emalhe-de-fundo. Por outro lado, espécies que apresentem baixa suscetibilidade e alta produtividade serão posicionadas no canto inferior esquerdo, sendo avaliadas como pouco sensíveis ou vulneráveis a essa

modalidade de pesca. A vulnerabilidade (v) também foi calculada analiticamente através da distância euclidiana, considerando 3 e 1 como “pontos focais”, segundo a fórmula:

$$v = \sqrt{(p - 3)^2 + (a - 1)^2}$$

onde p é o escore médio no eixo da produtividade e a , é o escore médio no eixo da suscetibilidade.

RESULTADOS

PRODUTIVIDADE

Numa escala de 1,0 a 3,0, os valores de produtividade média para elasmobrânquios variaram de 1,0, para as espécies menos produtivas *Echinorhinus brucus* (Ecb) e *Hexanchus griseus* (Heg) a 1,75, para a mais produtiva, *Myliobatis goodei* (Myg). A produtividade geral para os elasmobrânquios apresentou o valor de 1,32, com desvio padrão de 0,19. Nota-se também a ausência de pontuações médias de produtividade acima de 2,00, o que implica a ausência de espécies em nível de produtividade mais alto.

No grupo dos teleósteos, os valores de produtividade média por espécie variaram de 1,38, para *Ruvettus pretiosus* (Rup), *Gephyroberyx darwini* (Ged) e *Evoxymetopon taeniatus* (Evt), a 2,50, para *Katsuwonus pelamis* (Kap). Esse grupo de espécies apresentou maior amplitude de valores no critério produtividade, quando comparado ao grupo de elasmobrânquios. A produtividade geral para os teleósteos apresentou um valor médio de 1,88 e desvio padrão de 0,36. Nota-se que as espécies deste grupo apresentaram valores de produtividade mais variados, quais sejam, tanto menores quanto maiores que 2,00.

SUSCETIBILIDADE

Os valores da suscetibilidade média por espécie para os elasmobrânquios variaram de 1,23, para *Prionace glauca* (Prg), a 2,75, para *Dipturus trachyderma* (Dit) e *Torpedo puelcha* (Top). Houve

grande variação para este grupo em termos de suscetibilidade à pesca de emalhe-de-fundo, no qual o valor de suscetibilidade geral (média das espécies) foi de 2,00, com desvio padrão de 0,5.

Para teleósteos, os valores de suscetibilidade média por espécie variaram de 2,69, para *Urophycis mystacea* (Urm), a 1,15, para os atuns *Katsuwonus pelamis* (Kat), *Auxis thazard* (Att) e *Thunnus albacares* (Tha). Foi observada ampla gama de valores de suscetibilidade, sendo o valor geral igual a 1,96, com desvio padrão de 0,43, valores estes, semelhantes aos dos elasmobrânquios.

VULNERABILIDADE

Houve separação clara entre os dois grupos estudados de espécies de peixes no que diz a produtividade, com elasmobrânquios restringindo-se à parte menos produtiva do gráfico. Em relação à suscetibilidade, ambos os grupos variaram nesse eixo (Figura 1). *Dipturus trachyderma* (Dit), *Echinorhinus brucus* (Ecb), *Squalus megalops* (Sqm), *Squatina argentina* (Sqa), *Atlantoraja castelnaui* (Atca) e *Torpedo puelcha* (Top) foram as seis mais vulneráveis dentre todas as espécies consideradas (Figuras 1 e 2). Os atuns *Katsuwonus pelamis* (Kat), *Auxis thazard* (Att) e *Thunnus albacares* (Tha), espécies pelágicas, foram os menos vulneráveis em relação à rede de emalhar de fundo (Figuras 1 e 2). A espécie-alvo, *Lophius gastrophysus* (Log), apresentou certa vulnerabilidade, entretanto ficou em posição mediana juntamente com outras espécies de importância econômica (Figuras 1 e 2).

Os índices de vulnerabilidade calculados para todas as espécies variaram entre 0,52 e 2,59 (numa intervalo possível de 0 a 2,8). Os maiores valores foram obtidos para as espécies de elasmobrânquios, variando entre 1,52 e 2,59. Para os peixes ósseos, a máxima vulnerabilidade foi de 2,04, e nenhuma das 29 espécies deste grupo atingiu nível tão elevado de vulnerabilidade quanto as mais vulneráveis entre os elasmobrânquios, além de cinco espécies terem apresentado vulnerabilidade abaixo de 1 (Figura 2).

