



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

ANNA CAROLINA PEREIRA LOCATELLI

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO MERO *EPINEPHELUS ITAJARA* NO
COMPLEXO ESTUARINO DO RIO FORMOSO**

Recife

2020

ANNA CAROLINA PEREIRA LOCATELLI

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO MERO *EPINEPHELUS ITAJARA* NO
COMPLEXO ESTUARINO DO RIO FORMOSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia
Biológica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Beatrice Padovani Ferreira.

Coorientador: Dr. Rodrigo Ferreira Bastos.

Recife

2020

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

L811e Locatelli, Anna Carolina Pereira.
Ecologia populacional do mero *Epinephelus Itajara* no complexo estuarino do Rio Formoso / Anna Carolina Pereira Locatelli. - 2020.
101 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Beatrice Padovani Ferreira.
Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Ferreira Bastos.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2020.

Inclui Referências e anexo.
Parte do texto em inglês.

1. Oceanografia. 2. Conservação. 3. Etnoecologia. 4. Ecossistemas marinho-costeiros. 5. Espécie ameaçada. 6. Mero. 7. Peixe. I. Ferreira, Beatrice Padovani (Orientadora). II. Bastos, Rodrigo Ferreira (Coorientador). III. Título

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-208

ANNA CAROLINA PEREIRA LOCATELLI

**ECOLOGIA POPULACIONAL DO MERO *EPINEPHELUS ITAJARA* NO
COMPLEXO ESTUARINO DO RIO FORMOSO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia.

Aprovada em: 03/03/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Beatrice Padovani Ferreira (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Sigrid Neumann Leitão (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. José Souto Rosa Filho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Ana Lúcia Bertoldi Gaspar (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter sido a luz que me guiou e esteve comigo nos momentos mais difíceis desse processo.

À minha orientadora, Prof^a. Beatrice, por ser uma fonte de inspiração e de ideias norteadoras. Agradeço por ter acompanhado e se envolvido a fundo nessa viagem sobre meros comigo, muito obrigada por essa oportunidade.

Ao meu coorientador Rodrigo, que me apresentou ao Complexo Estuarino do Rio Formoso, o qual me apaixonei à primeira vista. Obrigada pela orientação e pelos conselhos que me deixavam mais tranquila.

Agradeço à banca avaliadora, por terem aceitado o convite para contribuir com esse trabalho.

A Jonas e Mariana, que foram as boas mãos que me deram suporte fundamental nas análises de dados.

Agradeço a Jonas novamente pelo tempo e dedicação cedidos para me ajudar, ensinar com paciência, me ajudar a recuperar os rumos do trabalho... enfim, por abraçar minha causa com tanto altruísmo.

Agradecemos ainda, aos membros e financiadores dos projetos que realizaram amostragens de desembarques no complexo estuarino do Rio Formoso: Instituto Recifes Costeiros, Projeto Meros do Brasil, CEPENE/ICMBio e RARE - Pesca para Sempre.

Agradeço a Edivaldo e Mariana, membros associados ao CEPENE, pelo empenho na coleta de dados, pelo apoio e pelo conteúdo desses dados cedido para realização desse trabalho.

Ao CEPENE e seus integrantes, em especial à Leonardo Messias, Edivaldo Nascimento, Sérgio Rezende e Carla Lins por todo o auxílio, acolhimento e disponibilidade de recursos e instalações.

Agradeço ao Projeto Meros do Brasil por todo o apoio, disponibilidade de recursos e de equipe que foram de suma importância para a realização desse trabalho.

Meus agradecimentos à esse trio do Projeto Meros do Brasil: à Lucian, André, Alessandra, pelas suas contribuições para a realização desse trabalho.

Agradeço a Prof^a. Elizabeth, que me encorajou e me botou pra cima no momento que eu não acreditava mais em mim. Também agradeço a Beth e ao Prof. Cristiano Ramalho por terem me apresentado o mundo da Socioantropologia da pesca. Seus ensinamentos me fizeram ter um olhar diferente para as comunidades de pescadores e pescadoras e assim, melhorar minha interação com seus integrantes.

Agradeço a minhas companheiras de mestrado e amigas, Deborah e Jacqueline, por terem sido uma rede de apoio, onde nunca houve tanta empatia e compreensão. A Deborah, pelos momentos juntas nas amostragens de campo até aqui e pela amizade que fizemos no meio do caminho.

Agradeço a Ana Lídia, por momentos de orientação, apoio e bons conselhos em algumas situações de dúvidas.

À Camila Brasil pela elaboração do mapa da área de estudo, por disponibilizar sua ajuda quando necessário

Aos integrantes do LECOR como um todo, pela ajuda, ensinamentos e também pelas boas energias nos momentos que passei com vocês.

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia pelo suporte e acompanhamento.

À CAPES pela bolsa fornecida para minha formação como mestre.

Agradeço aos meus familiares. Principalmente à minha avó, pela fonte de abrigo, apoio e sabedoria de vida e ao meu pai, pelos conselhos e pelos resgates na Universidade quando eu perdia a noção do tempo.

Gratidão aos meus queridos amigos, pelo apoio, conselhos, e pela ouvidoria durante esses dois anos, que foi muita! Eles esperavam mais de mim do que eu pensei que fosse capaz.

Queria agradecer a Genival, que me apresentou à integrantes da comunidade pesqueira de Tamandaré que até então, tinham perdido a confiança na pesquisa. Agradeço também por ter sido o ser humano mais compreensivo, me apoiando de todas as formas e sendo a única pessoa fora do núcleo acadêmico que compreendeu de verdade minha dedicação.

E quanto a essas pessoas do mundo da pesca, que contribuíram para o meu trabalho e que guardo com muito carinho... Francisco, Manuel, Cícera, Severino, Paulo, João e Moacir, a todos vocês o meu muito obrigada!

Também agradeço, por fim, à toda a comunidade pesqueira de Tamandaré e de Rio Formoso pela confiança e pelo seu precioso conhecimento cedido, que permitiu que esse trabalho chegasse até aqui.

E a todos que contribuíram de alguma forma, em cada detalhe desse trabalho, a minha sincera gratidão.

“As nossas paixões são os principais instrumentos da nossa conservação”
Jean-Jackes Rousseau
(1712-1778).

RESUMO

A conservação e o manejo efetivo de áreas costeiras são fundamentais para preservação da biodiversidade. Manguezais e estuários, como ecossistemas marinhos costeiros, desempenham um papel essencial de berçário, habitat reprodutivo e de proteção para diversas espécies de peixes. Devido a participação desses ambientes na história de vida de diversas espécies ameaçadas, estes locais têm configurado habitats essenciais para a recuperação de espécies que tiveram declínio, por exemplo, pela pesca excessiva. O mero (*Epinephelus itajara*) é uma espécie de garoupa classificada no Brasil como criticamente ameaçada, devido ao declínio populacional acentuado decorrente da pesca e perda de habitat. Em estágios iniciais de vida, o mero se desenvolve em ecossistemas estuarinos e manguezais. Estudos sobre *E. itajara* são importantes para subsidiar estratégias de conservação. Portanto, este estudo teve como foco principal a ecologia e conservação do mero e foi dividido em dois artigos. No primeiro, foi montado um banco de dados literários através de uma revisão sistemática. Neste foram identificados 184 estudos, sendo observado um crescimento dessas publicações nos anos 90. A maioria dos estudos foram voltados para ecologia e conservação, concentrando-se em países que implementaram moratórias e que contemplam faixas de manguezal remanescentes. Os resultados apontam a influência de ações de conservação como proibição da pesca, classificação de nível de ameaça e conservação dos habitats para a formação e direcionamento do conhecimento sobre a espécie. No segundo, foram realizados levantamentos do conhecimento ecológico local e análise de capturas da pesca artesanal estuarina do litoral sul de Pernambuco, com o objetivo de investigar a ecologia da espécie nessa área e transformações espaço-temporais. O estudo do conhecimento ecológico local foi baseado em entrevistas semi-estruturadas, sendo entrevistados 39 pescadores no ano de 2019. A análise da pesca artesanal foi feita com base nos dados de amostragens de desembarques de pesca de camboa dependentes de diferentes projetos e realizadas entre 2000 e 2019, que reuniu ao todo, 280 desembarques. Durante as entrevistas, foram apontados habitats importantes nas áreas estuarina e marinha, uso dos recursos, além de outras informações sobre a ecologia do mero. No estuário, foram indicados pelos pescadores locais que a espécie perdeu abundância e tamanho devido, principalmente, à perda e degradação de habitat. No mar, os mergulhadores destacaram aumentos em abundância e tamanho associados à moratória da captura entrada em vigor desde 2002. Através da análise temporal das capturas da pesca de camboa, foram detectadas variações na abundância de meros, apontadas por um aumento pós-moratória e subsequente declínio significativo e mais recente, que corresponde

à última década. Tal declínio identificado é compatível com o declínio da espécie segundo informado pela comunidade pesqueira local. Segundo o presente estudo, é evidenciado um efeito positivo da moratória com o aumento da abundância de *E. itajara*. No entanto, esse efeito não tem sido encontrado na região estuarina estudada devido a impactos antrópicos e a consequente degradação desse berçário. Esses distúrbios são somados à pesca ilegal e incidental e medidas de fiscalização e mitigação da degradação de habitat se fazem necessárias para reduzir ameaças à conservação do mero.

Palavras-chave: Conservação. Etnoecologia. Ecossistemas marinho-costeiros. Espécie ameaçada. Mero. Peixe.

ABSTRACT

The conservation and effective management of coastal areas are fundamental for the preservation of biodiversity. Mangroves and estuaries, as coastal marine ecosystems, play an essential role as nursery, reproductive habitat and protection for several fish species. Due to the participation of these environments in the life history of several threatened species, these sites have configured essential habitats for the recovery of species that have declined, for example, through overfishing. Goliath grouper (*Epinephelus itajara*) is a species classified in Brazil as critically endangered due to the sharp population decline resulting from fishing and habitat loss. In the early stages of life, this species develops in estuarine and mangrove ecosystems. *E. itajara*'s studies are important to support conservation strategies. Therefore, this study had as main focus the ecology and conservation of the goliath grouper and was segregated in two papers. In the first, a literary database was assembled through a systematic review. In this one, 184 studies were identified, being observed a growth of these publications in the 90s. Most of the studies were focused on ecology and conservation, concentrating on countries that implemented moratoriums and contemplated remaining mangrove swamps. The results point to the influence of conservation actions such as fishing bans, threat classification and habitat conservation on the knowledge about the species. In the second, surveys of local ecological knowledge and analysis of catches of the artisanal estuarine fishery of the southern coast of Pernambuco were carried out, with the objective of investigating the ecology of the species in this area and spatial-temporal transformations. The study of local ecological knowledge was based on semi-structured interviews with 39 fishermen being interviewed in 2019. The analysis of artisanal fisheries was based on sampling data of landings from camboa fisheries dependent on different projects and carried out between 2000 and 2019, which brought together a total of 280 landings. During the interviews, important habitats in the estuarine and marine areas, resource use, and other information on the ecology of the species were pointed out. In the estuary, local fishermen indicated that the species lost abundance and size mainly due to habitat loss and degradation. At sea, divers highlighted increases in abundance and size associated with the moratorium on capture that has been in effect since 2002. Through the temporal analysis of the catches of the camboa fishery, variations in species abundance were detected, pointed out by a post-moratorium increase and subsequent significant and more recent decline, which corresponds to the last decade. This decline identified is compatible with the decline of the species as

reported by the local fishing community. According to the present study, a positive effect of the moratorium is evidenced with the increase in abundance of *E. itajara*. However, this effect has not been found in the estuarine region studied due to anthropic impacts and the consequent nursery degradation. These disturbances are added to illegal and incidental fishing and measures to control and mitigate habitat degradation are necessary to reduce threats to the goliath grouper conservation.

Keywords: Conservation. Ethnoecology. Marine and coastal ecosystems. Endangered species. Goliath grouper. Fish.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	17
2. 1	OBJETIVO GERAL.....	17
2. 2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3	SYSTEMATIC REVIEW OF THE GOLIATH GROUPER (EPINEPHELUS ITAJARA): Implications of the conservation of an endangered grouper in Science.....	18
4	VARIAÇÕES TEMPORAIS NA ABUNDÂNCIA DO MERO (EPINEPHELUS ITAJARA, LICHTENSTEIN, 1822) NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL: Pesca e conhecimento ecológico local.....	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
	REFERÊNCIAS.....	88
	ANEXO A - ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	101

1 INTRODUÇÃO

O mero é uma das maiores espécies de garoupa conhecidas (EKLUND & SCHULL, 2001). Podendo chegar a 2 metros de comprimento e ultrapassar 400 kg, representa uma das duas maiores espécies do gênero *Epinephelus* (HEEMSTRA, 1991) e a maior garoupa do Oceano Atlântico (CRAIG, 2011). A espécie é protogínica (atinge primeiramente a maturidade feminina, mudando de sexo mais tarde na vida para se reproduzir como macho) (SMITH, 1965; ERISMAN, 2008) e quando adulta pode formar agregações reprodutivas com mais de 100 indivíduos (SADOVY & EKLUND, 1999). A espécie se distribui em zonas tropicais e subtropicais costeiras (SMITH, 1971). Assim como é chamada de Garoupa Golias do Atlântico, *E. itajara* ocorre majoritariamente no Oceano Atlântico, concentrando-se à oeste e com distribuição à leste na costa Africana (HEEMSTRA & HANDALL, 1993). Entretanto, a espécie também é registrada no Oceano Pacífico, principalmente no Golfo da Califórnia onde existem agregações reprodutivas documentadas (SALA et al., 2003; ERISMAN et al., 2010) e na Colômbia (GÓMEZ, et al., 1999).

Atraídos principalmente por seu tamanho acompanhado de um comportamento manso e curioso (BULLOCK et al., 1992), pescadores de várias áreas de sua distribuição causaram um rápido declínio das populações de meros a níveis alarmantes (AULT et al., 1998; SALA et al., 2004; GRAHAM et al., 2009). Além disso, o mero possui baixa resiliência populacional em casos de declínio devido ao seu ciclo reprodutivo (BULLOCK et al., 1992). Dentre os fatores que conferem baixa resiliência estão: (a) ciclo de vida longo, com longevidade de aproximadamente 37 anos (SADOVY & EKLUND, 1999); (b) crescimento e maturação lentos, começando a se reproduzir entre 4 e 7 anos e 1,1 a 1,2 metros de comprimento (BULLOCK et al., 1992) e; (c) hábitos gregários (FERREIRA e al., 2012).

Desse modo, a recuperação da espécie é lenta, sendo necessárias décadas para que ocorra a reposição dos estoques (PORCH & SCOTT, 2001; PORCH; EKLUND; SCOTT, 2006), enquanto que os hábitos gregários viabilizam a retirada massiva de indivíduos (AULT; BOHNSACK; MEESTER, 1998; SADOVY & EKLUND, 1999).

As agregações reprodutivas representavam os principais alvos da pesca, pois conferem fácil acesso devido a ocorrência em locais e períodos fixos conhecidos pelas populações humanas (BULLOCK et al., 1992; GERHARDINGER et al., 2006; MANN et al., 2009; KOENING

et al., 2017). Outro fator agravante é a forte fidelidade da espécie ao seu tipo de habitat (SADOVY & EKLUND, 1999) e a preferência por ambientes costeiros rasos, os quais permitem maiores chances de encontro e acesso (HOSTIM-SILVA et al., 2018).

Com a baixa dos estoques a espécie tornou-se rara na sua extensão de ocorrência (SADOVY & EKLUND, 1999). A pesca entrou em colapso (BOHNSACK et al., 1994; AULT et al., 1998) e se tornou difícil encontrar indivíduos adultos com mais de 100 kg (FENNER, 2004). Neste período foram surgindo tomadas de decisões para proteção da espécie, como limite mínimo de tamanho da captura e moratórias propriamente ditas (SADOVY & EKLUND, 1999; HOSTIM-SILVA et al., 2005; IBAMA, 2002). A espécie chegou a ser declarada como ameaçada localmente e em seguida, entrou na lista vermelha da IUCN como criticamente ameaçada para sua distribuição global (HEEMSTRA & RANDALL, 1993; HUDSON & MACE, 1996).

Após moratória dos EUA, primeiro país a proibir a pesca em seu território, indícios de recuperação nessas áreas foram sendo acompanhados e justificaram a passagem da espécie de “Criticamente ameaçada” para “Vulnerável” na avaliação mundial mais recente da IUCN em 2018 (IUCN, 2018). Entretanto, localmente a espécie ainda enfrenta declínios em outras áreas de sua distribuição ao mesmo tempo que há carência de estudos em outros locais para definir seu status populacional local (IUCN, 2018). Outros fatores também ameaçam a conservação e recuperação de *E. itajara* em razão da alta vulnerabilidade da espécie a atividades antropogênicas (HOSTIM-SILVA et al., 2018). Dentre as demais ameaças podem ser citadas: (a) perda de habitat (SADOVY & EKLUND, 1999); (b) redução da qualidade da água (KOENING et al., 2007; HOSTIM-SILVA et al., 2018); (c) pesca incidental/bycatch (MMA, 2007, p. 10; DE MACEDO et al., 2018) e; (d) mudanças climáticas (IUCN, 2018).

Neste cenário, estudos sobre *E. itajara* são importantes para subsidiar estratégias de conservação da espécie, assim como dos ecossistemas de ocorrência. São recomendados para fins de monitoramento, estudos de parâmetros populacionais e de biologia reprodutiva (PUSACK & GRAHAM, 2009). Além disso, as revisões são responsáveis por levantar uma diversidade de informações para avaliação do status de conhecimento sobre um determinado assunto. As revisões sistemáticas são o tipo de revisão mais conhecido, o qual busca de forma sistematizada avaliar e sintetizar evidências de pesquisa, procurando agregar em uma área de tópico todo o conhecimento documentado na literatura (GRANT et al., 2009).

Os métodos sistemáticos são utilizados para localizar os estudos existentes, avaliar suas contribuições, analisar de forma crítica e compor uma síntese exhaustiva de dados sobre uma questão teórica. Por fim, são relatadas as evidências de forma que permita inferir sobre o que é conhecido e o que há de lacunas no conhecimento, fornecendo um resumo abrangente (DENYER & TRANFIELD, 2009). Em grande parte da literatura sobre ecologia e conservação, as revisões sistemáticas permanecem desconhecidas para muitos ecólogos. Entretanto, essa metodologia é importante, pois oferece inúmeras vantagens na precisão e redução do viés comparado a revisões narrativas e demais avaliações de literatura, às quais podem tomar uma direção menos abrangente (LOWRY et al., 2013).

Além disso, quando as informações biológicas sobre a maioria das populações marinhas são limitadas, é necessário elaborar outras estratégias que permitam avaliações de status e risco de extinção. Uma das principais saídas para preencher essas lacunas é o uso do conhecimento ecológico local, que assume um papel chave na identificação de vulnerabilidades das espécies (SILVANO & BEGOSSI, 2010).

No Brasil, as áreas de ciência mais abordadas nos estudos etnobiológicos apontam a ligação entre saberes e técnicas utilizadas e o uso de recursos naturais. Uma das principais áreas estudadas, a ictiologia/haliêutica, exemplifica a prospecção do conhecimento local para atividades como agricultura, artesanato e pesca pelas populações tradicionais. As zonas costeiras também demonstram sua importância sendo a segunda mais citada para as populações tradicionais não-indígenas (DIEGUES, 1999). Portanto, o levantamento dos conhecimentos, usos e práticas das sociedades tradicionais é fundamental, pois, essas sociedades são grandes detentoras de parte considerável do conhecimento sobre a diversidade biológica (DIEGUES, 1999).

Diante do exposto, o presente estudo visa reunir informações biológicas de *Epinephelus itajara*, tendo como foco principal a ecologia e conservação da espécie em escala global e local. O estudo foi constituído em dois principais capítulos estruturados em formato de artigo. O primeiro capítulo compõe um banco de dados literários através de técnicas de revisão sistemática. Esta abordagem avalia, principalmente, o status de conhecimento global sobre espécie, distribuição geográfica de estudos, evolução da produção científica e a relação desse apanhado de estudos com medidas de conservação aplicadas para a espécie. O segundo

capítulo foca na ecologia do mero e mudanças espaço-temporais da espécie e do seu ecossistema de ocorrência. Neste capítulo, são empregados de forma integrada dois métodos distintos: (a) o conhecimento ecológico local e; (b) análises de desembarques da pesca artesanal estuarina, ambos realizados no litoral sul de Pernambuco, Brasil.

2 OBJETIVOS

Diante ao exposto supracitado, os objetivos geral e específicos do estudo em questão fora os seguintes:

2. 1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a ecologia e conservação de *Epinephelus itajara*, como exemplos, distribuição e habitats adequados e fazer inferências sobre o status de conhecimento global e status populacional da espécie no litoral sul de Pernambuco – Brasil, com ênfase num complexo estuarino, por meio de conhecimento ecológico local e análise temporal da pesca artesanal.

2. 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar uma revisão sistemática sobre a espécie, descrevendo principalmente a evolução temporal da produção científica e sua relação com medidas de conservação da espécie;
- b) Analisar ecologia e status populacional da espécie no litoral sul de Pernambuco a partir de entrevistas com pescadores e mergulhadores locais;
- c) Avaliar dados pretéritos e atuais de capturas de pesca de Camboa no complexo estuarino observando tendências temporais.

3 SYSTEMATIC REVIEW OF THE GOLIATH GROUPEL (EPINEPHELUS ITAJARA): Implications of the conservation of an endangered grouper in science

Systematic review of the Goliath grouper (*Epinephelus itajara*): Implications of the conservation of an endangered grouper in science

A. C. P. Locatelli¹, R. F. Bastos¹, B. P. Ferreira¹

¹Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, Laboratório de Estudos em Ecossistemas Oceânicos e Recifais (LECOR), Brazil

Artigo submetido à Endangered Species Research

ABSTRACT

Fishing has been one of the main reasons for the decline of large fish and is one of the main causes of extinction. Goliath grouper (*Epinephelus itajara*) is a large grouper threatened due to overfishing according to the IUCN red list. *E. itajara* studies are important to support conservation strategies for the species and the ecosystems where it occurs. Conservation status may attract scientific attention to threatened species, however protective measures may make access to fish dependent sampling more difficult. We conducted a literary review on the goliath grouper, assessing the status of knowledge about the species, areas, locations and study mechanisms with a high understanding of the analyses, as well as gaps that deserve attention from research. To this end, we set up a literary database using systematic review techniques with the transparent and reproducible scope of a scientific study. Data were obtained through online searches in three research platforms: Scopus, Web of Science and Google Academic, between March and April, 2019. We identified 184 studies within the selection requirements. A growth in publications was observed from the 90s onwards, coinciding with the first legislations. Most of the studies focused on ecology and conservation and also occurred on countries that implemented moratoriums and contemplated developed mangroves. The results point to positive impact of conservation actions such as moratorium, classification of the species as threatened, and conservation of habitats for the formation and direction of knowledge about the species. This study represents a pioneering approach to studies on *E. itajara* and the first systematic review about a grouper.

KEY WORDS: Goliath grouper, *Epinephelus itajara*, Conservation, Ecology, Threatened species, Ecosystem conservation, Fishing, Systematic Review

INTRODUCTION

Unsustainable fishing is a global scale and recurrent problem in the oceans (Pauly et al. 2002). As on land, where human populations are historically inclined to hunt large vertebrates, in the oceans, fishing is directed towards larger fish, also causing risk of extinction for these vertebrate populations (Alroy 2001, Jennings et al. 2002, Ripple et al. 2017). This groups of fishes are frequently formed by slow growing and late reproductive species (Coleman et al. 2000). Whole communities of large fish, usually predatory ones, have faced a rapid global decline in biomass (Christensen et al. 2014). The impact of the removal of this important functional group has led to negative effects on several marine ecosystems, extending beyond the collapse of exploration targets groups of fishes (Scheffer et al. 2005). Notably, these depletions can cause changes in the size structure (Jennings et al. 2002, Shin et al. 2005) and affect other functional groups (Bell et al. 2017).

Such factors contribute to trigger trophic cascade effects, generating increases or even explosions of species of smaller size classes (Shin et al. 2005; Scheffer et al. 2005). Groups that usually develop under this phenomenon are invertebrates, such as squid and jellyfish, previously controlled by predation pressure in food webs (Dolah et al. 2001, Mills 2001, Daskalov 2002, Purcell et al. 2007). In recent decades there has been a growing awareness that fish with ecological and commercial importance may not only be severely depleted as a fishery resource, but also threatened with extinction through over-exploitation (Casey & Myers 1998, Myers & Worm 2005). Among the commercially important species, the most sensitive to the risk of extinction are species that are highly valued in the market, large and slow growing, and may have limited geographical reach and/or occasional recruitment, such as many grouper species (Sadovy 1994, Sadovy 2001, Sáenz-Arroyo et al. 2005).

Grouper is a term more frequently recognized to represent the family *Epinephelidae*. Such a family constitutes a strong target of over-exploitation due to its high commercial value, which is demonstrated at a high price especially due to the quality of its meat (Sadovy 1994, Chiappone et al. 2000). Large groupers are also more appreciated and therefore tend to suffer greater fishing pressure. This pattern can be observed when species classified at some threat

level reach higher maximum sizes, while smaller species are classified occasionally into threat categories, showing a relationship between body size range and conservation status (Sadovy de Mitcheson et al. 2013). In particular, *Epinephelus* and *Mycteroperca* genera, which include larger species, face the greatest threats among groupers and whiting (Morris et al. 2000).

The effects of the high value added to the life stories of groupers culminate in the intensification of the impacts of fishing, making them more vulnerable to this anthropic pressure. Classified as k-strategists, they have slow growth and late sexual maturation, which results in a slow population recovery in cases of decline (Bullock et al. 1992, Heemstra & Randall 1993, Beets & Hixon 1994). In addition, behavioral aspects such as the formation of reproductive aggregations in predictable locations, sedentary habits and strong territorialism facilitate the encounter and capture of individuals (Coleman et al. 1996, Randall & Heemstra 1991, Domeier & Colin 1997).

The goliath grouper or Atlantic goliath grouper (*Epinephelus itajara*), also known as “mero” in a large part of its geographic range is an example of a grouper threatened for equivalent reasons as above. This species is an Epinephelidae that can reach over 2 meters in length and weigh a record of 400 kg, classifying itself as one of the two largest species of *Epinephelus* genera (Heemstra 1991). In addition to being targeted for its large size, *E. itajara* inhabits shallow waters has strong links with artificial habitats, such as shipwrecks (Smith 1976, Bullock & Smith 1991, Sadovy & Eklund 1999) and concentrates on reproductive aggregations on specific locations and times (Bullock & Smith 1991, Sadovy & Eklund 1999, Gerhardinger et al. 2009, Ferreira et al. 2014), which all add to its capturability.

