

**PLANO DE RECUPERAÇÃO DA
Garoupa-verdadeira (*Epinephelus
marginatus*), NO LITORAL SUDESTE E SUL
DO BRASIL**

**Brasília - DF
Junho de 2018**

COMO ESTE PLANO FOI PRODUZIDO

Este Plano de Recuperação foi produzido, em sua primeira versão, através da contratação dos consultores Dr. Bruno L. Mourato, Dr. Luís Gustavo Cardoso e Dr. Rodrigo Silvestre Martins, realizada com apoio técnico-financeiro da organização não-governamental Oceana Brasil. Esta versão apresenta informações técnicas sobre a espécie - quanto à sua biologia, ecologia, principais impactos, atividade pesqueira relacionadas, entre outros -, diagnóstico da mesma, objetivos, medidas e estratégias de recuperação, critérios, mecanismos de acompanhamento e controle, e necessidades de pesquisa e monitoramento.

A versão inicial do documento foi revisada pela equipe técnica do Departamento de Conservação e Manejo de Espécies do Ministério do Meio Ambiente. Neste processo foram realizadas inclusões nos itens 1, 3.2.2, 3.3.4 e 4, no sentido de esclarecer as diferenças entre o Processo de Avaliação do Risco de Extinção da Espécie, coordenado pelo ICMBio, e as análises conduzidas no âmbito da produção deste Plano de Recuperação, além de fortalecer a necessidade de novas informações para subsidiar a tomada de decisão quanto a espécie.

O documento foi então enviado aos membros do Grupo de Trabalho instituído pela Portaria MMA nº 201 de 2017 para contribuições. Foram feitas considerações sobre a necessidade de mais dados serem produzidos sobre a espécie e essa pescaria, reforçada a importância de ações e monitoramento e destacada a importância da espécie para a pesca de pequena e média escala. Foram também enviadas duas propostas de alteração nas medidas de gestão constantes no Plano: uma tratando de mudança no período de defeso proposto originalmente, e outra recomendando a manutenção da captura por embarcações com arqueação bruta (AB) maior que 20. Após análise das informações recebidas, a equipe técnica do MMA concluiu que a proposta original do Plano quanto ao defeso e restrição de embarcações de maior porte é mais adequada para promover a conservação da espécie e compatibilização com a atividade produtiva, dando-se destaque à pesca artesanal de pequena escala.

A presente versão será disponibilizada no *site* do Ministério do Meio Ambiente, podendo receber novos aportes que serão considerados no processo de revisão e atualização do Plano de Recuperação.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. DEFINIÇÃO DO ESCOPO	5
3. EMBASAMENTO TÉCNICO	6
3.1. Caracterização da Espécie	6
3.1.1. Distribuição Geográfica.....	6
3.1.2. Características do Ciclo de Vida	7
3.1.3. Estrutura Populacional.....	9
3.1.4. Ecologia Trófica.....	10
3.1.5. Hábitats, Épocas e Áreas Importantes para a Espécie	11
3.1.6. Aspectos Relevantes de Conhecimento Tradicional	11
3.2. Caracterização Das Pescarias.....	12
3.2.1. Descrição Geral Das Pescarias	13
3.2.2. Caracterização Das Capturas Desembarcadas	14
3.2.3. Patamar Atual De Sustentabilidade Das Pescarias.....	20
3.2.4. Caracterização Das Capturas Incidentais E Fauna Acompanhante	22
3.2.5. Panorama Socioeconômico	26
3.3. Panorama do Ordenamento das Pescarias.....	27
3.3.1. Descrição Do Sistema De Gestão	27
3.3.2. Descrição Das Medidas Existentes.....	28
3.3.3. Fiscalização	29
3.3.4. Identificação Dos Principais Problemas E Lacunas No Ordenamento Da Pescaria	29
3.4. Caracterização da Área e Outros Impactos.....	30
3.4.1. Caracterização Geográfica da Área.....	30
3.4.2. Caracterização de Outros Impactos.....	31
4. DIAGNÓSTICO	31
5. OBJETIVOS	33
5.1. Objetivo Geral.....	33
5.2. Objetivos Específicos	33
6. MEDIDAS E ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO	33
6.1. Ações emergenciais	35
6.2. Medidas de recuperação	36
7. CRITÉRIOS	38
7.1. Indicadores Utilizados.....	38
7.2. Pontos de Referência.....	39
7.3. Monitoramento	39

8. MECANISMO DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE	39
9. PLANO DE PESQUISA E MONITORAMENTO	40
10. ORÇAMENTO	41
11. CRONOGRAMA E REVISÃO.....	41
12. REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE 1.....	45
APÊNDICE 2.....	48
APÊNDICE 3.....	52

1. INTRODUÇÃO

No final do ano de 2014, foi publicada a Portaria MMA nº 445, que traz a Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção – Peixes e Invertebrados Aquáticos. A lista indicou 475 espécies ameaçadas de extinção, as quais foram classificadas como “vulnerável” (VU), “em perigo” (EN) e “criticamente em perigo” (CR). Por esta razão, as espécies indicadas ficaram protegidas, e sua captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento ou comercialização ficaram proibidas.

Após o processo de avaliação do estado de conservação das espécies da fauna brasileira, coordenado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a garoupa-verdadeira, *Epinephelus marginatus*, foi incluída na lista de espécies ameaçadas e foi categorizada como VU, sob os critérios A2d da metodologia da União Internacional para a Conservação da Natureza (*International Union for Conservation of Nature - IUCN*). Embora os dados disponíveis sobre as pescarias que interagem com a espécie sejam limitados e possuam lacunas, a classificação e a avaliação do risco de extinção da garoupa-verdadeira, de acordo com a sua ficha de avaliação, foi embasada nos dados existentes até o momento, na experiência de cientistas locais, existência de poucas áreas marinhas protegidas em sua área de ocorrência e dados pretéritos de desembarque artesanal.

O Plano de Recuperação, neste sentido, tem por objetivo conciliar a conservação e a recuperação da garoupa-verdadeira com a atividade pesqueira sustentável, incluindo o diagnóstico e as estratégias de recuperação, bem como as medidas de manejo de curto (ações emergenciais) e médio longo-prazo (medidas de recuperação) para recuperação da população da espécie.

2. DEFINIÇÃO DO ESCOPO

O objetivo geral do presente plano é recuperar a população e ordenar a pesca da garoupa-verdadeira, *Epinephelus marginatus*, classificada como espécie ameaçada de extinção, sob a categoria VU, ao longo do litoral sudeste e sul do Brasil. A principal ameaça à espécie consiste na atividade pesqueira e os órgãos gestores responsáveis são atualmente a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA).

3. EMBASAMENTO TÉCNICO

3.1. Caracterização da Espécie

A garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Fig. 1) é um peixe recifal da Família Serranidae (Subfamília Epinephelinae) de ampla distribuição geográfica e de reconhecida importância ecológica (como predador de topo em ambientes recifais) e socioeconômica (como espécie-alvo em pescarias dirigidas) (Condini et al. 2017). A espécie pode atingir até 1,5 m de comprimento total (CT) e cerca de 60 kg (Froese & Pauly 2018). Atualmente encontra-se classificada como “ameaçada” na lista vermelha da IUCN (Cornish & Harmelin-Vivien 2004). A principal ameaça à espécie é a pesca não controlada em muitas partes de sua área de distribuição, fato agravado pelo seu crescimento lento, maturação tardia e alta longevidade (Condini et al. 2017).



Fig. 1. A garoupa-verdadeira, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). Foto: Wikipedia, 2018.

3.1.1. Distribuição Geográfica

A garoupa-verdadeira possui ampla distribuição geográfica, ocorrendo no Atlântico Nordeste, Mar Mediterrâneo, todo o litoral Atlântico do continente Africano, no sudeste do Oceano Índico e no Atlântico Sudoeste (Fig. 2). As populações do Atlântico Sudoeste são virtualmente isoladas das demais populações, particularmente em relação as do hemisfério norte, devido as grandes distâncias que separam esses grupos populacionais (Schunter et al.

2011). No continente sul americano, a garoupa-verdadeira pode ser encontrada desde o sul do Estado da Bahia (17°S) até Golfo Nuevo, na Patagônia Argentina (42°S). A espécie é comumente encontrada desde a costa até a isóbata de 50 metros, havendo raros casos de registros até os 300 metros de profundidade (Froese & Pauly, 2018).



Fig.2. Distribuição geográfica da garoupa-verdadeira. As linhas negras espessas destacam as áreas de ocorrência (modificado de Condini et al. 2017).

Faz-se importante ressaltar que não existem informações em relação à estrutura genética populacional e a delimitação de estoques da espécie no oceano Atlântico Sudoeste, com isso, este tipo de informação deve ser tratado como prioridade no Plano de Pesquisa e Monitoramento sobre a espécie (Item 9).

3.1.2. Características do Ciclo de Vida

A garoupa-verdadeira é um hermafrodita protogínico, i.e., peixes que iniciam a vida como fêmeas e se tornam machos a partir de um determinado tamanho ou idade críticos. No litoral brasileiro, o tamanho de primeira maturação (L50) foi estimado entre 46 e 49,6 cm CT (comprimento total) (Gerhardinger et al. 2006, Bertoncini et al. 2003), estando dentro da faixa estimada para outras populações da espécie. A transição sexual para o sexo masculino ocorre entre 9 e 16 anos de idade, podendo em alguns casos ocorrer mais precocemente (~ 7 anos). Em águas brasileiras, a garoupa-verdadeira parece mudar de sexo ao atingir um tamanho crítico de 51,5 cm CT, sendo esse valor próximo às estimativas obtidas para o litoral da Espanha (52,1 cm

CT), porém cerca de ~ 20 cm menor do que estimativas mais antigas publicadas em outras partes do mundo (Condini et al. 2017).

A desova ocorre nos meses quentes dos dois hemisférios (entre julho e setembro no Hemisfério Norte e entre novembro e fevereiro no Hemisfério Sul. A fecundidade estimada varia entre 65 mil e 8 milhões de ovos dependendo do tamanho da fêmea. Cada fêmea tem o potencial de liberar até 10 batches de ovos durante a estação reprodutiva (Reñones et al. 2010). Agregações reprodutivas, comumente documentadas para outras espécies de garoupa, são raramente reportadas para a garoupa-verdadeira. Nos poucos casos observados, as agregações são compostas de fêmeas e machos grandes, e indivíduos imaturos (< 40 cm CT) não são observados. A variação sazonal da temperatura superficial do mar (TSM) (nominalmente aumento da TSM nos meses quentes) parece ser o fator mais importante na formação das agregações reprodutivas (Hereu et al. 2006).

Existe pouca informação sobre ovos e fases larvais para a espécie em seu habitat natural (Condini et al. 2017). No entanto, a larvicultura em cativeiro tem sido obtida com relativo sucesso utilizando sistemas de cultivo abertos e a técnica de mesocosmo para a produção de alimento larval (copépodes e outros microrganismos). A duração larval varia entre 25 e 30 dias até a metamorfose para as formas juvenis que adotam o habitat demersal. A sobrevivência final obtida aos 60 dias de cultivo variou entre 1 e 6% (Cunha et al. 2009).

A garoupa-verdadeira apresenta uma alta longevidade, podendo atingir até 60 anos de idade (Reñones et al. 2010). O crescimento é relativamente rápido nos primeiros 5 anos de vida, quando atingem cerca de 45% do comprimento máximo teórico (L_{∞}). Após essa idade, as taxas de crescimento diminuem rapidamente e a partir dos 30 anos de idade se observam as menores taxas de crescimento. As estimativas de L_{∞} e do coeficiente de crescimento (K) variam entre 78,5 e 185 cm e entre 0,069 e 0,160 ano⁻¹, respectivamente (Condini et al. 2017). No Brasil, estudos conduzidos no litoral sudeste-sul reportam valores de L_{∞} entre 90 e 124,9 cm e valores de K variando entre 0,069 e 0,129 ano⁻¹ (Seyboth et al. 2011, Ximenes-Carvalho et al. 2012, Condini et al. 2014). Não existem estimativas publicadas sobre a mortalidade total, natural e por pesca para a espécie, mas devido as características gerais do ciclo de vida de outras espécies de garoupa do gênero *Epinephelus*, é provável que a mortalidade natural de *E. marginatus* seja baixa (e.g. Manooch & Mason 1987).

Considerando o exposto, pode-se concluir que a estratégia de vida da garoupa verdadeira ocupa uma posição intermediária no espectro r e k, já que a espécie é longa, de maturação tardia e crescimento lento (característica k) porém apresenta alta fecundidade e nenhum cuidado parental (característica r).

3.1.3. Estrutura Populacional

Exemplares adultos e juvenis da garoupa-verdadeira são sempre encontrados associados a substratos duros, independente da faixa batimétrica. Em geral, os adultos são encontrados mais frequentemente em profundidades maiores do que 8 metros, atingindo as maiores densidades populacionais em profundidades maiores do que 50 metros. Exemplares juvenis e animais imaturos são comumente observados em água rasas (< 5 m) junto à costa (Condini et al. 2017).

No sul do Brasil (~ 32°S), a estrutura etária da garoupa-verdadeira em águas costeiras mostra um predomínio de animais com menos de 7 anos, sendo mais frequentes animais entre 4 e 6 anos, o que corresponde exclusivamente a fêmeas imaturas ou maduras com gônadas em repouso com tamanhos corporais variando entre 30 e 60 cm CT (Fig. 3).

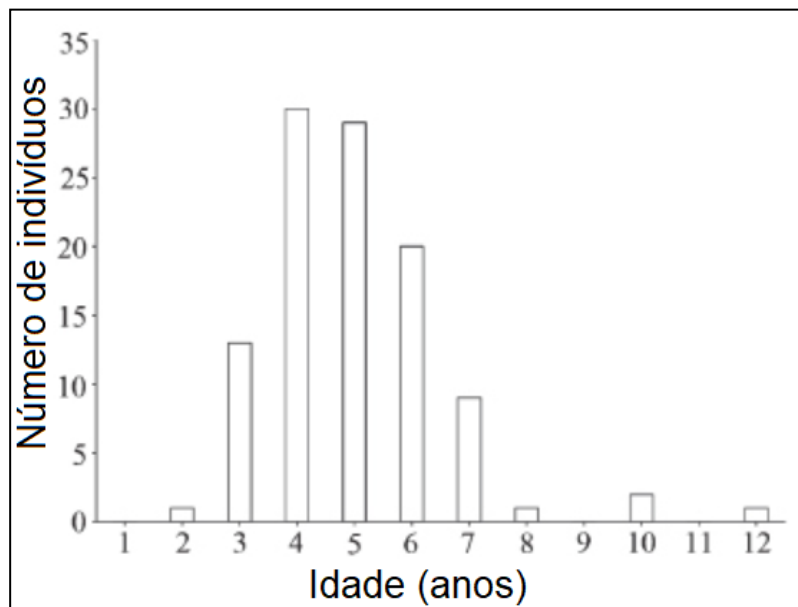


Fig. 3. Estrutura etária da garoupa-verdadeira em águas rasas no sul do Brasil (modificado de Seyboth et al. 2011).

Um outro estudo conduzido na mesma região, porém em águas mais profundas (15–25 m, Parcel do Carpinteiro), mostrou um predomínio de fêmeas entre 2 e 8 anos, que compuseram 85% dos animais amostrados. Peixes com mais de 27 anos ou com comprimentos maiores do que 93,3 cm CT foram exclusivamente machos. Uma comparação com os resultados de Seyboth et al. (2011) indica que as garoupas amostradas no Parcel do Carpinteiro são geralmente maiores do que indivíduos capturados junto à costa em idades de até 6 anos, sendo que diferenças significativas em comprimento não são mais observadas para idades maiores do que 7 anos (Condini et al. 2014).

Devido as características protogínicas da espécie, a estrutura de comprimentos das populações de garoupas frequentemente apresenta duas modas, com uma moda mais numerosa refletindo a predominância de fêmeas em menores tamanhos e idades e uma segunda moda associada aos indivíduos machos. Os machos geralmente são maiores, mais velhos e menos numerosos do que as fêmeas, e tendem a serem encontrados em águas mais profundas do que as fêmeas. O menor número de machos frequentemente observados nos estudos publicados tem sido atribuído a vícios de amostragem, fatores ambientais e seletividade pesqueira, uma vez que frequentemente são os peixes maiores e mais pesados valorizados pelos pescadores (Condini et al. 2017).

Como esperado, a proporção sexual das populações da garoupa-verdadeira tende para a dominância numérica das fêmeas sobre os indivíduos machos. No Brasil, há um único caso reportado do predomínio de machos sobre fêmeas (Gerhardinger et al. 2006). Porém, nesse caso, os autores consideram essa anomalia como resultado da seletividade da arte de pesca utilizada na obtenção de suas amostras.