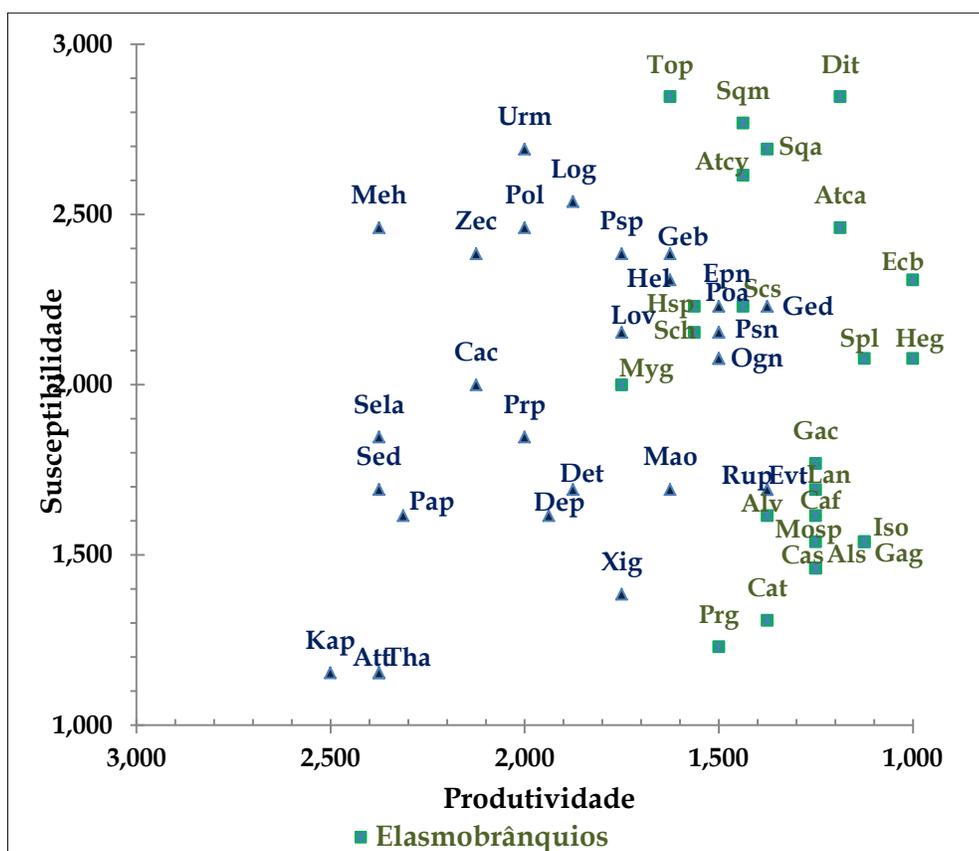


Figura 1 - Vulnerabilidade relativa à pesca de emalhe-de-fundo no talude para teleósteos e elasmobrânquios. As espécies estão dispostas no espaço bidimensional segundo seus escores médios nos eixos classificatórios de produtividade e susceptibilidade. As espécies estão representadas conforme seus códigos descritos na Tabela 1.