By early 1990's a sharp decline and concern about population status led the species to be placed as candidate on the United States List of Threatened Species (Hudson & Mace 1996). In 1996 the species appeared as critically endangered on the red list of the International Union for the Conservation of Nature (IUNC) (Heemstra & Randall 1993, Hudson & Mace 1996) where it remained until 2018. Although its populations started to recover in US waters due to a 27 years moratorium, in other parts of the Atlantic, poaching and/or total lack of enforcement continued. The status of their populations is unknown in other areas of occurrence, such as Brazil, Cuba, Mexico and Belize, but is likely to be at a reduced level and the species is currently stated as "Vulnerable" in the current assessment (IUCN, 2018).

Conservation status may attract scientific attention to threatened species, however protective measures may make access to fish dependent sampling more difficult. Thus, the objective of this study was to conduct a systematic review of the goliath grouper (*E. itajara*), aiming at a better understanding of the impact of protective measures on science. Through these data, we sought to understand how evaluations of the conservation status of the species and regulations for protection influence their knowledge status and the possible evolution of these publications. Aspects such as areas with richness of studies, existing gaps, temporal patterns of publications were evaluated, and a current synthesis of knowledge about the species was produced.

MATERIALS & METHODS

A database was developed from existing literature data, compiled through selective literature searches (Mantyka-Pringle et al. 2011, Lowry et al. 2013). Searches results included records of the period between 1960 and 2019. Selected papers involved published papers and grey literature. Three data platforms were used: Scopus, Web of Science and Google Academic. The searches in the tools were conducted using as keyword: "*Epinephelus itajara*", the name of the species. The choice is due to two factors: (1) The name of the species may allow a greater achievement due to the access to different languages, do not limiting the languages of the countries; (2) the aid in the filtering of studies involving the targeted species, reducing the appearance of publications focusing on other species due to the occurrence of synonymy. A priori, the research was carried out with specific periods of older decades to verify the beginning of the studies with the species. Thus, it was identified that the first studies on *E. itajara* appeared in the 1960s.

Selection, extraction of publications and preparation of the database

The central criterion for the selection of articles was the relevance of the species, but studies including other species were also selected as long as *E. itajara* was part of the scope. Studies were excluded when: (1) studies selected by search tool that did not include *E. itajara* in their main text; (2) the focus was on sampling protocols or data analysis; (3) purely methodological studies, applying the species only as a case study; (4) it was a retraction article; (5) the targeted species was only mentioned once; and (6) their general surveys of ichthyofauna only included the name of the species in a list, with the exception of: (a) studies

containing data on abundance, frequency of occurrence or important descriptions; (b) "new records" of the species in a given area; and (c) species listings in commercial fishing statistics.

The selection of the article based was made based on the title, abstract and keywords were fully read. When the mention of *E. itajara* was superficial or with little relevance the article was excluded of the selection. A database was ordered by date. Variables such as main author, year, title, volume, edition, number of the initial and final pages in the journal, number of citations and abstract were recorded in the database. The studies were categorized according to their location of the study (country, state and, when possible, the coordinates of field and fishery data studies), type of ecosystem, type of research, area of science and subarea of ecology studies. The keywords helped confirming the classification of the areas and subareas addressed. The geographical coordinates were extracted in the text or figures of the articles. When they were not described in the text, the coordinates were found in Google Earth or obtained in Google GeoHack when the sites were georeferenced (Mantyka-Pringle et al. 2011).

Scopus and Web of Science Searches

Scopus and WOS searches were respectively performed on March 7th, 2019 and on March 22nd, 2019. The results of this survey were fully evaluated on both platforms. Few of the results did not meet the inclusion criteria. Most of the exclusions were due to the occurrence of synonymy. Results excluded from the Scopus database mainly included studies on other grouper species. In the Web of science platform, most excluded results were on other fish species in general, including grouper species, but also more distant groups of fish.

Google Scholar Searches

The searches started on April 6th, 2019. In Google Scholar the search was partitioned by dates, being the first filter search in the '60s' period, confirming the start of the studies in 1960. Next, filtering was given by decade (eg. from 1961 to 1970). The results were fully evaluated, except for the last three decades. Those periods contained a large number of studies, but quality was lost as the pages progressed, resulting in a high number of exclusions per page.

There are many reasons of exclusions with high number of studies. A common reason found and do not cited on criteria above was the repetition of publications that had already appeared on previous pages of search (Figure 1). As the relevance of publications for the proposed search declined over pages, search was concluded when a page had only one selected publication, representing 90% of exclusions. The limit of pages evaluated was established as follow: from 1991 to 2000 the first 10 pages analyzed, from 2001 to 2010 the first 15 pages and from 2011 to 2019 the first 12 pages (similar to Hind 2014).

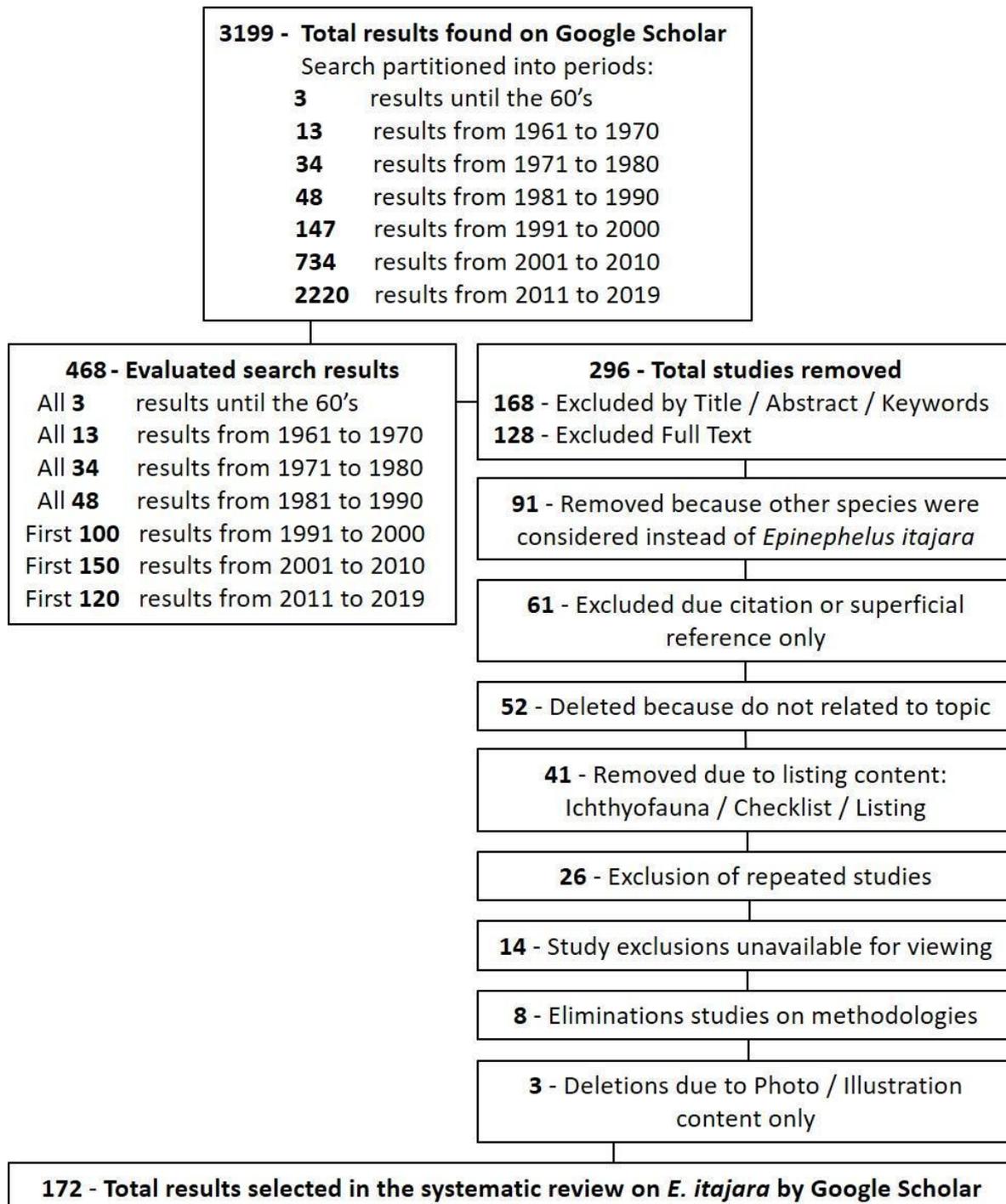


Figure 1. Flowchart of search processes, extraction and selection of results for systematic review. This search results refers to the Google Scholar tool, which represents one of the databases used for the study.

Statistical analysis

The frequency distribution of publications per decade was tested for normality using the Shapiro-Wilk test, which indicated a non-normal distribution for the 1960s ($W = 0.6402$, $p = 0.0082$), 1970 ($W = 0.8432$, $p = 0.0522$) and 1980 ($W = 0.846$, $p = 0.0574$). Therefore, the temporal analysis of the publications was compared using a Kruskal Wallis test. Post hoc

analysis was performed using a Student-Newman-Keuls test. The free statistical package BioEstat 5.0 software was used to run analysis.

RESULTS

Data Platforms and Timeline Studies

In Academic Google platform were found 3199 results, but due to excessive repetition of publications and the presence of studies that were not connected to the topic, 468 of those results were only considered for evaluation. Meanwhile, the Scopus and Web of Science platforms, delivered 88 and 71 results, respectively. Therefore, a total of 627 results were evaluated, among the three platforms studied and with the keyword used. At the end of the analysis, a total of 184 studies were selected, of which 47 were overlapping between the three databases. Overlaps became more common from the 2000s. A total of 28 studies were from the grey literature, were found only on Google's academic platform, and about half of these studies were distributed from 1960s until the late 1980s.

The number of publications increased with time (KW, $p < 0.0000$; $H = 35.4273$) (Figure 2) with significant differences between decades (SKN post-hoc, see Table 1). The first studies appeared in the 60's, with 4 publications, representing only 2.17% of the total. A significant increase in studies emerged after the 1990s with no difference in the number of publications in the two last decades (Table 1), (Figure 2).

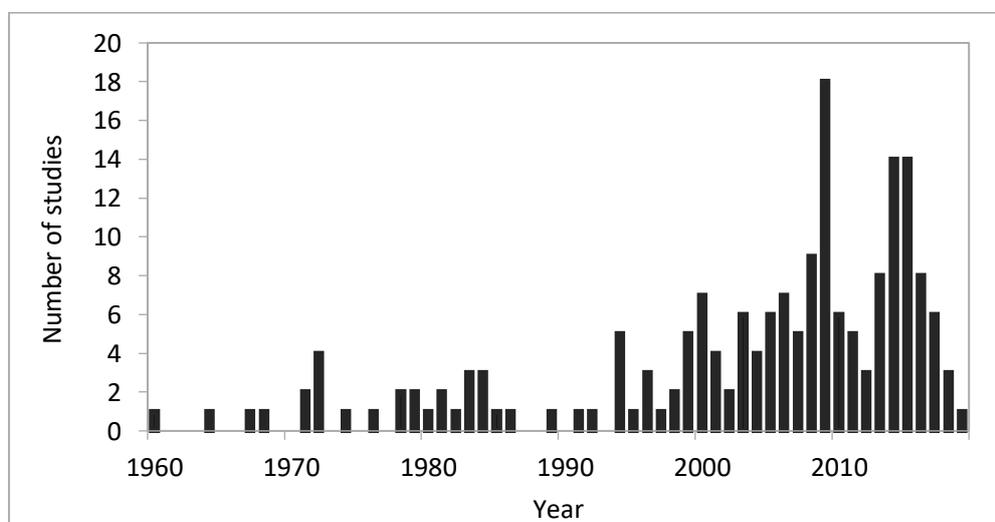


Figure 2. World scientific production in number of articles per year included in the analysis. The analysis included studies until March 2019 and was registered since 1960.

Table 1. Comparison of world scientific production on *E. itajara* between decades from 1960 to March 2019. Student-Newman-Keuls values on the left, p-values on the right. Significant values (<0.05) with asterisk (*).

Decade	1960		1970		1980		1990		2000	
1970	8,35	0.285	-	-	-	-	-	-	-	-
1980	10,4	0.183	2,05	0.793	-	-	-	-	-	-
1990	13,55	0.0828	5,2	0.5055	3,15	0.6867	-	-	-	-
2000	35,6	< 0.0001*	27,25	0.0005*	25,2	0.0013*	22,05	0.0048*	-	-
2010	34,1	< 0.0001*	25,75	0.001*	23,7	0.0024*	20,55	0.0085*	1,5	0.8477

Among the studies included in the analysis, the oldest selected article was published in 1960 on Parasitology. Studies directed to the species were published in the 1970s, starting with a review of American groupers (Smith 1971). This work represented the first study of the review that included the species. The pioneering study on Ecology was published in 1976, identifying eating habits of reef fish in the East Indies (Randall 1967). In this study, it was observed that the goliath grouper, differently from other grouper species, feeds more on crustaceans than on fish.

Almost twenty years later, management was raised in three studies published in 1994, one of which was a review of Grouper stocks in the Midwest Atlantic (Sadovy 1994) and the one year later the first study on conservation biology of the species was published. The study evaluated the conservation status of *E. itajara* on the Brazilian coast according to divers and fishermen's interviews and reported abundance reduction over the past ten years. The main cause of this decline was considered to be illegal underwater fishing (Ferreira & Maida 1995).

Locations, ecosystems and types of studies

Most studies were conducted in the Gulf of Mexico (19), Southwest Florida (18), Northeast (16) and South (11) regions of Brazil and the Caribbean (16). These studies covered 14 countries, mostly in tropical and subtropical regions, with only two studies in temperate regions. The publications concentrated in the America and did not include the African continent, where the species also occurs (Figure 3). The countries with the highest concentration of studies were the United States (60), Brazil (50) and Mexico (11) (Figure 4). Twenty-seven states were identified among the countries of Brazil, the United States, Mexico, and Venezuela, and 37% of these states were Brazilian. In Brazil, the studies were

distributed from the north to the south of the country, representing more than 60% of the Brazilian coastal states. The five states with the highest number of studies were Florida (48), Bahia (16), Pernambuco (9), Pará (8), and Santa Catarina (7), 4 of which were in Brazil (Figure 5).

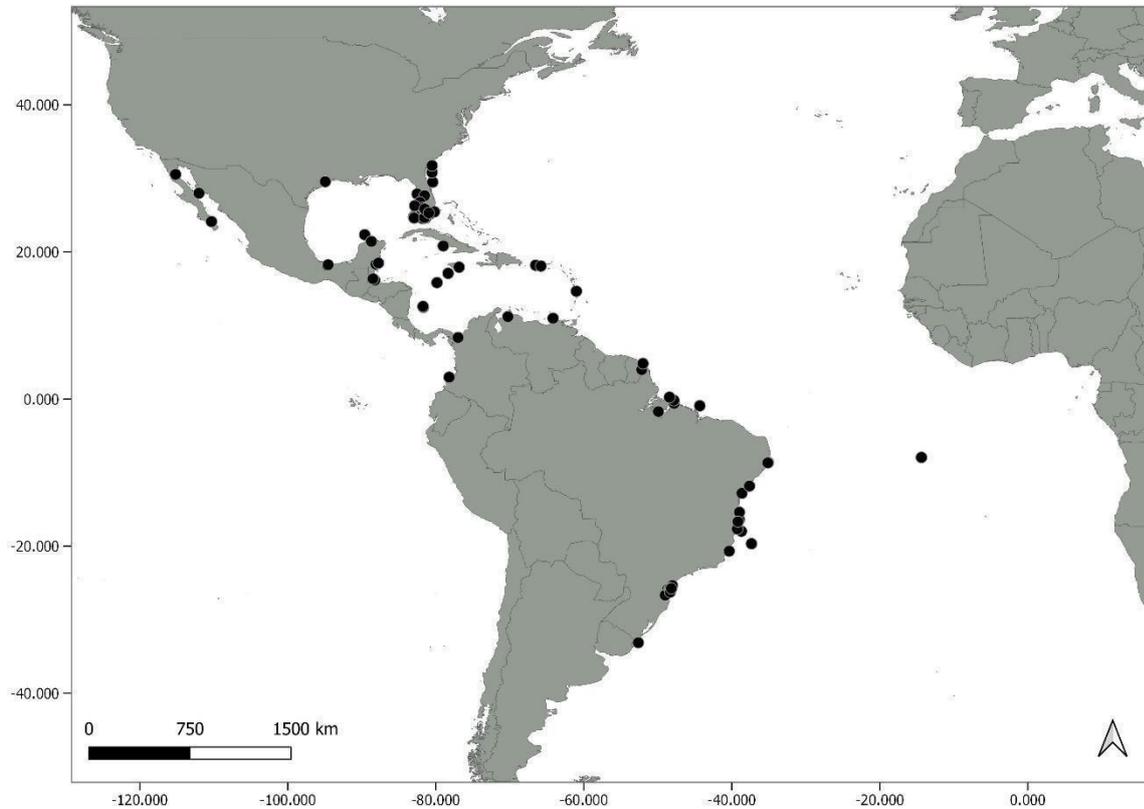


Figure 3. Location points found in the studies included in the systematic review. We added 113 points from 79 publications, where more than one location could belong to a single study. The sites refer mainly to field studies, Local Ecological Knowledge and data from fishing. Fonte: Locatelli, 2019.

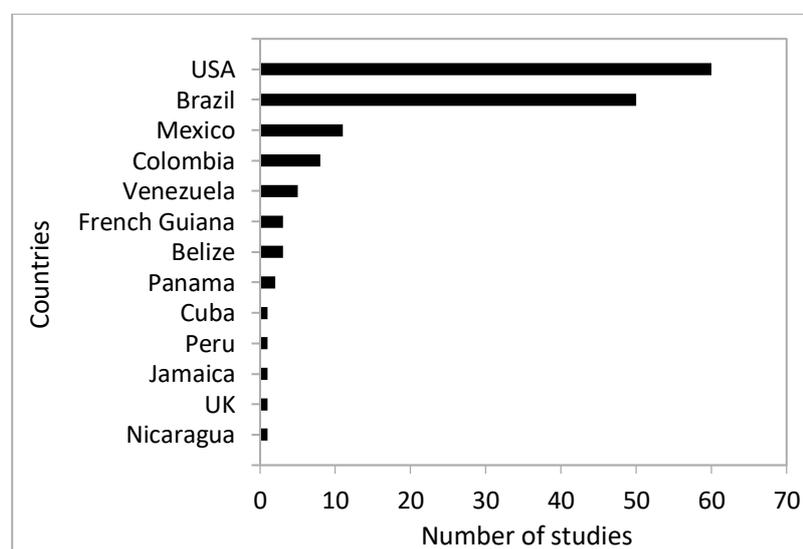


Figure 4. Number of studies by country that were found in the studies. The classification takes into account the territories where the studies took place, as an example the field studies, excluding the countries originating from the authors or departments.

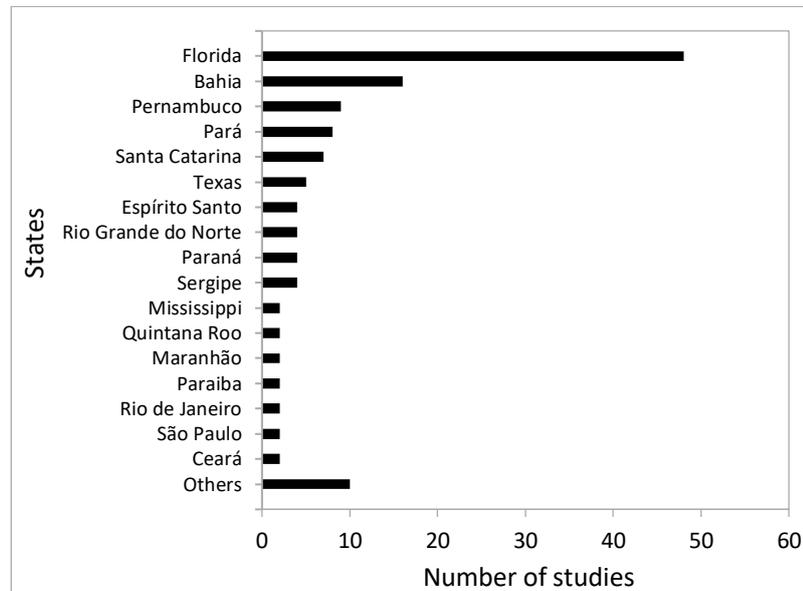


Figure 5. Main states with studies on *E.itajara* composed mainly by states of Brazil, USA and Mexico.

Most studies were carried out in coastal areas and 41 studies were identified as unspecified coastal ecosystem (38.3% of the studies). The three main ecosystems with more studies were reefs (36), estuaries (35) and mangroves (31), with a similar distribution of 33.6, 32.7 and 28.9%, respectively. Reefs/artificial structures (20) were also highlighted as 18.7% of the ecosystems found. *E.itajara* was also found in other different structures such as rocky reefs, limestone outcrops, lagoons, seagrass meadows and also on sandy, muddy bottoms and beach environments, but in smaller proportions (Figure 6).

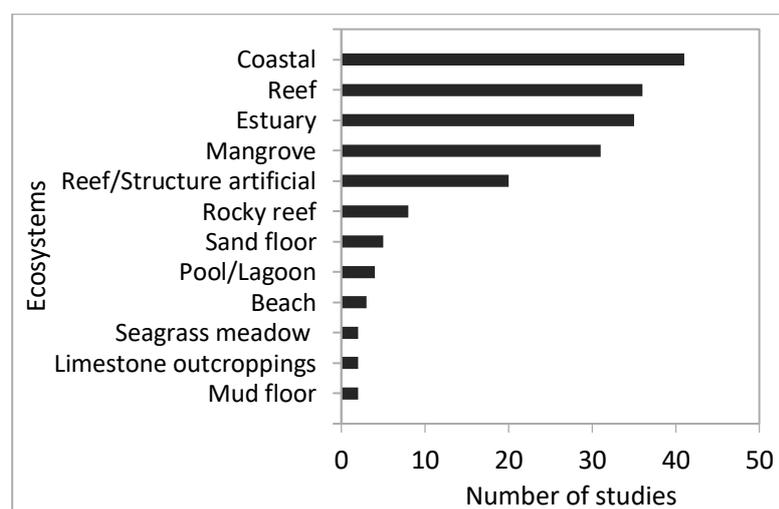


Figure 6. Types of ecosystems studied in the publications selected by the review. Coastal represents a category where the type of coastal ecosystem was not separately evidenced.

Several study categories were identified (Figure 7). Most of the studies described fieldwork (71) representing 41.1% of the studies, followed by laboratory experiment with 25.7% of the studies. Data originated from fishing represented the third group in number of studies (32), presented in 18.3% of the studies. Within fishing, 53% corresponded to studies that analyzed landings. Studies based on interviews made up 14.8% of the studies and reviews were 8% of the studies published. Data from voluntary divers (2.3%) and underwater videos (1.14%) were rarer and represent innovations of research types potentially useful to expand the database.

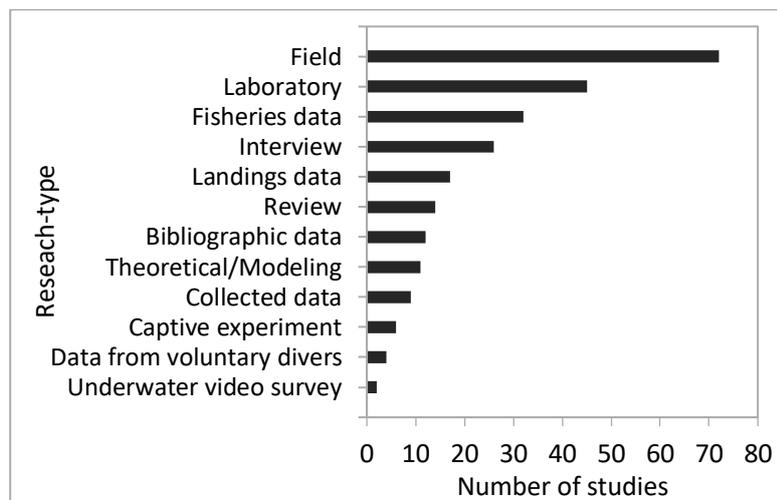


Figure 7. Types of studies applied in the publications selected by the review.

Research areas and subareas in ecology

Of the 17 areas of knowledge identified, more than half of the publications were focused on Ecological studies (58.7%), followed by Conservation (28.2%) and Fisheries Biology (19.6%) (Figure 8). Studies on Management and Reproductive Biology were also widely addressed, with 12.5 and 11.4%, respectively. Meanwhile, a small number of studies were published in several areas, these being Parasitology, Physiology, Veterinary Science, Phylogenetic Systematics and Evolution, Palaeontology, Biological Data and Toxicology, which represent less than 3% of the studies each. A temporal increase of these areas was also observed, mainly in ecology and conservation, as it was the case with publications in general terms. Most of the studies in ecology related to a wide focus area. There are 108 studies in

this area, in 101 of those studies were identified subdivisions in ecology area. In total, 24 categories were identified where three of them stood out in number of studies: Abundance (28.7%), Distribution (26.7%) and Habitat (24.7%).

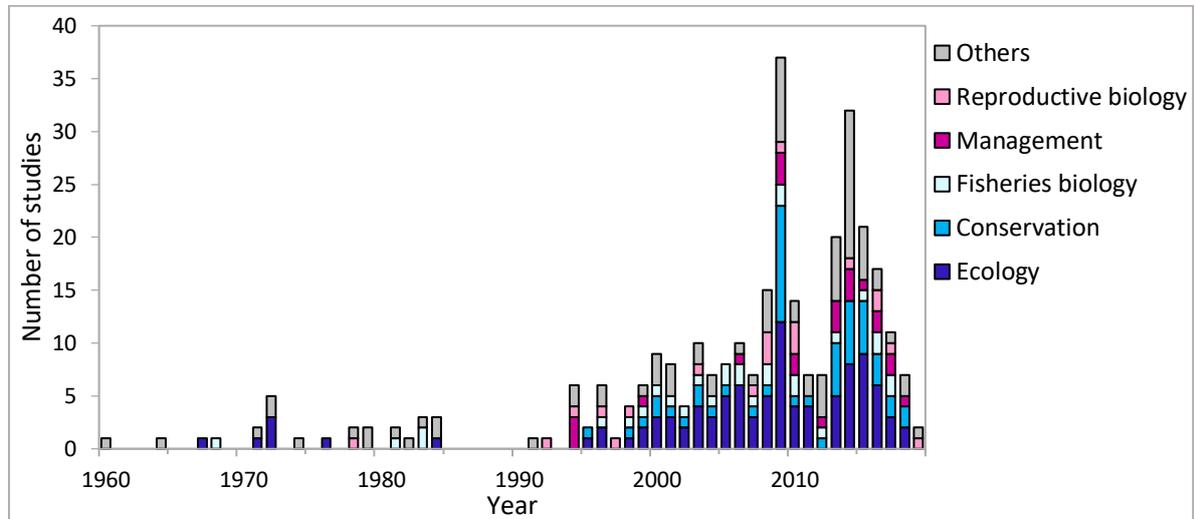


Figure 8. Areas of knowledge on the timeline. The main areas addressed in the studies included in the systematic review, which covered studies from 1960 to March 2019, were represented. Some studies have more than one area of knowledge.