3.1.4. Ecologia Trófica

Tanto as análises de conteúdos estomacais como estudo de isótopos estáveis caracterizam a garoupa-verdadeira como um predador de topo nos ambientes recifais em que ocorrem (Smale 1986, Reñones et al. 2002). A dieta modifica-se com a ontogenia, sendo que os indivíduos menores e imaturos são predominantemente carcinófagos (consumindo principalmente pequenos caranguejos braquiúros) enquanto os adultos sexualmente maduros tendem a consumir peixes e cefalópodes de maior tamanho e biomassa. A composição taxonômica da dieta, entretanto, pode variar segundo a área geográfica, profundidade e influência das variáveis ambientais (Condini et al. 2017).

As garoupas-verdadeiras são predadoras oportunistas que se alimentam principalmente durante o período crepuscular (aurora ou ocaso). Tendem a utilizar várias estratégias de caça como, por exemplo, o patrulhamento ativo do habitat em busca de presas ou comportamentos de tocaia, onde a garoupa espera pela aproximação de presas incautas, dentre outros comportamentos (Gibran 2007). Em alguns casos podem aprender a se associar a outros peixes ou mesmo a octópodes para aumentar as chances de captura de presas (Gerhardinger et al. 2006, Machado & Barreiros 2008).

3.1.5 Habitats, Épocas e Áreas Importantes para a Espécie

A garoupa-verdadeira é um peixe tipicamente recifal e como tal sempre é encontrada associada a substratos duros, tanto naturais (como costões rochosos) ou artificiais (naufrágios, píeres, etc.). Nesses habitats as garoupas-verdadeiras utilizam buracos, fendas e o interior de lajes naturais como tocas, que podem ser temporárias ou não. Por serem animais territoriais e sedentários, apresentando uma alta fidelidade em relação as tocas e um área pequena de patrulha, principalmente na fase adulta (Condini et al. 2017).

Indivíduos adultos são tipicamente solitários e encontrados em recifes rochosos e ocorrem em profundidades maiores. Juvenis são comumente encontrados em poças de maré, costões e recifes rochosos costeiros e habitats rochosos em baías e estuários, podendo formar pequenos cardumes de até três indivíduos (Condini et al. 2016, Condini et al. 2017).

A abundância aparente e a densidade populacional da garoupa verdadeira variam, respectivamente, em função de seu grau de atividade circadiano e durante a época reprodutiva. Em horas crepusculares, a abundância pode parecer maior porque as garoupas se tornam mais ativas e deixam suas tocas para forragear nos arredores, sendo por isso mais visíveis em censos visuais subaquáticos (Gibran 2007). Durante a época reprodutiva, a densidade local de garoupas pode ser até 12 vezes maior do que em outras épocas do ano, devido a formação das agregações reprodutivas (Zabala et al. 1997)

No sudeste e sul do Brasil (19–32°S), os costões e recifes rochosos, parcéis isolados, além dos naufrágios, píeres e outras estruturas artificiais submersas ao longo de toda a costa, são habitats essenciais para garoupas em todos os estágios ontogenéticos. A região dos molhes da barra do município de Rio Grande (RS, ~32°S), uma estrutura artificial que mantém aberta a barra da desembocadura da Lagoa dos Patos para a navegação, é considerado o limite sul da distribuição da garoupa-verdadeira na costa brasileira (Seyboth et al. 2011).

3.1.6. Aspectos Relevantes de Conhecimento Tradicional

Estudos conduzidos no litoral sudeste-sul do Brasil mostram que os pescadores artesanais que exploram a garoupa-verdadeira parecem possuir um razoável conhecimento sobre a biologia básica da espécie, que se torna mais robusto e acurado quanto mais velhos e experientes são os pescadores (Begossi & Silvano 2008). Via de regra, os pescadores reconhecem que os melhores pontos de pesca da garoupa-verdadeira estão associados a costões e recifes rochosos, naufrágios e outras estruturas artificiais submersas e que a garoupa é um peixe solitário, territorial e que se desloca pouco em relação as suas tocas. Por outro lado, esses mesmos pescadores tendem a subestimar que caranguejos braquiúros são importantes

componentes da dieta, e metade dos pescadores estudados parecem desconhecer a época de reprodução da garoupa-verdadeira, embora reconheçam que a quantidade de garoupas juvenis de pequeno tamanho aumenta durante o verão e associam isso as águas mais quentes da estação, corroborando com dados sobre o recrutamento da espécie.

A perda de habitats não parecer ser uma fonte séria de preocupação pois há poucas atividades humanas que possam modificar ou obliterar as estruturas submersas consolidadas que servem de habitat para a espécie. No entanto, a perda de qualidade do habitat recifal devido a impactos antrópicos de sedimentação, eutrofização e as já mencionadas poluições química e microbiológica no meio marinho, tem um grande potencial de impactar negativamente as populações da garoupa-verdadeira e outros seres recifais (Wenger et al. 2015).

3.2. Caracterização Das Pescarias

A caracterização das pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira na costa sudeste e sul do Brasil foi embasada a partir de consultas realizadas em publicações científicas, legislação vigente e bases de dados *online* disponíveis ao público em geral. A compilação da série temporal de captura abrangeu os desembarques dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Por essa razão, a principal fonte de informação utilizada no presente relatório foi o trabalho de Freire *et al.* (2015), que traz a reconstrução da série histórica de dados da estatística pesqueira marinha nacional entre 1950 e 2010. Os dados compilados por Freire *et al.* (2015) estão disponíveis para *download* no sítio eletrônico <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/35/conteudo>. É preciso ressaltar, no entanto, que as informações disponibilizadas nessa base de dados carecem de qualquer tipo de distinção e classificação por aparelho de pesca, contendo apenas a compilação de dados de desembarque por ano, por estado da federação e por tipo de pescaria (i.e. artesanal ou industrial).

Nesse sentido, para obtenção dos dados estatísticos da pesca classificados por aparelho de pesca também foi necessário consultar outras fontes de informação. Para as frotas pesqueiras sediadas em São Paulo, foi realizada uma consulta *online* no sítio eletrônico <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/>, do Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Controle Estatístico de Produção Pesqueira Marítima Propesq® (Ávila da Silva et al., 1999), do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina (PMAP), do Instituto de Pesca da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Para Santa Catarina, os dados estatísticos da pesca industrial foram obtidos por meio de consulta *online* ao sítio eletrônico <http://propesqweb.acad.univali.br/relatorio/30>, do Grupo de Estudos Pesqueiros (GEP), do

Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar da Universidade do Vale do Itajaí (CTTMAR/UNIVALI). Para os estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro foram consultados os boletins estatísticos do Centro de Pesquisa e Gestão dos Recursos Pesqueiros Lagunares e Estuarinos do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CEPERG-ICMBIO), da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ) da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Abastecimento e Pesca do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

Vale destacar que as informações disponíveis sobre as pescarias de garoupa não trazem distinção de espécie (*i.e.*, categoria “garoupa”). Portanto, as capturas reportadas compreendem duas espécies, incluindo também a garoupa-de-São-Tomé, *Epinephelus morio*, além da garoupa-verdadeira. Considerando que a garoupa-verdadeira se distribui na costa sul-americana desde o sul da Bahia até a Argentina (Fig.2), e que a garoupa-de-São-Tomé é mais comum nos estados da Bahia e Espírito Santo (embora também seja comum no Rio de Janeiro), na presente compilação não foram incluídos os dados estatísticos desses estados (ES e BA).

3.2.1. Descrição Geral das Pescarias

De acordo com a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 10 de 10 e junho de 2011, as garoupas fazem parte das espécies consideradas alvo das pescarias com espinhel de fundo horizontal e linha de mão (fundo) nas regiões sudeste e sul do Brasil. Além disso, a referida normativa também prevê sua captura como fauna acompanhante nas regiões sudeste e sul nas pescarias de espinhel vertical do tipo “linha pargueira”, em diferentes modalidades de arrasto de fundo e nas pescarias com armadilhas (covos). Embora a normativa não preveja, as garoupas também são capturadas em outras modalidades/petrechos de pesca (*e.g.* emalhe de fundo). As capturas das garoupas ocorrem tanto na pesca industrial e artesanal como na pesca recreacional e esportiva. Contudo, de acordo com as características do habitat preferencial da espécie (*i.e.*, fundos rochosos), o maior volume capturado é proveniente das pescarias com linha (*i.e.*, espinhel de fundo e linha de mão). As características das pescarias seguem as peculiaridades regionais, mas de uma maneira geral, as pescarias com linha de mão são caracterizadas e compostas por um carretel, onde a linha de poliamida é mantida, um destorcedor para evitar o emaranhamento da linha dentro da água, e um grampo para prender o artefato de pesca à peça de linha do carretel. O tamanho dos anzóis e o tipo de isca variam de acordo com a espécie-alvo, mas normalmente as iscas são peixes e camarões. Este artefato é direcionado para peixes demersais, onde a linha é lançada em direção ao fundo e, posteriormente, içada à superfície. O pescado é atraído através da movimentação longitudinal da isca. O espinhel de fundo é realizado com embarcações de diversos tamanhos normalmente equipadas com guinchos hidráulicos e/ou

mecânicos utilizados para liberar e recolher a linha madre (Figura 4, A). Na linha madre (principal) são dispostas as linhas secundárias às quais são presos os anzóis (Figura 4, B). Como exemplo, podemos citar a frota de Passo de Torres que captura a espécie com espinhéis de fundo lançados em torno de parcéis no litoral norte do RS (Cardoso & Haimovici, 2011). Contudo, nas pescarias de pequeno porte o recolhimento do equipamento é realizado manualmente. O tamanho dos anzóis e o tipo de isca variam de acordo com a espécie-alvo.

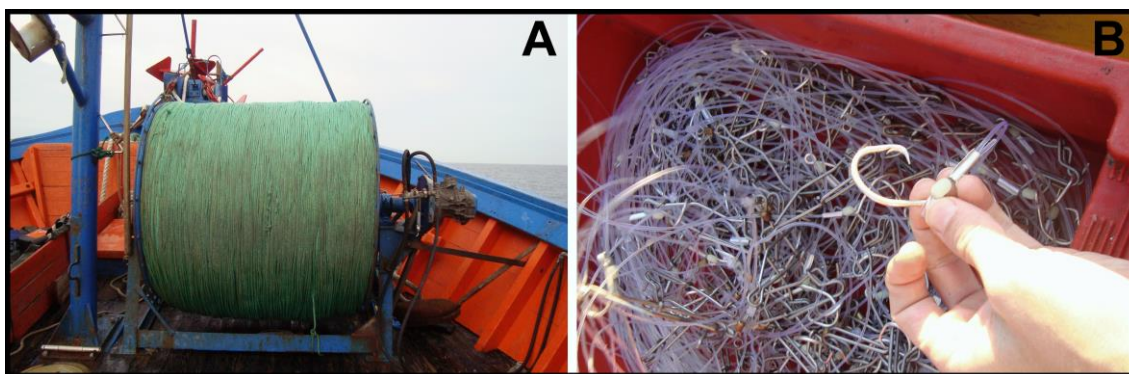


Figura 4. Petrechos de pesca de espinhel de fundo utilizados na captura da garoupa no sul do Brasil. A: Guincho hidráulico com linha madre. B: Linhas secundárias com destorcedores e anzóis. Foto: Luís Gustavo Cardoso

A garoupa também tem sido alvo da pesca submarina (profissional ou recreativa) com arpão e fisga nas regiões sudeste e sul do Brasil, onde é praticada em fundo rochosos próximos a parcéis ou ilhas. Esta pescaria é praticada com mais intensidade nos meses quentes, quando as águas são normalmente mais claras (*i.e.*, maior visibilidade). Na pesca esportiva, a espécie também é capturada com vara e molinete, onde é praticada principalmente em áreas onde a espécie ocorre (*i.e.*, fundo rochosos, parcéis e costões rochosos), normalmente com auxílio de lanchas motorizadas.

3.2.2. Caracterização Das Capturas Desembarcadas

Os dados de desembarque da categoria garoupa entre 1966 e 2016 demonstram uma produção bastante irregular, com hiatos nos dados entre os anos de 1972 e 1975 e, mais recentemente, entre 1997 e 1998 (Fig. 5). O maior volume capturado é proveniente da década de 60 e parte de 70, quando os desembarques ultrapassaram 1.000 t anuais, com uma média para este período de cerca de 850 t anuais. A partir da década de 80, observa-se um declínio das capturas, com uma média para o período de cerca de 250 t anuais (Fig. 5). A partir dos anos 90, as capturas são caracterizadas por elevada incerteza, uma vez que as estatísticas oficiais apontam valores iguais (*i.e.*, 286 t) entre os anos de 1990 e 1995, e ausentes para os anos de 1997 e 1998

(Fig. 5). Entre o ano 2000 e 2007, observou-se mais um declínio, com um volume médio desembarcado de cerca de 45 t anuais. A maior parte das capturas são provenientes da pesca artesanal, com uma participação média de cerca de 65%, entre meados da década de 70 até o final dos anos 90 (Fig. 5). A partir dos anos 2000, observou-se um aumento da participação da pesca industrial, com cerca de 62% do total desembarcado (Fig. 5).

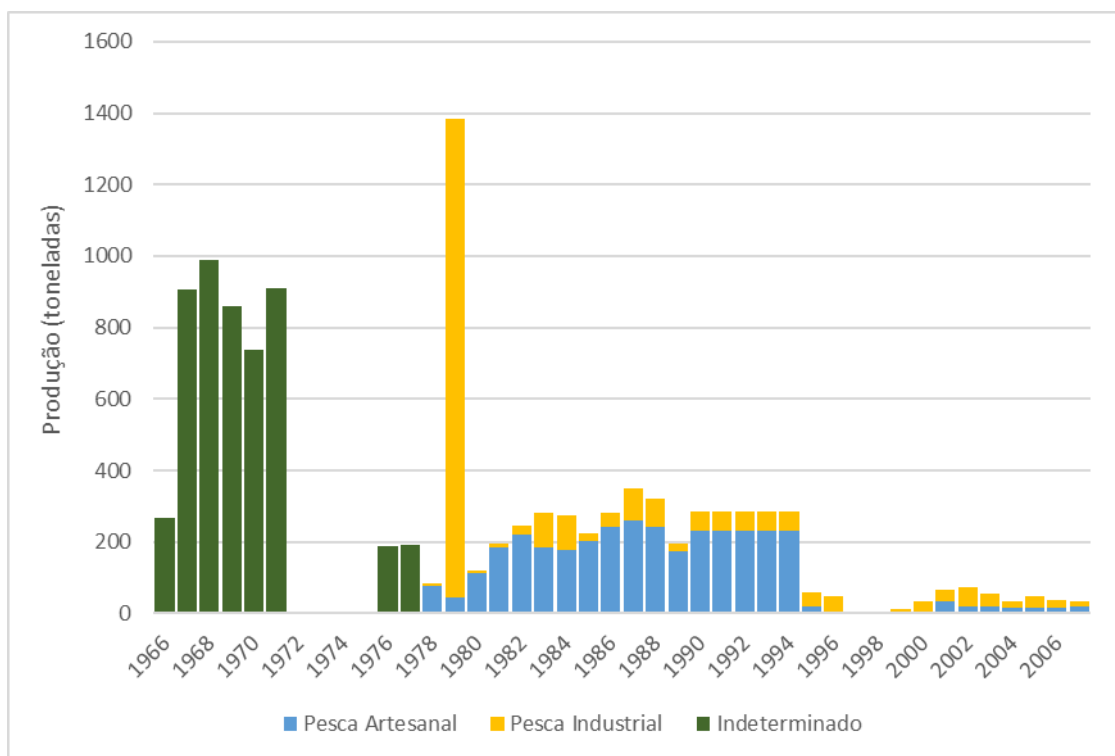


Fig. 5 - Desembarques, em toneladas, da categoria garoupa na costa Sudeste-Sul do Brasil, entre 1966 e 2007, discriminados por tipo de pescaria.

Após 2007, os dados disponíveis são quase que exclusivamente oriundos dos desembarques no estado de São Paulo e Santa Catarina, principalmente em decorrência da paralisação do monitoramento pesqueiro em escala nacional. O Rio de Janeiro foi o principal produtor, com uma participação de cerca de 65% do volume total desembarcado entre 1966 e 2007, seguido por Santa Catarina (22%), Rio Grande do Sul (7%), São Paulo (5%) e Paraná (1%) (Fig. 6).