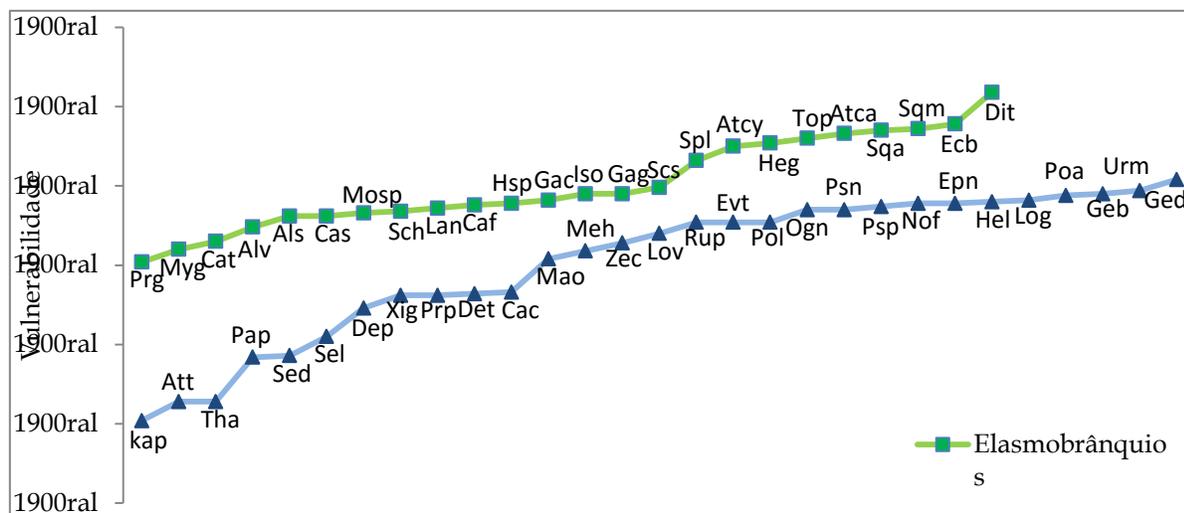


Figura 2 - Vulnerabilidade calculada para elasmobrânquios e teleósteos. As espécies estão ranqueadas em ordem crescente de vulnerabilidade e são representadas através de seus códigos (Ver tabela 1.).

Quando distribuídos os níveis de vulnerabilidade, registram-se 76,5% das espécies com vulnerabilidade acima do nível “moderado” ($v=1,4$, obtido se todos os escores para produtividade e suscetibilidade fossem iguais a 2,0). Destas espécies, 17,6%, todas pertencentes ao grupo dos elasmobrânquios, têm vulnerabilidade acima de 2,0. Quando comparados os valores de vulnerabilidade aos valores de mortalidade absoluta (número de indivíduos mortos) estimados em PEREZ e WAHRLICH (2005), constata-se que mais de 99% das mortes geradas pela frota de emalhe-de-fundo, que atuou em águas profundas, foi de espécies com vulnerabilidade acima do moderado ($v=1,4$) e que

80% destas mortes compreenderam espécies com vulnerabilidade de 1,8 ou mais.

Em termos gerais, as maiores remoções se deram sobre espécies mais suscetíveis e mais produtivas (Figura 3, setor superior central), a saber, o peixe-sapo, a merluza, a abrótea-de-profundidade, o galo-de-profundidade (*Zenopsis conchifer*) e o barbudo (*Polymixia lowei*). A primeira, e mais capturada, tem produtividade mediana. Elevadas capturas foram também registradas para as espécies de elasmobrânquios de alta vulnerabilidade citadas anteriormente, além do peixe-batata (*Lophollatilus vilarii*) e grandes serranídeos (*P. americanus*, *E. niveatus*) (Figura 3, setor superior direito).