In addition, several sub-areas presented significant contributions (Figure 9). The reproductive aggregations, as an example, were widely studied. Through these studies, spawning aggregations were reported from north to south of Atlantic Ocean. The spawning aggregations being found in Southwest Florida (Ault et al. 1998), Gulf of Mexico (Bullock et al. 1992, Mann 2009), Puerto Rico (Ojeda-Serrano et al. 2007), Yucatán Peninsula and Gulf of California (located respectively in the Southeast and Northwest of Mexico) (Sala et al. 2003, Aguilar-Perera et al. 2008, Erisman et al. 2010). In Brazil, aggregation sites were found in all regions - North (Pará and Maranhão), Northeast (Sergipe and Bahia), Southeast (São Paulo) and South (Paraná and Santa Catarina) - (Ferreira et al. 2014). More recently, a new aggregation was found in northern Florida, in colder zones (Malinowski et al. 2019). In contrast, studies about survival, vulnerabilities, survival, ontogeny, life stages, interactions between species, and species stock only represented less than 4% of the studies.

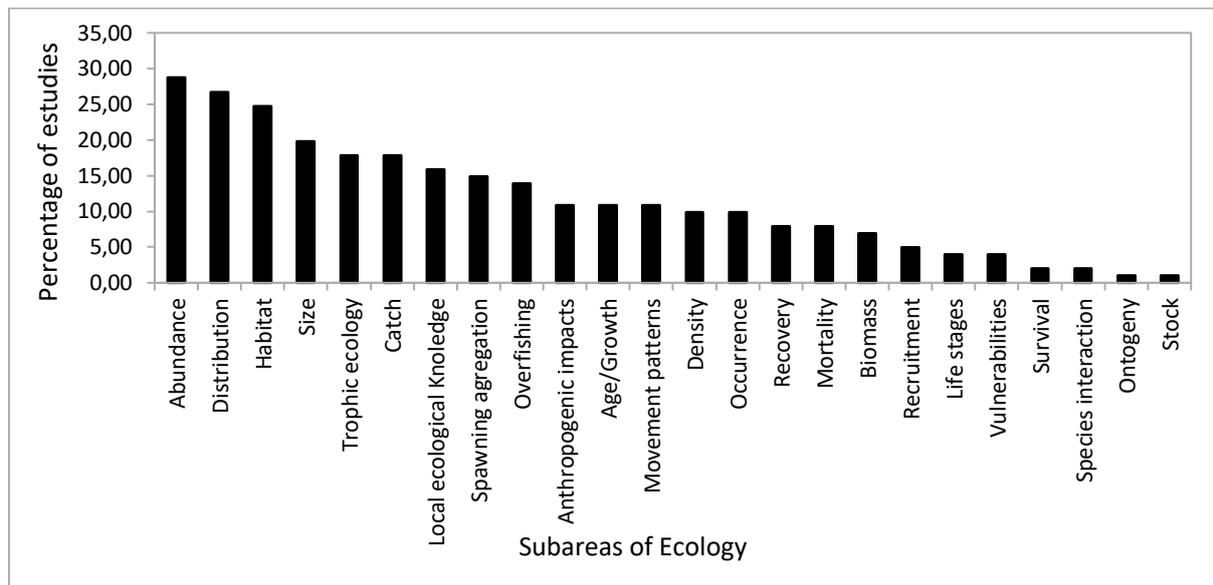


Figure 9. Percentage of studies in each subarea found in Ecology studies.

Population aspects, history of fishing and ecological impacts

In general terms, the goliath grouper was recorded as a species of low abundance in community ecology studies. Studies point to the species as occasional or little seen under different times (Odum & Heald 1972, Danek et al. 1985, Ferreira 2005, Ault et al. 2006, Soares et al. 2013), and with low frequency of occurrence (Monteiro-Neto et al. 2003, Soares et al. 2013) and low relative abundance (Bozada & Chávez, 1986, Monteiro-Neto et al. 2003). However, studies on catches represented 17.8% of the studies since the species was included in lists of commercial fishing species on the 1960s in Puerto Rico (Caillouet et al. 1968). In the state of Texas, fishing was recorded in fisheries statistics reports in the 1970s and 1980s (Hamilton 1981, Hamilton 1983; Mceachron & Matlock 1983, Wermund et al. 1989). Therefore, the species was among the groupers of fishing importance in the Central-Western Atlantic, drawing attention as one of the largest grouper species in terms of size and requiring fishing management actions (Sadovy 1994).

In the 90's analysis of landing data disclosed the end of several fisheries due to overexploitation, including *E. itajara* as well as other large species, such as the Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) (Bohnsack et al. 1994). Since then, studies in several regions of the world, such as Southwest Florida, the Gulf of California and the Caribbean, have indicated overfishing and/or collapse of the species fishery (Ault et al. 1998, Sala et al. 2004, Sala et al. 2007, Ault et al. 2008, Graham et al. 2009, Erisman et al. 2010). In Florida, reproductive aggregations were drastically reduced to 20% of aggregate potential stocks

between 1979 and 1996 (Ault et al. 1998). In the Gulf of California, fishing in aggregations of species emerged in the 1970s and collapsed rapidly over a decade (Sala et al. 2004).

In Brazil studies reporting declines also started in the 90's (Ferreira & Maida 1995). Studies using local ecological knowledge and fishers' perception were essential to document abundance trends, and some studies included photographs of large fisheries that occurred in the 1990s (Gerhardinger 2006a, Bender et al. 2013, Ferreira et al. 2014).

In the last two decades, the scenarios of overfishing, illegal and accidental fishing on the Brazilian coast were reported (Gerhardinger 2006b, Felix-Hackardt & Hackradt 2008, Silvano & Valbo-Jørgensen 2008, Giglio et al. 2015; Giglio et al. 2016, Zapelini et al. 2017). Bibliographic and landing data told some of the history of fishing in Brazil, where the main states in volume of catches per year are from the North and Northeast, located in Pará, Amapá, Bahia, Maranhão and Sergipe (Giglio et al. 2012). In Pará, the oldest records of landings are located, starting in 1995. In this state, the highest number of catches and greatest temporal amplitude were also observed. Despite the 70% decrease in average catches after the moratorium in 2002, which prohibited fishing in the national territory, the species continued to be fished at an annual average of 393 tons without a downward trend. In addition, the reduction may be overestimated by undocumented poaching after the prohibition period (Giglio et al. 2012).

Indeed, the inclusion of this species in the IUCN list of threatened species in 1996 did not prevent the species from being targeted. Reports of catches of juveniles and sub-adults continued in Quintana Roo, Mexico (García et al. 2002). Also in Mexico, in the landings by artisanal fishers from La Paz Bay, the species represented 5.4% of the catches, totaling 88 tons between 1998 and 2005 and was listed as a species of commercial importance in the area (Vázquez-Hurtado et al. 2010). In Venezuelan territory, *E. itajara* was present on fishing landings despite groupers being a minor component of the reported landings (Mendonza et al. 2003). In the Colombian Caribbean, goliath grouper is considered one of the most frequently caught species for commercial purposes (Zuluaga Rodríguez et al. 2017). The only historical records of the African coast were from fishers who reported that a very low amount of the species was landed in Mauritania, Senegal, the Gambia, Guinea-Bissau, Guinea and Sierra Leone over the last ten-year period (Craig et al. 2009).

Reports showed that in the United States the species shows signs of recovery after the prohibition of fishing in 1990 (Porch & Eklund 2004, Koenig et al. 2010, Frias-Torres 2013), while in Brazil, the moratoria was considered insufficient to ensure the recovery of the populations in the country, for lack of enough enforcement measures (Zapelini et al. 2017). Species identification problems and divergence of common names possibly contribute to the capture of the species in Latin American countries as it may confound compliance. This happens when *E. itajara* is included in a series of similar taxon species named with the same popular name ("mero"), where the species is overshadowed within the group (Flores Palomino et al. 1999). This problem also occurs when more than one popular nomenclature is directed to the same species ("badejão" and "mero"), and may be considered different species by the fishing community (Gerhardinger et al. 2006). It is suggested that the legislation prohibiting the fishing of *E. itajara* consider the different local denominations to avoid conflicts and thus reduce one of the aspects that hinder the recovery of the species.

DISCUSSION

The Google scholar search resulted in an elevated number of discarded studies. However, this tool recorded the most historically influential studies, with the most expressively cited studies being found only in this database. Some examples exceeded the range of 300 citations (Odum et al. 1972, Sadovy 1996, Domeier & Colin 1997, Sadovy & Eklund 1999, Musick et al. 2000, Saenz-Arroyo et al. 2005). Such studies were about in ecology, reproductive biology, conservation and biological data, the latter category being a general overview of information in the different areas of knowledge in biology. In addition, in the first decades there was little representation of the Scopus and Web of Science tools, while most of the studies at that time were found mostly in Google scholar from 1960 to 2003 approximately. Many of these studies, including those considered relevant, are part of the grey literature (e.g. reports, books and thesis).

Grey literatures provided a high contribution to subsidize knowledge, not only about the species itself, but also to compose part of its historical context. The reports, for example, that proved important in rescuing most of the history of North American fisheries, from the late 1960s to the late 1980s (Caillouet et al. 1968, Hall et al. 1978, Hamilton 1981, Hamilton 1983, Wermund et al. 1989). In the same period, half of the studies in Ecology appeared in grey literature (Randall 1967, Wang & Raney 1971, Smith 1976, Nakamura et al. 1980,

Danek et al. 1985, Bozada & Chávez 1986). Therefore, this representativeness was of extreme importance for the reduction of gaps in knowledge about the species, especially in the first three decades of bibliographic record.

After this period, the rapid decline in catches and the collapse of the species' fishing called attention to regulatory decisions taken by the fishing and management councils. Thus, the 1990s marked a series of conservationist measures, starting promptly in 1990 with Amendment 2 to the Fish Fishing Management Plan in the Gulf of Mexico. The plan it was part of Gulf of Mexico Fishery Management Council and prohibited the capture of the species in federal waters in the Gulf (GMFMC 1990). In the same year, the capture of the species was also prohibited in federal waters by SAFMC (South Atlantic Fishery Management Council), and the United States became the first nation to prohibit fishing for the species in its territory. Florida, which previously limited catches by individual size to at least 45.7 cm, also banned catches in state waters in 1990 (Sadovy & Eklund 1999).

In the Caribbean, fishing was banned in 1993 by the CFMC (Caribbean Fishery Management Council), as a result of the decline in the abundance of the species in the northern Caribbean, and also a possible decline in other Caribbean areas (Sadovy & Eklund 1999). It was also in the 1990s that the species was first listed by the International Union for the Conservation of Nature (IUNC) as critically endangered in 1996 (Heemstra & Randall 1993, Hudson & Mace 1996). Six years later, Brazil also prohibited the capture of the species in its territory in 2002 (IBAMA 2002), becoming the second country to protect the species from official fishing, after the United States.

The emergence of those conservation measures coincided with the increase in publications on the species in the 2000's, which maintained high on the 2010's. The areas historically with the greatest number of studies (Ecology and Conservation) also expanded after the 1990s, reinforcing the focus of science on the status of the species.

Geographical and ecosystem distribution of studies was concentrated on the Western Atlantic coast. In particular, the world's largest gulf, the Gulf of Mexico, represented an important area for studies. The area hosted the largest number of publications, including those of origin in Florida. The Gulf of California in Mexico, and the Gulf of Salamanca, Gulf of Honduras, Gulf of Morrosquillo, and Urabá Gulf in tropical Caribbean waters were also study areas.

The only study recorded in the center of the Atlantic was a fish survey on Ascension Island, with new records of some species including *E.itajara* (Wirtz et al. 2014). For the African coast only an informal survey was located through the review and it is speculated that the species is in the process of advanced extinction in Africa (Craig et al. 2009). In Gabon (Central Africa), oil platforms were investigated in visual censuses and fish biomass on some of the platforms was higher than that reported for most tropical reef fish (Friedlander et al. 2014), and even better than many conserved Pacific reefs (Sandin et al. 2008). However, due to the rich biodiversity of these areas, spearfishers often frequent them and it is suggested in the study that considerable fishing of *E.itajara* and other species occurs. In addition, biomass data were not specific to the species. Therefore, the situation in the Eastern Atlantic corresponding to the west coast of Africa is a mystery and new studies are of paramount importance to assess the actual status of the species and the health of the coastal ecosystems in this area.

The two countries with the highest concentration of studies (USA and Brazil) stand out for being the first to establish moratoriums on fishing for the species and for including extensive stretches of coastline rich in mangrove ecosystems (Giri et al. 2011, Thomas et al. 2017). The possible relationship with mangroves can also be observed in terms of the distribution of these studies in each country. In the United States, studies are almost entirely concentrated in Florida, while in Brazil, there are studies in a variety of states stretching from the north to the south of the country.

Indeed, this pattern corresponds to the distribution of the mangrove belt throughout the two countries, where in the United States the distribution is more restricted to the state of Florida where the climate is more tropical (Giri et al. 2011, Osland et al. 2013). In contrast, in Brazil mangroves develop along almost the entire coastline, with the exception of the colder zones to the south (Magris & Barreto 2010). This relationship with temperature also refers to the temperature range and precipitation regime where mangrove ecosystems are generally established (Osland et al. 2017).

Brazil has the second largest area of mangroves in the world, with 13.000 km² (8.5% of total global proportion) (Spalding et al. 2010). Brazil has also the largest area of continuous mangroves in the world, located in the north of the country (between Pará and Maranhão states) with 7.591 km² (Souza-filho 2005). Regionally, 85% of mangrove cover is found on

four states, being Pará and Amapá in the North and Maranhão and Bahia in the Northeast (Diniz et al. 2019). The national mangrove coverage in Maranhão, Pará and Amapá states reach $\sim 4350 \text{ km}^2$ ($\sim 46\%$), 2100 km^2 ($\sim 22\%$) and $\sim 830 \text{ km}^2$ ($\sim 9\%$), respectively (Diniz et al. 2019). Although these areas represent the third most extensive mangrove cover in the country, there are relatively few studies in this region that may hold one of the largest populations of the species due the potential of nursery which is usually provided by rich mangroves (Koenig et al. 2007). The relatively low studies number may be related to weak influence of research groups, then are important the engagement and strengthening of scientific community in these states.

Although the United States is not among the countries with the largest extension of mangroves, Florida is known for hosting developed mangroves (Sadovy & Eklund 1999, Cass-Calay & Schmidt 2009). Florida is home to the largest subtropical estuarine ecosystem in North America, located in the Bay of Florida and covering 2.072 km^2 (Loftus 2000). The coastal zone of Southwest Florida is covered by about 60.000 hectares of mangroves (Smith et al. 1994).

Southwest Florida is also home to the central stage of studies and Ten Thousand Islands is an important area of occurrence (Bullock & Smith 1991). This area of 14.000 ha (Doyle et al. 2009) is composed of mangrove vegetation that is not only extensive (Koenig et al. 2007) but also of high quality (Koenig et al. 2010). Therefore, not only the amount of mangrove is important, but also the quality of the water, especially to shelter smaller juveniles (Koenig et al. 2007, Shideler et al. 2015) and to serve as a source for the recovery of populations that have suffered overfishing in the past (Koenig et al. 2010).

Indeed, the early stages of life of species are found in mangroves and estuaries, highlighting the importance of these ecosystems (Lara et al. 2009, Shideler et al. 2015). As adults, they migrate to the reefs (Artero et al. 2015). In fact, reef ecosystems were the second most studied category, although the category of rocky reefs is outside of this, which were also studied in 7.5% of the reported ecosystems. In addition to these reefs considered natural, reefs and artificial structures also appear in many studies with *E. itajara*, from the mid-1990s to recent years (Colin 1994, Ault et al. 1998, Bueno et al. 2016, Giglio et al. 2016, Collins & Motta 2017).

The species attraction to artificial habitats has also been recorded, including shipwrecks (Smith 1976, Sadovy & Eklund 1999, Porch & Eklund 2004, Mann et al. 2009), oil platforms (Friedlander et al. 2014, Giglio et al. 2016) and concrete reefs (Hackradt et al. 2011, Collins et al. 2015, Bueno et al. 2016, Giglio et al. 2016). The studies of population abundance in artificial habitats in distinct regions such as Gulf of Mexico, Brazil and Africa recorded a higher frequency of records of *E. itajara* in artificial reefs compared to natural reefs (Collins 2008, Collins & Barbieri 2010, Hackradt et al. 2011, Giglio 2014, Friedlander et al. 2014).

These observations arose mainly from field studies, which were the most represented category. Much of this information in the marine environment is collected via visual census and a very small portion was collected with the help of voluntary divers or with underwater video research. However, these options are emerging fields and of paramount importance to expand the research, because they can increase the chance of sighting in areas where the species is less frequent, thus allowing new findings. Studies including landing data and fisheries in general have shown that fishing is allowed in several areas and the species is a sought after resource.

This is in spite of its potential for the bioaccumulation of toxic substances, such as mercury (Hg). Tissue sampling of the species showed concentrations of mercury above the maximum allowed (0.5 mg kg^{-1}), including in muscle tissue, which represents the part commonly served as food (Evers et al. 2009, Adams & Sonne 2013). In these studies, attention is also drawn to the risks imposed on the health of the species itself and its conservation. Similarly, concentrations of lead have recently been identified that are well above the maximum permitted limit (PML = 0.3 mg kg^{-1}), an extremely harmful heavy metal to organisms (Ríos et al. 2018). Furthermore, the species has a low mineral content compared to other species such as *Elops saurus*, *Caranx crysos*, *Caranx hippos*, *Megalops atlanticus*, *Lutjanus purpureus* and *Scomberomorus brasiliensis* (Zuluaga Rodríguez et al. 2017). Such results increase concern on species conservation and pose concerns on food safety when dealing with large, predatory slow growing fish.

Finally, this study showed that conservation actions such as fishing prohibition and classification of the species as threatened, as well as the conservation of habitats, such as mangrove ecosystems, have proven to be important agents in encouraging and directing the production of knowledge about the species. Studies are mostly needed in the east Atlantic

coast, to investigate the status of species in these areas and thus to suggest management and conservation strategies. It is expected that this review will contribute to the development of research and future decisions.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded under a pos graduation grant to C Locatelli and a pos doc grant to R Bastos from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and a productivity research grant to B. P. Ferreira from CNPQ (National Council for Scientific and Technological Development) The authors thank the Project Meros do Brasil (PMB) for its support. The PMB is sponsored by Petrobras through the program Petrobras Socioambiental. We thank J. Souto for early review and suggestions in the statistical analysis.

LITERATURE CITED

Adams, D H, Sonne C (2013) Mercury and histopathology of the vulnerable goliath grouper, *Epinephelus itajara*, in US waters: A multi-tissue approach. *Environmental research* 126: 254-263

Aguilar-Perera A, González-Salas C, Tuz-Sulub A, Villegas-Hernández H, López-Gómez M (2008) Identifying reef fish spawning aggregations in Alacranes Reef, off northern Yucatán Peninsula, using the fishermen traditional ecological knowledge. In: *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. P 112-122

Alroy J (2001) A multispecies overkill simulation of the end-Pleistocene megafaunal mass extinction. *Science* 292: 1893-1896

Artero C, Koenig CC, Richard P, Berzins R, Guillou G, Bouchon C, Lampert L (2015) Ontogenetic dietary and habitat shifts in goliath grouper *Epinephelus itajara* from French Guiana. *Endangered Species Research* 27: 155-168

Ault JS, Bohnsack JA, Meester GA (1998) A retrospective (1979-1996) multispecies assessment of coral reef fish stocks in the Florida Keys. *Fishery Bulletin* 96: 395-414

Ault JS, Smith SG, Bohnsack JA, Luo J, Harper DE, McClellan DB (2006) Building sustainable fisheries in Florida's coral reef ecosystem: Positive signs in the Dry Tortugas. *Bulletin of Marine Science* 78: 633-654

Ault JS, Smith SG, Luo J, Monaco ME, Appeldoorn R S (2008) Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. *Environmental Conservation* 35: 221-231

Beets J, Hixon MA (1994) Distribution, persistence, and growth of groupers (Pisces: Serranidae) on artificial and natural patch reefs in the Virgin Islands. *Bulletin of Marine Science* 55: 470-483

Bell RJ, Collie JS, Branch TA, Fogarty MJ, Minto C, Ricard D (2017) Changes in the size structure of marine fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 75: 102-112

Bender MG, Floeter SR, Hanazaki N (2013) Do traditional fishers recognize reef fish species declines? Shifting environmental baselines in Eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology* 20: 58-67

Bohnsack JA, Harper DE, McClellan DB (1994) Fisheries Trends from Monroe County, Florida. *Bulletin of Marine Science* 54: 982-1018

Bozada L, Chávez Z (1986) La fauna acuática de la laguna del ostion. Centro de Ecodesarrollo

Bryant D, Burke L, McManus J, Spalding M (1998) Reefs at risk: a map-based indicator of threats to the world's coral reefs

Bueno LS, Bertoncini AA, Koenig CC, Coleman FC, Freitas MO, Leite JR, Hostim-Silva M (2016) Evidence for spawning aggregations of the endangered Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara* in southern Brazil. *Journal of fish biology* 89: 876-889

Bullock LH, Murphy MD, Godcharles MF, Mitchell ME (1992) Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 2

Bullock LH, Smith GB (1991) *Seabasses (Pisces: Serranidae)*

Caillouet CW, Garcia RJ, Higman JB (1968) *Technical Assistance and Supervision of Commercial Fisheries Statistics and Marketing in Puerto Rico: Annual Report to the Department of Agriculture Commonwealth of Puerto Rico*

Casey JM, Myers RA (1998) Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science* 281: 690-692

Cass-Calay SL, Schmidt TW (2009) Monitoring changes in the catch rates and abundance of juvenile goliath grouper using the ENP creel survey, 1973–2006. *Endangered Species Research* 7: 183-193

Chiappone M, Sluka R, Sealey KS (2000) Groupers (Pisces: Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean. *Marine Ecology Progress Series* 198: 261-272

Christensen V, Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, Buszowski J, Pauly D (2014) A century of fish biomass decline in the ocean. *Marine Ecology Progress Series* 512: 155-166

Coleman FC, Koenig CC, Collins LA (1996) Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. *Environmental biology of fishes* 47: 129-141

Coleman FC, Koenig CC, Huntsman GR, Musick J A, Eklund AM, McGovern JC, ... & Grimes CB (2000) Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries*, 25: 14-21

Colin PL (1994) Preliminary investigations of reproductive activity of the jewfish, *Epinephelus itajara* (Pisces: Serranidae)

Collins AB (2009) A preliminary assessment of the abundance and size distribution of goliath grouper *Epinephelus itajara* within a defined region of the central eastern Gulf of Mexico

Collins AB, Barbieri LR (2010) Behavior, habitat, and abundance of the Goliath Grouper, *Epinephelus itajara*, in the Central Eastern Gulf of Mexico. *Fish and Wildlife Research Institute, Florida Fish & Wildlife Conservation Commission*

Collins AB, Barbieri LR, McBride RS, McCoy ED, Motta PJ (2015) Reef relief and volume are predictors of Atlantic goliath grouper presence and abundance in the eastern Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 91: 399-418

Collins AB, Motta PJ (2017) A kinematic investigation into the feeding behavior of the Goliath grouper *Epinephelus itajara*. *Environmental biology of fishes* 100: 309-323

Souza-filho PWM (2005) Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica* 23. 4: 427-435

Craig MT, Graham RT, Torres RA, Hyde JR, Freitas MO, Ferreira BP, Robertson DR (2009) How many species of goliath grouper are there? Cryptic genetic divergence in a threatened marine fish and the resurrection of a geopolitical species. *Endangered Species Research* 7: 167-174

Danek LJ, Lewbel GS, Tomlinson MS, Boland GS, Tourtellotte GH (1985) Southwest Florida Shelf benthic communities study, Year 4 annual report. Environmental Science and Engineering, Inc., Gainesville, Florida (USA)

Daskalov GM (2002) Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. *Marine Ecology Progress Series* 225: 53-63

Diniz C, Cortinhas L, Nerino G, Rodrigues J, Sadeck L, Adami M, Souza-Filho PWM (2019) Brazilian Mangrove Status: Three Decades of Satellite Data Analysis. *Remote Sensing* 11: 808

Dolah FMV, Roelke D, Greene RM (2001) Health and ecological impacts of harmful algal blooms: risk assessment needs. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal* 7: 1329-1345

Domeier ML, Colin PL (1997) Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science* 60: 698-726

Doyle TW, Krauss KW, Wells CJ (2009) Landscape analysis and pattern of hurricane impact and circulation on mangrove forests of the Everglades. *Wetlands* 29: 44-53

Erisman B, Mascarenas I, Paredes G, de Mitcheson YS, Aburto-Oropeza O, Hastings P (2010) Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research* 106: 279-288

Evers DC, Graham RT, Perkins CR, Michener R., Divoll T (2009) Mercury concentrations in the goliath grouper of Belize: an anthropogenic stressor of concern. *Endangered Species Research* 7: 249-256

Felix-Hackardt FC, Hackradt CW (2008) Populational study and monitoring of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822), in the coast of Paraná, Brazil. *Natureza & Conservação* 6: 139-154

Ferreira BP, Maida M (1995) Projeto Mero: apresentação de resultados preliminares. *Boletim Técnico-Científico do CEPENE* 3: 201-210

Ferreira CEL (2006) The status of target reef fishes. In: Dutra GF, Allen GR, Werner T, McKenna SA (eds) *A rapid marine biodiversity assessment of the Albrook Bank, Bahia, Brazil*. Center for Applied Biodiversity Science, p 56-66

Ferreira HM, Reuss-Strenzel GM, Alves JA, Schiavetti A (2014) Local ecological knowledge of the artisanal fishers on *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) (Teleostei:

Epinephelidae) on Ilhéus coast–Bahia State, Brazil. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 10: 51

Flores Palomino M, Vera Díaz S, Marcelo Padilla R, Chirinos E (1999) Estadísticas de los desembarques de la pesquería marina peruana 1995-1996

Frias-Torres S (2013) Should the Critically Endangered Goliath grouper *Epinephelus itajara* be culled in Florida?. *Oryx* 47: 88-95

Friedlander AM, Ballesteros E, Fay M, Sala E (2014) Marine communities on oil platforms in Gabon, West Africa: high biodiversity oases in a low biodiversity environment. *PloS One* 9: e103709

García CB, Duarte LO (2002). Consumption to biomass (Q/B) ratio and estimates of Q/B-predictor parameters for Caribbean fishes. *Naga, The ICLARM Quarterly* 25: 19-31

Gerhardinger LC, Carvalho Marenzi R, Hostim Silva M, Pereira Medeiros R (2006b) Local ecological knowledge of fishermen from Babitonga Bay, Santa Catarina, Brazil: fishes from the Serranidae family and marine environmental changes. *Acta Sci. Biol. Sci.*: 253-261

Gerhardinger LC, Hostim-Silva M, Medeiros RP, Matarezi J, Bertoncini ÁA, Freitas MO, Ferreira BP (2009). Fishers' resource mapping and goliath grouper *Epinephelus itajara* (Serranidae) conservation in Brazil. *Neotropical Ichthyology* 7: 93-102

Gerhardinger LC, Marenzi RC, Bertoncini ÁA, Medeiros RP, Hostim-Silva M (2006a) Local ecological knowledge on the goliath grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in southern Brazil. *Neotropical Ichthyology* 4: 441-450

Giarrizzo T, Krumme U (2007) Spatial differences and seasonal cyclicality in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá estuary, north Brazil. *Bulletin of Marine Science* 80: 739-754

Giglio VJ, Luiz OJ, Gerhardinger LC (2015) Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. *Animal Conservation* 18: 348-358

Giglio VJ, Luiz OJ, Reis MS, Gerhardinger LC (2016) Memories of sawfish fisheries in a southwestern Atlantic estuary. *SPC Traditional Marine Resource Management and Knowledge Information Bulletin* 36: 28-32

Giri C, Ochieng E, Tieszen LL, Zhu Z, Singh A, Loveland T, Duke N (2011) Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20: 154-159

Graham RT, Rhodes KL, Castellanos D (2009) Characterization of the goliath grouper *Epinephelus itajara* fishery of southern Belize for conservation planning. *Endangered Species Research* 7: 195-204

Gulf of Mexico Fishery Management Council (GMFMC) (1990) Amendment number 2 to Fishery Management Plan for the Reef Fish Fishery of The Gulf of Mexico: 31

Hackradt CW, Félix-Hackradt FC, García-Charton JA (2011) Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. *Marine environmental research* 72: 235-247

Hall RA, Zook EG, Meaburn GM (1978) National Marine Fisheries Service survey of trace elements in the fishery resource

Hamilton C L (1981) Texas commercial harvest statistics, 1979-80. Management Data Series Number 26. Texas Parks and Wildlife Department, Coastal Fisheries Branch

Hamilton, C L (1983) Texas commercial harvest statistics, 1977-1982. Management Data Series Number 54. Texas Parks and Wildlife Department, Coastal Fisheries Branch

Heemstra PC (1991) A taxonomic revision of the eastern Atlantic groupers (Pisces: Serranidae)

Heemstra PC, Randall JE (1993) Groupers of the world. *FAO Fisheries synopsis* 16: I.