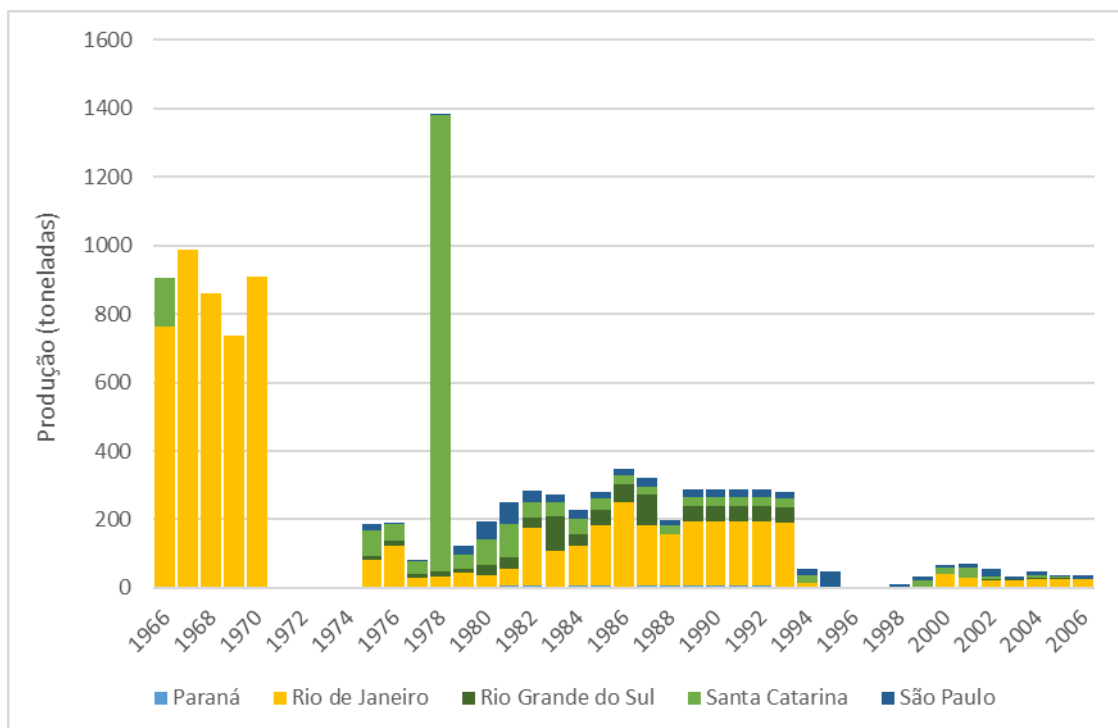


Fig. 6- Desembarques, em toneladas, da categoria garoupa na costa Sudeste-Sul do Brasil, entre 1966 e 2007, discriminados por Estado.

Para as capturas desembarcadas no Estado de São Paulo, observou-se um aumento entre 1998, quando foram desembarcadas cerca de 11.000 kg, e 2002, quando a produção ultrapassou 20.000 kg (Fig. 7). Após 2003, a produção diminuiu até 2007, quando foram desembarcadas cerca de 4.000 kg, seguido por uma tendência de aumento até 2010, com cerca de 15.000 kg, permanecendo-se em seguida estabilizada até 2016, com um volume médio anual desembarcado de cerca de 12.000 kg (Fig. 7).

A produção média mensal, considerando toda a série temporal (1998 a 2016) foi maior nos meses quentes, de outubro a fevereiro, e menor nos meses frios, principalmente de julho a setembro (Fig. 8).

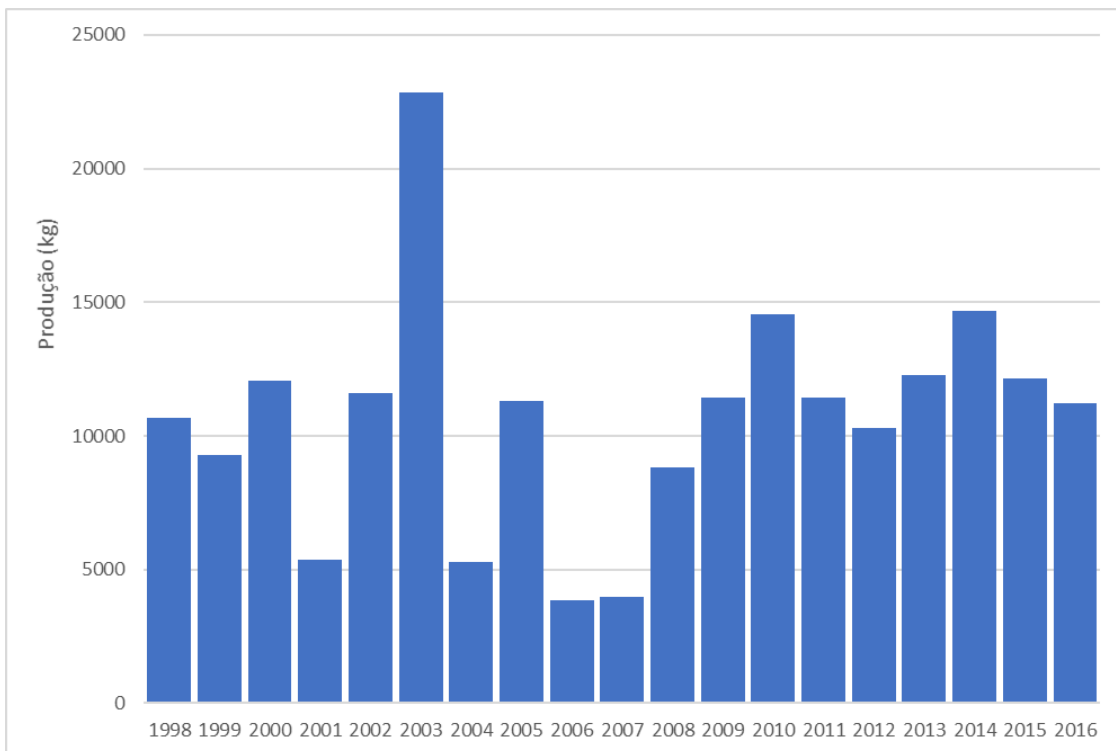


Fig. 7 - Desembarques, em quilogramas, da categoria garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016.

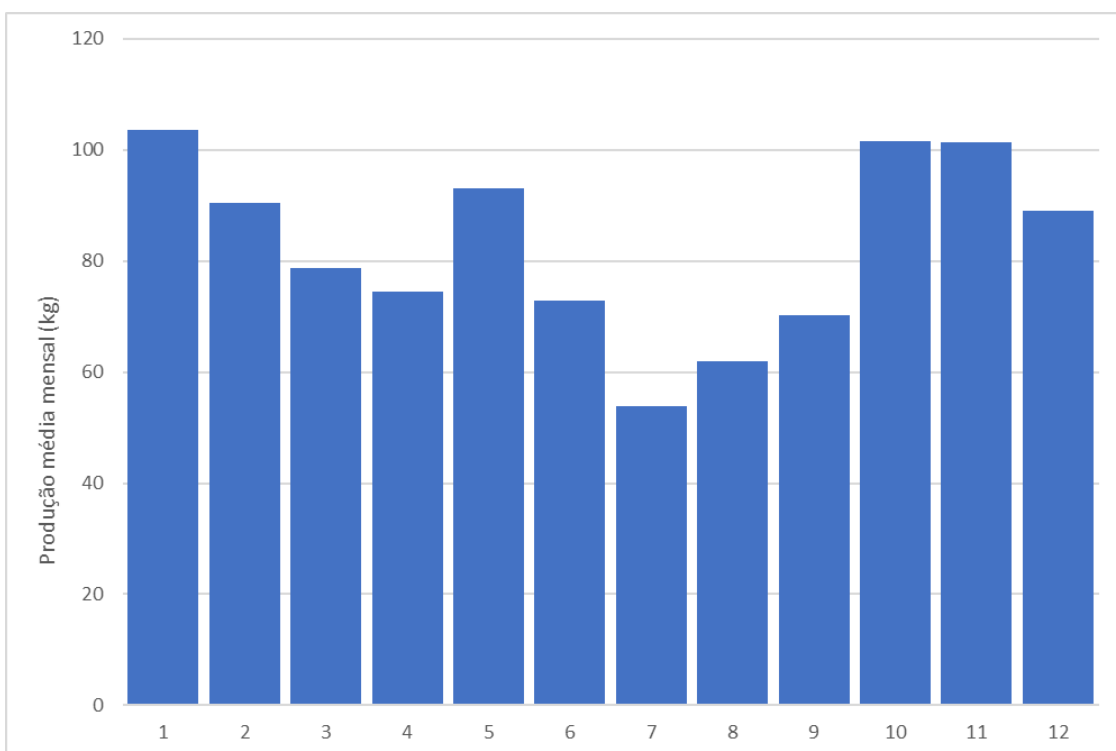


Fig. 8 – Desembarques médios mensais, em quilogramas, da categoria garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016.

A seguir são apresentados os dados de captura provenientes das modalidades de pesca onde a espécie pode ser considerada como alvo das pescarias e, portanto, incluem o espinhel de fundo, linha de mão e arpão e fisga. Para as capturas desembarcadas no Estado de São Paulo, 58% do volume desembarcado entre 1998 e 2016 são oriundas das pescarias com arpão/fisga, espinhel de fundo e linhas de mão. A linha de mão foi responsável por 37%, enquanto que espinhel de fundo representou cerca de 15%, seguido por arpão e fisga com cerca de 5%. Considerando a produção pesqueira desses três petrechos de pesca em conjunto, observou-se um declínio gradual entre 1998 (5.760 kg) até 2007 (946 kg), seguido por uma tendência de aumento até 2016, quando foram desembarcadas 7.691 kg (Fig. 9). A captura média desembarcada entre 1998 e 2007, foi cerca de 5.000 kg, enquanto que para o período entre 2008 e 2016, o volume médio desembarcado foi de aproximadamente 7.000 kg. A frota de linha de mão foi responsável pela maior parte da produção durante toda a série temporal, com uma participação média de cerca de 72 % entre 2003 e 2016. Para o início da série (1998-2002), a frota de espinhel de fundo superou a frota de linha de mão, com cerca de 76% do volume desembarcado. A modalidade de pesca com arpão e fisga teve uma participação mais expressiva somente entre 2009 e 2013, com uma média de cerca de 30 % (Fig. 9).

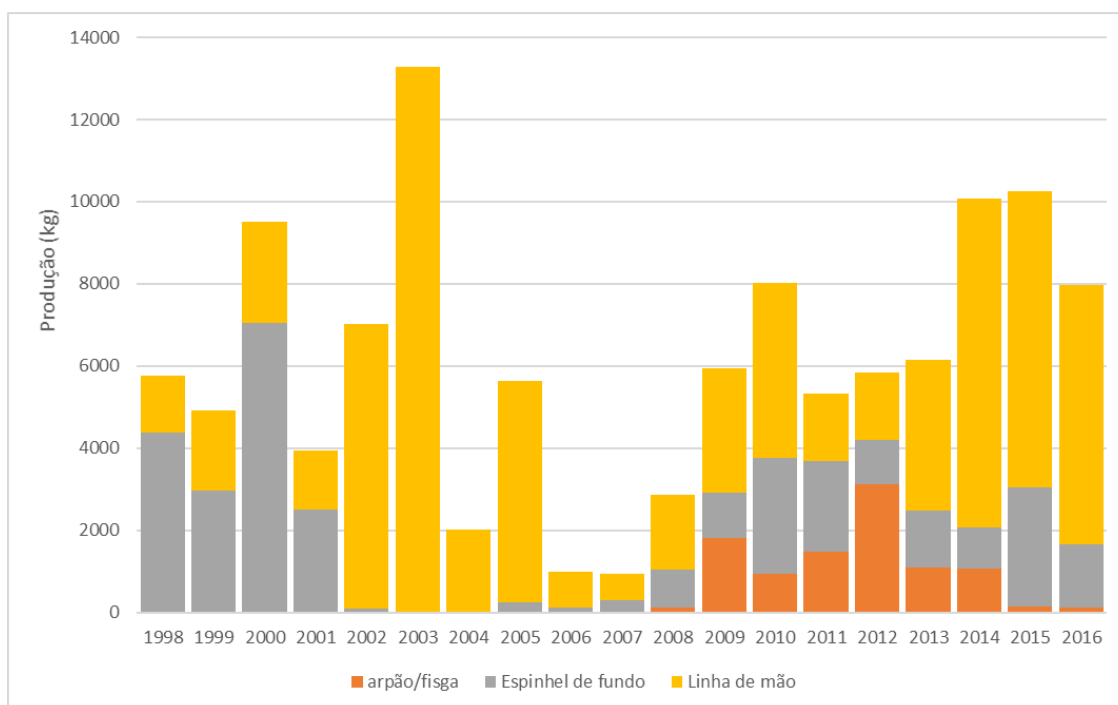


Fig. 9 - Desembarques, em toneladas, da categoria garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016, discriminados por petrecho de pesca.

Para as capturas desembarcadas no Estado de Santa Catarina, as informações disponíveis são oriundas apenas da pesca industrial, sendo que a frota de espinhel de fundo foi responsável

por 92% do total desembarcado entre 2000 e 2017. A produção de garoupa disponível para Santa Catarina apresentou diversos hiatos, com os dados referentes ao período mais recente, de 2013 a 2016, sendo parciais e não representam a total desembarcado. Para a frota de espinhel de fundo, a produção mínima foi registrada em 2007, com 200 kg, até cerca de 38.000 kg, desembarcados em 2013 (Fig. 10). Observou-se também que o número de viagens registradas no período para frota de espinhel de fundo caiu gradualmente (Fig. 10). Não existem informações sobre a captura da categoria garoupa para as modalidades linha de mão e arpão e fisga para o Estado de Santa Catarina. A produção média mensal, considerando toda a série temporal (2000 a 2017) foi maior em março, e menor de outubro a dezembro (Fig. 11).

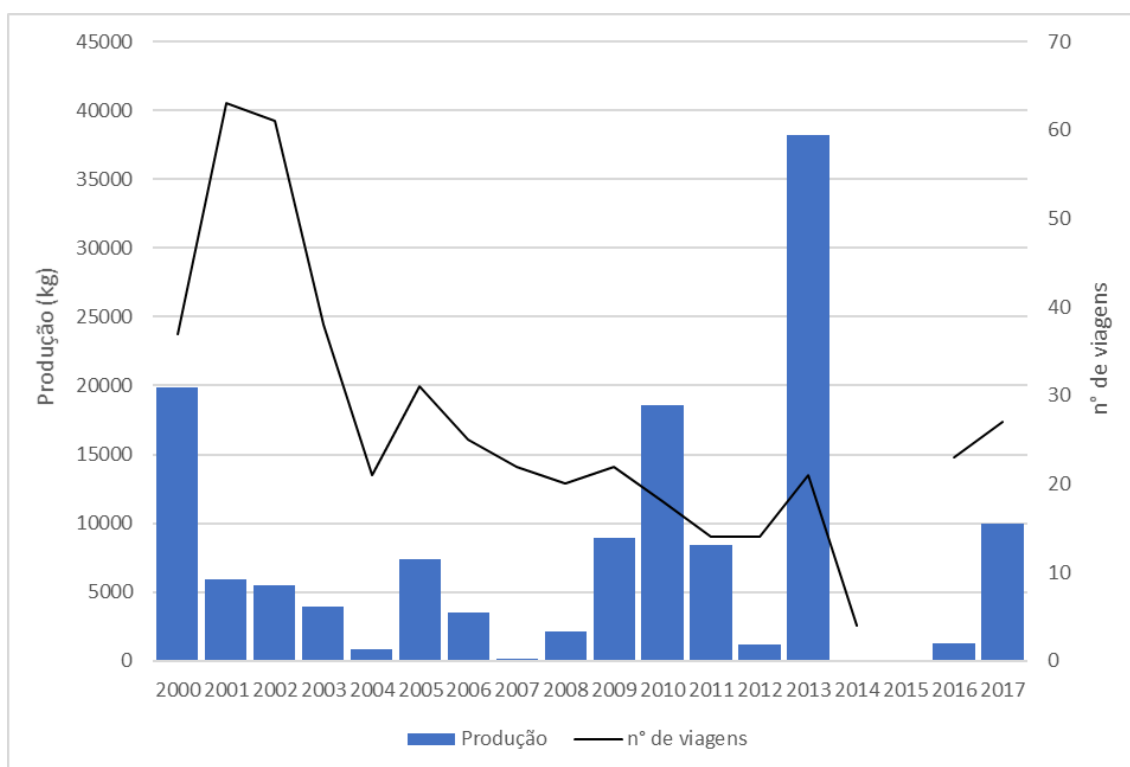


Fig. 10 – Desembarques (kg) da categoria garoupa no Estado de Santa Catarina e número de viagens registradas, entre 2000 e 2017, pela frota de espinhel de fundo.