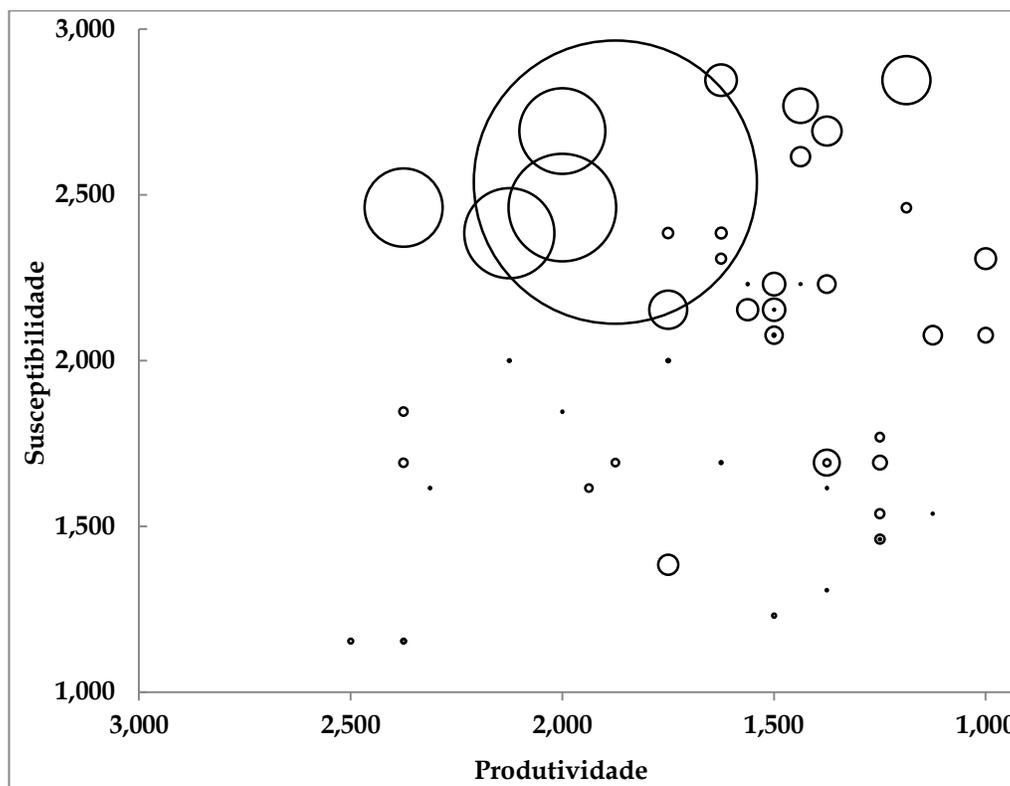


Figura 3 - Vulnerabilidade relativa à pesca de emalhe-de-fundo no talude para teleósteos e elasmobrânquios presentes nas capturas dessa pescaria. No gráfico, as espécies são posicionadas segundo suas médias de produtividade e suscetibilidade (Ver figura 1.) e as áreas dos círculos são proporcionais ao volume capturado por espécie (em números).

DISCUSSÃO

A presente análise de produtividade-suscetibilidade incorpora novos elementos à avaliação de impacto da pesca de emalhe-de-fundo sobre a assembleia de peixes de talude do sudeste e sul do Brasil. No trabalho original de PEREZ e WAHRLICH (2005) foi reportado o rol de espécies capturadas e as proporções em que estas apareceram nas capturas durante 2001. Também estimaram números totais de mortes ocasionadas pelas operações de pesca e a distribuição desta mortalidade entre as referidas espécies. Os autores ressaltaram, no entanto, que uma visão mais compreensiva do referido impacto poderia emergir apenas se a sensibilidade das diferentes espécies às perdas ocasionadas pelas redes de emalhe pudesse ser avaliada. A presente análise incorpora, em parte, essa avaliação, ao identificar espécies mais facilmente capturadas pelo petrecho e, entre estas, quais as que teriam mais dificuldade de repor suas perdas populacionais. Além disso, analisa a atuação da pescaria sobre a assembleia de peixes do talude como um todo, permitindo avaliar de uma forma mais abrangente o “custo ecossistêmico” gerado pelas capturas de peixe-sapo.

A rede de emalhe utilizada para a pesca do peixe-sapo tem uma atuação distinta daquela das redes de emalhe tradicionais, uma vez que seu coeficiente de entalhamento é baixo e as capturas se dão quase sempre por “embolamento” (WAHRLICH *et al.*, 2004; PIO *et al.*, 2012). Assim, peixes bentônicos e bento-pelágicos, que vivem ou patrulham as camadas próximas do fundo em busca de alimento, foram comuns e abundantes. Infere-se, entretanto, que, em áreas progressivamente mais profundas, estas espécies tendem a dispor de menos energia e, assim, apresentar atributos que lhes conferem menor produtividade (MERRET e HAEDRICH, 1997; MORATO *et al.*, 2006). Isso justifica parcialmente o fato de a pescaria atuar majoritariamente sobre espécies de alta vulnerabilidade (Figura 2). Também significativa é a constatação que estas espécies incluem mais de 99% dos indivíduos mortos durante 2001, ou seja, a atividade não apenas inclui espécies

populacionalmente sensíveis, mas exerce sobre elas sua maior capacidade de remoção.

Avaliações da pescaria de peixe-sapo que se seguiram ao período de estudo concluíram que o esforço utilizado pela frota estrangeira e sua capacidade de remoção de biomassa do estoque eram excessivos do ponto de vista biológico (PEREZ *et al.*, 2005). Como demonstrado neste estudo, o peixe-sapo é, esperadamente, muito suscetível à atuação das redes de emalhe, porém tem produtividade apenas mediana, o que corrobora estudos anteriores [inferior a 6% da biomassa do estoque, ver PEREZ (2006)]. Entretanto, a presente análise demonstra que a pesca de emalhe pode ter exercido pressão similar ou maior sobre outras espécies da assembleia de peixes do talude, com destaque para: (a) Espécies economicamente importantes como abrótea-de-profundidade (*U. mystacea*) e a merluza (*M. hubbsi*), que apresentaram vulnerabilidade moderada em relação a toda ictiofauna analisada, mas sofreram grandes remoções (11% das capturas numéricas). Apesar de apresentarem indicadores de produtividade relativamente maiores em comparação com todo o conjunto de espécies, estima-se que estes estoques não possam repor anualmente mais que 10% de sua biomassa (PEREZ, 2006). Deve-se também ponderar que estas espécies são intensamente exploradas pela pesca de arrasto de fundo realizada no talude (PEREZ e PEZZUTO, 2006) e, nesse sentido, o impacto populacional adicionado pelas redes de emalhe pode ser maior do que se presume.