Hind EJ (2014) A review of the past, the present, and the future of fishers' knowledge research: a challenge to established fisheries science. *ICES Journal of Marine Science* 72: 341-358

Hudson E, Mace G (1996) Marine fish and the IUCN Red List of threatened fish species. In *Zoological Society of London*, London

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria 121, de 20 de setembro de 2002. Proíbe a captura nas águas jurisdicionais brasileiras, transporte e comercialização da espécie *Epinephelus itajara*. Available at: icmbio.gov.br. (Accessed 4 December 2019)

IUCN. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-2. Available at: www.iucnredlist.org. (Accessed 15 November 2018)

Jennings S, Warr KJ, Mackinson S (2002) Use of size-based production and stable isotope analyses to predict trophic transfer efficiencies and predator-prey body mass ratios in food webs. *Marine Ecology Progress Series* 240: 11-20

Koenig CC, Coleman FC, Eklund AM, Schull J, Ueland J (2007) Mangroves as essential nursery habitat for goliath grouper (*Epinephelus itajara*). *Bulletin of Marine Science* 80: 567-585

Koenig CC, Coleman FC, Kingon KC (2010) Recovery of the goliath grouper (*Epinephelus itajara*) population of the Southeastern U. S. In: *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, c/o Harbor Branch Oceanographic Institution, Inc. Fort Pierce FL 34946 United States, p. 219-223

Lara MR, Schull J, Jones DL, Allman R (2009) Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. *Endangered Species Research* 7: 221-228

Loftus WF (2000) Inventory of fishes of Everglades National Park. *Florida Scientist* 27-47

- Lowry E, Rollinson EJ, Laybourn AJ, Scott TE, Aiello-Lammens ME, Gray SM, Gurevitch J (2013) Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature. *Ecology and evolution* 3: 182-196
- Magris RA, Barreto R (2010) Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 5: 546-556
- Malinowski C, Coleman F, Koenig C, Locascio J, Murie D (2019) Are Atlantic goliath grouper, *Epinephelus itajara*, establishing more northerly spawning sites? Evidence from the northeast Gulf of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 95: 371-391
- Mann DA, Locascio JV, Coleman FC, Koenig CC (2009) Goliath grouper *Epinephelus itajara* sound production and movement patterns on aggregation sites. *Endangered Species Research* 7: 229-236
- Mantyka-pringle CS, Martin TG, Rhodes JR (2012) Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. *Global Change Biology* 18: 1239-1252
- McEachron LW, Matlock GC (1983) An estimate of harvest by the Texas charter boat fishery. *Marine Fisheries Review* 45: 11-17
- Mendoza J, Booth S, Zeller D (2003) Venezuelan marine fisheries catches in space and time: 1950. *Fisheries Centre Research Reports* 11: 171
- Mills C E (2001) Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions?. *Hydrobiologia* 451: 55-68
- Monteiro-Neto C, Cunha LPR, Musick JA (2003) Community structure of surf-zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research*: 492-501
- Morris AV, Roberts CM, Hawkins JP (2000) The threatened status of groupers (Epinephelinae). *Biodiversity & Conservation* 9: 919-942
- Musick JA, Harbin MM, Berkeley SA, Burgess GH, Eklund AM, Findley L, McGovern JC (2000) Marine, estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). *Fisheries* 25: 6-30
- Myers RA, Worm B (2005) Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360: 13-20
- Nakamura EL, Taylor JR, Workman IK (1980) The occurrence of life stages of some recreational marine fishes in estuaries of the Gulf of Mexico
- Odum WE, Heald EJ (1972) Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science* 22: 671-738
- Ojeda-Serrano E, Appeldoorn RS, Ruiz-Valentin I (2007) Reef fish spawning aggregations of the Puerto Rican shelf

Osland MJ, Enwright N, Day RH, Doyle TW (2013) Winter climate change and coastal wetland foundation species: salt marshes vs. mangrove forests in the southeastern United States. *Global change biology* 19: 1482-1494

Osland MJ, Feher LC, Griffith KT, Cavanaugh KC, Enwright NM, Day RH, Rogers K (2017) Climatic controls on the global distribution, abundance, and species richness of mangrove forests. *Ecological Monographs* 87: 341-359

Pauly D, Christensen V, Gu enette S, Pitcher TJ, Sumaila UR, Walters CJ, Zeller D (2002) Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418: 689

Porch CE, Eklund AM (2004) Standardized visual counts of goliath grouper off south Florida and their possible use as indices of abundance. *Gulf of Mexico Science* 22: 3

Purcell JE, Uye SI, Lo WT (2007) Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series* 350: 153-174

Randall JE (1967) Food habits of reef fishes of the West Indies

Randall JE, Heemstra PC (1991) Revision of Indo-Pacific groupers (Perciformes: Serranidae: Epinephelinae), with descriptions of five new species

Ríos SEG, Ramírez CM, López BE, Macías SM, Leal J, Velásquez CM (2018) Evaluation of Mercury, Lead, Arsenic, and Cadmium in Some Species of Fish in the Atrato River Delta, Gulf of Urab , Colombian Caribbean. *Water, Air, & Soil Pollution* 229: 275

Ripple WJ, Wolf C, Newsome TM, Hoffmann M, Wirsing AJ, McCauley DJ (2017) Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114: 10678-10683

Sadovy de Mitcheson Y, Craig MT, Bertoincini AA, Carpenter K E, Cheung WW, Choat JH, Liu M (2013) Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. *Fish and fisheries* 14: 119-136

Sadovy Y (1994) Grouper stocks of the western central Atlantic: the need for management and management needs

Sadovy Y (2001) The threat of fishing to highly fecund fishes. *Journal of Fish Biology* 59: 90-108

Sadovy Y, Eklund AM (1999) Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1792), and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822)

Saenz-Arroyo A, Roberts C, Torre J, Cari o-Olvera M, Enríquez-Andrade R (2005) Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272: 1957-1962

Sala E, Aburto-Oropeza O, Paredes G, Thompson G (2003) Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science* 72: 103-121

Sala E, Aburto-Oropeza O, Reza M, Paredes G, López-Lemus LG (2004) Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. *Fisheries* 29: 19-25

Sandin SA, Smith JE, DeMartini EE, Dinsdale EA, Donner SD, Friedlander AM, Pantos O (2008) Baselines and degradation of coral reefs in the Northern Line Islands. *PloS one* 3: e1548

Scheffer M, Carpenter S, de Young B (2005) Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 579-581

Shideler GS, Sagarese SR, Harford WJ, Schull J, Serafy JE (2015) Assessing the suitability of mangrove habitats for juvenile Atlantic goliath grouper. *Environmental biology of fishes* 98: 2067-2082

Shin YJ, Rochet MJ, Jennings S, Field JG, Gislason H (2005) Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES Journal of marine Science* 62: 384-396

Silvano RA, Valbo-Jørgensen J (2008) Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and Sustainability* 10: 657

Smith CL (1971) A revision of the American groupers: *Epinephelus* and allied genera. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, p. 67-242

Smith GB (1976) Ecology and distribution of eastern Gulf of Mexico reef fishes. Florida Marine Research Publications

Smith III TJ, Robblee MB, Wanless HR, Doyle TW (1994) Mangroves, hurricanes, and lightning strikes: assessment of Hurricane Andrew suggests an interaction across two differing scales of disturbance. *BioScience* 44: 256-262

Soares BE, Ruffeil TOB, Montag LFDA (2013) Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 11: 845-858

Spalding M (2010) *World atlas of mangroves*. Routledge

Thomas N, Lucas R, Bunting P, Hardy A, Rosenqvist A, Simard M (2017) Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PloS one* 12: e0179302

Vázquez-Hurtado M, Maldonado-García M, Lechuga-Devéze CH, Acosta-Salmón H, Ortega-Rubio A (2010) Artisanal fisheries in La Paz Bay and adjacent oceanic area (Gulf of California, Mexico). *Ciencias Marinas* 36: 433-444

Wang J, Raney EC (1971) Distribution and fluctuations in the fish fauna of the Charlotte Harbor Estuary, Florida. Mote Marine Laboratory, Sarasota, FL

Wermund EG, Morton RA, Powell G (1989) Galveston Bay: Issues, resources, status and management. Technical Rep., NOAA Estuarine Programs Office, Washington, DC

Wirtz P, Bingeman J, Bingeman J, Fricke R, Hook TJ, Young J (2017) The fishes of Ascension Island, central Atlantic Ocean—new records and an annotated checklist. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 97: 783-798

Zapelini C, Giglio VJ, Carvalho RC, Bender MG, Gerhardinger LC (2017) Assessing Fishing Experts' Knowledge to Improve Conservation Strategies for an Endangered Grouper in the Southwestern Atlantic. *Journal of ethnobiology* 37: 478-494

Zuluaga Rodríguez J, Ramírez Botero CM, Gallego Ríos SE, Peñuela GA, Macías SM, López Marín BE, Velásquez Rodríguez CM (2017) Iron, Copper, and Zinc in Some Fish Species of the Atrato River Delta, Colombian Caribbean. *Journal of aquatic food product technology* 26: 856-870

4 VARIAÇÕES TEMPORAIS NA ABUNDÂNCIA DO MERO (*EPINEPHELUS ITAJARA*, LICHTENSTEIN, 1822) NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL: Pesca e conhecimento ecológico local

RESUMO

Estudar espécies ameaçadas é um processo complexo em razão da baixa disponibilidade, necessitando de amostragens longas e intensas. O mero (*Epinephelus itajara*) é uma espécie ameaçada de extinção devido à alta vulnerabilidade, primeiramente à pesca e em segundo pela perda e degradação de habitat. Logo, estudos ecológicos sobre *E. itajara* são importantes para indicar o estado dos ecossistemas de sua ocorrência e promover estratégias de conservação. O presente estudo, teve como foco a ecologia do mero numa área do litoral sul de Pernambuco e suas transformações no tempo e no espaço. O estudo integra conhecimento ecológico local e análise de capturas da pesca artesanal estuarina. Para o conhecimento ecológico local, foram feitas entrevistas semi-estruturadas com pescadores de Rio Formoso (estuário) e Tamandaré (área marinha), ambas localidades parte do mesmo ecossistema costeiro-marinho integrado. Foram entrevistados 39 pescadores no ano de 2019 e utilizados dados de desembarques pesqueiros de uma série de amostragens de pesca de camboa. As amostragens foram realizadas entre 2000 e 2019, numa sequência com intervalos relativos às fases de diferentes projetos, com um total de 280 despescas de rede de espera. Durante as entrevistas, foram apontados habitats importantes, como rochas e estruturas de manguezal no estuário e formações recifais na área marinha, além de outras informações sobre a ecologia da espécie. No estuário, 66,7% dos entrevistados indicaram que a espécie diminuiu em abundância e 60,8% no tamanho, sendo a razão principal a perda e degradação de habitat. No mar, aumentos na abundância foram informados por 66,7% dos voluntários e no tamanho, 40%, com a recuperação associada à moratória da captura, que entrou em vigor em 2002. Através da análise temporal das capturas da pesca de camboa, foram detectadas variações na abundância de meros, com um aumento inicial pós-moratória e um declínio recente significativo, correspondente à última década. Esses resultados corroboram com tendências recentes de declínio da espécie indicadas pelos pescadores durante as entrevistas. O presente trabalho aponta um efeito positivo da moratória no aumento da abundância da espécie. No entanto, esse efeito não tem se sustentado na região estuarina estudada durante a última década, devido possivelmente a impactos como da agricultura, somados ao grande desenvolvimento turístico e imobiliário da região, com consequente degradação de um

importante berçário de uma espécie ameaçada. A pesca ilegal também persiste como uma ameaça, indicando que medidas de fiscalização e de mitigação da degradação de habitat são essenciais para assegurar a sobrevivência das fases juvenis e recuperação da espécie.

Palavras-chave: Conservação. Estuário. Espécie ameaçada. Manguezal. Recifes. Peixe. *Epinephelus itajara*.

ABSTRACT

Studying endangered species is a complex process due to the low availability, requiring long and intense sampling. Goliath grouper (*Epinephelus itajara*) is an endangered species due to high vulnerability, first to fishing and second to habitat loss and degradation. Therefore, ecological studies on *E. itajara* are important to indicate the state of its ecosystems and promote conservation strategies. The present study focused on the ecology of the mere in an area of the southern coast of Pernambuco and its transformations in time and space. The study integrates local ecological knowledge and catch analysis of the artisanal estuarine fishery. For the local ecological knowledge, semi-structured interviews were made with fishermen from Rio Formoso (estuary) and Tamandaré (marine area), both localities part of the same integrated coastal-marine ecosystem. A total of 39 fishermen were interviewed in 2019 and data from landings from a series of camboa fishing samples was used. Samplings were carried out between 2000 and 2019 in a sequence with intervals for different project phases, with a total of 280 waiting nets. During the interviews, important habitats such as rocks and mangrove structures in the estuary and reef formations in the marine area were pointed out, as well as other information on the ecology of the species. In the estuary, 66.7% of the interviewees indicated that the species decreased in abundance and 60.8% in size, the main reason being habitat loss and degradation. In the sea, increases in abundance were reported by 66.7% of volunteers and in size, 40%, with recovery associated with the moratorium on capture, which came into effect in 2002. Through the temporal analysis of the catches of the camboa fishery, variations in the abundance of mere fish were detected, with an initial post-moratorium increase and a significant recent decline, corresponding to the last decade. These results corroborate recent trends in decline of the species indicated by fishermen during the interviews. The present work points to a positive effect of the moratorium on the increase in the abundance of the species. However, this effect has not been sustained in the estuarine region studied during the last decade, possibly due to impacts such as agriculture, added to the great tourism and real estate development in the region, with consequent degradation of

an important nursery of a threatened species. Illegal fishing also persists as a threat, indicating that enforcement and habitat degradation mitigation measures are essential to ensure the survival of juvenile phases and species recovery.

Keywords: Conservation. Estuary. Threatened species. Mangrove. Reefs. Fish. *Epinephelus itajara*.

INTRODUÇÃO

A sobrepesca é um problema de escala global nos oceanos (PAULY et al., 2002). Em termos gerais, a pesca é voltada para grandes peixes e ocasiona alto risco de extinção para essas espécies (JENNINGS et al., 2002, RIPPLE ET AL., 2017). Comunidades de peixes de grande porte têm sofrido um rápido declínio global em termos de biomassa (CHRISTENSEN et al. 2014). Somente na costa do Golfo da Califórnia, a pesca passou de espécies grandes e ciclo de vida longo e altos níveis tróficos para espécies de vida curta e de níveis tróficos mais baixos após 30 anos de pesca intensiva (SALA et al., 2004). Os registros da pesca apontam que as espécies de peixes de grande porte são muito mais vulneráveis à pesca do que os peixes menores (FENNER et al., 2014).

A perda de habitat é considerada a segunda maior ameaça às espécies marinhas vulneráveis listadas pela IUCN, ficando atrás apenas da sobreexploração (KAPPEL, 2005). Cerca de 63% das espécies ameaçadas de teleósteos foram afetadas pela perda de habitat e 50% por poluição (KAPPEL, 2005). A perda de espécies ameaça o funcionamento ecossistêmico e serviços prestados por estas, uma vez que muitas vezes são predadores de topo, engenheiros de ecossistema ou responsáveis pela ciclagem de nutrientes (KAPPEL, 2005).

Ecossistemas estuarinos com sua vegetação associada, proveem uma série de benefícios ao homem, incluindo o controle da erosão e manutenção da qualidade da água por meio da vegetação e o suporte dos recursos pesqueiros (BARBIER et al., 2011). A conservação dessas áreas foi considerada importante para a gestão pesqueira a partir da forte relação encontrada entre a degradação do habitat e o declínio da pesca (LANGTON et al., 1996). Além disso, os habitats estuarinos desempenham um papel essencial de berçário, habitat reprodutivo e de proteção para diversas espécies de peixes (THORROLD et al., 1998) e muitas delas estão ameaçadas de extinção.

Garoupas consideradas suscetíveis à pesca devido a sua história de vida, que inclui alta longevidade, maturação sexual tardia e formação de agregações reprodutivas atrelada a seu alto valor comercial (SADOVY de MITCHESON et al., 2012). Por meio da utilização dos critérios de ameaça da Lista Vermelha de União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) foi identificado que 12% das espécies de garoupa correm risco de extinção, e mais 13% foram identificadas como próximas ao status de ameaçada (SADOVY de MITCHESON et al., 2012). Atualmente, 26 espécies de garoupas se encontram ameaçadas globalmente, sendo a maioria neríticas (24 espécies), vivendo próximas a áreas costeiras (IUCN, 2018). Dentro desse grupo, 7 espécies ameaçadas habitam ecossistemas estuarinos e de manguezal (*Mycteroperca olfax*, *Mycteroperca interstitialis*, *Mycteroperca jordani*, *Mycteroperca microlepis*, *Hypoplectrus maya*, *Epinephelus fuscoguttatus* e *Epinephelus itajara*) (IUCN, 2018).

Estudar espécies ameaçadas é um processo complexo devido a sua raridade, o que torna difícil o encontro com indivíduos na natureza. A baixa disponibilidade provoca dificuldades para obter informações, tais como: aspectos biológicos, ecológicos e de avaliação de vulnerabilidade à extinção (CASTELLANOS-GALINDO et al., 2011; SILVANO & BEGOSSI, 2012). Logo, os estudos requerem um esforço intenso de amostragem, distribuídos em longos períodos. Existem casos onde a presença da espécie é extremamente rara, com a possibilidade de não mais existir, ocasionando uma perda irreparável de informação (DOMNING et al., 2007; ROBERTS, 2007; CASTELLANOS-GALINDO et al., 2011). Muitas vezes, o conhecimento ecológico local representa a única fonte de dados biológicos disponível para mobilizar ações de manejo em determinadas áreas (FERREIRA & MAIDA, 1995; SILVANO & BEGOSSI, 2012). Além disso, estudos de campo podem revelar uma imagem dos processos que ocorrem por um período limitado de tempo e deixar de fora toda uma trajetória da história de vida dessas espécies que relatos passados podem resgatar (ROBERTS, 2007).

Por sua vez, o conhecimento tradicional representa o conjunto de saberes e práticas a respeito do mundo natural e sobrenatural, transmitidos de forma oral entre gerações ao longo dos anos (DIEGUES, 1999). A etnoconservação é uma área do conhecimento que têm o potencial de contribuir para a proteção dos recursos naturais através do conhecimento tradicional. Pois, apesar da realização de estudos, estes ecossistemas ainda guardam muitas lacunas para ciência ocidental moderna, mas são conhecidos mais amplamente pelas populações humanas

que sobrevivem por meio da interação cotidiana desenvolvida nesses locais (PEREIRA & DIEGUES, 2010). Por meio dos estudos de campo na etnoconservação são levantados dados relevantes para a ciência e, conseqüentemente, para a proteção de áreas naturais comumente importantes para as comunidades locais e para a biodiversidade (PEREIRA & DIEGUES, 2010). De fato, a ação de conservação mais recomendada para manter a biodiversidade marinha se resume na conservação do habitat e da diversidade da paisagem (GRAY, 1997).

O mero é uma espécie da Família Epinephelidae de grande porte. Podendo chegar a 2 metros de comprimento e ultrapassar 400 kg, representa uma das duas maiores espécies de garoupa do gênero *Epinephelus* (HEEMSTRA, 1991). Ocorre majoritariamente em mares tropicais e subtropicais costeiros do oceano Atlântico (SMITH, 1971) e em pontos do Pacífico no Golfo da Califórnia (SALA et al., 2003; ERISMAN et al., 2010) e na Colômbia (GÓMEZ et al., 1999). A espécie possui alta vulnerabilidade a atividades antropogênicas (HOSTIM-SILVA et al., 2018) e uma baixa resiliência populacional em casos de declínio (BULLOCK et al., 1992). Suscetível à pesca predatória, teve a pesca como principal responsável pelo colapso de suas populações (SADOVY & EKLUND, 1999).

Essas características levaram à classificação da espécie como “criticamente ameaçada” pela lista vermelha da IUCN (HEEMSTRA & RANDALL, 1993; HUDSON & MACE, 1996). Com o aumento suas populações nos EUA devido a moratória de 1990, a espécie foi reclassificada como vulnerável (IUCN, 2018). Porém, nos demais países de ocorrência como Cuba, México e Brasil, a pesca furtiva persiste e o status de suas populações é desconhecido, com baixas expectativas de recuperação (IUCN Red List, 2018). No Brasil, por exemplo, a espécie corre o risco de desaparecer (HOSTIM-SILVA et al., 2018) e é protegida por portarias desde 2002 (IBAMA, 2002; HOSTIM-SILVA et al., 2005; IBAMA, 2015). São recomendados para fins de monitoramento, estudos de parâmetros populacionais e de biologia reprodutiva para avaliação do status populacional nessas áreas (PUSACK & GRAHAM, 2009).

Ao longo dos primeiros estágios de vida, o mero está intimamente associado a ambientes estuarinos e manguezais (SADOVY & EKLUND, 1999; FRIAS-TORRES, 2006; KOENIG et al., 2007; LARA et al., 2009). Além dos ecossistemas estuarinos serem áreas berçário essenciais para meros em estágio juvenil, estes ambientes são fortes limitadores da sua distribuição (KOENIG et al., 2007), o que torna a espécie altamente vulnerável em caso de

perda de habitat (SADOVY & EKLUND, 1999) e redução da qualidade da água (HOSTIM-SILVA et al., 2018).

Dentro desse contexto, fatores que influenciam a sobrevivência da espécie no ambiente estuarino, como disponibilidade e qualidade de habitats e a confirmação de seu papel de berçário (BECK, 1995) vem sendo cada vez mais estudados em diversas partes do mundo. O estuário do rio Formoso fornece uma oportunidade interessante para compreender aspectos da dinâmica populacional do mero e sua conexão com o ambiente estuarino-costeiro e impactos associados, pois apresenta forte conectividade com ambientes adjacentes, como recifes de coral e pradarias de fanerógamas (FERREIRA; MESSIAS; MAIDA, 2006).

Além disso, esse estuário se encontra sob forte pressão humana, ao mesmo tempo que é inserido em uma unidade de conservação, a APA de Guadalupe (DE PAIVA; CHAVES; ARAÚJO, 2008). Devido aos crescentes impactos costeiros na região, encontram-se em discussão uma proposta de zoneamento do uso náutico (ZATAN) (CPRH, 2019) e a criação de uma RESEX marinha, a RESEX do Rio Formoso (RIBEIRO & CALLOU, 2015). Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a ecologia de *E. itajara*, como exemplo a identificação de habitats adequados, e fazer inferências sobre o status populacional da espécie no litoral sul de Pernambuco - Brasil, com ênfase num complexo estuarino. O estudo agrupou dois métodos, o primeiro com base no conhecimento ecológico local e o segundo sob análise temporal da pesca artesanal e visa contribuir para a conservação do mero.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende principalmente dois ecossistemas costeiros no Nordeste do Brasil: Uma área marinho-costeira e um sistema estuarino, ambos inseridos em unidades de conservação. O trecho marinho é mais utilizado pelas comunidades de pescadores locais de Tamandaré e situa-se dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental Federal APA Costa dos Corais (DE PAIVA; CHAVES; ARAÚJO, 2008), da Área de proteção Ambiental Estadual de Guadalupe e inclui ainda o parque Municipal marinho de Tamandaré. A porção estuarina abrange a APA de Guadalupe, com uma área de aproximadamente 44.799 ha, que inclui um trecho de área continental (32.135 ha) e outro trecho que abrange três milhas

náuticas de Oceano Atlântico (12.664 ha). A APA de Guadalupe compreende os municípios de Siririca, Igarapé, Tamandaré, Barreiros e Rio Formoso, localizados no litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil.