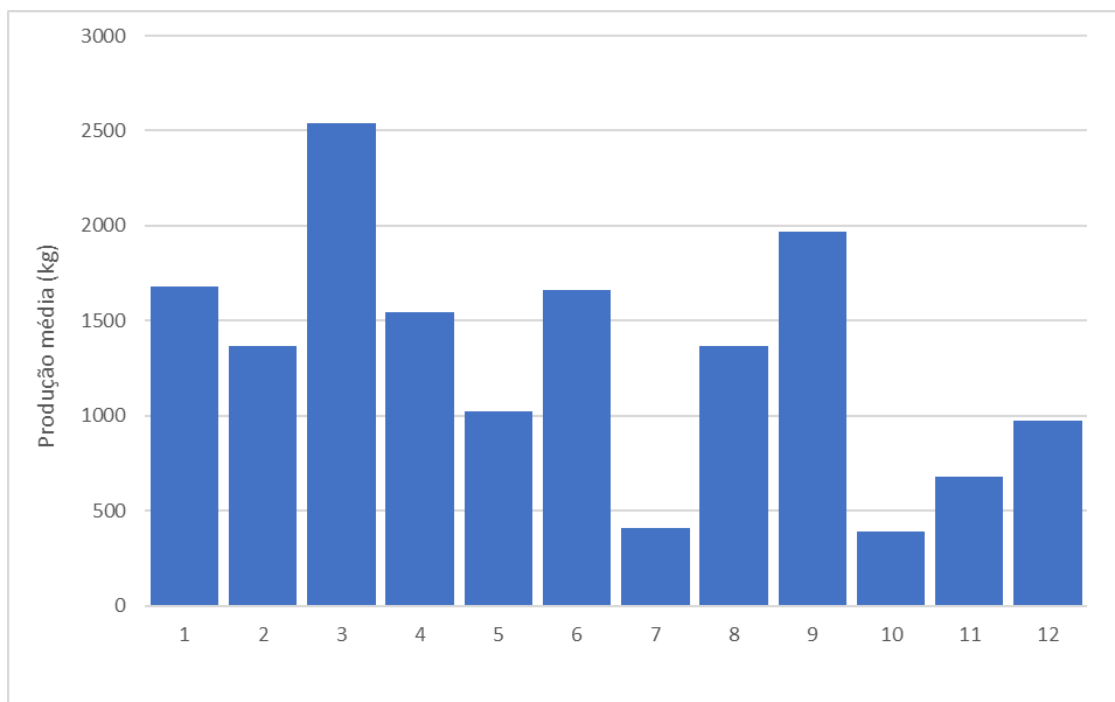


Fig. 11 – Desembarques médios mensais, em quilogramas, da categoria garoupa no Estado de Santa Catarina, entre 2000 e 2017.

Pelo exposto acima, a série temporal histórica de captura da categoria garoupa (1966-2007) é caracterizada por elevada incerteza e as inferências realizadas a partir desta base de dados (*i.e.* Freire et al., 2015), que envolvam conclusões sobre o estado atual das pescarias e ou status populacional da espécie devem ser interpretadas com cautela, sendo necessária a produção sistemática de dados, de longa duração, e que seja abrangente tanto geograficamente quanto em relação às modalidades de pesca.

3.2.3. Patamar Atual De Sustentabilidade Das Pescarias

Para se avaliar o patamar de sustentabilidade das pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira, foram analisados os dados de captura e esforço pesqueiro, obtidos por diversas frotas que atuaram com distintas artes-de-pesca sediadas no Estado de São Paulo. A presente análise só foi possível ser realizada para as frotas sediadas em São Paulo, uma vez que a série temporal (1998-2016) de dados de captura e esforço de pesca é consistente para tal fim. Os dados disponíveis se encontram discriminados por mês e incluem informações sobre o número de desembarques. Sendo assim, como índice de abundância relativo foi utilizada a captura por unidade de esforço (CPUE). Para cada mês i , a CPUE foi calculada como:

$$CPUE = \left(\frac{\sum C_i}{\sum f_i} \right)$$

onde C é a captura de garoupa (em toneladas) e f é o esforço de pesca nominal (número de desembarques). Adicionalmente, também foi efetuada uma análise comparativa dos dados de rendimento das diferentes frotas analisadas. Para tanto, os dados de CPUE foram submetidos a uma regressão não-linear *loess*, para suavização dos dados observados e análise das tendências, utilizando-se o pacote “ggplot2” (Wickham, 2009).

A comparação entre os rendimentos das diferentes pescarias da garoupa no Estado de São Paulo (Fig. 12) apresentaram tendências distintas. Nas pescarias onde a garoupa-verdadeira pode ser considerada alvo da pescaria, os rendimentos da frota de espinhel de fundo apresentaram uma tendência de declínio de 1998 até 2012, seguido por um aumento até 2016. O mesmo padrão foi observado para a frota de linha de mão, com um declínio no início da série até 2012, seguido por um aumento até 2016 (Fig. 12). Para a modalidade de arpão e fisga, observou-se um aumento de 2008 até 2012, seguido por um declínio até 2016. Nas pescarias onde a garoupa-verdadeira é considerada fauna acompanhante, os rendimentos da frota de arrasto-duplo apresentaram uma tendência de declínio suave e gradual de 1998 até 2016. Enquanto que para a frota de emalhe de fundo, observou-se um declínio desde o início da série até 2012, seguido por um aumento até 2016 (Fig. 12).

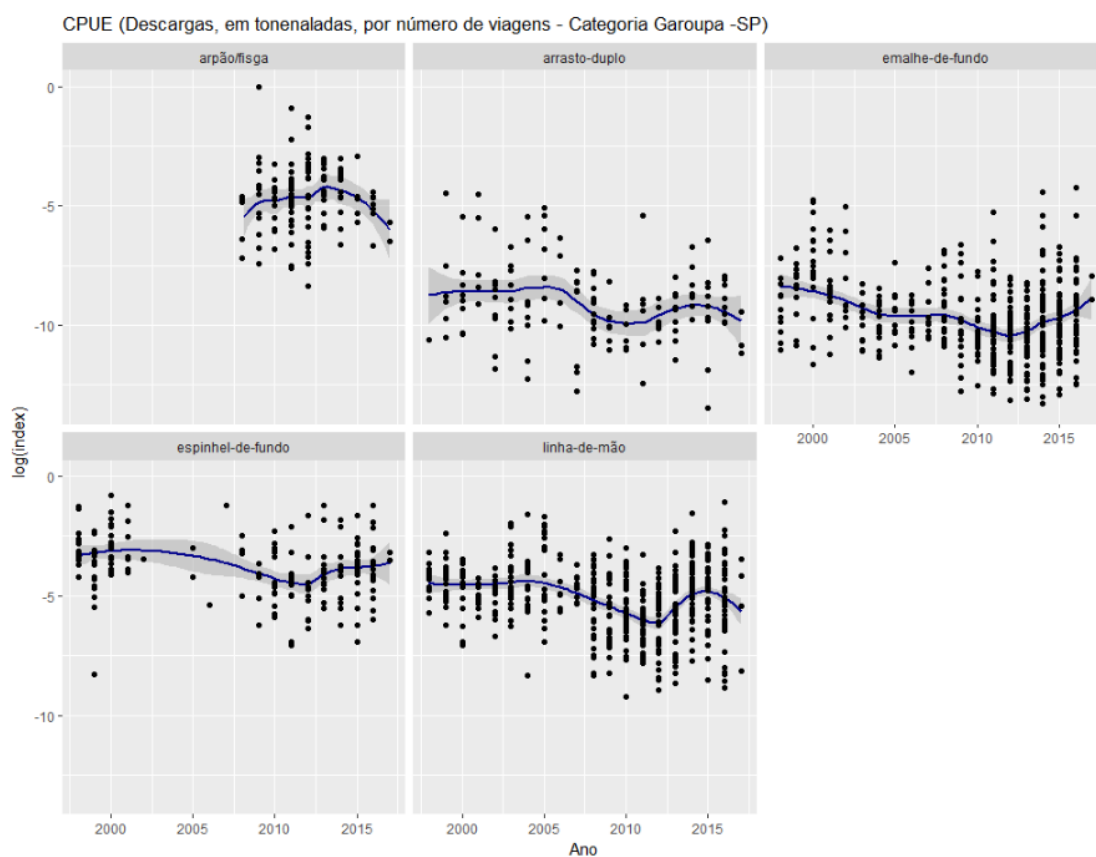


Fig. 12 - Comparação entre as CPUEs (toneladas por número de viagens) das diferentes pescarias da garoupa no Estado de São Paulo. A linha azul representa o ajuste da regressão não linear suavizadora *loess*. A área cinza representa o intervalo de confiança associado. Os valores de CPUE estão em escala logarítmica.

Bender et al (2014) apontaram um declínio na abundância da garoupa-verdadeira nos recifes subtropicais de Arraial do Cabo, através de informações fornecidas pelos pescadores e por meio das técnicas de censo visual subaquático. Os mesmos autores apontam também um declínio no tamanho dos indivíduos capturados (Fig. 13).

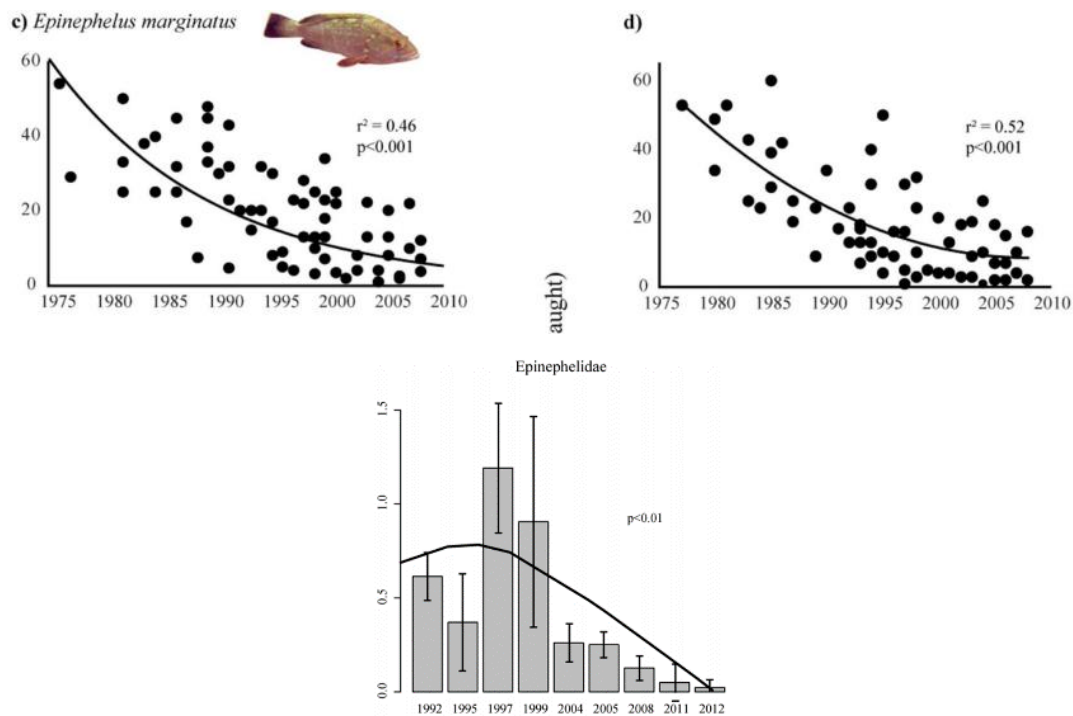


Fig. 13. Retirado e adaptado de Bender et al. (2014). Painel superior esquerdo: Maior indivíduo (em quilogramas). Painel superior direito: Captura máxima (número de indivíduos capturados) informados pelos pescadores de arpão e fisga. Painel inferior: Densidades médias por 40 m² de espécies da subfamília Epinephelidae em Arraial do Cabo a partir de um censo visual subaquático

3.2.4. Caracterização Das Capturas Incidentais E Fauna Acompanhante

A partir da análise dos dados disponíveis para o Estado de São Paulo, observou-se o registro da espécie em 22 categorias de modalidade/petrecho pesqueiro. A produção variou de cerca de 1.500 kg, em 2001, até 3.200 kg, 2016, com um pico de 9.500 kg (máximo

desembarcado), em 2003 (Fig. 14). De uma maneira geral as capturas da categoria garoupa como fauna acompanhante se apresentaram de maneira estável, com um volume médio desembarcado nos anos mais recentes (2010-2016) de cerca de 4.700 kg anuais (Fig. 14). As frotas de arrasto-duplo, parelha e emalhe de fundo foram as principais responsáveis pelas capturas, representando cerca de 6.5%, 7% e 10% do total desembarcado, entre 1998 a 2016, respectivamente. Destaca-se que as categorias “indeterminado e “multi-artes” também foram importantes, sendo que a última representou 64% do total desembarcado entre 1998 e 2016 (Fig. 15).

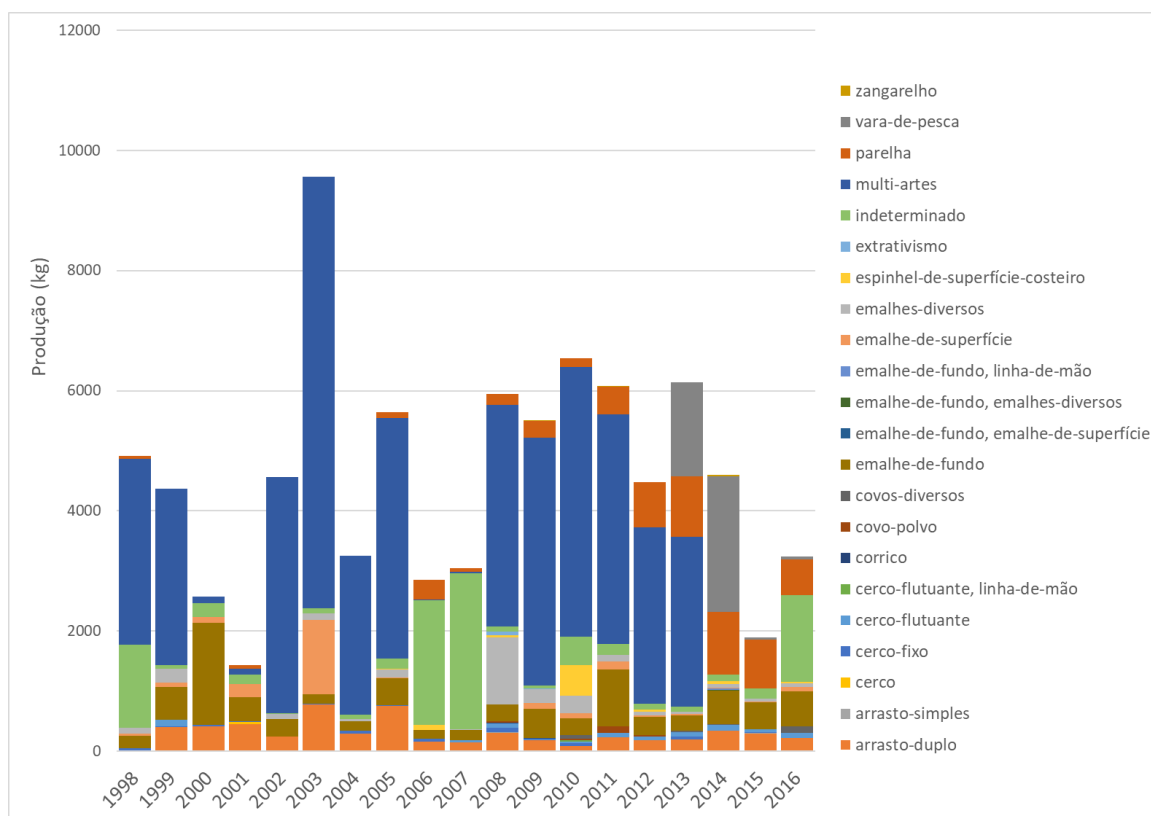


Fig. 14 - Desembarques, em quilogramas, da categoria garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016, discriminados por petrecho de pesca.

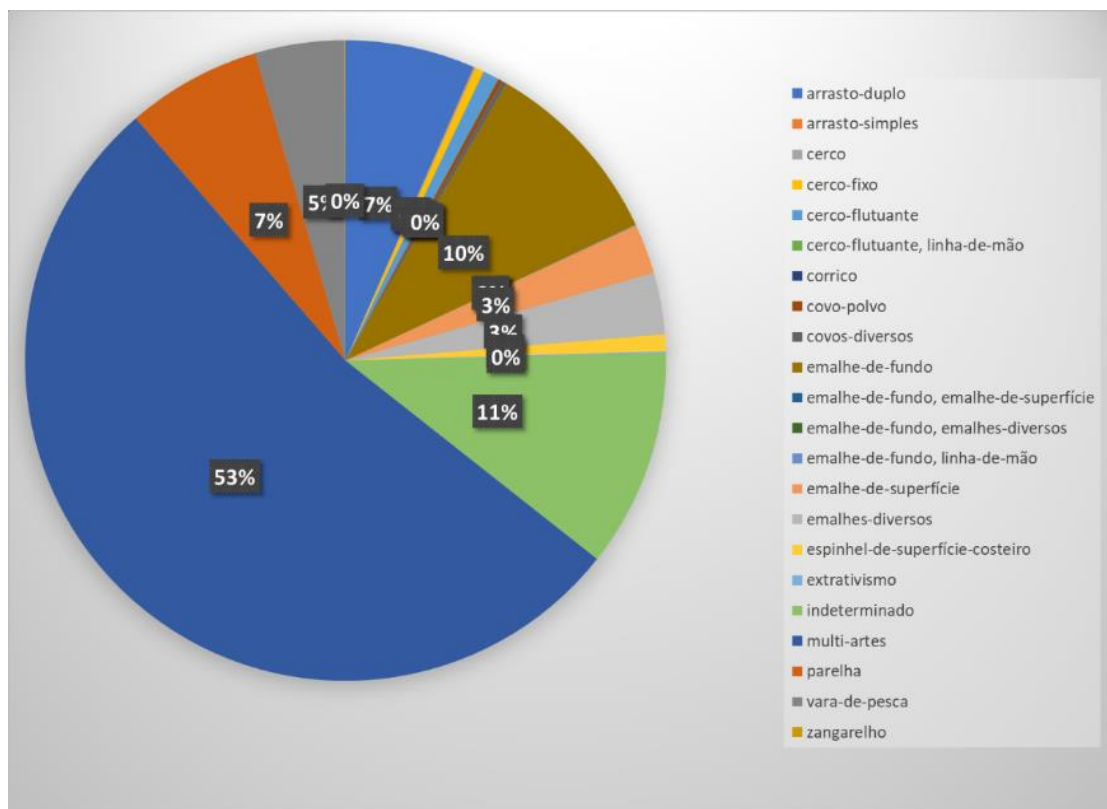


Fig. 15 – Participação relativa dos petrechos de pesca nas capturas da categoria garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016.