(a) Espécies sem importância econômica como o galo-de-profundidade (*Z. conchifer*) e o barbudo (*P. lowei*), que são relativamente menos vulneráveis, mas que sofreram importantes perdas populacionais (mais de 15% da captura numérica). Estas são espécies abundantes no talude do sudeste e sul do Brasil e rejeitadas parcialmente ou integralmente pela pesca de arrasto (HAIMOVICI *et al.*, 2009; PEREZ *et al.*, 2009). Estima-se que, ao menos a primeira, pudesse repor não mais que 12% de sua biomassa, anualmente (PEREZ, 2006).

(b) Espécies de elevada vulnerabilidade e extrema sensibilidade populacional, incluindo

quatro raias dos gêneros *Dipturus*, *Atlantorraja* e *Torpedo* e cinco cações dos gêneros *Squalus*, *Squatina*, *Hexanchias*, *Echinorhinus* e *Sphyrna* (MCEACHRAN e CARVALHO, 2002; VOOREN e KLIPPEL, 2005; KYNE e SIMPFENDORFER, 2007). Entre estas, *T. puelcha*, *S. megalops*, *S. Argentinae* *D. trachiderma* estiveram entre as 10 espécies que sofreram maiores perdas populacionais devido às operações de redes de emalhe-de-fundo em águas profundas. Alguns peixes ósseos de grande tamanho, como o peixe-batata (*L. villarii*) e os serranídeos *P. americanus* e *E. niveatus*, também poderiam ser incluídos entre estas espécies mais impactadas. Estimativas quantitativas da capacidade de reposição de perdas populacionais destas espécies não são disponíveis. Mas a APS permite concluir que esta capacidade é inferior àquela do peixe-sapo, cujas drásticas reduções de biomassa o levaram, no período estudado, a uma condição de sobrepesca (PEREZ *et al.*, 2009). Embora as capturas dessas espécies fossem menores, é provável que seu efeito populacional tenha sido comparável.

O regime de pesca estabelecido pela frota estrangeira de emalhe concluiu-se em 2002, permanecendo atuantes poucas embarcações nacionais que, apesar de utilizarem as mesmas redes, tinham poder de pesca muito inferior. Estas embarcações foram também submetidas à normatização específica, que restringiu significativamente o esforço, estabeleceu o limite máximo de captura de peixe-sapo (1500 toneladas/ano) e proibiu operações de pesca em áreas onde espécies de grande sensibilidade (incluindo cações, chernes, aves e mamíferos) eram mais frequentemente encontradas (PEREZ *et al.*, 2009). Diante desse cenário, os impactos caracterizados acima devem ter sido amortizados. Mas cabe ressaltar, por outro lado, que nesse período a captura do peixe-sapo foi definitivamente incorporada à pesca de arrasto multiespecífico de talude no sudeste e sul do Brasil, e ao menos uma nova pescaria de emalhe, direcionada a abrótea-de-profundidade, estruturou-se na mesma região (PEREZ *et al.*, 2009; PIO, 2011). Estes petrechos devem estabelecer quadros de suscetibilidade das espécies de talude distintos daquele caracterizado para a pesca de emalhe nessa região. No entanto,

incluem capturas da mesma assembleia de peixes e, no caso do arrasto, algumas espécies de alta sensibilidade populacional têm sido incluídas nas frações desembarcadas para comercialização, como as “arraias emplastro” (gêneros *Atlantorraja*, *Dipturuse Squatina*) (PEREZ *et al.*, 2009). Assim, conclui-se que estas espécies devam permanecer sob pressão pesqueira pouco compatível com sua produtividade e, nesse sentido, a extensão da PSA para outras pescarias poderia ser de grande utilidade.