A análise da pesca artesanal foi concentrada no complexo estuarino de rio formoso, localizado entre as coordenadas geográficas 8° 35' 00'' Sul e 35° 95' 00'' Oeste (Figura 1). O clima da região, típico do litoral sul de Pernambuco, é o tropical chuvoso (quente e úmido) do tipo As', segundo a escala de Köppen (MOURA, 1991). A precipitação anual atinge a faixa de 2000 mm devido às chuvas de monção (LIMA, 2001). A região possui principalmente duas estações dominantes, sendo uma estação chuvosa, que compreende o período de abril até agosto e uma estação seca, que estende de setembro até março, onde mais de 95% da precipitação não ultrapassa 400 mm (ARAÚJO, 2003).

O complexo estuarino é banhado principalmente pelo rio Formoso, que se estende por um canal de 12 km de expansão perpendicular à linha de costa (Figura 1). Outros exemplos de rios mais calibrosos que integram o complexo são o Rio dos Passos e o Ariquindá (CPRH, 1998). A vegetação de margem é composta majoritariamente por *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho) (Rhizophoraceae) e na margem direita do estuário, devido à menor profundidade, é favorecido o estabelecimento de extensos prados de *Halodule wrightii* (Cymodoceaceae). São atividades típicas da região a agricultura, o turismo e a pesca artesanal (SANTOS, 2002). Apesar da moratória, a pesca permanece sendo um impacto importante na captura de meros, em particular os juvenis (MMA, 2007, p. 10). Além disso, a degradação do habitat por desmatamento crônico, assoreamento e poluição são impactos importantes na área (SANTOS, 2002). Portanto, é importante a avaliação desses efeitos na biodiversidade estuarina e práticas de manejo adequado.

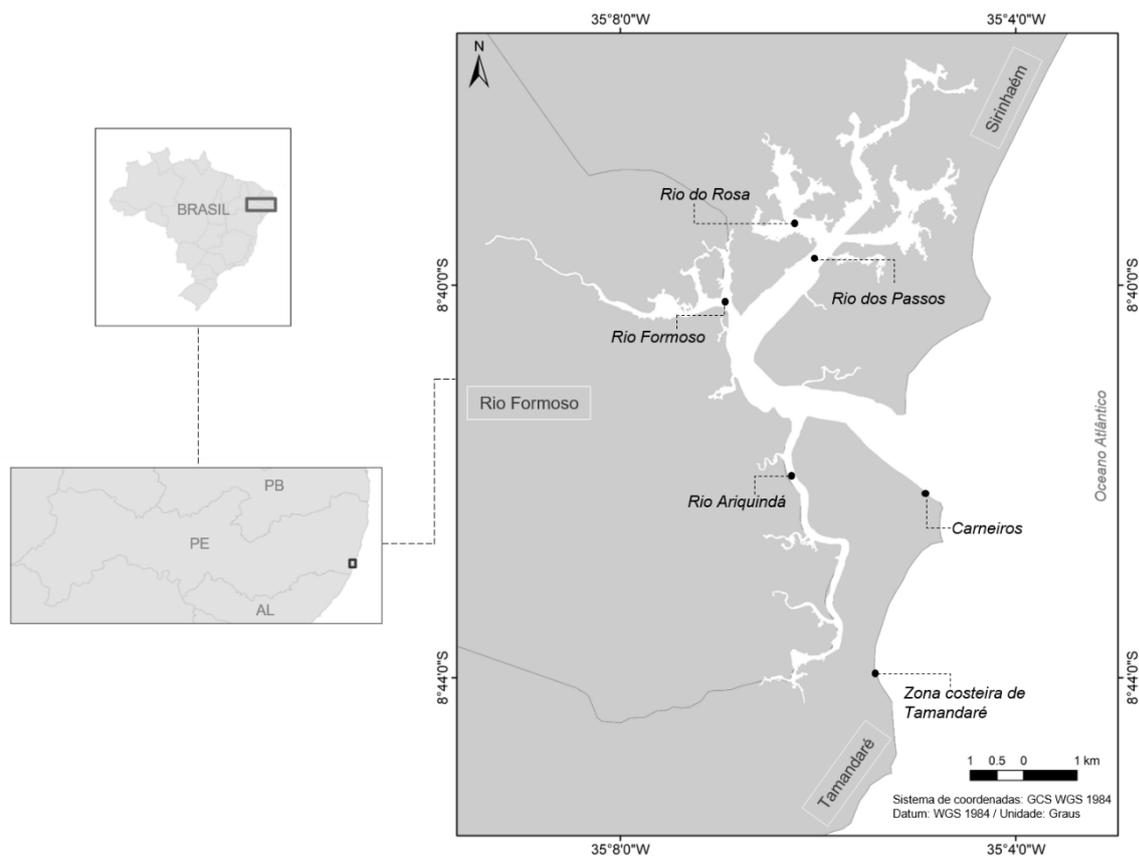


Figura 1. Mapa da área de estudo, composta pela região do complexo estuarino Rio Formoso (Rio dos Passos, Ariquindá e Formoso), situada no litoral sul do estado de Pernambuco, Brasil. Fonte: Brasil, 2020.

Conhecimento ecológico local

O estudo etnobiológico foi realizado nas comunidades locais de pescadores dos municípios de Rio Formoso e Tamandaré. O estudo foi feito através de entrevistas sediadas nas residências dos voluntários e nas colônias de ambos os municípios (Z - 05 de Tamandaré e Z - 07 de Rio Formoso). O método bola-de-neve (um tipo de amostragem em rede) foi aplicado para indicação de informantes com maior conhecimento sobre a espécie na região. Esse método consistiu na seleção do público alvo por meio da identificação de membros da população que conheciam sobre a espécie. Os membros são solicitados a identificar outros dentro de seu círculo social e assim por diante. Desse modo, um quadro geral do assunto é obtido a partir do que foi amostrado (HANDCOCK & GILE, 2011).

Como critérios de inclusão de informantes, foram considerados: (1) conhecimento aprofundado sobre o objeto de estudo; (2) experiência prática com pescarias que o envolvem;

(3) abertura e condições à comunicação com o pesquisador e (4) disposição para contribuir com estudo. A experiência dos informantes foi determinada sobre critério da percepção das próprias comunidades e não houve seleção com base na idade pela pesquisa. Não foi considerada a inclusão de participantes que: (1) não executam suas atividades de pesca na área de estudo em foco; (2) não fazem parte da comunidade local; (3) fazem uso de artes de pesca que não capture o animal de estudo. Grande parte do recrutamento dos voluntários de Rio Formoso foi feito durante reuniões na colônia de pescadores, onde pôde ser encontrado um grande número de possíveis participantes devido ao maior envolvimento da comunidade.

Cada informante foi entrevistado por meio de uma entrevista semiestruturada. Assim, a conversa foi conduzida livremente, contudo, sendo preenchidos alguns tópicos específicos pré-determinados conforme o roteiro de entrevista. Assim, foi dada uma oportunidade maior à exploração mais detalhada do conhecimento do participante enquanto o roteiro conduz, como guia, uma sequência padronizada de temas e controla possíveis fugas de conteúdo. Além disso, as entrevistas semiestruturadas permitem uma abertura para explorar informações inesperadas e pertinentes no momento da entrevista, que não foram pensadas previamente, aumentando assim o leque de conhecimento (FERREIRA et al., 2014). Os dados foram analisados segundo frequência de respostas em porcentagem e por número de citações, mas também foram consideradas respostas individuais.

Registros de pesca de camboa e análise temporal

Foram utilizados dados pretéritos de pesca de camboa, coletados no âmbito do Projeto Recifes Costeiros (BID/FMM/UFPE/IBAMA) pré-moratória de 2002, e posteriormente pelo Projeto Meros do Brasil: Estratégia para a conservação de ambientes costeiros e marinhos do Brasil (Petrobrás Ambiental), com execução em três períodos (2007-2009 / 2012-2013/2018-2019). O último período corresponde ao presente estudo e também às amostragens complementares sob atuação do Projeto Pesca para sempre - RARE. No contexto do presente trabalho, foram utilizados os dados referentes à pesca de camboa, que, quando reunidos, permitem avaliar e comparar temporalmente as capturas dentro de uma mesma arte de pesca. Durante as amostragens, os rios eram percorridos e quando uma camboa era identificada, era realizado o acompanhamento da despesca. Como a camboa é uma rede de elaborada montagem, operação e despescagem, que pode demorar mais de um dia, muitas vezes ao verificar que a mesma estava em processo de instalação, um retorno era realizado ao local no

dia seguinte. Devido à distância e diferentes condições entre os períodos, o balanço amostral, no entanto não reflete necessariamente o esforço observado em cada afluente.

A pesca de camboa representa uma das principais formas artesanais de pescaria do nordeste, e é praticada em estuários e manguezais. A estrutura consiste em um conjunto de redes de espera de malha pequena, que cobrem total ou parcialmente as margens de um rio, configurando extensas capturas de baixa seletividade (CEPENE, 1999). A estrutura é montada durante a maré baixa e permanece até a próxima baixa da maré. Dessa forma, os peixes que adentram o manguezal durante a maré cheia são cercados e se aglomeram numa espécie de curral, quando são finalmente capturados na próxima maré seca (Obs. Pessoal). Essa pescaria pode ocasionar na captura incidental de meros em estágio juvenil. Inclusive, já foram registradas capturas de exemplares de até 28 cm de comprimento nestas armadilhas (MMA, 2007, p. 10).

De cada indivíduo capturado acidentalmente pela arte de pesca, foram registrados: data, peso (g), comprimento total (CT) e padrão (CP) (cm) e local de captura demarcado com GPS. Os exemplares também foram fotografados para posterior foto-identificação (foto-iD). Para avaliar a abundância da população dentro do complexo estuarino foi utilizada a captura por unidade de esforço (CPUE). A CPUE representa o número ou peso dos indivíduos que foram retirados por alguma arte de pesca e por uma determinada unidade de esforço. A unidade de esforço, por sua vez, pode ser o tempo de atuação do apetrecho de pesca, o tamanho da rede ou a captura pelas unidades do apetrecho. Nesse caso, a unidade de esforço foi representada pelo tamanho da rede e determinou-se em captura em g a cada 100 m de rede e por despesque de camboas.

Análise de dados

Resultados do conhecimento ecológico local como sazonalidade e ocorrência em fases lunares específicas foram comparados com as capturas de mero no estuário através do teste X^2 . A avaliação temporal das capturas em rede de espera (camboa) para o número de indivíduos por camboa, biomassa por camboa ou CPUE expressa em g/100 m de rede foi avaliada segundo o teste Mann-Kendall, objetivando a identificação de tendências temporais significativas entre os períodos de pesca amostrados. As análises foram segregadas em três períodos: (a) 2000-2009; (b) 2012-2019 e; (c) 2000-2019, correspondendo, respectivamente,

a primeira década subsequente à portaria, a década seguinte e ao período todo. Também foi feita uma regressão linear com o objetivo de testar a relação entre esforço de pesca dos desembarques de camboas (variável explicativa) e as capturas de meros nas camboas (variável resposta). Testes X^2 foram efetuados no programa Office Excel validado e as análises de Mann-kendall foram feitas no *software* R.

RESULTADOS

Conhecimento ecológico local

Perfil dos informantes

Foram entrevistados 39 pescadores. Os informantes foram divididos conforme os ecossistemas de atuação, onde 23 pescadores praticam a pesca no estuário, 15 no mar e 1 em ambos os ecossistemas. No estuário, por sua vez, as principais artes de pesca utilizadas pelos entrevistados foram camboa, caceia e tarrafa. Enquanto isso, os pescadores marinhos foram representados principalmente por mergulhadores, que utilizavam sobretudo o arbalete como equipamento para pesca. A idade dos pescadores de estuário variou entre 31 e 87 anos, com (média \pm desvio padrão) 58 ± 13.38 anos e 50 e 60 anos se destacaram entre as faixas etárias encontradas. A experiência na pesca se deu entre 17 e 75 anos de atividade, com uma média de 42 ± 16 anos. No mar, a idade dos pescadores variou entre 25 e 83 anos, com 41 ± 13.8 anos. A maioria dos entrevistados tinham faixas etárias de 30 e 40 anos, com alcance de 33% em cada caso. A experiência na pesca oscilou de 15 a 73 anos de atividade, com média de 28.2 ± 14.68 anos.

Habitat

Foram citados 53 locais de ocorrência do mero no complexo estuarino. Esses locais continham principalmente estruturas de pedra, locas e galhos/troncos de mangue afundados, que eram chamados de “gaiteiros”. Foi também apontada a preferência por áreas manguezal, poços e locais profundos no geral (Figura 2; Tabela 1). Fundos lamosos, raízes de manguezal, cabeceiras de rios, pesqueiros, naufrágios e recifes em cabeços foram locais também indicados (os três últimos como habitats marinhos), apesar de terem sido citados com menos frequência pelos informantes. Segundo os informantes, o mero compartilha seu habitat com algumas espécies abrigadas também em ambientes com rochas no estuário. Foram citados o

aniquim (uma espécie de peixe-pedra, *Thalassophryne nattereri*), algumas espécies de lutjanídeos (*Lutjanus cyanopterus*, *Lutjanus alexandrei*) e em especial a moréia-verde (*Gymnothorax funebris*), que foi a espécie mais mencionada pelos entrevistados. Por fim, nos estágios iniciais de vida, foi apontado que a espécie se abriga dentro do manguezal ou em margens de mangue com presença de galhos, porém, situados em águas rasas (Figura 2; Tabela 2).

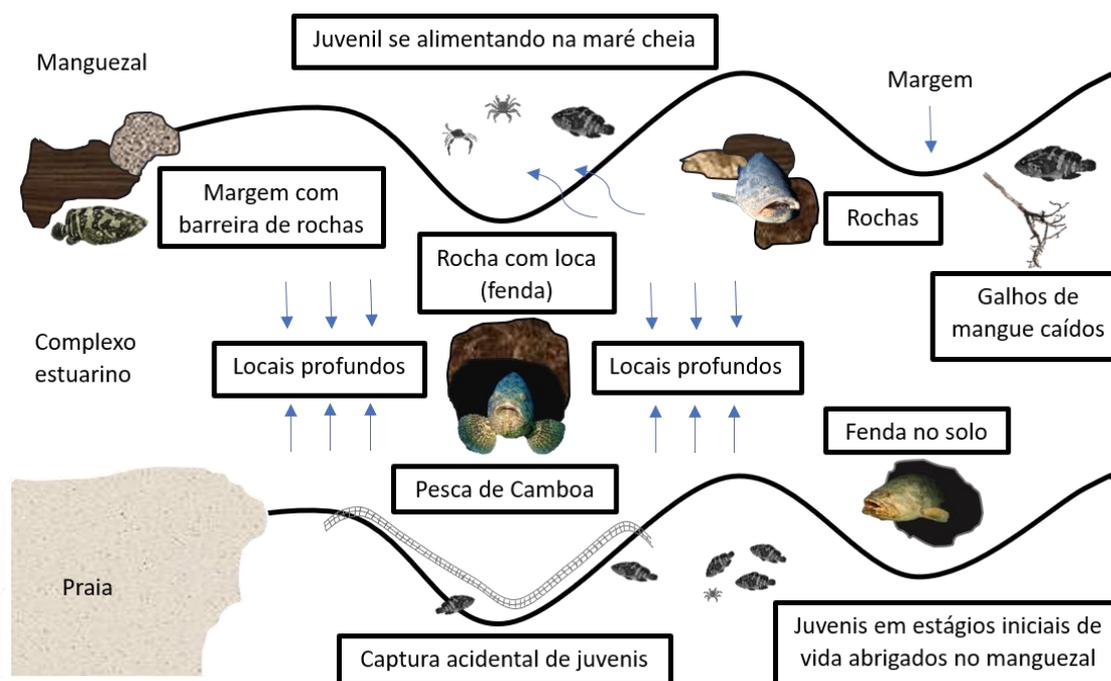


Figura 2. Tipos de ecossistemas, habitats de *E. itajara*, e eventos encontrados no estuário do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.

No mar foram indicados 39 pontos de ocorrência. Nesses locais, foi apontada a presença de estruturas recifais, naufrágios, locais profundos fundos lamosos e formações em locas (Tabela 2). Nos recifes, foi informado que o mero habita cabeços, lajes, lajeiros, tacis e lastros como tipos de estruturas recifais. Dentre essas estruturas, os cabeços foram a principal representante das áreas citadas, ocorrendo em 93% das entrevistas. Assim como no estuário, no mar a espécie é vista compartilhando o ambiente recifal com outras espécies como o bodião-bico-verde (*Scarus trispinosus*) e algumas espécies de pequenos peixes.

Quadro 1. Descrições dos pescadores das estruturas recifais encontradas no litoral sul de Pernambuco, Brasil.

Habitats recifais identificados por pescadores locais	
Estruturas recifais	Descrição
Cabeço	Recife geralmente arredondado, formando locas e rodeado por sedimento. Também pode ser comprido, mas representa um recife mais isolado. Quanto mais altos (3-4 m de altura), mais abrigo fornece para o mero se esconder.
Laje	Nomeados também de “carapitangas”. São recifes maiores, mais lisos, semelhantes a uma laje de residência. Submersos em profundidades de 18 a 30m e localizados entre 7 e 9 km da costa. Contém poucas locas em cima, tendo apenas no final (limite inferior) e formam poços de 2m de profundidade. Os meros se alojam no final, onde há locas maiores.
Lajeiro	Laje pequena, de superfície mais irregular. É semelhante ao cabeço, porém, com maior extensão. Encontrado horizontalmente após os taci. Tem poços com 3m de profundidades. Recifes mais rasos e altos.
Taci	Final dos recifes. Onde se inicia o sedimento no qual ocorre pesca de camarão.
Lastro	Recifes no geral, também chamado de “lastro de pedra”. É uma formação recifal com muita irregularidade, poços e locas.

Alimentação e comportamento alimentar

Com base nos itens alimentares citados pela comunidade local, o mero apresentou em ambos os ecossistemas preferência por itens dos grupos de crustáceos, seguido de peixes, em proporção semelhante e moluscos em terceiro (Ver tabela 2). O hábito generalista, por sua vez, foi informado dez vezes a mais no ecossistema estuarino. Também foi apontada diretamente a preferência por crustáceos, porém, o consumo de itens é desigual nos habitats marinho e estuarino (Figura 3). No estuário, os grupos de crustáceos mais presentes na dieta do mero são principalmente o siri, seguido do aratú, caranguejo e camarão.

Enquanto isso, no mar a lagosta e o lagostinho são apontados com mais frequência e, em alguns casos, tidos como os alimentos de maior preferência da espécie. Em seguida, caranguejos são o segundo grupo mais consumido no mar e em menores proporções estão os

siris e aratus. A dieta de moluscos também foi diferenciada entre os ecossistemas estudados. Enquanto no mar o mero se alimenta de polvos e lulas, no estuário se alimenta de ostras e sururus.

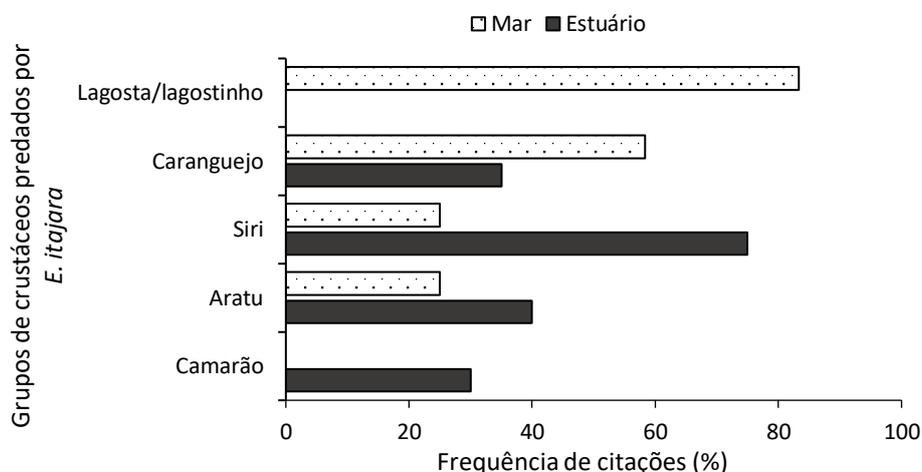


Figura 3. Frequência de citações dos grupos de crustáceos incluídos na dieta de *E. itajara* no estuário e no mar.

Uma série de comportamentos alimentares foi apresentada pelos informantes (Tabela 2). Em primeiro caso, o hábito de adentrar o manguezal para se alimentar foi registrado, ocorrendo com maior probabilidade em períodos de maré cheia (Figura 2). O mero é caracterizado por alimentar-se em forma de emboscada e por sucção. Pode ocorrer de a espécie não engolir o alimento por completo e, segundo informações de maior experiência, esse peixe possui uma garganta pequena com relação a boca. O alimento então é engolido em partes quando a presa é muito grande em relação a seu tamanho.

Além disso, o mero é muito atraído por iscas vivas e, por sinal, são descritos casos em que são tomados peixes físgados de linha ou capturados pelos pescadores de mergulho. No estuário é indicado que a espécie caça durante a noite, enquanto no mar, alguns informantes também informam a procura de alimento durante o dia. Por fim, a produção de sons foi observada como uma estratégia para capturar presas.

Produção de sons

A produção de sons é mais vista por parte da comunidade local em momentos de defesa. Quando o mero se sente ameaçado em ocasiões de aproximação inesperada dos

mergulhadores, é percebido por eles um forte e ameaçador ruído que pode ser ouvido há longas distâncias. O barulho é descrito como uma batida estrondosa chamada de “tum”. Os meros também foram observados produzindo esses sons para atordoar presas através do barulho e vibração na água, chegando a paralisar os alvos. O mecanismo de geração do som se dá sequencialmente pela rápida captação de água pela boca, fechamento abrupto da mandíbula e propagação pelos opérculos do animal.

Reprodução e agrupamento

Pouco foi informado a respeito da reprodução da espécie na região e muitos informantes não tiveram respostas (Tabela 2). A maioria das citações sobre reprodução informou que a desova ocorre no estuário (58%). A desova, segundo alguns informantes, ocorre em períodos de lua cheia, ou na maré de sizígia, a qual também inclui a lua nova. Muitos dos informantes do estuário não chegaram a ver um mero ovado (54%) e apenas 3 do total de entrevistados informou que capturou ou viu um mero ovado.

Segundo as informações obtidas, não foram percebidos grandes grupos de indivíduos adultos. O agrupamento mais comum visualizado pelos pescadores marinhos é em forma de casal. Já no estuário são mais encontrados meros solitários e é informado também que os juvenis costumam ficar agrupados. Ademais, houve percepção de mudança de sexo por dois voluntários, onde foi citado que os indivíduos jovens mudam o sexo durante a maturação segundo um informante do estuário, e depois de adultos, de acordo com a necessidade no local de indivíduos machos ou fêmeas segundo um entrevistado do mar.

Resistência

Casualmente, foi mencionado por alguns voluntários a capacidade do mero de resistir às investidas de capturas e às condições desfavoráveis no ambiente (Tabela 2). Enquanto de um lado, a espécie é fácil de ser capturada por ser considerada dócil em toda a comunidade local, o mero é rotulado como um peixe “valente”. Devido a sua grande força, torna-se difícil de ser capturado, exigindo do pescador certa experiência para saber como capturá-lo. Ao ser fígado, é mencionado que a espécie pode arrastar o que estiver no seu caminho e também são documentadas muitas perdas de equipamentos de pesca.

É importante saber qual equipamento e onde atingir o animal, pois, se acertado na lateral do corpo, o animal consegue escapar pela força mesmo que morra posteriormente devido aos ferimentos. Também é alertado que se ferido lateralmente, a qualidade de sua carne é perdida ao atingir o estômago, onde podem ser encontrados alimentos em estágio de decomposição os quais contaminam os tecidos adjacentes. Logo, o ponto mais indicado é a cabeça, entretanto, depois de atingido o mero ainda pode voltar a consciência e foi relatado que mesmo quando aberto, ainda permanecia com o coração a bater. Por sinal, no estuário é comumente conhecido que o mero demora a morrer, sobrevivendo um longo período fora d'água e a ambientes de baixa qualidade da água.

Abundância, tamanho e alterações no tempo e espaço

O mero é descrito pela maioria dos entrevistados como um peixe pouco abundante (Tabela 2). No estuário, devido à baixa abundância da espécie, a pesca dirigida foi considerada insuficiente para a sobrevivência do pescador segundo os informantes, que a apontaram como uma espécie não comercial. Mesmo assim, trata-se de uma espécie valorizada pelo porte e carne, e a pesca ilegal da espécie na região ainda ocorre, tendo sido mencionada pelos habitantes locais, em especial, pelos pescadores do estuário.

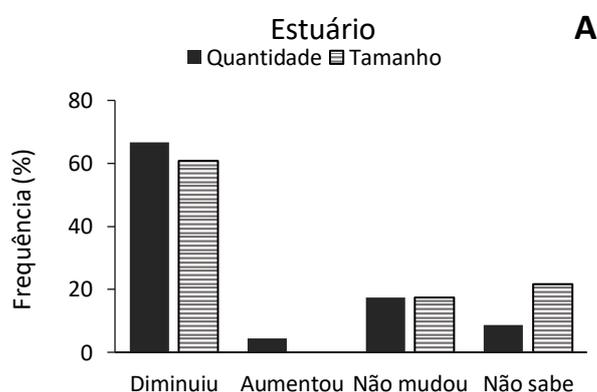
Uma das questões desenvolvidas no estudo foi a respeito das possíveis modificações na abundância e no tamanho dos meros ao longo do tempo. Com isso, no estuário 66.7% dos entrevistados indicaram que a espécie diminuiu em abundância e 60.8% em tamanho. Menos de 5% disse que houve aumento na quantidade e 17% não percebeu nenhuma alteração (Figura 4). Foram encontradas uma série de razões para as diminuições. As principais apontadas, segundo número de citações, são poluição (19), assoreamento (14), pesca (9), presença de lanchas (7), retirada de tocos de manguezal (6) e desmatamento (5). O assoreamento foi também considerado como consequência do tráfego das lanchas nos canais. Foram citados como impactos de poluição despejos de esgoto (da companhia de saneamento COMPESA), descargas de viveiros de camarão e lixiviação de resíduos de usinas de cana-de-açúcar. Já a questão do aumento foi justificada com medidas de fiscalização e conscientização.

Em contrapartida, no mar foi detectado um aumento na abundância de meros por 66.7% dos voluntários e de 40% no tamanho. 13% informaram que não houveram mudanças. Parte dos

entrevistados divulgou redução na abundância e no tamanho de meros no mar, com 26%.7 e 13%, respectivamente (Figura 4). Todos os informantes que apontaram aumento afirmaram que a melhoria da população de meros nessas áreas se deu após a proibição da pesca. Já o indicativo de diminuição foi em razão da pesca e acredita-se que essa redução tenha ocorrido antes do intervalo de proibição.