A partir da análise dos dados disponíveis para o Estado de Santa Catarina, observou-se o registro da espécie em 6 categorias de modalidade de pesca. A produção variou de cerca de 365 kg, em 2000, até 1.640 kg, 2013, com dois picos de 15.000 kg e 25.000 kg (máximo desembarcado), em 2001 e 2002, respectivamente (Fig. 16). De uma maneira, geral as capturas da categoria garoupa como fauna acompanhante se apresentaram de maneira estável, com um volume médio desembarcado nos anos mais recentes (2010-2013) de cerca de 700 kg anuais (Fig. 16). As frotas de cerco, parelha e emalhe de fundo foram as principais responsáveis pelas capturas, representando cerca de 51%, 34% e 11% do total desembarcado, entre 2000 a 2013, respectivamente (Fig. 17).

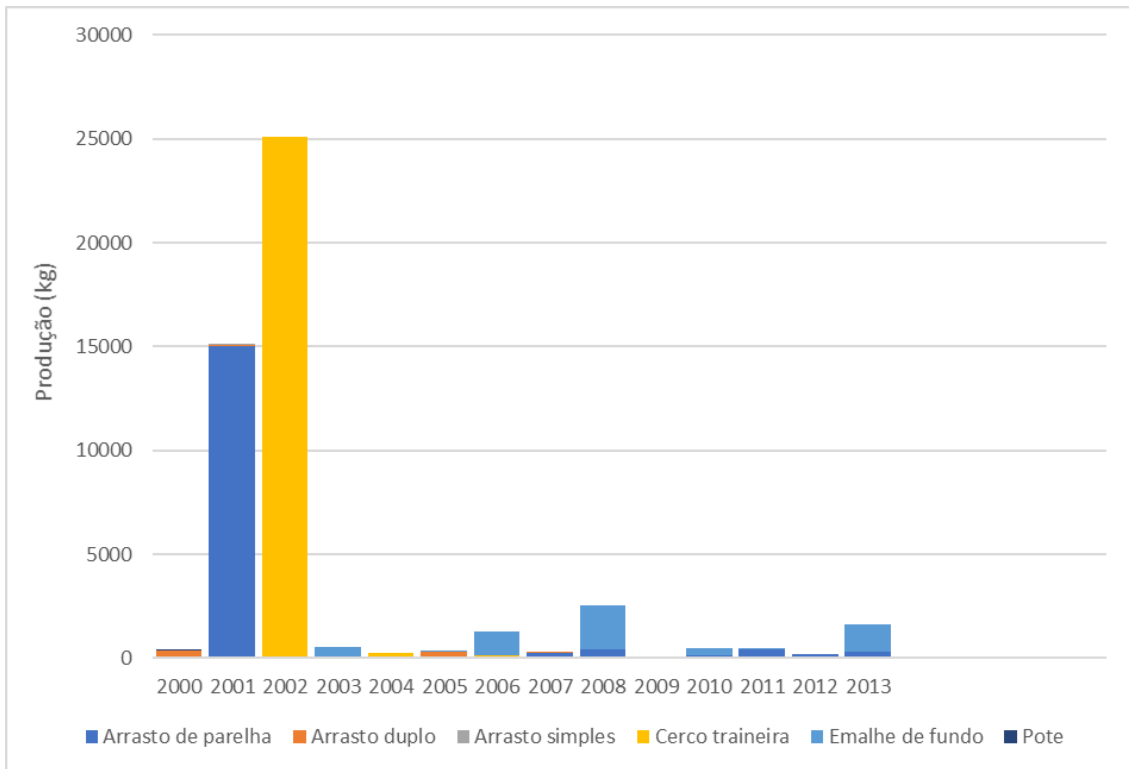


Fig. 16 - Desembarques, em quilogramas, da categoria garoupa no Estado de Santa Catarina, entre 2000 e 2013, discriminados por petrecho de pesca.

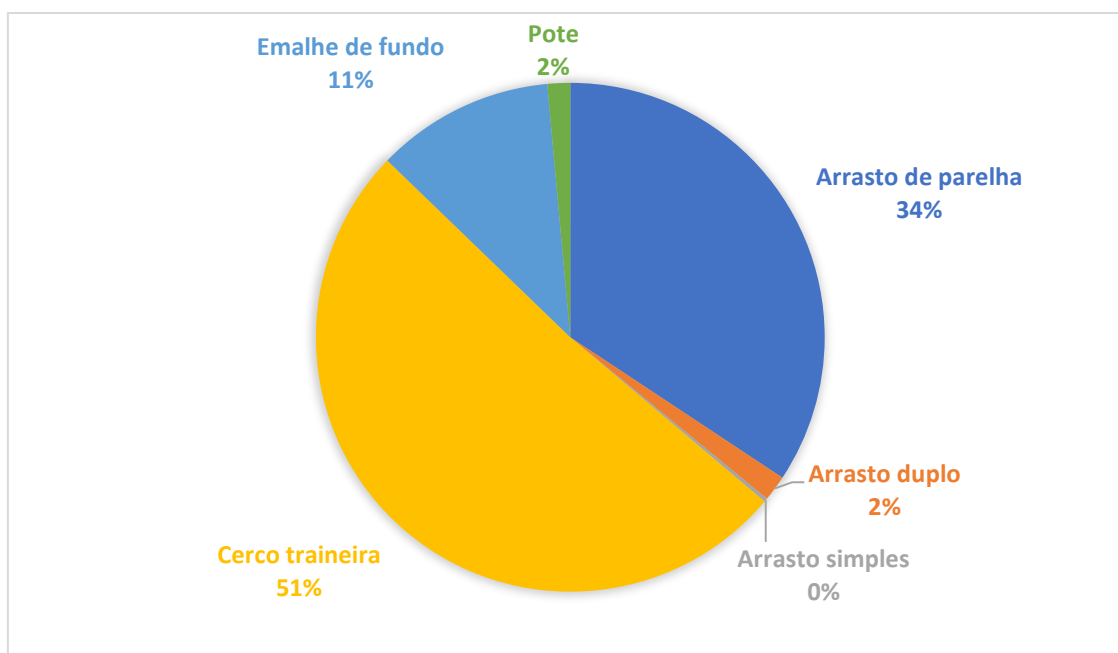


Fig. 17 – Participação relativa dos petrechos de pesca nas capturas da categoria garoupa no Estado de Santa Catarina, entre 2000 e 2013.

3.2.5. Panorama Socioeconômico

Muitas pescarias de pequena escala das quais os pescadores dependem como meio de subsistência ocorrem na costa do Brasil (Begossi, 2008). Peixes recifais são especialmente valorizados como alimento e pelo seu valor comercial (Begossi et al., 2011). No Brasil, as garoupas são frequentemente capturadas por pesca artesanal de pequena escala na costa sul, Estado de Santa Catarina e na região Sudeste (estados de São Paulo e Rio de Janeiro) (Andrade et al., 2003), e possuem alto valor comercial. Contudo, também são consumidas pelas comunidades tradicionais (Begossi et al., 1995; Begossi et al., 1996; Nehrer et al., 2000; Silvano et al., 2006). Além disso, o grupo das garoupas tornou-se particularmente um importante recurso alimentar principalmente por ser considerado saboroso, o que eleva seu valor comercial, além de ser recomendado como fonte alimentar para pessoas doentes durante suas recuperações de saúde (Begossi et al., 2004; Begossi et al., 2012).

A partir da análise dos dados disponíveis para o Estado de São Paulo, observou-se que embora a produção pesqueira tenha permanecido estável nos últimos anos, as receitas brutas geradas a partir da pesca das garoupas vem aumentando gradualmente, de cerca de R\$ 3.000,00 em 2003 até ultrapassarem o patamar dos R\$ 280.000,00 em 2015 (Fig. 18). Tal fato evidencia a importância econômica e a valorização (por conta da economia) da garoupa-verdadeira como um importante recurso pesqueiro para o Estado de São Paulo.

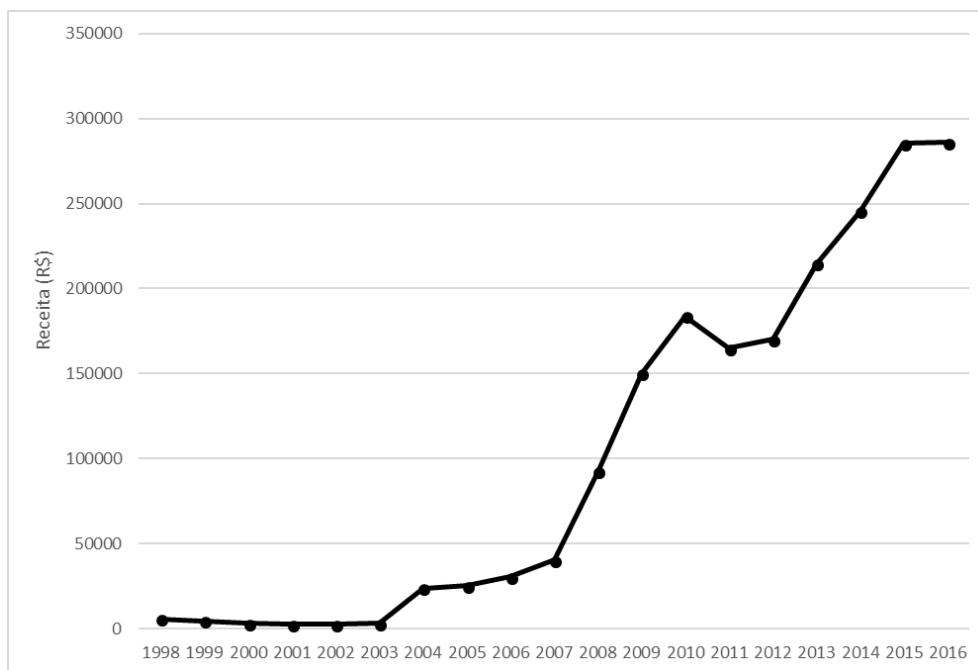


Fig. 18 - Receita, em reais, geradas a partir da pesca da garoupa no Estado de São Paulo, entre 1998 e 2016.

3.3. Panorama do Ordenamento das Pescarias

3.3.1. Descrição Do Sistema De Gestão

O ordenamento das pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira se insere no Sistema de Gestão Compartilhada (SGC) para o uso sustentável dos recursos pesqueiros, a partir do Decreto nº. 6.981, de 13 de outubro de 2009, que regulamenta o art. 27, § 6º, inciso I, da Lei nº 10.683, de 2003, onde foi definida a atuação conjunta do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (atualmente Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca - SEAP) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O SGC dispõe sobre o formato operacional da atuação conjunta dos dois ministérios, que incluem a Comissão Técnica da Gestão Compartilhada dos Recursos Pesqueiros (CTGP), também definida no Decreto Nº. 6.981/2009 e responsável pela coordenação e implementação do SGC e os diferentes Comitês Permanentes de Gestão (CPGs) para prever e discutir os aspectos relacionados a definição de normas, critérios, padrões e medidas de ordenamento para o uso sustentável dos recursos pesqueiros.

No caso das pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira na parte sul/sudeste do país, o CPG responsável pelo seu ordenamento é o dos recursos demersais das regiões sudeste e sul (CPG-Demersais SE/S), que embora sua implantação seja mais antiga, recentemente foi reestruturado e instituído a partir da Portaria Interministerial MPA/MMA nº 9 de 1º de setembro de 2015. Os CPGs são comitês de instância consultiva e de assessoramento, de acordo com a unidade de gestão, com objetivo principal de elaborar Planos de Gestão para o Uso Sustentável

dos Recursos Pesqueiros. Cada CPG é composto 50% de representações do Estado e 50% de representações da Sociedade Civil Organizada (pesca extrativa – pescador artesanal, pescador industrial e pescador amador, quando couber – pós-captura e Organizações Não Governamentais – ONG).

Considerando que a pesquisa, monitoramento e controle das medidas de gestão constituem parte indispensável para a obtenção do êxito do uso sustentável dos recursos pesqueiros, atrelado a cada CPG existem os Subcomitês, Câmaras Técnicas ou Grupos de Trabalho. O Subcomitê Científico é composto por pesquisadores e técnicos de notório saber na área afim, tem o objetivo de subsidiar cientificamente os debates e decisões do Comitê, possibilitando, assim, a aplicação dos resultados científicos ao uso sustentável das unidades de gestão, de forma a diminuir a falta de comunicação entre os cientistas e os usuários dos recursos pesqueiros. Além disso, existe também o Subcomitê de Acompanhamento, que tem o objetivo de monitorar e avaliar o cumprimento das medidas de ordenamento acordadas no Comitê, de forma a indicar a necessidade ou não de revisão ou adequação de alguma dessas medidas.

Além do SGC, na esfera estadual, especificamente no litoral de alguns estados são encontrados os sistemas de gestão das Unidades de Conservação, os quais são orientados pela Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC). O SNUC prevê que a gestão nas Unidades de Conservação deve ser realizada de forma compartilhada com a sociedade, através de Conselhos Gestores. Os conselhos são responsáveis pela discussão das atividades e ações desenvolvidas dentro das Unidades de Conservação, podendo ser conselhos deliberativos, no caso das Reservas Extrativistas (RESEX) e Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), ou consultivos, no caso das demais categorias estabelecidas pelo SNUC. Através destes fóruns, bem como pelas instituições responsáveis pela gestão de cada UC, são publicadas normativas para gerenciar as atividades dentro das Unidades, entre estas a pesca profissional e amadora.

3.3.2. Descrição Das Medidas Existentes

A única medida de gestão existente e específica para a garoupa-verdadeira trata do disposto na Instrução Normativa Interministerial MMA nº 53 de 22 de novembro de 2005, que traz uma lista de tamanhos mínimos de captura para diferentes espécies, incluindo o da garoupa-verdadeira, o qual foi estabelecido em 47 cm de comprimento total. No que tange às licenças e modalidades de permissionamento da atividade pesqueira, a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 10, de 10 e junho de 2011, dispõe sobre a lista de espécies-alvo e espécies que compõem a fauna acompanhante para cada modalidade de permissionamento.

Especificamente, as garoupas fazem parte das espécies consideradas alvo das pescarias com espinhel de fundo horizontal e linha de mão (fundo) nas regiões sudeste e sul do Brasil. Além disso, a referida normativa também prevê sua captura como fauna acompanhante nas regiões sudeste e sul nas pescarias de espinhel vertical do tipo “linha pargueira”, em diferentes modalidades de arrasto de fundo e nas pescarias com armadilhas (covos). Por fim, em 2014, o MMA publicou a lista de espécies ameaçadas por meio da Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014, classificando a garoupa-verdadeira como “vulnerável” e, portanto, restringindo a pesca da espécie.

3.3.3. Fiscalização

De maneira geral, as ações de fiscalização no tocante à atividade pesqueira são de responsabilidade e competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA). Adicionalmente, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) possui a competência de fiscalização ambiental dentro das Unidades de Conservação federais. Por outro lado, na esfera estadual e municipal, além do IBAMA e ICMBio, a Polícia Ambiental também realiza a fiscalização ambiental em conjunto com os órgãos ambientais estaduais e municipais, tais como as chamadas secretarias de meio ambiente.

No caso particular do monitoramento e fiscalização das embarcações pesqueira, destaca-se o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS), instituído e regulamentado a partir da Instrução Normativa Interministerial nº 2, de 04 de setembro de 2006, da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República-SEAP/PR, MMA e Marinha do Brasil. De forma geral, o objetivo do programa se alicerça no monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira permissionada pela Governo Federal.