A dificuldade de incorporar o efeito de outras pescarias que atuem na mesma região da pescaria analisada é, de fato, uma das limitações comumente apontadas para a aplicação da PSA (NEAT *et al.*, 2010). Outra limitação refere-se à elevada sensibilidade do método à inclusão ou exclusão de espécies, já que isto deve acarretar rearranjos na disposição das espécies no espaço bidimensional (NEAT *et al.*, 2010). No caso da pesca do peixe-sapo, por exemplo, se forem adicionados outros grupos de espécies, como o dos caranguejos das famílias Majiidae e Geryonidae, que já são comprovadamente vulneráveis ao emalhe voltado ao peixe-sapo (PEREZ e WAHLICH, 2005), todo resultado poderia ser diferente. De fato, PEREZ e WAHLICH (2005) apresentaram dados similares para grupos de invertebrados e fauna carismática, porém sua inclusão no grupo de espécies analisado demandaria uma compatibilização de atributos e suas categorias, o que nem sempre é possível entre grupos zoológicos distintos, sobretudo no que se refere a atributos do ciclo de vida (atributos de produtividade).

Apesar de certas limitações, esta metodologia pode ter aumentada sua complexidade, e, assim, ser provavelmente encaixada em diversas demandas. Tal abordagem pode ser empregada em diferentes setores utilizados por uma pescaria, o que poderia gerar vulnerabilidades diferentes para determinadas espécies entre estes setores. A setorização possibilita indicar quais espécies, em determinadas áreas, devam receber maiores restrições de atos normativos (ZHOU *et al.*, 2007). Avaliar de forma separada os estágios de vida dos estoques pesqueiros também torna mais eficiente a

PSA. Levando em consideração, individualmente, a parcela juvenil e a adulta de um estoque, uma determinada pescaria pode atuar gerando um risco alto a uma dessas parcelas, porém, não necessariamente à outra, trazendo suporte no momento da gestão (DRANSFELD *et al.*, 2013). Entretanto, os autores anteriormente citados e também HOBDAÏ *et al.*, (2011) mencionam que formas mais complexas desta metodologia demandam maiores informações tanto espécie-específicas quanto relacionadas à dinâmica das pescarias.

Outro ponto importante de mencionar relaciona-se à disponibilidade e qualidade dos dados utilizados para a análise. Espécies como, por exemplo, *Dipturus trachyderma* e *Echinorhinus brucus*, que estão classificadas entre as mais vulneráveis, possuem poucas ou nenhuma informação específica sobre sua produtividade. De acordo com PATRICK *et al.* (2009), os processos de decisão sobre a governança dos recursos devem levar em conta a qualidade e a quantidade das informações, criando-se grupos de espécies com tal deficiência de conhecimento e priorizando, para elas, medidas que solucionem esta demanda.

Contudo, assim como observado em outras pescarias ao redor do mundo (HOBDAÏ *et al.*, 2007; PATRICK *et al.*, 2009; NEAT *et al.*, 2010, CORTÉS *et al.*, 2010), a presente aplicação, em que pesem a complexidade das interações pesqueiras regionais e a escassez de informações biológicas básicas, demonstrou ter potencial para gerar uma melhor compreensão dos impactos ecossistêmicos causados pelas pescarias do sudeste e sul do Brasil. E mesmo não informando a atual situação dos estoques (plenamente explorados ou sobre-explorados), este potencial é de inegável utilidade para um enfoque sobre espécies que necessitam prioritariamente de ações para conservação e manutenção do ambiente marinho, considerando uma abordagem ecossistêmica no momento de definição das normas da gestão pesqueira.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos à equipe de Observadores de Bordo da pesca de fundo pelo valor inestimável da informação por eles gerada. M.R. Visintim recebeu suporte de uma bolsa de iniciação científica do Artigo 170 da Constituição de Santa Catarina. J.A.A. Perez é bolsista de produtividade do CNPq (Processo 309837/2010-3). O trabalho faz parte das atividades do Projeto IGEPESCA (Inovação e interdisciplinaridade aplicadas à gestão e ao desenvolvimento sustentável da indústria pesqueira marinha das regiões sudeste e sul do Brasil), que tem apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Edital Ciências do Mar 09/2009), e também do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia MAR - COI (Edital n. 71/2010, MCT/CNPq/FNDCT).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVERSON, D.L.; FREEBERG, M.G.; MURAWSKY, S.A.; POPE, J.G. 1994. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*. FAO Fisheries Technical Paper, N. 330. Rome: FAO, 224p.
- BEVERTON, R.J.H. 1992. Patterns of reproductive strategy parameters in some marine teleost fishes. *Journal of Fish Biology*, 41(B): 137-160.
- CORTÉS, E.; AROCHA, F.; BEERKIRCHER, L.; CARVALHO, F.; DOMINGO, A.; HEUPEL, M.; HOLTZHAUSEN, H.; SANTOS, M.N.; RIBERA, M.; SIMPFENDORFER, C. 2010. Ecological risk assessment of pelagic sharks caught in Atlantic pelagic longline fisheries. *Aquatic Living Resources*, 23(1): 25-34.
- DRANSFELD, L.; GERRITSEN, H. D.; HAREIDE, N. R.; LORANCE, P. 2013. Assessing the risk of vulnerable species exposure to deepwater trawl fisheries: The case of orange roughy *Hoplostethus atlanticus* to the west of Ireland and Britain. *Aquatic Living Resources*, 26: 307-318.
- DULVY, N.K.; METCALFE, J.D.; GLANVILLE, J.; PAWSON, M.G.; REYNOLDS, J.D. 2000. Fishery stability, local extinctions and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology*, 14: 283-293.