Mesmo assim, o aumento no número de pescadores/mergulhadores é conhecido por um terço dos informantes por provocar redução na abundância ou afastamento da espécie para zonas mais profundas. Essa interação de fuga pode provocar a movimentação da espécie de um ponto de ocorrência para outro, assim como mudanças na oferta de alimento podem atrair a espécie para outras áreas, causando também alterações das áreas frequentadas. Essa mudança nos padrões de movimento devido a alimentação foi informada por 46.6% dos entrevistados.

Com relação ao habitat, um terço dos pescadores de atuação marinha informou sobre a ocorrência de uma “mudança temporal”. Os informantes apontaram que o tempo está mudando, sendo observados por determinação de estações mais imprevisível e águas mais turvas. Uma das observações de um entrevistado foi sobre haver mudanças nas áreas frequentadas pelo mero devido a diferenças no clima e também foi informado que o mero muda de cabeça durante o inverno.



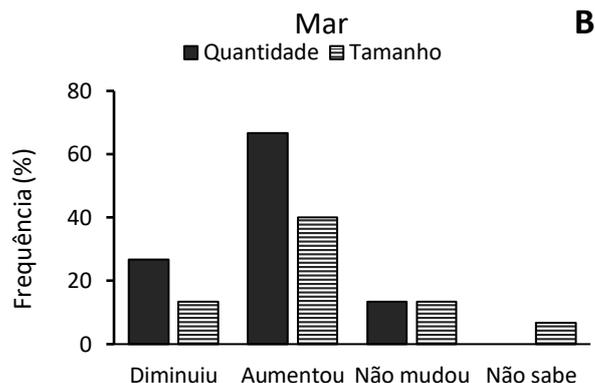
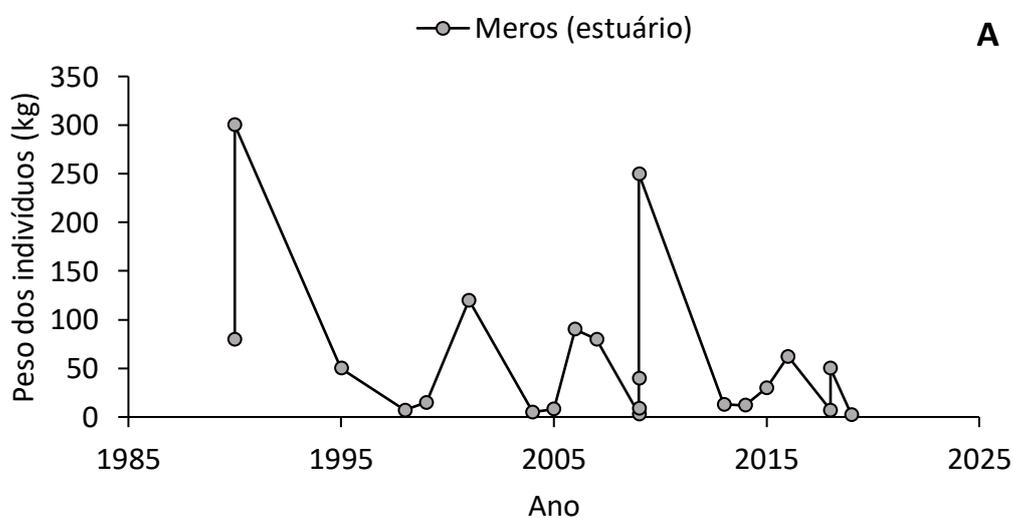


Figura 4. Frequência de citações sobre mudanças na abundância de *E. itajara* no estuário (A) e no ambiente marinho (B).

Uma outra abordagem foi acerca do tamanho dos indivíduos. Cada informante recapitulou sobre o maior mero visto no decorrer de sua vida (Figura 5). Assim, no estuário os maiores meros encontrados pesavam aproximadamente 300, 250 e 120 kg e foram vistos nos anos de 1990, 2009 e 2001, respectivamente. Todavia, no estuário, a média de peso dos indivíduos maiores se deu em 58.7 ± 79.8 kg e teve oscilações de tamanho no decorrer dos anos. No mar, os maiores indivíduos alcançaram 500 e 350 kg e vistos em 1989 e 2004, respectivamente. Meros de 300 kg foram observados no final da década de 90 e início dos anos 2000 e voltaram a ser encontrados a partir de 2017 até atualmente, em 2019. No mar, o peso médio é de 217.2 ± 127.4 kg e foi observada uma faixa de peso mais baixa entre 2007 e 2016.



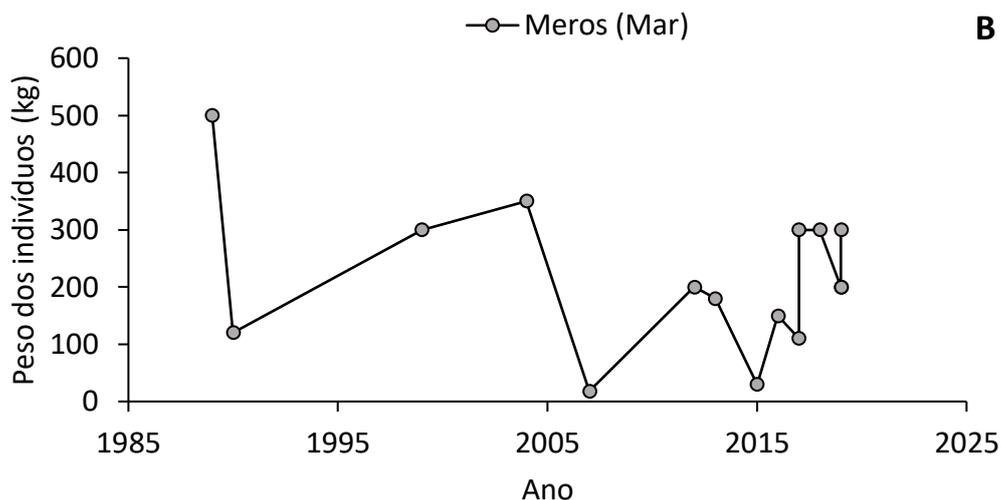


Figura 5. Maiores indivíduos de *E. itajara* encontrados pelos pescadores locais no estuário (A) e na costa marinha (B) do litoral sul de Pernambuco e respectivos anos de observação.

Tabela 2. Informações gerais de diferentes classes de assunto obtidas através de pescadores locais de atuação marinha e estuarina.

		Citações	
		Estuário	Mar
Abundância	Raro	9	1
	Abundante	1	
Habitats	Pedras	21	
	Tocos	21	
	Manguezal	14	
	Locas	13	3
	Local profundo	10	5
	Poços	8	
	Cabeços	2	14
	Tacis		6
	Lajes/Lajeiros		5
	Lastros		1
	Naufrágios	1	4
	Lama	3	3
	Raízes de mangue	2	
Habitats em estágios iniciais de vida	Pesqueiros	1	
	Cabeceira de rio	1	
	Dentro do mangue	2	1
Alimentação	Margens de mangue com galhos	2	
	Águas rasas	1	
	Crustáceos	19	12
	Peixes	16	8
Comportamento alimentar	Moluscos	3	4
	Hábito generalista	10	1
	Vai para o manguezal se alimentar	6	
	Vai para o manguezal se alimentar (maré cheia)	4	
	Vai para o manguezal se alimentar (maré seca)	1	
	Alimentação por emboscada	3	1
	Atraídos por isca viva	3	
	Preferência por crustáceos	3	4
	Roubar peixes fisgados/capturados	1	4
	Sugar alimento	1	1
Não engole o alimento completo	2		

	Alimentação noturna	1	2
	Alimentação diurna		2
Produção de sons	Para atordoar e capturar presas		1
	Para se defender		3
Reprodução	Reprodução/desova no estuário	6	5
	Reprodução em lua cheia/maré de lua	1	1
	Nunca viu ovado/Não sabe	6	1
	Viu ovado	1	2
	Mudança de sexo	1	1
Interação de convivência	Moréia (<i>Gymnothorax funebris</i>)	4	
	Aniquim, Peixe-pedra (<i>Thalassophryne nattereri</i>)	1	
	Carapitanga (<i>Lutjanus sp.</i>)	1	
	Caranha (<i>Lutjanus cyanopterus</i>)	1	
	Baúna (<i>Lutjanus alexandrei</i>)	1	
	Bodião-bico-verde (<i>Scarus trispinosus</i>)		1
	Peixes pequenos		2
Agrupamento	Solitário	7	4
	Casal	3	12
	> 2 indivíduos	4	4
	Juvenis agrupados	2	4
Resistência	Demora a morrer	3	1
	Difícil de capturar	1	2

Períodos de maior ocorrência

Foram apontadas pelos informantes algumas épocas mais propensas a serem vistos meros (Tabela 3). Os entrevistados abordaram aspectos de sazonalidade através das estações seca e chuvosa (verão e inverno), intervalos de atividade noturna e diurna, e a influência da lua e marés e de ventos que atuam na região. A estação seca, verão ou clima mais quente se destacou como período favorável ao mero com 80% de menções dos informantes. Um terço dos pescadores indicou que o mero é mais visto em horários noturnos. As marés mais mencionadas foram maré de lua cheia e a maré de lua no geral, que corresponde à lua cheia e nova e maré de sizígia, a qual engloba grandes amplitudes de maré.

Um período do calendário lunar que surge duas vezes ao mês foi reportado por 6 informantes: a lua de quarto. Na linguagem local, as luas de quarto são a maré de lançamento e de quebra-mar, que correspondem a lua de quarto crescente e minguante, respectivamente. A maré de lançamento foi mais referida e a maré de quebra-mar foi informada somente pelos pescadores estuarinos. Por fim, dois tipos de ventos foram apresentados em questão, indicando que os meros são mais atraídos pelos ventos nordeste e leste. Quanto a sazonalidade e fases lunares, não foi encontrada uma proporção significativamente diferenciada entre tais períodos com base nas capturas de meros em redes de espera no estuário (Tabela 3).

Tabela 3. Períodos citados pelos pescadores locais em que a espécie é mais facilmente encontrada.

Períodos onde <i>E. itajara</i> são mais encontrados			Comparativo	
Observação do entrevistado	Fase lunar/maré correspondente	Citações (n)	Capturas (n)	P valor (χ^2)
Verão/clima quente		12	91	0,53
Inverno		2	79	0,49
Dia		2		
Noite		5		
Maré de lua	 Maré de sizígia	10	76	0,29
Maré de lua cheia	 Maré de sizígia	9	31	0,31
Maré de lua nova	 Maré de sizígia	4	42	0,99
Maré de quarto	 Maré de quadratura	2	91	0,34
Maré de lançamento	 Lua de quarto (c)	4		
Maré de quebra-mar	 Lua de quarto (m)	2		
Maré de reponta		1		
Vento nordeste		3		
Vento leste		2		
Sem período		7		

* χ^2 , GL = 1 para sazonalidade e GL = 3 para fases da lua.

Registro da pesca de camboa

Foram registradas capturas de 170 indivíduos de *E. itajara* de um total de 280 camboas com desembarque acompanhado no estuário do rio Formoso composto pelos três afluentes. As amostragens ocorreram nos anos de 2000, 2007, 2008, 2009 2012, 2013, 2015, 2016 2017, 2018 e 2019, com esforços amostrais variáveis entre anos e rios (ver Tabela 4).

Tabela 4. Esforço amostral de camboas no decorrer dos anos de amostragem.

Anos amostrados	Número de camboas por rio			
	Ariquind		Passo	
	á	Formoso	s	Total
2000	10	1	63	74
2007	15	3	0	18
2008	17	10	3	30
2009	5	0	0	5
2012	17	8	12	37
2013	30	4	7	41
2015	3	0	0	3
2016	8	6	1	15
2017	15	7	0	22
2018	13	3	3	19
2019	10	4	2	16
Total	143	46	91	280

A captura total anual de peixes por camboa foi de $38,3 \pm 29 \text{ kg ano}^{-1}$ em média. Por sua vez, a captura anual de *E. itajara* foi verificada em $0,32 \pm 0,7 \text{ kg ano}^{-1}$ em média, a qual representou 0,83% da captura total anual amostrada (Figura 6). A captura total de peixes acumulada no período amostrado foi de 10481.4 kg, enquanto isso, a captura acumulada de *E. itajara* se deu em 88.6 kg.

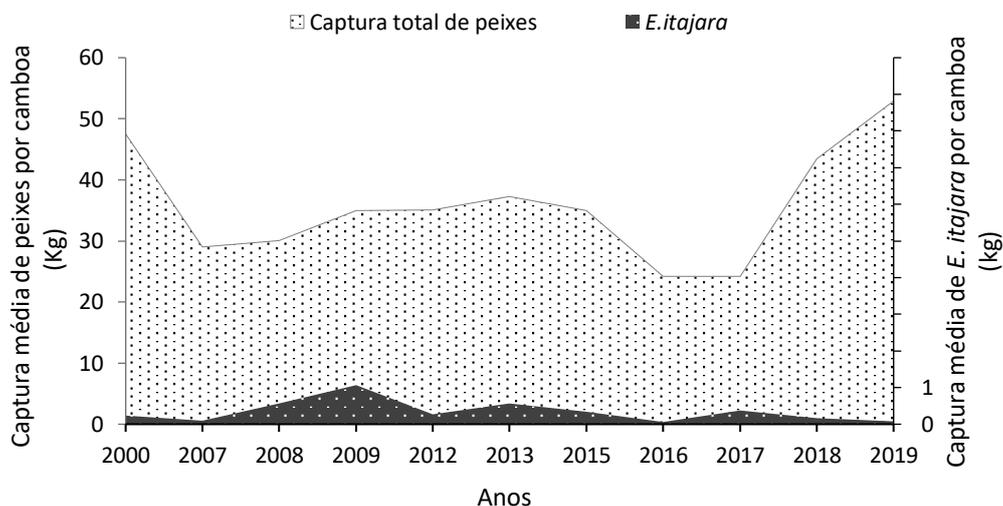


Figura 6. Capturas em kg por despesca de camboa anuais (CPUE) entre 2000 e 2019.

Foi observada uma tendência significativa de aumento de registros de meros em função do aumento deamboas amostradas, indicando boa relação entre esforço amostral e captura de meros ($p = 0.0022$; $R^2 = 0,66$) (Figura 7).

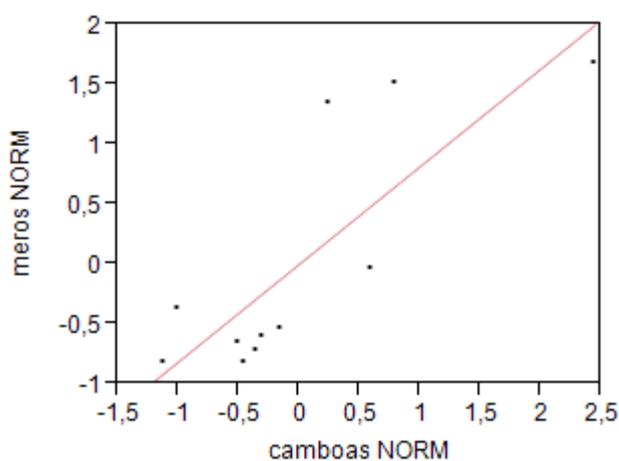


Figura 7. Relação entre número de camboas amostradas e número de capturas de meros nas camboas.

Houve tendência de aumento nas capturas de camboas entre os anos 2000 e 2009 e declínio entre 2009 e 2019 em evidência através do número de indivíduos, biomassa e CPUE (g/100m de rede) (Figura 8). Foram observados 92 indivíduos capturados no rio Ariquindá, 18 no rio Formoso e 60 no rio dos Passos. Em todas as capturas pós-moratória de 2002 houve soltura dos meros vivos. Dentre os rios, o Ariquindá teve mais desembarques de camboas acompanhados em termos de regularidade e frequência em todo o período (Tabela 1), conseqüentemente, obteve registros mais regulares de meros, seguido do rio Formoso e do rio dos Passos. No rio Ariquindá uma possível redução no número de meros foi observada no período de 2009 a 2019 (Figura 8).

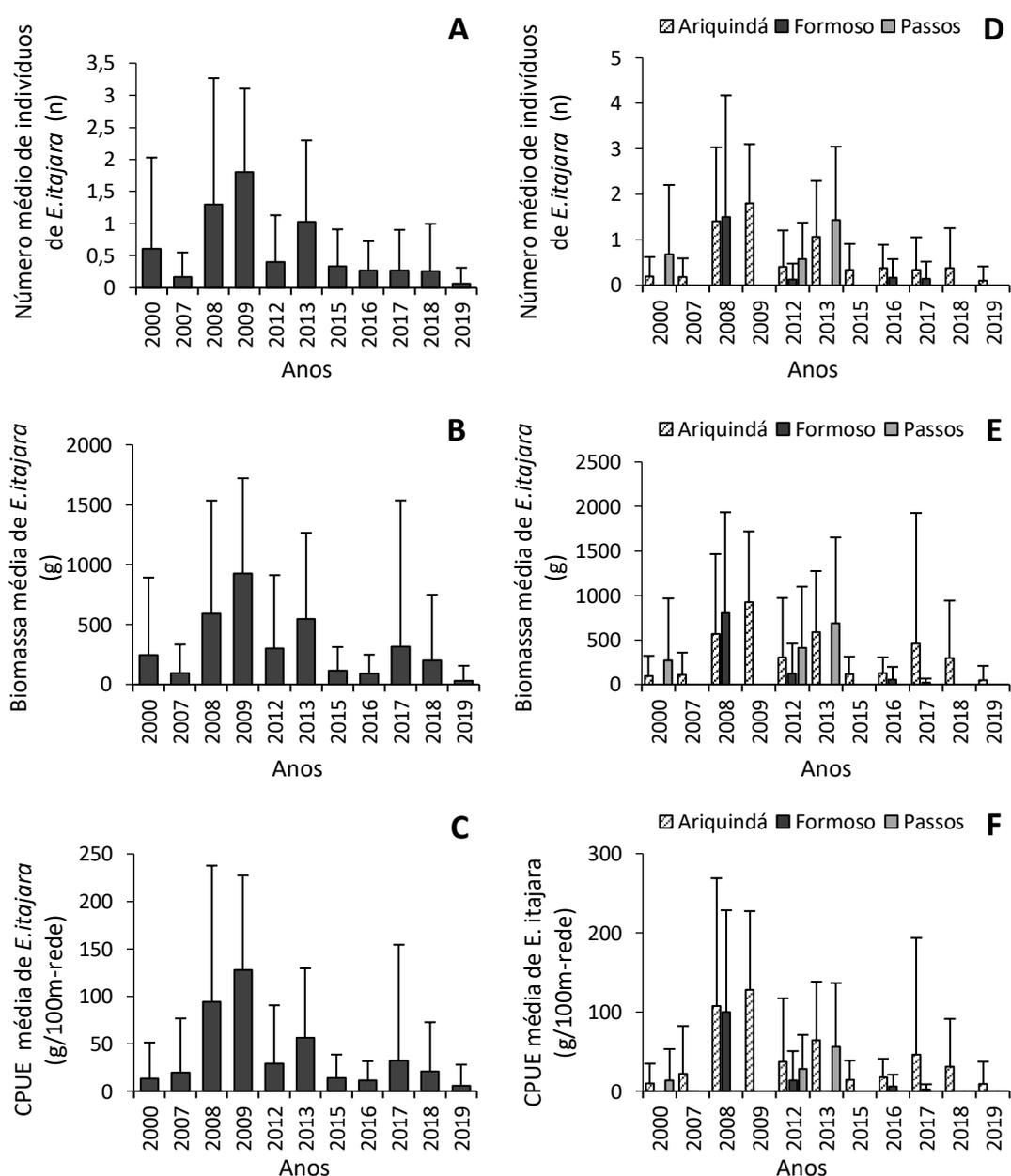


Figura 8. Capturas médias anuais no complexo estuarino em: (A e D) número de indivíduos (n); (B e E) biomassa (g) e (C e F) CPUE (g/100m) de *E. itajara*. Valores em D, E e F foram divididos entre os três principais rios do complexo.

Com relação ao número de indivíduos, foi observada uma tendência geral significativa de diminuição entre 2000 e 2019 (MK, $p = 0,042$; Inclinação = $-0,491$) e 2012 e 2019 (MK, $p = 0,0188$; Inclinação = $-0,714$). Não foram encontradas tendências significativas para as demais categorias e períodos testados (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de tendências para a capturas de *E. itajara* em número de indivíduos (n), biomassa (g) e CPUE (g/100m) em três períodos distintos. Valores significativos ($p < 0,05$) sob asterisco (*).

Categoria	Período	Tendência	p valor	Inclinação (Tau)
Número de indivíduos (n)		Aumento	0.308	0.667
Biomassa (g)	2000 - 2009	Aumento	0.308	0.667
CPUE (g/100m)		Aumento	0.089	1
Número de indivíduos (n)		Diminuição	0.016*	-0.81*
Biomassa (g)	2012 - 2019	Diminuição	0.229	-0.429
CPUE (g/100m)		Diminuição	0.229	-0.429
Número de indivíduos (n)		Diminuição	0.042*	-0.491*
Biomassa (g)	2000 - 2019	Diminuição	0.21	-0.309
CPUE (g/100m)		Diminuição	0.35	-0.236

DISCUSSÃO

Tanto estuário e quanto no mar foi apresentada uma quantidade considerável de pontos de ocorrência de meros. No estuário, esses locais são frequentemente formados por rochas ou por galhos de mangue submersos, ambos fornecendo uma estrutura de abrigo, como locais. Meros mais jovens permanecem próximos ou entre as raízes de mangue. Conforme crescem migram para rochas e áreas mais profundas. Fendas no solo foram relatadas como abrigo de meros com mais de 10 kg, assim como rochas maiores em áreas com mais de 2 m de profundidade. Essa mudança ontogenética da preferência de profundidade de acordo com o tamanho foi observada anteriormente no ambiente marinho (GIGLIO et al., 2014; COLLINS et al., 2015) e mais recentemente no estuário (ZAPELINI et al., 2017).

Segundo os informantes, os meros abaixo de 3 kg preferem as margens e estruturas do manguezal por formarem um sistema de abrigo e forrageamento. Tal forma de uso do habitat, principalmente por abrigo, corrobora com os resultados de outros estudos (SADOVY &

EKLUND 1999; KOENIG et al., 2007; LARA et al., 2009). Vale destacar que as estruturas de rocha e mangue mencionadas acima são altamente vulneráveis aos impactos de embarcações, especialmente às de grande porte.

No mar, os meros são mais encontrados nos recifes em forma de cabeço, que são grandes formações recifais ilhadas principalmente por lama. Estes locais ocorrem geralmente entre 15 e 20 m de profundidade, onde aparecem meros grandes e, geralmente, em casais. Segundo os informantes, esses locais atraem a espécie devido à abundância de alimento. Do mesmo modo, o mero faz migrações em busca de alimento. Dessa forma, a distribuição de meros no mar é influenciada pela profundidade e oferta de alimento que essas estruturas podem proporcionar. Apesar do padrão sobre a profundidade ser consistente com a literatura (GIGLIO et al., 2014; COLLINS et al., 2015), alguns estudos demonstram uma maior ocorrência em recifes artificiais (FRIEDLANDER et al., 2014; GIGLIO et al., 2014; COLLINS et al., 2015). Enquanto no presente estudo, os recifes naturais foram mais citados. Logo, nesta área, as formações recifais naturais tem sua importância potencializada na distribuição dessa espécie.

Na área estudada, desde o estuário até o mar, o mero compartilha habitats rochosos e recifais com outras espécies, como algumas espécies da família Lutjanidae. Os Lutjanídeos são espécies de importância econômica que sofrem intensa pressão de pesca (COLEMAN et al., 1999; FRÉDOU; FERREIRA; LETOURNEUR, 2009a; DE LA GUARDIA et al., 2018) e que podem ser explorados em diferentes estágios de história de vida (FRÉDOU; FERREIRA; LETOURNEUR, 2009b). No mar, essa relação também é encontrada com *Scarus trispinosus*, uma espécie de peixe-papagaio com status de conservação em perigo (IUCN, 2020) e que também é alvo da pesca. Logo, o estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação de *E. itajara* levanta uma possibilidade de atuação como uma espécie guarda-chuva. Assim, ao proteger importantes áreas de ocorrência do mero, as espécies que se associam ao mesmo tipo de habitat também serão protegidas.

Na área de estudo, o mero foi descrito se alimentando de crustáceos e peixes, principalmente. A preferência por crustáceos foi enfatizada nos dois tipos de ecossistemas, especialmente por lagostas e caranguejos. Guajá (*Calappidae*) foi o caranguejo marinho que se destacou, enquanto o siri (*Callinectes spp*) e o aratu (*Goniopsis cruentata*) foram itens preferenciais no estuário. O consumo de moluscos bivalves como ostras (*Ostreidae*) e sururus (*Mytilidae*)

representam novidades para a dieta da espécie. Um informante experiente esclareceu que o mero se alimenta de bivalves ao partir suas valvas.

Os resultados foram semelhantes a estudos sobre conhecimento ecológico local, bem como por estudo de conteúdo estomacal e análise isotópica, os quais indicaram uma dieta rica em lagostas e caranguejos, peixes e polvos (RANDALL, 1967; GERHARDINGER et al., 2006; FERREIRA et al., 2014; FREITAS et al., 2015), com exceção dos bivalves. Assim como os tipos de caranguejos, a alimentação por moluscos também se diferencia quando no mar, mudando de bivalves para polvos. Portanto, foi demonstrada uma mudança ontogenética de dieta, assim como ocorreu em outras áreas da América do Sul (ARTERO et al., 2015; FREITAS et al., 2015).

A dieta apontada com base em espécies que vivem em manguezais e o costume do mero entrar no manguezal para se alimentar durante a maré cheia ressaltam a importância deste ecossistema como fornecedor de recurso base. A utilização dos recursos do manguezal também foi documentada no Norte do Brasil a nível de comunidade por meio de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio (^{13}C e ^{15}N), análise do conteúdo estomacal e de dados publicados (GIARRIZZO; SCHWAMBORN; SAINT-PAUL, 2011). Portanto, o manguezal tem um papel crucial no desenvolvimento da espécie em populações adultas, além da importância de abrigo já mencionada. Já os itens consumidos pelo mero no mar têm alto valor econômico e, por isso, é importante o monitoramento e proteção destes recursos.

Embora não tenha sido encontrada diferença estatística nas pescarias de mero entre os períodos de verão e inverno (Tabela 3), 80% dos informantes afirmaram que a espécie aparece mais durante o verão. No nordeste do Brasil, informantes do Banco de Abrolhos apontaram que a taxa de captura aumenta nos meses quentes, atingindo um pico de abundância durante dezembro (GERHARDINGER et al., 2006).