3.3.4. Identificação dos Principais Problemas e Lacunas no Ordenamento da Pescaria

Entre os principais problemas identificados no ordenamento das pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira, destaca-se que as informações de captura disponíveis estão discriminadas por uma única categoria denominada “garoupas”. Nesse sentido, a avaliação técnica-científica das pescarias e/ou do status populacional da garoupa-verdadeira, a qual deve ser a base para a proposição de medidas de ordenamento pesqueiro e ações de conservação para a espécie, fica bastante prejudicada ou ausente para determinadas pescarias ou regiões onde a garoupa-verdadeira é capturada.

Aliado às dificuldades inerentes na separação dos dados de captura por espécie no âmbito do monitoramento pesqueiro, vale destacar que desde 2007, não existe coleta sistemática de dados de captura e esforço de pesca no Brasil. Embora existam exceções no que se refere à disponibilidade de informações pesqueiras dentro da área geográfica do qual o presente plano de recuperação se insere (*i.e.* São Paulo), as principais lacunas de informação são provenientes do Rio de Janeiro, os quais é caracterizado como um dos principais produtores da categoria “garoupa”, e são absolutamente essenciais para a correta avaliação do status de sustentabilidade das pescarias. Diante desse contexto, avaliações do status populacional e da sustentabilidade dos estoques da garoupa-verdadeira ou das pescarias que interagem com a espécie, baseadas nos dados disponíveis, são caracterizadas por incerteza e requerem a produção contínua de novas informações para o seu aprimoramento. Embora existam algumas estimativas de abundância, por meio de censos visuais e/ou conhecimento tradicionais, estas são disponíveis apenas para algumas regiões, com período de análise reduzido (*e.g.* poucos anos e/ou meses de monitoramento), e se restringem à aferições de densidades regionais e pontuais, o que pode não refletir a variação da abundância real da população da garoupa-verdadeira nas regiões sudeste e sul do Brasil.

Além dos problemas de monitoramento da pesca da garoupa-verdadeira, a falta de ordenamento pesqueiro no país, de uma maneira geral, é resultado das dificuldades encontradas pelos Ministérios da Pesca e Aquicultura (atualmente Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca) e do Meio Ambiente, na implementação do sistema de gestão compartilhada e funcionamento dos CPGs. Embora, até a elaboração deste Plano de Recuperação, poucos destes comitês estejam em funcionamento no país, o planejamento necessário para o desenvolvimento da atividade pesqueira passaria pelo estabelecimento de planos de gestão das diferentes pescarias, incluindo aquelas associadas aos peixes demersais do sudeste e sul do Brasil. Contudo, em razão do exposto, não existe um plano de gestão para as pescarias que interagem com a garoupa-verdadeira no Brasil.

3.4. Caracterização da Área e Outros Impactos

3.4.1. Caracterização Geográfica da Área

Embora a distribuição da espécie na costa brasileira se estenda entre o sul da Bahia (17°S) e a costa gaúcha (32°S), os habitats compreendidos entre Cabo Frio (22°S) e Florianópolis (28°S) podem ser considerados os mais críticos para a espécie, devido a maior ocorrência de costões e recifes rochosos, parcéis submersos e estruturas artificiais que configuram habitats essenciais para a garoupa-verdadeira (Concini et al. 2017). Essa região abrange cinco estados da federação

(RJ, SP, PR, SC e RS), e conta com mais de 70 municípios litorâneos. De fato, a espécie atinge a maior importância socioeconômica nessa faixa do litoral brasileiro (Begossi & Silvano 2008).

3.4.2. Caracterização de Outros Impactos

Não existem dados de impactos antrópicos outros que não a pesca sobre a garoupa-verdadeira. No entanto, por se tratar de uma espécie costeira, a garoupa-verdadeira certamente deve ser afetada pela poluição marinha química (incluindo disruptores endócrinos que podem afetar a reprodução e enfraquecer o sistema imunológico), microbiológica (em função do lançamento de efluentes domésticos não tratados) e a ingestão incidental de plásticos e outros detritos (Possatto et al. 2011, Wenger et al. 2015).

4. DIAGNÓSTICO

Embora no processo de avaliação do risco de extinção da garoupa-verdadeira a mesma tenha sido classificada na categoria “vulnerável”, conforme consta na Portaria MMA nº 445, de 17 de dezembro de 2014, os dados disponíveis sobre as pescarias que interagem com a espécie são limitados e possuem lacunas e, portanto, o aporte de novos dados e/ou análises – incluindo aquelas que utilizem metodologias distintas da adotada pela IUCN - pode ser de grande importância para subsidiar de forma técnica a tomada de decisão quanto à espécie. Nesse sentido, com o intuito de colaborar com o aporte de novas informações ao processo de diagnóstico da população, bem como na avaliação da vulnerabilidade da garoupa-verdadeira à exploração pesqueira, foi efetuada uma Análise de Produtividade-Suscetibilidade (PSA) com a metodologia proposta por Patrick et al (2010) (maiores detalhes sobre a análise pode ser consultada no apêndice 1). Na fig. 19 podemos observar dois exemplos hipotéticos de uma espécie com alta vulnerabilidade (canto superior direito) e uma espécie com baixa vulnerabilidade (canto inferior esquerdo). Como conclusão desta análise infere-se que a garoupa-verdadeira possui uma vulnerabilidade média ($v = 2,08$), pois apesar de possuir diversas características de espécies com vulnerabilidade alta como o fato de atingir grandes tamanhos e idades máximas, suas características de maturação a pouca idade comparado à sua longevidade, sua fecundidade moderada e o fato de não realizar migrações reprodutivas faz com que sua produtividade populacional seja considerável. Além disso, deve-se levar em consideração que o fato da espécie habitar fundos rochosos que podem ser considerados resilientes em relação à destruição por impactos antropogênicos e a sua “robustez corporal”, propiciam uma boa capacidade de sobrevivência após a soltura.

Ademais, embora o sistema atual de permissionamento das diferentes modalidades de pesca preveja captura da garoupa-verdadeira como espécie-alvo nas pescarias de espinhel-de-fundo e linha-de-mão, é importante ressaltar que as pescarias em escala industrial ou semi-industrial dirigida à espécie são limitadas, como por exemplo, a realizada pela frota sediada em Passo de Torres que atua com embarcações de porte médio (Cardoso & Haimovici, 2011), sendo mais frequentes aquelas de escala artesanal e amadora. Por fim, considerando que a garoupa-verdadeira: 1) possui elevada importância econômica para as pescarias de pequena escala ao longo de sua distribuição na costa brasileira; 2) possui elevado prestígio nas modalidades de pesca amadora; 3) possui vulnerabilidade média à exploração pesqueira, conforme resultados da PSA; 4) a aparente estabilidade das capturas e rendimentos das pescarias no estado de São Paulo e; 5) o princípio fundamental da precaução; entende-se que o uso da espécie poderá ser permitido mediante à implementação de medidas de recuperação que permitam a redução do esforço de pesca sobre a população de garoupa-verdadeira ao longo de sua distribuição na costa brasileira.

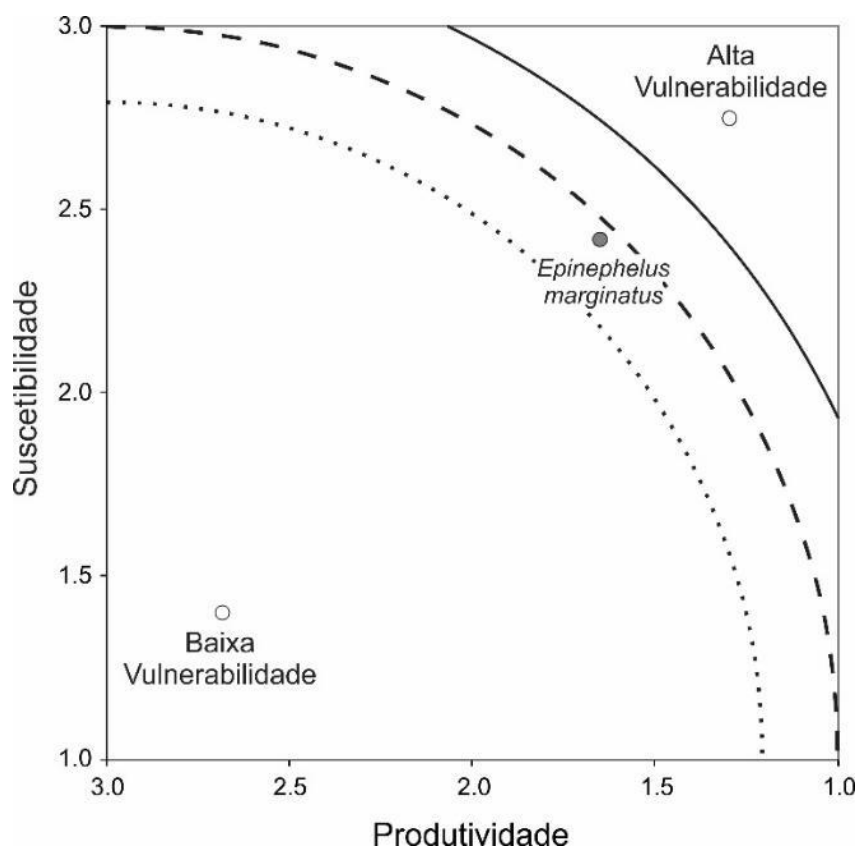


Figura 19. Escores de produtividade e suscetibilidade para a garoupa *Epinephelus marginatus*. As linhas delimitam áreas de baixa vulnerabilidade (à esquerda da linha pontilhada), média vulnerabilidade (entre a linha pontilhada e a linha tracejada), alta vulnerabilidade (entre a linha tracejada e a linha contínua) e altíssima vulnerabilidade (à direita de linha contínua).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo Geral

Recuperar a população da garoupa-verdadeira, *Epinephelus marginatus*, categorizada como espécie ameaçada de extinção na categoria “Vulnerável” ao longo de sua ocorrência na costa brasileira.

5.2. Objetivos Específicos

1. Implementar normas de ordenamento e manejo pesqueiro que permitam reduzir o esforço de pesca sobre a garoupa-verdadeira
2. Implementar normas de ordenamento e manejo pesqueiro que permitam assegurar a reprodução e o recrutamento da garoupa-verdadeira
3. Fortalecer o monitoramento, pesquisa e a governança das pescarias
4. Fortalecer a fiscalização e acompanhamento das medidas implementadas através do Plano de Recuperação.

6. MEDIDAS E ESTRATÉGIAS DE RECUPERAÇÃO

As propostas de medidas de gestão mais adequadas para a pesca da garoupa-verdadeira no litoral sudeste e sul brasileiro foram baseadas nos resultados de um Sistema de Suporte à Decisão de Manejo Pesqueiro *FishPath* (www.fishpath.org). O objetivo do *FishPath* é facilitar o processo de tomada de decisão para a seleção de estratégias de manejo pesqueiro mais apropriadas dentro do contexto do sistema pesqueiro que se pretende gerir, visando a sustentabilidade da atividade. O funcionamento do sistema é baseado em um questionário (maiores detalhes sobre a análise pode ser consultada no Apêndice 2) que envolve informações e características sociais, econômicas, operacionais, biológicas, ecológicas e de governança do sistema pesqueiro, incluindo a questão da disponibilidade dos dados. Este sistema permite a caracterização do sistema em termos de:

- Capacidade institucional para o monitoramento;
- Disponibilidade de dados sobre a biologia das espécies e de captura e esforço para a realização de avaliações de estoque;
- O contexto de governança em que as pescarias estão inseridas;
- As características socioeconômicas das pescarias;
- As características tecnológicas das pescarias;

- A capacidade da sociedade em implementar medidas de gestão (monitoramento, avaliação e fiscalização).

De forma geral, o cenário identificado foi de que há disponibilidade de dados sobre a história de vida da espécie, no entanto, dados como delimitação geográfica de estoques, de produção e esforço de pesca, bem como tendências de biomassa e estimativas de biomassa virgem são escassos ou inexistentes. Identificou-se também uma baixa capacidade do sistema de gestão pesqueira brasileira em efetuar um monitoramento contínuo das pescarias que têm a espécie como alvo, embora existam algumas ações com duração definida, como por exemplo, projetos de monitoramento pesqueiro dos estados de Santa Catarina e Paraná.

Nesse contexto, as medidas de manejo selecionadas como mais prováveis de terem uma maior eficácia são aquelas relacionadas ao manejo espacial e/ou temporal (Fig. 20), tais como áreas permanentes de proibição de pesca, temporadas fixas de pesca ou defesos fixos. Segundo o sistema *FishPath*, essas estratégias obtiveram mais de 10 características da pescaria consideradas desejáveis para a adoção desses tipos de medidas. Além disso, o sistema também destacou poucos pontos negativos, incluindo a limitada possibilidade de cooperação dos pescadores no cumprimento dessas estratégias e a liberação da pesca da garoupa-verdadeira considerando as incertezas com relação ao seu status populacional.

Ademais, além do manejo espacial e/ou temporal, outras medidas incluindo a limitação do esforço de pesca e limites de tamanho mínimo e máximo de captura (que apareceram em 9 e 12º lugar, respectivamente) foram favoráveis dada às características das pescarias. Para estas medidas foram identificadas 8 características positivas e apenas 3 ressalvas (Fig. 20). Outras opções mais elaboradas, tais como quotas de capturas, controles de entrada (limitação de esforço baseado em quotas) e controle de saída (limitação de capturas) não são recomendadas para o contexto brasileiro devido à baixa capacidade de controle e monitoramento para o cumprimento de tais medidas (Fig. 20).

Results

These results have been calculated based upon [answers](#) to questions related to this fishery. Some options may be eliminated if they have not met certain criteria, and others will have caveats associated with them based on the feasibility or efficacy of a option given the characteristics of the fishery.

DATA COLLECTION		ASSESSMENT		MANAGEMENT MEASURES	
FILTERS AND SORTING GENERATE REPORT					
<h3>Harvest Control Rule Options</h3> <p>Options have been plotted relative to how many positive or negative caveats are associated with them, based on properties of the fishery.</p>					
Notes	Caveats	Category	Option		
hide		Spatial Management	Permanent no-take zones		
hide		Temporal Management	Fixed season duration or number of fishing days		
hide		Spatial Management	Fixed seasonal closure		
hide		Effort Limits	Set by area		
hide		Effort Limits	Set by time (e.g., seasons)		
hide		Temporal Management	Seasonal closures		
hide		Spatial Management	Invoke a closure in response to assessment outcomes		
hide		Other	Levy fishery taxes		
hide		Size Limits	Minimum legal size		
hide		Spatial Management	"Move-on" provisions		
hide		Effort Limits	Daily effort limits, with or without TAE		
hide		Size Limits	Maximum legal size		
hide		Temporal Management	Invoke closures in response to assessment outcomes		
hide		Size Limits	Size slot		
hide		Gear Management	Unrelated to selectivity		
hide		Temporal Management	Time-of-day restrictions		
hide		Catch Limits	Set by area		
hide		Sex-Specific Regulations	Prohibit take of gravid females		
hide		Sex-Specific Regulations	Sex-specific size limits		
hide		Gear Management	By selectivity		
hide		Effort Limits	Limited entry		
hide		Sex-Specific Regulations	Prohibit take of one sex		

Figura 20 - Vinte e duas opções de estratégias de manejo selecionadas para a garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* na costa do Brasil. O número dentro da bandeira verde diz respeito ao número de características da pescaria consideradas desejáveis para a implementação do tipo de medida de manejo correspondente. O número dentro das bandeiras amarelas, laranjas e vermelhas dizem respeito a aspectos das pescarias que não favorecem o tipo de medida de manejo, ou seja, ressalvas para a implementação das respectivas medidas. Assim, um maior número dentro das bandeiras verdes significa uma maior probabilidade de a medida de manejo ser efetiva visto às características das pescarias. Ao mesmo tempo, quanto maior o número de círculos vermelhos, menor a probabilidade de efetividade do tipo de medida de manejo.

6.1. Ações emergenciais

Após a aprovação do presente documento como Plano de Recuperação da garoupa-verdadeira, as medidas e estratégias de caráter emergencial deverão ser implementadas em um prazo curto de tempo, e necessariamente se justificam pelo objetivo específico nº 1, que visa a redução do esforço de pesca de maneira imediata. As medidas de gestão emergenciais são:

- i. Proibição da pesca industrial da garoupa-verdadeira ao longo de sua distribuição no Brasil para as embarcações de médio e grande porte (com arqueação bruta superior a 20), conforme consta na Lei nº 11.959 de 29 de junho de 2009. Ficam autorizadas apenas as embarcações de pequeno porte (com arqueação bruta igual ou a 20), devidamente permissionadas às pescarias com espinhel de fundo horizontal e linha de mão (fundo), de acordo com o disposto na Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 10, de 10 e junho de 2011.
- Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 6 meses após a aprovação do plano
 - Justificativa: Considerando o status de ameaça da espécie, sua importância econômica para a pesca de pequena escala e o princípio de precaução, bem como a constatação que a limitação do esforço de pesca se enquadra como uma estratégia adequada para o manejo da garoupa-verdadeira, a proibição da pesca industrial e da comercialização de indivíduos provindos de capturas acessórias das modalidades de pesca, onde a espécie é fauna-acompanhante, é absolutamente essencial e emergencial para a recuperação da população de garoupa-verdadeira no litoral brasileiro.