- FAO Fisheries Department. 2003. *The ecosystem approach to fisheries*. 4(2). FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Rome: FAO. 112p.
- FROESE, R. and BINOHLAN, C. 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and age at maximum yield per recruit in fishes, with simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4): 758-773.
- HAIMOVICI, M.; FISCHER, L.G.; ROSSI-WONGSTCHOWSKI, C.L.D.B.; ÁVILA-BERNARDES, R.; SANTOS, R.A.S. 2009. Biomass and fishing potential yield of demersal resources from the outer shelf and slope of southern Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Resources*, 37(3): 395-408.
- HOBDAI, A.J.; SMITH, A.; WEBB, H.; DALEY, R.; WAYTE, S.; BULMAN, C.; DOWDNEY, J.; WILLIAMS, A.; SPORCIC, M.; DAMBACHER, J.; FULLER, M.; WALKER, T. 2007. *Ecological risk assessment for the effects of fishing: Methodology*. Report R04/1072 for the Australian Fisheries Management Authority, Canberra. 174p.
- HOBDAI, A.J.; SMITH, A.; STOBUTZKI, I.C.; BULMAN, C.; DALEY, R.; DAMBACHER, J.M.; DENG, R.A.; DOWDNEY, J.; FULLER, M.; FURLANI, D.; GRIFFITHS, S.P.; JOHNSON, D.; KENYON, R.; KNUCKEY, I.A.; LING, S.D.; PITCHER, R.; SAINSBURY, K.J.; SPORCIC, M.; SMITH, T.; TURNBULL, C.; WALKER, T.I.; WAYTE, S.E.; WEBB, H.; WILLIAMS, A.; WISE, B. S.; ZHOU, S. 2011. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research*, 108: 372-384.
- HOENIG, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin*, 82: 898-903.
- KYNE, P.M. and SIMPFENDORFER, C.A. 2007. *A collation and summarization of available data on deep water chondrichthyans: biodiversity, life history and fisheries*. IUCN SSG. 137p.
- MCEACHRAN, J.D. and CARVALHO, M.R. 2002. Batoid Fishes. IN: CARPENTER, K.E. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO species identification guide for fishery purposes. p.507-599.
- MERRET, N.R. and HAEDRICH, R.L. 1997. *Deep-sea demersal fish and fisheries*. Chapman and Hall, London. 281p.
- MILTON, D.A. 2001. Assessing the susceptibility to fishing of populations of rare trawl bycatch: Sea snakes caught by Australia's Northern prawn fishery. *Biological Conservation*, 101(3): 281-290.
- MORATO, T.; WATSON, R.; PITCHER, T.J.; PAULY, D. 2006. Fishing down the deep. *Fish and Fisheries*, 7: 24-34.
- MURUA, H.; ARRIZABALAGA, H.; HUANG, J.H.W.; ROMANOV, E.; BACH, P.; BRUYN, P.; CHAVANCE, P.; MOLINA, A.D.; PIANET, R.; ARIZ, J.; RUIZ, J. 2009. *Ecological Risk Assessment (ERA) for species caught in fisheries managed by the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC): first attempt*. IOTC-2009-WPEB-20. 11p.
- MUSICK, J.A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine teleosts. *Fisheries*, 24(12): 6-14.
- NEAT, F.; KYNE, P.; BAKER, K.; FIGUEIREDO, I.; PEREZ, J.A.A.; REVENGA, C. 2010. Applying a basic productivity-susceptibility analysis to a complex deepwater mixed trawl fishery in the Northeast Atlantic. In: *Can ecosystem-based deep-sea fishing be sustained?* Neuville-Bosc, França, 31ago-3set/2010. *Report*. The University of Maine. p.35-51.
- PATRICK, W.S.; SPENCER, P.; ORSMETH, O.; COPE, J.; FIELD, J.; KOBAYASHI, D.; GEDAMKE, T.; CORTÉS, E.; BIGELOW, K.; OVERHOLTZ, W.; LINK, J.; LAWSON, P. 2009. Use of productivity and susceptibility indices to determine stock vulnerability, with example applications to six U.S. fisheries. *NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-101*, 90p.
- PEREZ, J.A.A. 2006. Potenciais rendimentos dos alvos da pesca de arrasto de talude do sudeste e sul do Brasil estimados a partir de parâmetros do ciclo de vida. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*. Itajaí: UNIVALI, 10(2): 1-11.