No Maranhão, meros são mais abundantes durante o período chuvoso, entre dezembro e maio e com picos em janeiro e fevereiro (IBAMA, 2007). Porém, o Maranhão se caracteriza por um clima tropical com temperaturas mais elevadas ao ano ($<26^\circ$) devido a sua posição geográfica e também apresenta clima tropical com chuvas de inverno tipo (As) na linha de costa segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013). No hemisfério norte,

agregações de desova ocorrem entre junho e outubro, que correspondem aos meses de verão ou de estação chuvosa (SADOVY & EKLUND, 1999).

Além do efeito do clima e sazonalidade, a atuação dos ventos na região também parece ter influência na ocorrência de *E. itajara*. Os pescadores apontaram os ventos nordeste e leste como fatores que favorecem o aparecimento de meros. De fato, na região Nordeste do Brasil também existe sazonalidade com relação aos ventos (LIRA et al., 2010). Os ventos predominantes de Nordeste são mais intensos durante o verão enquanto ventos predominantes de Sul/Sudeste são mais fortes no inverno (ARAGÃO, 2004). Como as correntes são influenciadas pelos ventos, as correntes que atuam na costa nordestina acompanham o padrão desses ventos, que também assumem um comportamento sazonal (ARTAMONOV; BULGAKOV; LOMAKIN, 2002).

Durante os ventos de Nordeste/Leste, a corrente tende a se direcionar para Sul/Sudoeste, transportando as águas pela linha de costa e elevando a transparência da água. Em contrapartida, quando os ventos passam a ser de Oeste/Sudoeste, a corrente se redireciona para o Norte/Nordeste e torna a água mais turva (LIRA et al., 2010). Os ventos do sudeste são relativamente mais fortes que os ventos do nordeste (Wang et al., 2004). Entretanto, no período mais quente, a circulação torna-se muito maior nas direções zonal (Leste, entre 30 e 40°W) e quasimeridional (mais voltada para o Sul) (ARTAMONOV; BULGAKOV; LOMAKIN, 2002).

A “mudança do tempo”, segundo informada pelos pescadores locais, foi caracterizada por águas mais turvas e frias e pelas incertezas na determinação das estações. Os pescadores têm afirmado que a água tem ficado fria por mais tempo devido à menor influência dos ventos nordeste, que passaram a ocorrer de forma irregular e com menos frequência e duração. Conforme o conhecimento ecológico local aponta sobre a relação positiva desses ventos com a ocorrência do mero na região, essas populações podem estar respondendo a essas mudanças. Além disso, diversos estudos informam sobre a baixa tolerância do mero a águas mais frias (GILMORE et al., 1978; SADOVY & EKLUND, 1999; GERHARDINGER et al., 2006; ADAMS & SONNE, 2013; BUENO et al., 2016). Portanto, maiores investigações precisam ser feitas acerca do monitoramento de mudanças no padrão desses ventos, influências desses fatores na temperatura e qualidade da água e, conseqüentemente na ocorrência do mero.

Dentre um terço dos pescadores que indicaram que o mero é mais visto em horários noturnos, três explicaram que a espécie sai para se alimentar durante a noite, facilitando assim a sua visualização. Pescadores de Ilhéus (estado da Bahia - Brasil) também descreveram que às capturas de *E. itajara* são mais frequentes durante a noite e no início do dia (FERREIRA et al., 2014).

Períodos de lua cheia e lua de quarto foram apontados mais especificamente como intervalos que favorecem o avistamento da espécie de acordo com os informantes. No Sul do Brasil, pescadores também associam o período de aumento da abundância deste peixe com a fase da lua cheia (GERHARDINGER et al., 2006). No Norte do país, no estado do Pará, existem três locais de pesca conhecidos, onde a atividade de pesca se dá intensamente no período da lua de quarto crescente e minguante. Nesse caso, a pesca ocorre entre 2 a 3 dias antes e depois dessas luas (IBAMA, 2007).

Aspectos reprodutivos são pouco conhecidos pela comunidade local. Poucos informantes apontaram algum período lunar, dos quais foram lua cheia e “maré de lua”. Esse padrão vai de encontro ao encontrado ao analisar picos de produção de sons em agregações, onde houve uma baixa no período de lua cheia (MANN et al., 2009). Apesar de na “maré de lua” ser incluída a fase de lua nova, onde no hemisfério norte é bem delimitado como período de desova. A lua nova seria um momento de baixa iluminação que forneceria maior proteção contra predação dos ovos, diminuindo assim a mortandade em fases iniciais (KOENING, 2017). Entretanto, alguns estudos realizados no Brasil apontam que o período de reprodução ocorre na fase da lua cheia (GERHARDINGER et al., 2006; REUSS-STRENZEL & ASSUNÇÃO, 2008; FERREIRA et al., 2014).

Apesar de mais da metade das citações sobre reprodução informarem que a desova ocorre no estuário, estudos que mapearam as agregações reprodutivas, inclusive por conhecimento ecológico local, localizaram os pontos de agregações próximos a foz de rios (FERREIRA et al., 2014; GIGLIO et al., 2016). Alguns informantes indicam de fato que a desova ocorre dentro do estuário. Porém, também é informado que a desova acontece na desembocadura dos rios, entre o estuário e o mar, o que condiz mais fortemente com a literatura (FERREIRA et al., 2014; GIGLIO et al., 2016). Inclusive, um dos informantes apontou o rio Ariquindá na área de Carneiros como ponto de desova, a qual inclui a área de desembocadura do complexo estuarino. Os termos rio e estuário na região, pode então englobar áreas também muito

próximas ao mar, se aproximando dos locais típicos de agregações de desova da espécie, configurando áreas prioritárias para a conservação.

Não foram identificadas agregações reprodutivas na área. Entretanto, a formação de casais é comum na percepção local. Mesmo que agregações reprodutivas de *E. itajara* sejam documentadas com frequência em diversas partes do Oeste do Atlântico (BULLOCK et al., 1992; OJEDA-SERRANO et al., 2007; AGUILAR-PERERA et al., 2008; GIGLIO et al., 2014; GIGLIO et al., 2016), a espécie juntamente com *Mycteroperca tigris*, pode efetuar desovas em pares (ERISMAN et al., 2009). Esta condição, assim como a protoginia representa um padrão ancestral da linhagem de Epinephelidae (ERISMAN et al., 2009). A protoginia, curiosamente, também foi percebida por conhecimento ecológico local no presente estudo.

Como as desovas costumam ocorrer no verão (SADOVY & EKLUND, 1999; GERHARDINGER et al., 2006; ZAPELINI et al., 2017), o período reprodutivo coincide com a temporada de intensificação do turismo náutico. A espécie representa um potencial alvo do impacto de atividades náuticas de lanchas, maior movimentação e aglomeração de populações humanas no entorno, redução da qualidade da água e maior dispersão de ruídos. Portanto, mais atenção é necessária para o ordenamento do turismo na área, como a implementação do ZATAN (Zoneamento Ambiental e Territorial das Atividades Náuticas) na região do estuário do Rio Formoso. O ZATAN objetiva o ordenamento aquaviário da região que incide a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guadalupe e se expande para parte da APA Costa dos corais, subsidiando o gerenciamento costeiro do uso dos recursos estuarinos e marinhos litoral sul de Pernambuco (CPRH, 2019).

O mero adulto é uma espécie que mede em torno de 2 m, alcançando 300 kg em média e com o potencial de atingir mais de 400 kg de peso. Após ter sofrido sobrepesca e protegida nos EUA em 1990, às chances de ver meros grandes na área tornaram-se raras, sendo mais comuns encontros com juvenis e indivíduos de 100 kg (FENNER, 2014). Portanto, foi concluído que levaria um tempo para serem atingidos tamanhos avantajados da espécie. Apesar disso, passados em torno de 15 anos, mergulhadores locais voltaram a visualizar indivíduos de 300 kg. A visualização de meros desse tamanho pela comunidade local nos últimos anos indica que a espécie está passando por uma recuperação no tamanho de indivíduos maduros após 18 anos de moratória no Brasil.

Em contrapartida, no Sul da Flórida foi testemunhado por pescadores que a proibição da pesca é provavelmente menos de 90% eficaz devido a ocorrência de pesca ilegal e porque esses animais geralmente não conseguem sobreviver, quando capturados e liberados em locais profundos (PORCH, 2006). Um modelo base de avaliação de estoque estimou que a população nunca se recuperaria para 50% do estoque inicial, devido a taxa de mortalidade por pesca ilegal. Entretanto, a consideração da incerteza no modelo concluiu que a chance de recuperação da biomassa de agregações para 50% em 15 anos era de quase 40% (PORCH, 2006). No Brasil, apesar do cenário otimista dos indivíduos de grandes tamanho e aptidão para a reprodução terem sofrido recuperação segundo a percepção local, ainda existe o risco de captura incidental, que implica na sobrevivência do mero no mar devido aos habitats de maior profundidade.

Há uma escassez de estudos que mensuram as capturas incidentais de meros em estuários. Capturas em redes de espera foram documentadas no estado do Maranhão, mas não foram contabilizadas (IBAMA, 2007). No Banco de Abrolhos, Nordeste do Brasil, foi observado que a camboa foi quem mais capturou meros no manguezal e a terceira arte de pesca em coletar meros de pequenos tamanhos, registrando indivíduos abaixo de 5 kg em média (ZAPELINI et al., 2017).

Ainda na Bahia, entre os anos de 2008 e 2009, o mero representou 2.83% das capturas de pesca de camboa e abundância relativa de 0.74% (GIGLIO & FREITAS, 2013). Este registro apresentou dois por cento a mais que o percentual de captura encontrado no presente estudo, que teve um valor de 0.83% ao ano. Porém, 2008 e 2009 representou um bloco onde as capturas foram elevadas da linha do tempo. Sugere-se que o aumento das capturas possa ter sido devido a moratória de 2002.

Em 20 anos o número de meros encontrados nos estuários, inferido a partir das capturas nas redes de camboa no estuário, sofreram inicialmente um aparente aumento na primeira década pós-moratória (Figura 8), seguido de um declínio significativo na década seguinte (Tabela 5). Estas tendências corroboram com tendências recentes de declínio da espécie indicadas pelos pescadores durante as entrevistas. O presente trabalho aponta um efeito positivo da moratória no aumento da abundância da espécie que, no entanto, não tem se sustentado na região estuarina estudada durante a última década, devido possivelmente, a impactos crônicos e agudos intensificados mais recentemente.

Esse resultado corrobora com as indicações dos entrevistados. Segundo conhecimento ecológico local, reduções na abundância e no tamanho estão associadas principalmente a poluição, pesca, assoreamento e à presença das lanchas associadas ao turismo. Como fontes de poluição, despejos de esgoto da companhia COMPESA, descargas de viveiros de camarão e óleo e descarte de resíduos das embarcações entraram em destaque. O assoreamento também foi considerado pelos entrevistados como consequência do tráfego das lanchas nos canais. Com relação à pesca, além da pesca furtiva, a pesca acidental de camboa representa um problema por coletar indivíduos muito jovens (MMA, 2007). Foi demonstrado no presente estudo, que a espécie é fortemente suscetível a capturas por essa arte de pesca (Figura 7), colocando a espécie na posição de dependência do apoio da população local para a soltura consciente. Logo, o monitoramento constante dos desembarques deamboas também se faz importante para o acompanhamento e confirmação das solturas.

O número de meros no rio Ariquindá foi significativamente maior que o no rio Formoso. Isso corrobora com o conhecimento ecológico local, onde os informantes relacionam o maior número de meros à abundância de habitats rochosos no rio Ariquindá. De forma descritiva, o rio também sofreu diminuição de meros ao longo do tempo. A presença de uma marina na área, que compõe embarcações de grande porte, representa uma ameaça potencial desses habitats devido à movimentação do sedimento. Segundo os pescadores locais, este dinamismo é uma das principais causas de assoreamento dessas áreas. Logo, o assoreamento recobre as rochas, resultando na perda de habitats essenciais.

Perdas de habitats em escala maior já foram observadas como resultado do desenvolvimento militar e turístico, impactando costas e recifes rochosos vizinhos às áreas de turismo e de base naval (CASTELLANOS-GALINDO et al., 2011). Além disso, propagação de ruídos e marolas das lanchas também foram consideradas responsáveis por espantar os peixes devido à instabilidade do ambiente. Mudanças na hidrologia e sedimentologia também foram observadas no Sul do Brasil, com assoreamento e perda da qualidade da água, embora não tenham sido associados diretamente com a diminuição na abundância dos peixes (GERHARDINGER et al., 2006b). Em contraposto, as populações oceânicas de meros adultos estão se recuperando, segundo observado pelos mergulhadores informantes. É de consenso geral da população local que, o aumento é fruto da moratória implementada em 2002, e ainda vigente por seriadas renovações. Essa recuperação também é apoiada pelo

registro de grandes meros (300 kg) pelos informantes que foi mencionado anteriormente (Figura 5).

Apesar da recuperação de populações adultas, as ameaças ao complexo estuarino tornam incerta a continuidade dessa melhora. Impactos geológicos e hidrológicos são os principais responsáveis por reduzir a importância do ecossistema estuarino como berçário dessa espécie ameaçada na região. Somada a perda e degradação do habitat, a pesca ainda se faz presente no estuário. O mero demonstra suscetibilidade alta à captura incidental pelas camboas e também a pesca ilegal persiste na área, apesar das ações de educação ambiental. Sugere-se a urgência de medidas mitigatórias da degradação de habitat e intervenções de fiscalização para combater à pesca ilegal que ocorre no estuário. A criação da RESEX do Rio Formoso, proposta pela comunidade local e em trâmite há mais de 10 anos, é possivelmente a estratégia mais indicada para um maior ordenamento da área (RIBEIRO & CALLOU, 2015).

Por fim, o uso do conhecimento ecológico local tem papel fundamental na avaliação da vulnerabilidade de extinção de espécies e é reforçado por estudos biológicos (SILVANO & BEGOSSI, 2010), bem como foi demonstrado no presente estudo. Esta área da ciência pode representar uma ferramenta chave para o resgate histórico de espécies com baixa disponibilidade de dados, assim como apontar as ameaças ao seu habitat e, com isso, fornecer vias alternativas para a conservação de áreas costeiras e do uso sustentável de recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, D. H.; SONNE, C. Mercury and histopathology of the vulnerable goliath grouper, *Epinephelus itajara*, in US waters: A multi-tissue approach. **Environmental research**, v. 126, p. 254-263, 2013.
- AGUILAR-PERERA, A. et al. Identifying reef fish spawning aggregations in Alacranes Reef, off northern Yucatán Peninsula, using the fishermen traditional ecological knowledge. In: **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**. 2008. p. 112-122.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAGÃO, J. D. A influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do Nordeste do Brasil. **Oceanografia—Um cenário tropical?**.(Eds E. Esquinazi-Leça, S. Neumann-Leitão and MF Costa.) pp, p. 287-317, 2004.
- ARAÚJO, M. C. B. Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco: origens e consequências. 2003.
- ARTAMONOV, Yu V.; BULGAKOV, N. P.; LOMAKIN, P. D. Geostrophic circulation of waters in the South Atlantic Ocean and its seasonal variability. **Physical Oceanography**, v. 12, n. 3, p. 156-162, 2002.
- ARTERO, C. et al. Ontogenetic dietary and habitat shifts in goliath grouper *Epinephelus itajara* from French Guiana. **Endangered Species Research**, v. 27, n. 2, p. 155-168, 2015.
- BARBIER, E. B. et al. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological monographs**, v. 81, n. 2, p. 169-193, 2011.
- BECK, Michael W. Size-specific shelter limitation in stone crabs: a test of the demographic bottleneck hypothesis. **Ecology**, v. 76, n. 3, p. 968-980, 1995.
- BELL, R. J. et al. Changes in the size structure of marine fish communities. **ICES Journal of Marine Science**, v. 75, n. 1, p. 102-112, 2017.
- BUENO, L. S. et al. Evidence for spawning aggregations of the endangered Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara* in southern Brazil. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 876-889, 2016.
- BULLOCK, L. H. et al. Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, n. 2, 1992.
- CASTELLANOS-GALINDO, Gustavo A. et al. Use of local ecological knowledge, scientist's observations and grey literature to assess marine species at risk in a tropical eastern Pacific estuary. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 21, n. 1, p. 37-48, 2011.
- CHRISTENSEN, V. et al. A century of fish biomass decline in the ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 512, p. 155-166, 2014.

COLEMAN, FELICIA C. et al. Management and Conservation of Temperate Reef Fishes in the Grouper-Snapper Complex. **Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals**, v. 23, p. 233-242, 1999.

COLLINS, A. B. et al. Reef relief and volume are predictors of Atlantic goliath grouper presence and abundance in the eastern Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, v. 91, n. 4, p. 399-418, 2015.

CPRH. 2019. Agência Estadual do Meio Ambiente. Audiência Pública aprova ordenamento de atividades náuticas na região da APA de Guadalupe. Disponível em: www.cprh.pe.gov.br. (Acessado em Janeiro de 2019).

CPRH. Companhia Pernambucana de Meio Ambiente. 1998. Plano de Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico sócio-ambiental do litoral sul de Pernambuco – APA de Guadalupe. GERCO/PE, 1998.

DE LA GUARDIA, E. et al. Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

DE PAIVA, A. CG; CHAVES, P. T. C.; ARAÚJO, M. E. de. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 647-661, 2008.

DIEGUES, A. C. et al. Biodiversidade e comunidades tradicionais no Brasil. **São Paulo: NUPAUB**, 1999.

DOMNING, D. P.; THOMASON, J.; CORBETT, D. G. Steller's sea cow in the Aleutian Islands. **Marine Mammal Science**, v. 23, n. 4, p. 976-983, 2007.

ERISMAN, B. E.; CRAIG, M. T.; HASTINGS, P. A. A phylogenetic test of the size-advantage model: evolutionary changes in mating behavior influence the loss of sex change in a fish lineage. **The American Naturalist**, v. 174, n. 3, p. E83-E99, 2009.

ERISMAN, B. et al. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. **Fisheries Research**, v. 106, n. 3, p. 279-288, 2010.

FENNER, D. Fishing down the largest coral reef fish species. **Marine pollution bulletin**, v. 84, n. 1-2, p. 9-16, 2014.

FERREIRA, B. P.; MESSIAS, L. T.; MAIDA, M. The environmental municipal councils as an instrument in coastal integrated management: the Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (AL/PE) experience. **Journal of Coastal Research**, p. 1003-1007, 2006.

FERREIRA, H. M. et al. Local ecological knowledge of the artisanal fishers on *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822)(Teleostei: Epinephelidae) on Ilhéus coast–Bahia State, Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 10, n. 1, p. 51, 2014.

FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: Traditional modelling approaches. **Fisheries Research**, v. 99, n. 2, p. 90-96, 2009 (a).

- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian Reef Systems. 2-A multi-fleet age-structured approach. **Fisheries Research**, v. 99, n. 2, p. 97-105, 2009 (b).
- FREITAS, M. O. et al. Diet and reproduction of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (actinopterygii: perciformes: serranidae), in eastern brazil. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 45, n. 1, 2015.
- FRIAS-TORRES, S. Habitat use of juvenile goliath grouper *Epinephelus itajara* in the Florida Keys, USA. **Endangered Species Research**, v. 2, p. 1-6, 2006.
- FRIEDLANDER, A. M. et al. Marine communities on oil platforms in Gabon, West Africa: high biodiversity oases in a low biodiversity environment. **PLoS One**, v. 9, n. 8, 2014.
- GERHARDINGER, L. C. et al. Local ecological knowledge on the goliath grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 4, p. 441-450, 2006.
- GIGLIO, V. J. et al. Mapping goliath grouper aggregations in the southwestern Atlantic. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 4, p. 423-426, 2016.
- GIGLIO, V. J.; FREITAS, M. O. Caracterização da pesca artesanal com rede de camboa na Reserva Extrativista do Cassurubá, Bahia. **Biotemas**, v. 26, n. 2, p. 249-259, 2013.
- GIGLIO, V.; ADELIR-ALVES, J.; GERHARDINGER, L. C.; GRECCO, F. C.; DAROS, F. A.; BERTONCINI, Á. A. Habitat use and abundance of goliath grouper *Epinephelus itajara* in Brazil: a participative survey. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, n. 4, p. 803-810, 2014.
- GILMORE, R. G.; BULLOCK, L. H.; BERRY, F. H. Hypothermal mortality in marine fishes of south-central Florida, January, 1977. **Gulf of Mexico Science**, v. 2, n. 2, p. 1, 1978.
- GÓMEZ, C. et al. Food habits the *Epinephelus acanthistius* and other serranidae fishes caught at the national natural park gorgona, colombian pacific ocean. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR**, v. 28, n. 1, p. 43-60, 1999.
- GRAY, J. S. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. **Biodiversity & Conservation**, v. 6, n. 1, p. 153-175, 1997.
- HANDCOCK, M. S.; GILE, K. J. Comment: On the concept of snowball sampling. **Sociological Methodology**, v. 41, n. 1, p. 367-371, 2011.
- HEEMSTRA, P. C. A taxonomic revision of the eastern Atlantic groupers (Pisces: Serranidae). 1991.
- HEEMSTRA, P. C.; RANDALL, J. E. Groupers of the world. **FAO Fisheries synopsis**, v. 16, n. 125, p. I, 1993.
- HOSTIM-SILVA, M. et al. The “Lord of the Rock’s” conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. **Coral Reefs**, v. 24, n. 1, p. 74-74, 2005.

HOSTIM-SILVA, M. et al. The Atlantic Goliath Grouper: Conservation Strategies for a Critically Endangered Species in Brazil. In: **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America**. Springer, Cham, p. 367-405, 2018.

HUDSON, E; MACE, G. Marine Fish and the IUCN Red List of Threatened Animals Report. In: **Workshop held in collaboration with the WWF and IUCN at the Zoological Society of London, 29 April-1 May 1996**. 1996. p. 1-26.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria 121, de 20 de setembro de 2002. Proíbe a captura nas águas jurisdicionais brasileiras, transporte e comercialização da espécie *Epinephelus itajara*. Available at: icmbio.gov.br. (Acessado em dezembro 2019).

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Portaria Nº 13, 2 de outubro de 2015. Proíbe, nas águas jurisdicionais brasileiras, por um período de oito anos, a pesca direcionada, retenção a bordo e transbordo do mero (*Epinephelus itajara*) em águas jurisdicionais brasileiras, bem como o desembarque, armazenamento, transporte e a comercialização de exemplares dessa espécie em todo o território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 2 out. 2015.

IUCN. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2018-2. Disponível em: www.iucnredlist.org. (Acessado em novembro de 2018).

JENNINGS, S.; WARR, K. J.; MACKINSON, S. Use of size-based production and stable isotope analyses to predict trophic transfer efficiencies and predator-prey body mass ratios in food webs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 240, p. 11-20, 2002.

KAPPEL, C. V. Losing pieces of the puzzle: threats to marine, estuarine, and diadromous species. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 5, p. 275-282, 2005.

KOENIG, C. C. et al. Mangroves as essential nursery habitat for goliath grouper (*Epinephelus itajara*). **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 567-585, 2007.

LANGTON, R. W. et al. The interface between fisheries research and habitat management. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 1996.

LARA, M. R. et al. Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 221-228, 2009.

LIMA, D. C. C. Delimitação da linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea como contribuição à gestão costeira do município de Tamandaré, Pernambuco–Brasil. 2001. 54 f. **Monografia (Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, 2001.

LIRA, L. et al. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 43, n. 1, p. 30-37, 2010.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Relatório da reunião de pesquisa e ordenamento do mero (*Epinephelus itajara*), 14 e 15 de agosto 2007.

MOURA, R. T. **Biomassa: produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na Baía de Tamandare, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil.** 1991. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Oceanografia.

OJEDA-SERRANO, E.; APPELDOORN, R. S.; RUIZ-VALENTIN, I. Reef fish spawning aggregations of the Puerto Rican shelf. 2007.

PAULY, D. et al. Towards sustainability in world fisheries. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 689-695, 2002.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 22, 2010.

PORCH, C. E.; EKLUND, A.; SCOTT, G. P. A catch-free stock assessment model with application to goliath grouper (*Epinephelus itajara*) off southern Florida. **Fishery Bulletin**, v. 104, n. 1, p. 89-101, 2006.

PUSACK, T. J.; GRAHAM, R. T. Threatened fishes of the world: *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) (Epinephelidae, formerly Serranidae). **Environmental biology of fishes**, v. 86, n. 2, p. 293, 2009.

RANDALL, J. E. Food habits of reef fishes of the West Indies. 1967.

REUSS-STRENZEL, G. M.; ASSUNÇÃO, M. F. Etnoconhecimento ecológico dos caçadores submarinos de Ilhéus, Bahia, como subsídio à preservação do mero (*Epinephelus itajara* Lichtenstein, 1822). **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 8, n. 2, p. 203-219, 2008.

RIBEIRO, F. P.; CALLOU, A. B. F. Capital social de pescadores e a criação da reserva extrativista de Rio Formoso–Pernambuco. **Extensão Rural**, v. 22, n. 4, p. 24-42, 2015.

RIPPLE, W. J. et al. Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 40, p. 10678-10683, 2017.

ROBERTS, Callum. **The unnatural history of the sea.** Island Press, 2007.

SADOVY DE MITCHESON, Y. et al. Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. **Fish and fisheries**, v. 14, n. 2, p. 119-136, 2013.

SADOVY, Y.; EKLUND, A.. Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1792), and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822). 1999.

SALA, E. et al. Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. **Fisheries**, v. 29, n. 3, p. 19-25, 2004.

SANTOS, M. M. F. Impactos ambientais no estuário do rio Formoso a partir da confluência dos rios Ariquindá/Formoso, Tamandaré (PE), 2002.

SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. What can be learned from fishers? An integrated survey of fishers' local ecological knowledge and bluefish (*Pomatomus saltatrix*) biology on the Brazilian coast. **Hydrobiologia**, v. 637, n. 1, p. 3, 2010.

SILVANO, R. A.; BEGOSSI, A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2012.

SMITH, C. L. A revision of the American groupers: Epinephelus and allied genera. Bulletin of the AMNH; v. 146, article 2. 1971.

THORROLD, S. R. et al. Accurate classification of juvenile weakfis *Cynoscion regalis* to estuarine nursery areas based on chemical signatures in otoliths. **Marine Ecology Progress Series**, p. 253-265, 1998.

WANG, X. et al. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, n. 7018, p. 740, 2004.