6.2. Medidas de recuperação

Após a aprovação do presente documento como Plano de Recuperação da garoupa-verdadeira, as medidas e estratégias de recuperação deverão ser implementadas de médio a longo prazo, e necessariamente se justificam pelos objetivos específicos nº 2, 3 e 4 que visam o assegurar a reprodução e o recrutamento da garoupa-verdadeira, bem como o fortalecimento do monitoramento, pesquisa, fiscalização e governança das pescarias. As medidas de gestão de médio-longo prazo são:

- ii. Estabelecer o comprimento total máximo de captura da garoupa-verdadeira em 73 cm (maiores detalhes sobre a análise pode ser consultada no Apêndice 3)
- Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 12 meses após a aprovação do plano
 - Justificativa: Considerando que o tamanho mínimo de captura (estabelecido em 47 cm, IN MMA nº 53 de 22 de novembro de 2005) garante que todos os indivíduos alcancem a maturidade sexual, o estabelecimento do tamanho

máximo de captura tem o objetivo de proteger as fêmeas grandes com fecundidade alta (e os machos também, no caso dos peixes hermafroditas) e cria uma janela de comprimento ótima para espécie, assegurando a recuperação da população de garoupa-verdadeira no litoral brasileiro, através da proteção do recrutamento e reprodução.

- iii. Estabelecer o período de defeso da pesca da garoupa-verdadeira de novembro a fevereiro
 - Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 12 meses após a aprovação do plano
 - Justificativa: Considerando o status de ameaça da espécie e que o pico de desova da garoupa-verdadeira ocorre nos meses quentes no litoral brasileiro, bem como a constatação que o estabelecimento de defesos se enquadra como uma estratégia adequada para o manejo da garoupa-verdadeira, a criação do defeso da pesca da garoupa-verdadeira é absolutamente essencial para a recuperação da população e assegura a reprodução e recrutamento da espécie.

- iv. Levantamento do número de pescadores de garoupa-verdadeira por Estado
 - Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 30 meses após a aprovação do plano
 - Justificativa: Fortalecer a governança e o monitoramento das pescarias

- v. Estabelecimento de licença específica para a pesca de garoupa-verdadeira com linha e anzol (espinhel e/ou linha de mão) nas regiões SE e S, no âmbito da revisão da INI MPA/MMA n° 10 de 2011
 - Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 36 meses após a aprovação do plano
 - Justificativa: Fortalecer a governança e o monitoramento das pescarias

- vi. Regular e fiscalizar a exigência de que todas as garoupas capturadas sejam desembarcadas inteiras, podendo ser evisceradas antes do desembarque e respeitando os limites de tamanho mínimo e máximo estabelecidos
 - Entidades responsáveis: MMA, IBAMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 24 meses

- Justificativa: Fortalecer o monitoramento, a fiscalização e o acompanhamento das medidas implementadas através do Plano de Recuperação
- iv. Condicionar a liberação de licenças para a pesca na modalidade subaquática no SE/S à existência de programa de monitoramento da pesca amadora
- Entidades responsáveis: MMA e SEAP
 - Previsão de implementação: 12 meses após a aprovação do plano

7. CRITÉRIOS

7.1. Indicadores Utilizados

Para cada um dos quatro objetivos específicos listados no item 5.1., foram estabelecidos os seguintes indicadores:

1. Implementar normas de ordenamento e manejo pesqueiro que permitam reduzir o esforço de pesca sobre a garoupa-verdadeira
 - Indicador: Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP publicada no Diário Oficial da União
 - Redução do esforço de pesca observada, por exemplo, através de dados do PREPS (Programa de Rastreamento de Embarcações por Satélite)
2. Implementar normas de ordenamento e manejo pesqueiro que permitam assegurar a reprodução e o recrutamento da garoupa-verdadeira
 - Indicador: Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP publicada no Diário Oficial da União
3. Fortalecer o monitoramento, pesquisa e a governança das pescarias
 - Indicador: a) Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP publicada no Diário Oficial da União; b) Número de pescadores cadastrados; c) Número de pesquisas realizadas
4. Fortalecer a fiscalização e acompanhamento das medidas implementadas através do Plano de Recuperação.
 - Indicador: a) Instrução Normativa Interministerial MMA/SEAP publicada no Diário Oficial da União; b) Número de autuações efetuadas e/ou campanhas de fiscalização realizadas

7.2. Pontos de Referência

Não existem pontos de referência estabelecidos para a espécie.

7.3. Monitoramento

O monitoramento da implementação do plano de recuperação deverá ser embasado na coleta e análise de dados para geração das informações necessárias para a revisão e aprimoramento das medidas de recuperação e tomada de decisões. Os dados gerados deverão ser informados pelos órgãos gestores da pesca. Após o primeiro ano de implementação do plano, a disponibilização das informações deverá ser iniciada e deverá funcionar como condicionante para revisão e renovação do plano. Este monitoramento implica necessariamente em:

- Controle rígido de frotas de pequeno porte de espinhel de fundo horizontal e linha de mão de fundo e na emissão de autorizações para as embarcações pesca da garoupa-verdadeira;
- Controle de desembarques, através da definição e implantação de um programa nacional de estatística pesqueira;
- Coleta sistemática de dados biológicos, pesqueiros e socioeconômicos das pescarias e da garoupa-verdadeira;
- Monitoramento da população da garoupa-verdadeira por meio de avaliações periódicas dos rendimentos das pescarias: seletividade e dimensionamento da capacidade de pesca das frotas, dimensionamento do tamanho da população, bem como a aplicação de métodos independentes da pesca (*i.e.*, censo visual);
- Integração e disponibilização de informações produzidas no âmbito dos governos, universidades e demais instituições de pesquisa.

8. MECANISMO DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE

Os trabalhos de fiscalização deverão ser responsabilidade dos órgãos ambientais federais (IBAMA e SEAP), estaduais e municipais competentes (Secretarias de Meio Ambiente). As ações de fiscalização deverão ser planejadas e atuar prioritariamente sobre o controle do cumprimento das seguintes medidas de gestão do uso da garoupa-verdadeira, destacando-se:

- Controle da frota permissionada por meio de fiscalização das licenças de pesca nos pontos de desembarque;

- Controle rígido dos tamanhos dos tamanhos máximo e mínimo de captura, incluindo a fiscalização das modalidades de pesca amadora, nos pontos de desembarque e na comercialização;
- Vigilância absoluta do período de defeso (paralisação) da pesca.

Os procedimentos dos trabalhos de fiscalização deverão utilizar rotinas simples e baratas, através de abordagens das embarcações nos principais pontos de desembarque para verificação se as medidas de gestão estão sendo cumpridas. Ademais, como estratégia de implementação e fiscalização das medidas de gestão, guias ou cartazes ilustrativos sobre as medidas de recuperação da garoupa-verdadeira deverão ser confeccionados e fixados nos principais pontos de desembarque. Entende-se que é absolutamente essencial que, após definidas as prioridades, os órgãos de fiscalização da pesca federais (IBAMA e SEAP) deverão elaborar um plano de proposta de fiscalização da pesca da garoupa-verdadeira, após 60 dias de aprovação deste plano, com as estratégias de controle e acompanhamento da atividade.

9. PLANO DE PESQUISA E MONITORAMENTO

Os diagnósticos sobre o status populacional das diferentes espécies ameaçadas, incluindo a garoupa-verdadeira, apesar de indicarem declínio populacional em razão da sobrepesca, referendada por legislação (Portaria MMA nº 445/2014), carecem, em sua maioria, do devido dimensionamento das biomassas existentes e da determinação de taxas de exploração em níveis sustentáveis. Nesse sentido o plano demanda um planejamento de pesquisas futuras e monitoramento de longo prazo, com o objetivo central na geração de conhecimentos científicos para subsidiar o processo de tomada de decisão na elaboração, adequação e aprovação de medidas de gestão da garoupa-verdadeira, incluindo a revisão do plano (quando pertinente). O plano de pesquisa e monitoramento deverá ser revisado e aprovado pelo Subcomitê Científico do CPG – demersais SE/S no âmbito do sistema de Gestão Compartilhado dos recursos pesqueiros do Governo Federal. Entre as informações necessárias para atingir o objetivo e preenchimento das principais lacunas de conhecimento científico da garoupa-verdadeira, destacam-se:

- Avaliar a existência de diferentes estoques de garoupa ao longo da costa brasileira;
- Registrar e avaliar dados de frequência de comprimento;
- Quantificar a captura e esforço de pesca;
- Analisar a dinâmica espacial e sazonal das pescarias de garoupa;

- Avaliar a abundância relativa por meio de dados de captura por unidade de esforço (CPUE);
- Avaliar a abundância relativa por meio de censo visual;
- Estimar as taxas de mortalidade total (Z), natural (M) e por pesca (F);
- Estimar a captura máxima sustentável;
- Estimar a potencial de desova relativo por meio de dados de distribuição de frequência;
- Construção da avaliação das estratégias de manejo por meio de estudos de simulação

10. ORÇAMENTO

A implementação das ações previstas será realizada principalmente através do orçamento do governo federal, podendo contar com apoio de eventuais recursos de projetos específicos e instituições parceiras, quando necessários e disponíveis.

11. CRONOGRAMA E REVISÃO

O plano de recuperação terá duração de 6 (seis) anos a contar a partir da aprovação do mesmo. Os mecanismos de avaliação, acompanhamento e revisão devem estar atrelados aos indicadores de cada objetivo específico (item 7.1.) e deverão ocorrer regularmente e sempre que necessário.

12. REFERÊNCIAS

- Ávila-da-Silva, A. O., Carneiro, M.H., Fagundes, L. 1999. Sistema gerenciador de banco de dados de controle estatístico de produção pesqueira marítima – ProPesq. Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca e I Congresso Latino- americano de Engenharia de Pesca, 2: 824-832.
- Bender MG, Machado GR, Silva PJdA, Floeter SR, Monteiro-Netto C, et al. 2014. Local Ecological Knowledge and Scientific Data Reveal Overexploitation by Multigear Artisanal Fisheries in the Southwestern Atlantic. PLoS ONE 9(10): e110332. [doi:10.1371/journal.pone.0110332](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110332)
- Begossi A, Figueiredo JL. 1995. Ethnoichthyology of southern coastal fishermen: cases from Búzios Island and Sepetiba bay (Brazil). Bull Mar Sci, 56(2):682-689.
- Begossi A. 1996. Fishing activities and strategies at Búzios Island. In Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 2, Athens, May 1992 Edited by: Meyer R, Zhang C, Windsor ML, McCay BJ, Hushak LJ, Muth RM. Fisheries Resources and utilization, Oxford and IBH Pub. Co, Calcutta; 125-141.

- Begossi A, Hanazaki N, Ramos RM. 2004 Food chain and the reasons for fish food taboos among Amazonian and Atlantic Forest fishers (Brazil). *Ecological Applications* 14: 1334-1343.
- Begossi, A., Silvano, R.A.M. 2008. Ecology and ethnoecology of dusky grouper [garoupa, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834)] along the coast of Brazil. *J Ethnobiol Ethnomed* 4: 20.
- Begossi A. 2008. Local knowledge and training towards management. *Environ. Develop. Sustain.* 10:591- 603.
- Begossi A, Salivonchik SV, Araujo LC, Andreoli TB, Clauzet M, Martinelli CM, Ferreira AGL, Oliveira LEC, Silvano RAM. 2011. Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): target species and suggestions for management. *Journ Ethnob. Ethnomed.*7:11 <http://www.ethnobiomed.com/content/7/1/11>.
- Begossi A, Salivonchik SV, Barreto T, Nora V, Silvano RAM. 2012. Small-scale fisheries and conservation of dusky grouper (garoupa), *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) in the Southeastern Brazilian coast. *Science Journal of Agricultural Research and Management*. Article ID sjarm-174
- Bertoncini, A.A., Machado, L.F., Hostim-Silva, M., Barreiros, J.P. 2003. Reproductive biology of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Braz Arch Biol Technol* 46: 373–381.
- Cardoso, L. G.; Haimovici, M. 2011. Caracterização tecnológica, social, econômica e ecológica da atividade pesqueira sediada em Passo de Torres, Santa Catarina, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, 37(3):275-288.
- Condini, M.V., Albuquerque, C.Q., Garcia, A.M. 2014. Age and growth of dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) (Perciformes: Epinephelidae) in the southwestern Atlantic, with a size comparison of offshore and littoral habitats. *Fish Bull* 112: 311–321.
- Condini, M.V., Tanner, S.E., Reis-Santos, P., Albuquerque, C.Q., Vieira, J.P., Cabral, H.N., Garcia, A.M. 2016. Prolonged estuarine habitat use by dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) at subtropical latitudes (32°S) revealed by otolith microchemistry. *Endanger Species Res* 29: 271–277.
- Condini, M.V., García-Charton, J.A., Garcia, A.M. 2017. A review of the biology, ecology, behavior and conservation status of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834). *Rev Fish Biol Fisheries* <https://doi.org/10.1007/s11160-017-9502-1>
- Cornish, A., Harmelin-Vivien, M. (Grouper & Wrasse Specialist Group). 2004. *Epinephelus marginatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T7859A12857009. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T7859A12857009.en>
- Cunha, M.E., Quntal, H., Barradas, A., Pousão-Ferreira, P., Cabrita, E., Engrola, S. 2009. Rearing larvae of dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834), (Pisces: Serranidae) in a semi-extensive mesocosm. *Sci Mar* 73SI: 201–212.
- Freire, K.M.F., Aragão, J.A.N., Araújo, A.R.R.A., Ávila-da-Silva, A. O., Bispo, M.C.S., Canziani, G.V., Carneiro, M.H., Gonçalves, F.D.S., Keunecke, K.A., Mendonça, J. T., Moro, P.S., Motta, F.S.,

- Olavo, G., Pezzuto, P.R., Santana, R.F., Santos, R.A., Trindade-Santos, I., Airton, J., Vasconcelos, M.V., Divovich, E. 2014. Revisiting Brazilian Catch Data for Brazilian Marine Waters (1950-2010). University of British Columbia, Fisheries Centre. Working Paper Series – 23, 42 pp.
- Froese, R., Pauly, D. Editors. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2018).
- Gibran, F.Z. 2007. Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) in southeastern Brazil. *Neotrop Ichthyol* 5:387–398.
- Gerhardinger, L.C., Freitas, M.O., Bertoncini, A.A., Hostim-Silva, M. 2006. Collaborative approach in the study of the reproductive biology of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Perciformes: Serranidae). *Acta Sci Biol Sci* 28: 219–226.
- Hereu, B., Díaz, D., Pasqual, J., Zabala, M., Sala, E., 2006. Temporal patterns of spawning of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* in relation to environmental factors. *Mar Ecol Prog Ser* 325:187–194.
- Machado, L.F., Barreiros, J.P. 2008. A previously undescribed following association between juvenile dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Serranidae) and *Octopus vulgaris*. *Cybium* 32: 187–188.
- Manooch C.S., Mason D.L. 1987. Age and growth of the warsaw grouper and black grouper from the southeast region of the United States. *Northeast. Gulf. Sci.* 9: 65–75.
- Nehrer R, Begossi A. 2000. Fishing at Copacabana, Rio de Janeiro: local strategies in a global city. *Ciênc Cult* 2000, 52(1):26-30.
- Patrick, W.S.; Lawson, P.; Spencer, P.; Gedamke, T.; Link, J.; Cortés, E.; Cope, J.; Ormseth, O.; Field, J.; Bigelow, K; Kobayashi, D.; Overholtz, W. 2010. Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*, 108:3.
- Possatto, F.E., Barletta, M., Costa, M.F., Ivar do Sul, J.A., Dantas, D.V. 2011. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Mar Poll Bull* 62: 1098–1120.
- Reñones, O., A. Grau, X. Mas, Riera F., Saborido-Rey, F. 2010. Reproductive pattern of an exploited dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) (Pisces: Serranidae) population in the western Mediterranean. *Sci Mar* 74: 523–537.
- Reñones. O., Polunin, N.V.C., Goñi, R. 2002. Size related dietary shifts of *Epinephelus marginatus* in a western Mediterranean littoral ecosystem: an isotope and stomach content analysis. *J Fish Biol* 61: 122–137.
- Seyboth, E., Condini, M.V., Albuquerque, C.Q., Varela, A.S., Velasco, G., Vieira, J.P., Garcia, A.M. 2011. Age, growth, and reproductive aspects of the dusky grouper *Mycteroperca marginata* (Actinopterygii: Epinephelidae) in a man-made rocky habitat in southern Brazil. *Neotrop Ichthyol* 9:849–856.