- PEREZ, J.A.A. e PEZZUTO, P.R. 2006. A pesca de arrasto de talude no sudeste e sul do Brasil: tendências da frota nacional entre 2001 e 2003. *Boletim do Instituto de Pesca*, 32: 127-150.
- PEREZ, J.A.A.; and WAHRLICH, R. 2005. A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophiusgas trophysus* fishery off southern Brazil. *Fisheries Research*, 72: 81-95.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; ANDRADE, H.A. 2005. Biomass assessment of the monkfish *Lophiusgas trophysus* stock exploited by a new deep fishery in southern Brazil. *Fisheries Research*, 72: 149-162.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; WAHRLICH, R.; SOARES, A.L.S. 2009. Deep-water fisheries in Brazil: history status and perspectives. *Latin American Journal of Aquatic Resources*, 37(3): 513-542.
- PEREZ, J.A.A.; WAHRLICH, R.; PEZZUTO, P.R.; LOPES, F.R.A. 2002a. Estrutura e dinâmica da pescaria do peixe-sapo *Lophiusgas trophysus* no sudeste e sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28(2): 205-231.
- PEREZ, J.A.A.; PEZZUTO, P.R.; ANDRADE, H.A.; SCHWINGEL, P.R.; RODRIGUES-RIBEIRO, M.; WAHRLICH, R. 2002b. O ordenamento de uma nova pescaria direcionada ao peixe-sapo (*Lophiusgas trophysus*) no sudeste e sul do Brasil. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 6: 65-83.
- PIO, V.M. 2011. *A pesca industrial de emalhe de fundo em Santa Catarina-Brasil: Dinâmica, tecnologia, economia e gestão*. Itajaí. 101p. (Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí, PPGCTA). Disponível em: <http://www6.univali.br/tede/>.
- PIO, V.M.; PEZZUTO, P.R.; WAHRLICH, R. 2012. Aspectos tecnológicos das pescarias industriais com rede de emalhar de fundo no estado de Santa Catarina-Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 38(1): 1-14.
- ROBERTS, C.M.; HAWKINS, J.P. 1999. Extinction risk in the sea. *Trend. Ecol.*, 14(6): 241-246.
- SPARRE, P.; VENEMA, S.C. 1992. *Introduction to tropical fish stock assessment*. FAO Fisheries Technical Paper, Roma: FAO, 376p.
- STOBUTZKI, I.C.; MILLER, M.J.; BREWER, T.D. 2001. Sustainability of fishery bycatch: a process for assessing highly diverse and numerous bycatch. *Environmental Conservation*, 21(2): 167-181.
- STOBUTZKI, I.C.; MILLER, M.J.; HEALES, D.S.; BREWER, T.D. 2002. Sustainability of elasmobranchs caught as bycatch in a tropical prawn (shrimp) trawl fishery. *Fishery Bulletin*, 100: 800-821.
- VOOREN, C.M. e KLIPPEL, S. 2005. Biologia e status de conservação dos cações-anjo *Squatina guggenheim*, *S. occulta* e *S. argentina*. cap.4. In: *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Porto Alegre: Igaré, p.57-82.
- WAHRLICH, R.; PEREZ, J.A.A.; LOPES, F.R.A. 2004. Aspectos tecnológicos da pesca do Peixe-Sapo (*Lophiusgas trophysus*) com rede de emalhar no sudeste e sul do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 30: 87-98.
- ZHOU, S.; SMITH, T.; FULLER, M. 2007. Rapid quantitative risk assessment for fish species in selected common wealth fisheries. CSIRO. Report to the Australian Fisheries Management Authority