- Schunter, C., Carreras-Carbonell, J., Planes, S., Sala, E., Ballesteros, E., Zabala, M., Harmelin, J.G., Harmelin-Vivien, M., MacPherson, E., Pascual, M. 2011. Genetic connectivity patterns in an endangered species: the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*). *J Exp Mar Biol Ecol* 401: 126–133.
- Silvano RAM, MacCord P, Lima RV, Begossi A. 2006 When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Env Biol Fish*, 76:371-386.
- Smale, M.J.1986. The feeding biology of four predatory reef fishes off the south-eastern Cape coast, South Africa. *S Afr Tydskr Dierk* 21:111–130.
- Wenger, A.S., Fabricius, K.E., Jones, G.P., Brodie, J.E. 2015. Effects of sedimentation, eutrophication, and chemical pollution on coral reef fishes. In: C. Mora (Ed). *Ecology of Fishes on Coral Reef*. Cambridge University Press, pp. 145–153.
- Wickham, H. 2009. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer-Verlag.
- Ximenes-Carvalho, M.O., Fonteles-Filho, A.A., Paiva, M.P. 2012. Age and growth of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Epinephelidae), off southeast Brazil. *Arq Ciên Mar* 45: 5–16
- Zabala, M., Garcia-Rubies, A., Louisy, P., Sala, E. 1997. Spawning behavior of the Mediterranean dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces, Serranidae) in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean, Spain). *Sci Mar* 61: 65–77.

APÊNDICE 1

Análise de vulnerabilidade: produtividade-suscetibilidade (PSA) para a garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*

A vulnerabilidade da garoupa-verdadeira à exploração pesqueira foi avaliada por meio da Análise de Produtividade-Suscetibilidade-PSA com a metodologia proposta por Patrick et al 2010. Esta metodologia estabelece um conjunto de atributos qualitativos ou semi-quantitativos relacionados à “produtividade” das espécies e sua “suscetibilidade” à pesca. Estes atributos foram ranqueados em três categorias, “alto” (3), “médio” (2) e “baixo” (1) (Patrick et al. 2010).

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 exploração pesqueira. Por outro lado, espécies que apresentem baixa suscetibilidade e alta produtividade serão posicionadas no canto inferior esquerdo, sendo avaliadas como pouco sensíveis ou vulneráveis à pesca. A vulnerabilidade (v) também foi calculada analiticamente através da distância euclidiana, considerando 3 e 1 como “pontos focais”, segundo a fórmula:

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

onde p é o escore médio no eixo da produtividade e s , é o escore médio no eixo da suscetibilidade. No espaço bidimensional também foram representadas zonas de baixa, média, alta e altíssima vulnerabilidade ou preocupação, baseado nas definições de Cope et al 2011.

Entre os atributos analisados para determinar a produtividade da espécie alguns foram classificados como de produtividade moderada e outros de produtividade baixa (Tabela I). Foram classificados como de produtividade moderada os seguintes atributos: taxa de crescimento populacional (r), idade máxima, fecundidade, estratégias reprodutivas, padrão de recrutamento e idade de primeira maturação. Foram classificados como de produtividade baixa os seguintes atributos: idade máxima, coeficiente de crescimento de von Bertalanffy, mortalidade natural e nível trófico. Entre os atributos analisados para determinar a suscetibilidade da espécie alguns foram classificados como de suscetibilidade alta, outros de moderada e outros ainda baixa (Tabela I). Foram classificados como de suscetibilidade alta os seguintes atributos: Estratégias de

manejo, sobreposição de área de distribuição e áreas de pesca, concentração geográfica do estoque, sobreposição das profundidades de ocorrência e as profundidades de pesca, a alta seletividade às artes de pesca e seu elevado valor de mercado. Foram classificados como de suscetibilidade moderada os seguintes atributos: a taxa de mortalidade por pesca em relação à mortalidade total, a biomassa desovante, a existência de agregações que afetam a capturabilidade pelas artes de pesca, a capacidade de sobrevivência depois da soltura e o fato da espécie não realizar migrações sazonais que aumentem sua suscetibilidade à pesca.

Bibliografia

Cope, J. M., DeVore, J., Dick, E. J., Ames, K., Budrick, J., Erickson, D. L., ... & Niles, C. 2011. An approach to defining stock complexes for US West Coast groundfishes using vulnerabilities and ecological distributions. *North American Journal of Fisheries Management*, 31(4), 589-604.

Patrick, W.S.; Lawson, P.; Spencer, P.; Gedamke, T.; Link, J.; Cortés, E.; Cope, J.; Ormseth, O.; Field, J.; Bigelow, K; Kobayashi, D.; Overholtz, W. 2010. Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*, 108:3.

Tabela I. Atributos avaliados para determinar os escores de produtividade e susceptibilidade da espécie. Colunas em branco abaixo do nome da espécie são os escores atribuídos aos atributos avaliados.

	Níveis (1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0) - Utilizar aspas para escores intermediários				<i>Epinephelus marginatus</i>			
Atributos de Produtividade	Alta (3)	Moderada (2)	Baixa (1)	Peso (0 - 4); Padrão = 2	Escore do atributo	Escore do atributo relativizado	Escore da qualidade do dado	Escore da qualidade do dado relativizado
r	>0,5	0.5-0.16 (ponto médio 0.10)	<0.16	2	2,0	4,0	3,0	6,0
Idade Máxima	< 10 anos	10 - 30 anos (ponto médio 20)	> 30 anos	2	1,0	2,0	1,0	2,0
Comprimento máximo	< 60 cm	60-150 cm (ponto médio 105)	> 150 cm	2	2,0	4,0	1,0	2,0
Coefficiente de crescimento k de von Bertalanffy	> 0.25	0.15-0.25 (ponto médio 0.20)	< 0.15	2	1,0	2,0	1,0	2,0
Mortalidade Natural Estimada	> 0.40	0.20-0.40 (ponto médio 0.30)	< 0.20	2	1,0	2,0	1,0	2,0
Fecundidade medida	> 10 ⁴	10 ² -10 ³	< 10 ²	2	2,0	4,0	3,0	6,0
Nº de estratégias reprodutivas	0	entre 1 e 3	≥4	2	2,0	4,0	3,0	6,0
Padrão de recrutamento	Recrutamentos exitosos são frequentes (> 75% das classes anuais são exitosas)	A frequência de recrutamentos exitosos é moderada (entre 10% e 75% das classes anuais são exitosas)	Recrutamentos exitosos são infrequentes (< 10% das classes anuais são exitosas)	2	2,0	4,0	4,0	8,0
Idade de Maturação	< 2 anos	2-4 anos (ponto médio 3,0)	> 4 anos	2	2,0	4,0	4,0	8,0
Nível trófico médio	<2.5	2.5-3.5 (ponto médio 3)	>3.5	2	1,5	3,0		0,0
Escores gerais de produtividade					10,0	1,8		2,1
Atributos de Suscetibilidade	Baixa (1)	Moderada (2)	Alta (3)	Peso (0 - 4); Padrão = 2				
Estratégias de manejo	Estoques alvo têm limites de capturas estabelecidos e medidas de responsabilidade pró-ativas, os estoques não alvo são monitorados de perto.	Estoques alvo têm limites de capturas estabelecidos e medidas de responsabilidade reativas	Estoques alvo não têm limites de capturas ou medidas pró-ativas, estoques não alvo não são monitorados.	2	3,0	6,0	1,0	2,0
Sobreposição de área	< 25% do estoque ocorre na área pescada	Entre 25% e 50% do estoque ocorre na área pescada	> 50% do estoque ocorre na área pescada	2	3,0	6,0	1,0	2,0
Concentração Geográfica	Estoque está distribuído em > 50% de sua área total	Estoque está distribuído entre 25% e 50% de sua área total	Estoque está distribuído em < 25% de sua área total	2	3,0	6,0	1,0	2,0
Sobreposição vertical	< 25% do estoque ocorre nas profundidades pescadas	Entre 25% e 50% do estoque ocorre nas profundidades pescadas	> 50% do estoque ocorre nas profundidades pescadas	2	3,0	6,0	1,0	2,0
Mortalidade por pesca relativa à Mortalidade Natural	<0.5	0.5 - 1.0	>1	2	2,0	4,0	4,0	8,0
Biomassa de Desovantes (B) ou outro proxy	B é > 40% de B0 (ou do máximo observado em séries temporais de estimativas de biomassa)	B é entre 25 e 40% de B0 (ou do máximo observado em séries temporais de estimativas de biomassa)	B é < 25% de B0 (ou do máximo observado em séries temporais de estimativas de biomassa)	2	2,0	4,0	4,0	8,0
Migrações Sazonais	Migrações sazonais diminuem a sobreposição com a pesca	Migrações sazonais não afetam substancialmente a sobreposição com a pesca	Migrações sazonais aumentam a sobreposição com a pesca	2	2,0	4,0	3,0	6,0
Formação de cardumes/agregações e outras respostas comportamentais	Respostas comportamentais diminuem a capturabilidade da arte de pesca	Respostas comportamentais não afetam substancialmente a capturabilidade da arte de pesca	Respostas comportamentais aumentam a capturabilidade da arte de pesca (hiperestabilidade da CPUE devido a formação de cardumes)	2	3,0	6,0	2,0	4,0
Morfologia afetando a captura	Espécie demonstra baixa seletividade à arte de pesca	Espécie demonstra seletividade moderada à arte de pesca	Espécie demonstra alta seletividade à arte de pesca	2	3,0	6,0	2,0	4,0
Sobrevivência após a captura e soltura	Probabilidade de sobrevivência > 67%	33% < probabilidade de sobrevivência <	Probabilidade de sobrevivência < 33%	2	2,0	4,0	2,0	4,0
Desejabilidade/Valor das capturas	Estoque não é muito valorizado ou desejado pela pesca	Estoque é moderadamente valorizado ou desejado pela pesca	Estoque é muito valorizado ou desejado pela pesca	2	3,0	6,0	1,0	2,0
Impacto da pesca sobre o Ambiente ou Hábitat para espécies não-alvo	Efeitos adversos são ausentes, mínimos ou temporários	Efeitos adversos são mais do que mínimos mas são mitigados	Efeitos adversos são mais do que mínimos e não são mitigados	2	2,0	4,0	2,0	4,0
Escore Geral de Suscetibilidade					12,0	2,8		2,0

APÊNDICE 2

Questionário do Sistema de Suporte à Decisão de Manejo Pesqueiro *FishPath* aplicado para a
garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*

1. Rank the current or potential research and/or institutional capacity to implement and maintain a formal management strategy (i.e. data collection, assessment, management measures)

Answer: Low-moderate

2. Does the fished population cross management boundaries?

Answer: No

3. Is the species sedentary or sessile enough that spatial management is effective?

Answer: No

4. Do any of the species of interest stop growing (i.e. have determinant growth)?

Answer: No

5. Is the target species a "periodic strategist" (slow-growing and long-lived with a steady state population but variable recruitment)?

Answer: Yes

6. Does the species follow a boom-and-bust population cycle?

Answer: No

7. Does growth rate differ between sexes or is age-at-maturity sex-specific?

Answer: No

8. If handled or captured and released are species less likely to survive?

Answer: Yes

9. Is it meaningful to compare current biomass to an unfished biomass in this fishery?

Answer: No

10. Does the gear type used in the fishery have the potential to damage nursery grounds?

Answer: No

11. Are there known locations that are nursery grounds for the species?

Answer: Yes

12. Does the species have known spawning grounds and/or form spawning aggregations?

Answer No

13. Does the species have a known spawning season?

Answer: Yes

14. Does the gear or do fishery practices intersect with threatened or vulnerable species (regardless of whether these are targeted) and/or habitat locations?

Answer: Yes

15. Is it possible to calculate or define a proxy for a target or limit reference point?

Answer: Yes

16. Does the relative composition of species targeted by fishers change over time or area?

Answer: Yes

17. Is data collection difficult?

Answer: Yes

18. Is there a high degree of uncertainty in the indicator(s) whether direct (empirical) or determined by assessment on which a management measure may be based?

Answer: Yes

19. Is there a lack of knowledge or data about the fishery which makes it difficult to inform a management measure?

Answer: Yes

20. Is fishing effort data the only type of data available?

Answer: No

21. Is size composition or species composition the only type of data available?

Answer: No

22. Is there immediate concern among any stakeholder group regarding stock status?

Answer: Yes

23. Do stock assessments suggest that overfishing is probable for any species harvested? Answer: Yes

24. Are there multiple fleets impacting the target species or species group? (If considering a single gear type are there other fleets or gears in use?)

Answer: Yes

25. Is the fishery multispecies either in terms of target or bycatch species?

Answer: No

26. Is there latent effort in the fishery?

Answer: No

27. Is fishing effort "creep" occurring suspected or likely?

Answer: No

28. Are there spatial concentrations of fishing effort within the fishery?

Answer: Yes

29. Are there seasonal concentrations of fishing effort within the fishery regardless of whether these are mandated or not?

Answer: Yes

30. Are other species or habitat impacted by the gear or fishery practices?

Answer: Yes

31. Is high discarding or illegal unregulated or unreported activity occurring or suspected?

Answer: No

32. Are there environmental conditions (e.g. oceanographic weather temperature) that strongly affect either fish availability or the ability to fish?

Answer: yes

33. Categorize the nature of the fishery in terms of its main market or activity. If the market or activity is mixed select the highest market level (e.g. "commercial" over "local market"; e.g. "large-scale", "sport fishing" over small-scale", "recreational Artisanal - commercial (range of boats selling locally and/or for export)).

Answer: Low-moderate

34. Rank the current or potential monetary investment for a data collection program for this species/species group.

Answer: Moderate-high

35. What is the level of cooperation within the fishery in terms of current compliance with and support for management measures?

Answer: Low

36. What is the level to which the broader community regards formal management as a "good thing" in terms of compliance with and support for management measures?

Answer: Moderate

37. What level of financial dependency and/or cultural importance is associated with the fishery?

Answer: Moderate

38. Is the fishery open access as opposed to limited entry?

Answer: Intermediate

39. What is the extent of enforcement capability for this fishery?

Answer: Moderate

40. What is the level (strength) of leadership in place to design and support management measures?

Answer: Moderate

41. Has the nature of fishing operations changed or is the nature of fishing operations changing (e.g. in terms of target species, gear types, fishing locations, or markets)?

Answer: No

42. Does the species aggregate (i.e. schooling or other aggregations)?

Answer: Yes

43. Does an assessment (either current or suggested by FishPath) suggest a certain form of decision rule?

Answer: No

44. Can the sex of the species be determined without causing the animal's death?

Answer: No

APÊNDICE 3

Cálculo do tamanho máximo permitido para a garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*

O cálculo do tamanho máximo permitido para a garoupa foi realizado considerando-se o conceito de “*mega spawner (mega desovante)*” estabelecido por Froese (2004). Segundo Froese (2004), o tamanho para considerar um indivíduo como mega desovante (C_{mega}) pode ser calculado como segue:

$$C_{\text{mega}} = C_{\text{opt}} + 10\%, \text{ sendo que } C_{\text{opt}} = C_{\infty} \times (3/(3+M/k))$$

sendo C_{opt} o comprimento ótimo que se refere ao comprimento no qual o rendimento máximo poderia ser obtido, C_{∞} o comprimento assintótico do modelo de crescimento de Von Bertalanffy, M a mortalidade natural e k o coeficiente de crescimento de Von Bertalanffy.

Os parâmetros C_{∞} e k foram obtidos do trabalho de Condini et al (2014). A mortalidade natural (M) foi estimada como a média de 3 estimadores empíricos baseados na idade máxima atualizados por Then et al (2015) com base de dados mais abrangentes do que as originais. A idade máxima da garoupa foi considerada 40 anos (Condini et al. 2017). Os resultados dos 3 estimadores foram: 0.167 ano^{-1} para o modelo de um parâmetro $M=a/id_{\text{max}}$; 0.128 ano^{-1} para a relação linear $\log(M) = a + b \log(id_{\text{max}})$ e 0.134 ano^{-1} quando calculada com a relação não linear $M = a \cdot id_{\text{max}}^b$. A mortalidade natural final média foi de $M = 0.143 \text{ ano}^{-1}$. O comprimento máximo permitido foi calculado como segue:

$$C_{\text{opt}} = 900 \times (3/(3+(0,143/0,129))) = 657,2 \text{ mm}$$

$$C_{\text{mega}} = 657,2 + 65,7 = 722,9 \text{ mm.}$$

Assim, considera-se que o comprimento máximo permitido para a garoupa seja aproximadamente 723 mm.

Bibliografia

Condini, M. V., García-Charton, J. A., & Garcia, A. M. 2017. A review of the biology, ecology, behavior and conservation status of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834). Reviews in Fish Biology and Fisheries, 1-30.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and fisheries*, 5(1), 86-91.

Then, A. Y., Hoenig, J. M., Hall, N. G., & Hewitt, D. A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1), 82-92.