ZAPELINI, C. et al. Assessing Fishing Experts' Knowledge to Improve Conservation Strategies for an Endangered Grouper in the Southwestern Atlantic. **Journal of Ethnobiology**, v. 37, n. 3, p. 478-493, 2017.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da revisão sistemática evidenciaram a importância chave das ações de conservação para a espécie, como moratórias, status de conservação e conservação de habitats para a composição do conhecimento científico sobre a espécie. A evolução de estudos foi impulsionada por ações de conservação assim como, as áreas do conhecimento mais representativas foram focadas em ecologia e conservação. Inclusive, países com maior número de publicações eram contemplados por moratórias e por manguezais desenvolvidos. Além disso, foi possível inferir sobre a distribuição atual da espécie por meio das localidades dos estudos de campo. Por fim, foi demonstrado que o status de conservação pode atrair atenção científica para espécies ameaçadas, que vai de encontro que se acredita, no caso, que as medidas de proteção dificultaram o acesso à amostragem.

No complexo estuarino de Rio Formoso foi observada uma redução na abundância e tamanho de *E. itajara*. Resultados foram encontrados através do conhecimento ecológico local em associação com dados da pesca artesanal com redes de espera, denominada de “Camboa”. Através da análise da pesca artesanal de camboa, foi apontado que a espécie vem reduzindo sua abundância de forma significativa no decorrer dos últimos 10 anos e também foi apresentada uma tendência de aumento no período próximo à moratória da pesca no Brasil (IBAMA, 2002).

Foi demonstrado no presente estudo que a conservação do ecossistema estuarino é essencial para a recuperação das populações de juvenis de *E. Itajara*, bem como, diversos usos do ecossistema pela espécie como habitat, alimentação e berçário foram apresentados. A RESEX do Rio Formoso edifica o fundamental ordenamento das atividades humanas na área, de importância chave para a conservação de habitats essenciais para a espécie, bem como dos recursos pesqueiros e manutenção das atividades locais da comunidade pesqueira. Portanto, a criação da RESEX se faz importante para a biodiversidade local bem como para as comunidades tradicionais dependentes dos recursos do estuário.

Em contrapartida ao cenário no estuário, as moratórias efetuadas no Brasil obtiveram sucesso na recuperação de populações adultas da espécie segundo os mergulhadores da área marinha. A recuperação foi apontada pela volta na observação de indivíduos que alcançam 300 kg e por depoimentos da comunidade pesqueira de Tamandaré acerca da proibição da pesca. O

período de recuperação, segundo conhecimento ecológico local, foi dado a partir da primeira moratória, em 2002, que foi renovada até 2023 (IBAMA, 2015). Contudo, aconselha-se fiscalização mais efetiva da pesca no estuário, onde foi documentada pesca ilegal e incidental, bem como a pesca é colocada como uma das principais ameaças no ecossistema estuarino.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, D. H.; SONNE, C. Mercury and histopathology of the vulnerable goliath grouper, *Epinephelus itajara*, in US waters: A multi-tissue approach. **Environmental research**, v. 126, p. 254-263, 2013.
- AGUILAR-PERERA, A. et al. Identifying reef fish spawning aggregations in Alacranes Reef, off northern Yucatán Peninsula, using the fishermen traditional ecological knowledge. In: **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**. 2008. p. 112-122.
- ALROY, J. A multispecies overkill simulation of the end-Pleistocene megafaunal mass extinction. **Science**, v. 292, n. 5523, p. 1893-1896, 2001.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAGÃO, J. D. A influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do Nordeste do Brasil. In: ESQUINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S. ; COSTA, M. F. (Eds.). **Oceanografia—Um cenário tropical?..**. p. 287-317, 2004.
- ARAÚJO, M. C. B. **Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco: origens e consequências**. 2003.
- ARTAMONOV, Yu V.; BULGAKOV, N. P.; LOMAKIN, P. D. Geostrophic circulation of waters in the South Atlantic Ocean and its seasonal variability. **Physical Oceanography**, v. 12, n. 3, p. 156-162, 2002.
- ARTERO, C. et al. Ontogenetic dietary and habitat shifts in goliath grouper *Epinephelus itajara* from French Guiana. **Endangered Species Research**, v. 27, n. 2, p. 155-168, 2015.]
- AULT, J. S. et al. Building sustainable fisheries in Florida's coral reef ecosystem: Positive signs in the Dry Tortugas. **Bulletin of Marine Science**, v. 78, n. 3, p. 633-654, 2006.
- AULT, J. S. et al. Length-based assessment of sustainability benchmarks for coral reef fishes in Puerto Rico. **Environmental Conservation**, v. 35, n. 3, p. 221-231, 2008.
- AULT, J. S.; BOHNSACK, J. A.; MEESTER, G. A. A retrospective (1979-1996) multispecies assessment of coral reef fish stocks in the Florida Keys. **Fishery Bulletin**, v. 96, n. 3, p. 395-414, 1998.
- BARBIER, E. B. *et al.* The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological monographs**, v. 81, n. 2, p. 169-193, 2011.
- BECK, M. W. Size-specific shelter limitation in stone crabs: a test of the demographic bottleneck hypothesis. **Ecology**, v. 76, n. 3, p. 968-980, 1995.

- BEETS, J.; HIXON, M. A. Distribution, persistence, and growth of groupers (Pisces: Serranidae) on artificial and natural patch reefs in the Virgin Islands. **Bulletin of Marine Science**, v. 55, n. 2-3, p. 470-483, 1994.
- BELL, R. J. et al. Changes in the size structure of marine fish communities. **ICES Journal of Marine Science**, v. 75, n. 1, p. 102-112, 2017.
- BENDER, M. G.; FLOETER, S. R.; HANAZAKI, N. Do traditional fishers recognise reef fish species declines? Shifting environmental baselines in Eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 20, n. 1, p. 58-67, 2013.
- BOHNSACK, J. A.; HARPER, D. E.; MCCLELLAN, D. B. Fisheries Trends from Monroe County, Florida. **Bulletin of Marine Science**, v. 54, n. 3, p. 982-1018, 1994.
- BOZADA, L.; CHÁVEZ, Z. **La fauna acuática de la laguna del ostion**. Centro de Ecodesarrollo, 1986.
- BRYANT, D. *et al.* Reefs at risk. A map-based indicator of threats to the world's coral reefs. Washington, DC: World Resources Institute. **International Center for Living Aquatic Resources Management, World Conservation Monitoring Centre, and the UN Environmental Programme**, 1998.
- BUENO, L. S. et al. Evidence for spawning aggregations of the endangered Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara* in southern Brazil. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 876-889, 2016.
- BULLOCK, L. H.; SMITH, G. B. **Seabasses** (Pisces: Serranidae). 1991.
- BULLOCK, L. H. et al. Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, n. 2, 1992.
- CAILLOUET, C. W.; GARCIA, R. J.; HIGMAN, J. B. **Technical Assistance and Supervision of Commercial Fisheries Statistics and Marketing in Puerto Rico**: Annual Report to the Department of Agriculture Commonwealth of Puerto Rico. 1968.
- CASEY, J. M.; MYERS, R. A. Near extinction of a large, widely distributed fish. **Science**, v. 281, n. 5377, p. 690-692, 1998.
- CASS-CALAY, S. L.; SCHMIDT, T. W. Monitoring changes in the catch rates and abundance of juvenile goliath grouper using the ENP creel survey, 1973–2006. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 183-193, 2009.
- CASTELLANOS-GALINDO, G. A. et al. Use of local ecological knowledge, scientist's observations and grey literature to assess marine species at risk in a tropical eastern Pacific estuary. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 21, n. 1, p. 37-48, 2011.
- CHIAPPONE, M.; SLUKA, R.; SEALEY, K. S. Groupers (Pisces: Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 198, p. 261-272, 2000.

CHRISTENSEN, V. et al. A century of fish biomass decline in the ocean. **Marine ecology progress series**, v. 512, p. 155-166, 2014.

COLEMAN, F. C.; KOENIG, C. C.; COLLINS, L. A. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. **Environmental biology of fishes**, v. 47, n. 2, p. 129-141, 1996.

COLEMAN, F. C. et al. Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. **Fisheries**, v. 25, n. 3, p. 14-21, 2000.

COLEMAN, FELICIA C. et al. Management and Conservation of Temperate Reef Fishes in the Grouper-Snapper Complex. **Life in the slow lane: ecology and conservation of long-lived marine animals**, v. 23, p. 233-242, 1999.

COLIN, P. L. **Preliminary investigations of reproductive activity of the jewfish, *Epinephelus itajara*** (Pisces: Serranidae). 1994.

COLLINS, A. B. **A preliminary assessment of the abundance and size distribution of goliath grouper *Epinephelus itajara* within a defined region of the central eastern Gulf of Mexico**. 2009.

COLLINS, A. B.; BARBIERI, L. R. Behavior, habitat, and abundance of the Goliath Grouper, *Epinephelus itajara*, in the Central Eastern Gulf of Mexico. **Fish and Wildlife Research Institute, Florida Fish & Wildlife Conservation Commission**, 2010.

COLLINS, A. B.; MOTTA, P. J. A kinematic investigation into the feeding behavior of the Goliath grouper *Epinephelus itajara*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 100, n. 4, p. 309-323, 2017.

COLLINS, A. B. et al. Reef relief and volume are predictors of Atlantic goliath grouper presence and abundance in the eastern Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, v. 91, n. 4, p. 399-418, 2015.

CPRH. 2019. Agência Estadual do Meio Ambiente. **Audiência Pública aprova ordenamento de atividades náuticas na região da APA de Guadalupe**. Disponível em: www.cprh.pe.gov.br. (Acessado em Janeiro de 2019).

CPRH. Companhia Pernambucana de Meio Ambiente. 1998. **Plano de Gerenciamento Costeiro**. Diagnóstico sócio-ambiental do litoral sul de Pernambuco – APA de Guadalupe. GERCO/PE, 1998.

CRAIG, M. T. et al. How many species of goliath grouper are there? Cryptic genetic divergence in a threatened marine fish and the resurrection of a geopolitical species. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 167-174, 2009.

CRAIG, M. T.; SADOVY DE MITCHESON, Y. J.; HEEMSTRA, P. C. Groupers of the world. **Published by NISC, Grahamstown, South Africa, 402p**, 2011.

DANEK, L. J. et al. **Southwest Florida Shelf benthic communities study, Year 4 annual report**. Volume 1. Executive summary. Environmental Science and Engineering, Inc., Gainesville, FL (USA), 1985.

DASKALOV, G. M. Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. **Marine Ecology Progress Series**, v. 225, p. 53-63, 2002.

DE LA GUARDIA, E. et al. Indicators of overfishing of snapper (Lutjanidae) populations on the southwest shelf of Cuba. **Ocean & Coastal Management**, v. 153, p. 116-123, 2018.

DE PAIVA, A. CG; CHAVES, P. T. C.; ARAÚJO, M. E. de. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 4, p. 647-661, 2008.

DENYER, D.; TRANFIELD, D. Producing a systematic review. 2009.

DIEGUES, A. C. et al. Biodiversidade e comunidades tradicionais no Brasil. **São Paulo: NUPAUB**, 1999.

DINIZ, Cesar et al. Brazilian mangrove status: Three decades of satellite data analysis. **Remote Sensing**, v. 11, n. 7, p. 808, 2019.

DOLAH, F. M. V.; ROELKE, D.; GREENE, R. M. Health and ecological impacts of harmful algal blooms: risk assessment needs. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 7, n. 5, p. 1329-1345, 2001.

DOMEIER, M. L.; COLIN, P. L. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. **Bulletin of Marine Science**, v. 60, n. 3, p. 698-726, 1997.

DOMNING, D. P.; THOMASON, J.; CORBETT, D. G. Steller's sea cow in the Aleutian Islands. **Marine Mammal Science**, v. 23, n. 4, p. 976-983, 2007.

DOYLE, T. W.; KRAUSS, K. W.; WELLS, C. J. Landscape analysis and pattern of hurricane impact and circulation on mangrove forests of the Everglades. **Wetlands**, v. 29, n. 1, p. 44-53, 2009.

EKLUND, A. M.; SCHULL, J. A stepwise approach to investigating the movement patterns and habitat utilization of goliath grouper, *Epinephelus itajara*, using conventional tagging, acoustic telemetry and satellite tracking. In: **Electronic tagging and tracking in marine fisheries**. Springer, Dordrecht, 2001. p. 189-216.

ERISMAN, B. et al. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. **Fisheries Research**, v. 106, n. 3, p. 279-288, 2010.

ERISMAN, B. E.; CRAIG, M. T.; HASTINGS, P. A. A phylogenetic test of the size-advantage model: evolutionary changes in mating behavior influence the loss of sex change in a fish lineage. **The American Naturalist**, v. 174, n. 3, p. E83-E99, 2009.

- ERISMAN, B. E.; ROSALES-CASIÁN, J. A.; HASTINGS, P. A. Evidence of gonochorism in a grouper, *Mycteroperca rosacea*, from the Gulf of California, Mexico. **Environmental Biology of Fishes**, v. 82, n. 1, p. 23-33, 2008.
- EVERS, D. C. et al. Mercury concentrations in the goliath grouper of Belize: an anthropogenic stressor of concern. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 249-256, 2009.
- FELIX-HACKARDT, FABIANA C.; HACKRADT, C. W. Populational study and monitoring of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822), in the coast of Paraná, Brazil. **Natureza & Conservação**, v. 6, n. 2, p. 139-154, 2008.
- FENNER, D. Fishing down the largest coral reef fish species. **Marine pollution bulletin**, v. 84, n. 1-2, p. 9-16, 2014.
- FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Projeto Mero: apresentação de resultados preliminares. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 201-210, 1995.
- FERREIRA C. E. L. The status of target reef fishes. In: DUTRA G. F. et al. **A rapid marine biodiversity assessment of the Albrolos Bank, Bahia, Brazil**. Center for Applied Biodiversity Science, p 56-66, 2006.
- FERREIRA, H. M. et al. Local ecological knowledge of the artisanal fishers on *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822)(Teleostei: Epinephelidae) on Ilhéus coast–Bahia State, Brazil. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 10, n. 1, p. 51, 2014.
- FERREIRA, B. P. et al. Case study 12.4 Atlantic Goliath Grouper-*Epinephelus itajara* pp 417-422 In: SADOVY DE MITCHESON Y, Colin P. L. (eds.) Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management. **Fish & Fisheries Series**, v. 35, 2012.
- FERREIRA, B. P.; MESSIAS, L. T.; MAIDA, M. The environmental municipal councils as an instrument in coastal integrated management: the Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (AL/PE) experience. **Journal of Coastal Research**, p. 1003-1007, 2006.
- FLORES PALOMINO, M. *et al.* **Estadísticas de los desembarques de la pesquería marina peruana 1995-1996**. 1999.
- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian reef systems. 1: Traditional modelling approaches. **Fisheries Research**, v. 99, n. 2, p. 90-96, 2009 (a).
- FRÉDOU, T.; FERREIRA, B. P.; LETOURNEUR, Y. Assessing the stocks of the primary snappers caught in Northeastern Brazilian Reef Systems. 2-A multi-fleet age-structured approach. **Fisheries Research**, v. 99, n. 2, p. 97-105, 2009 (b).
- FREITAS, M. O. et al. Diet and reproduction of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (actinopterygii: perciformes: serranidae), in eastern brazil. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 45, n. 1, 2015.

FRIAS-TORRES, S. Should the Critically Endangered Goliath grouper *Epinephelus itajara* be culled in Florida?. **Oryx**, v. 47, n. 1, p. 88-95, 2013.

FRIAS-TORRES, S. Habitat use of juvenile goliath grouper *Epinephelus itajara* in the Florida Keys, USA. **Endangered Species Research**, v. 2, p. 1-6, 2006.

FRIEDLANDER, A. M. et al. Marine communities on oil platforms in Gabon, West Africa: high biodiversity oases in a low biodiversity environment. **PLoS One**, v. 9, n. 8, 2014.

GARCÍA, C. B.; DUARTE, L. O. **Consumption to biomass (Q/B) ratio and estimates of Q/B-predictor parameters for Caribbean fishes.** 2002.

GERHARDINGER, L. C. *et al.* Local ecological knowledge of fishermen from Babitonga Bay, Santa Catarina, Brazil: fishes from the Serranidae family and marine environmental changes. **Acta Sci. Biol. Sci.**, p. 253-261, 2006 (b).

GERHARDINGER, L. C. et al. Fishers' resource mapping and goliath grouper *Epinephelus itajara* (Serranidae) conservation in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 1, p. 93-102, 2009.

GERHARDINGER, L. C. et al. Local ecological knowledge on the goliath grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in southern Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 4, n. 4, p. 441-450, 2006 (a).

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Spatial differences and seasonal cyclicity in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá estuary, north Brazil. **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 739-754, 2007.

GIGLIO, V. J.; LUIZ, O. J.; GERHARDINGER, L. C. Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. **Animal Conservation**, v. 18, n. 4, p. 348-358, 2015.

GIGLIO, V. J. et al. Memories of sawfish fisheries in a southwestern Atlantic estuary. **SPC Traditional Marine Resource Management and Knowledge Information Bulletin**, v. 36, p. 28-32, 2016.

GIGLIO, V. J. et al. Mapping goliath grouper aggregations in the southwestern Atlantic. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 4, p. 423-426, 2016.

GIGLIO, V. J.; FREITAS, M. O. Caracterização da pesca artesanal com rede de camboa na Reserva Extrativista do Cassurubá, Bahia. **Biotemas**, v. 26, n. 2, p. 249-259, 2013.

GIGLIO, V. J. et al. Habitat use and abundance of goliath grouper *Epinephelus itajara* in Brazil: a participative survey. **Neotropical Ichthyology**, v. 12, n. 4, p. 803-810, 2014.

GILMORE, R. G.; BULLOCK, L. H.; BERRY, F. H. Hypothermal mortality in marine fishes of south-central Florida, January, 1977. **Gulf of Mexico Science**, v. 2, n. 2, p. 1, 1978.

- GIRI, C. et al. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Global Ecology and Biogeography**, v. 20, n. 1, p. 154-159, 2011.
- GÓMEZ, C. et al. Food habits the *Epinephelus acanthistius* and other serranidae fishes caught at the national natural park gorgona, colombian pacific ocean. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR**, v. 28, n. 1, p. 43-60, 1999.
- GRAHAM, R. T.; RHODES, K. L.; CASTELLANOS, D. Characterization of the goliath grouper *Epinephelus itajara* fishery of southern Belize for conservation planning. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 195-204, 2009.
- GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health Information & Libraries Journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009.
- GRAY, J. S. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. **Biodiversity & Conservation**, v. 6, n. 1, p. 153-175, 1997.
- GULF OF MEXICO FISHERY MANAGEMENT COUNCIL (GMFMC) (1990)
Amendment number 2 to Fishery Management Plan for the Reef Fish Fishery of The Gulf of Mexico: 31
- HACKRADT, C. W.; FÉLIX-HACKRADT, F. C.; GARCÍA-CHARTON, J. A. Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. **Marine environmental research**, v. 72, n. 5, p. 235-247, 2011.
- HALL, R. A.; ZOOK, E. G.; MEABURN, G. M. **National Marine Fisheries Service survey of trace elements in the fishery resources**. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, 1978.
- HAMILTON, C. L. Texas commercial harvest statistics, 1979-80. **STATISTICS**, v. 1979, p. 80, 1981.
- HAMILTON, Claude L. **Texas commercial harvest statistics, 1977-1982**. Texas Parks and Wildlife Department, Coastal Fisheries Branch, 1983.
- HANDCOCK, M. S.; GILE, K. J. Comment: On the concept of snowball sampling. **Sociological Methodology**, v. 41, n. 1, p. 367-371, 2011.
- HEEMSTRA, P. C.; RANDALL, J. E. Groupers of the world. **FAO Fisheries synopsis**, v. 16, n. 125, p. I, 1993.
- HEEMSTRA, P. C. A taxonomic revision of the eastern Atlantic groupers (Pisces: Serranidae). 1991.
- HEEMSTRA, P. C.; RANDALL, J. E. Groupers of the world. **FAO Fisheries synopsis**, v. 16, n. 125, p. I, 1993.

HIND, E. J. A review of the past, the present, and the future of fishers' knowledge research: a challenge to established fisheries science. **ICES Journal of Marine Science**, v. 72, n. 2, p. 341-358, 2014.

HOSTIM-SILVA, M. et al. The “Lord of the Rock’s” conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. **Coral Reefs**, v. 24, n. 1, p. 74-74, 2005.

HOSTIM-SILVA, M. et al. The Atlantic Goliath Grouper: Conservation Strategies for a Critically Endangered Species in Brazil. In: **Advances in Marine Vertebrate Research in Latin America**. Springer, Cham, p. 367-405, 2018.

HUDSON, E; MACE, G. Marine Fish and the IUCN Red List of Threatened Animals Report. In: **Workshop held in collaboration with the WWF and IUCN at the Zoological Society of London, 29 April-1 May 1996**. 1996. p. 1-26.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria 121, de 20 de setembro de 2002**. Proíbe a captura nas águas jurisdicionais brasileiras, transporte e comercialização da espécie *Epinephelus itajara*. Available at: icmbio.gov.br. (Accessed 4 December 2019).

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Portaria Nº 13, 2 de outubro de 2015**. Proíbe, nas águas jurisdicionais brasileiras, por um período de oito anos, a pesca direcionada, retenção a bordo e transbordo do mero (*Epinephelus itajara*) em águas jurisdicionais brasileiras, bem como o desembarque, armazenamento, transporte e a comercialização de exemplares dessa espécie em todo o território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 2 out. 2015.

IUCN. 2018. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Versão 2018-2. Disponível em: www.iucnredlist.org. (Acessado em novembro de 2018).

JENNINGS, S.; WARR, K. J.; MACKINSON, S. Use of size-based production and stable isotope analyses to predict trophic transfer efficiencies and predator-prey body mass ratios in food webs. **Marine Ecology Progress Series**, v. 240, p. 11-20, 2002.

KAPPEL, C. V. Losing pieces of the puzzle: threats to marine, estuarine, and diadromous species. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 3, n. 5, p. 275-282, 2005.

KOENIG, C. C.; COLEMAN, F. C.; KINGON, K. C. Recovery of the goliath grouper (*Epinephelus itajara*) population of the Southeastern U. S. In: **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, c/o Harbor Branch Oceanographic Institution, Inc. Fort Pierce FL 34946 United States, 2010. p. 219-223.

KOENIG, C. C. et al. Diel, lunar, and seasonal spawning patterns of the Atlantic goliath grouper, *Epinephelus itajara*, off Florida, United States. **Bulletin of Marine Science**, v. 93, n. 2, p. 391-406, 2017.

KOENIG, C. C. et al. Mangroves as essential nursery habitat for goliath grouper (*Epinephelus itajara*). **Bulletin of Marine Science**, v. 80, n. 3, p. 567-585, 2007.

LANGTON, R. W. et al. The interface between fisheries research and habitat management. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 1996.

LARA, M. R. et al. Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 221-228, 2009.

LIMA, D. C. C. **Delimitação da linha de costa atual e zoneamento da faixa litorânea como contribuição à gestão costeira do município de Tamandaré, Pernambuco–Brasil**. 2001. 54 f. Monografia (Especialização em Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais) – Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

LIRA, L. et al. Estudo de correntes marinhas por meio do lançamento de cartões de deriva no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 43, n. 1, p. 30-37, 2010.

LOFTUS, W. F. Inventory of fishes of Everglades National Park. **Florida Scientist**, p. 27-47, 2000.

LOWRY, E. et al. Biological invasions: a field synopsis, systematic review, and database of the literature. **Ecology and evolution**, v. 3, n. 1, p. 182-196, 2013.

MAGRIS, R. A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 5, n. 4, p. 546-556, 2010.

MALINOWSKI, C. et al. Are Atlantic goliath grouper, *Epinephelus itajara*, establishing more northerly spawning sites? Evidence from the northeast Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, v. 95, n. 3, p. 371-391, 2019.

MANN, D. A. et al. Goliath grouper *Epinephelus itajara* sound production and movement patterns on aggregation sites. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 229-236, 2009.

MANTYKA-PRINGLE, C. S.; MARTIN, T. G.; RHODES, J. R. Interactions between climate and habitat loss effects on biodiversity: a systematic review and meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 18, n. 4, p. 1239-1252, 2012.

MCEACHRON, L. W.; MATLOCK, G. C. An estimate of harvest by the Texas charter boat fishery. **Marine Fisheries Review**, v. 45, n. 1, p. 11-17, 1983.

MENDOZA, J.; BOOTH, S.; ZELLER, D. Venezuelan marine fisheries catches in space and time: 1950. **Fisheries Centre Research Reports**, v. 11, n. 6, p. 171, 2003.

MILLS, C. E. Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean conditions?. **Hydrobiologia**, v. 451, n. 1-3, p. 55-68, 2001.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Relatório da reunião de pesquisa e ordenamento do mero (*Epinephelus itajara*), 14 e 15 de agosto 2007.

MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, L. P. R.; MUSICK, J. A. Community structure of surf-zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Coastal Research**, p. 492-501, 2003.

MORRIS, A. V.; ROBERTS, C. M.; HAWKINS, J. P. The threatened status of groupers (Epinephelinae). **Biodiversity & Conservation**, v. 9, n. 7, p. 919-942, 2000.

MOURA, R. T. **Biomassa:** produção primária do fitoplâncton e alguns fatores ambientais na Baía de Tamandare, Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. 1991. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1991.

MUSICK, J. A. et al. Marine, estuarine, and diadromous fish stocks at risk of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). **Fisheries**, v. 25, n. 11, p. 6-30, 2000.

MYERS, R. A.; WORM, B. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1453, p. 13-20, 2005.

NAKAMURA, E. L.; TAYLOR, J. R.; WORKMAN, I. K. **The occurrence of life stages of some recreational marine fishes in estuaries of the Gulf of Mexico.** US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Center, Panama City Laboratory, 1980.

ODUM, W. E.; HEALD, E. J. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. **Bulletin of Marine Science**, v. 22, n. 3, p. 671-738, 1972.

OJEDA-SERRANO, E.; APPELDOORN, R. S.; RUIZ-VALENTIN, I. Reef fish spawning aggregations of the Puerto Rican shelf. 2007.

OSLAND, M. J. et al. Winter climate change and coastal wetland foundation species: salt marshes vs. mangrove forests in the southeastern United States. **Global change biology**, v. 19, n. 5, p. 1482-1494, 2013.

OSLAND, M. J. et al. Climatic controls on the global distribution, abundance, and species richness of mangrove forests. **Ecological Monographs**, v. 87, n. 2, p. 341-359, 2017.

PAULY, D. et al. Towards sustainability in world fisheries. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 689-695, 2002.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 22, 2010.

PORCH, C. E.; EKLUND, A. M. Standardized visual counts of goliath grouper off south Florida and their possible use as indices of abundance. **Gulf of Mexico Science**, v. 22, n. 2, p. 3, 2004.

PORCH, C. E.; EKLUND, A. M.; SCOTT, G. P. A catch-free stock assessment model with application to goliath grouper (*Epinephelus itajara*) off southern Florida. **Fishery Bulletin**, v. 104, n. 1, p. 89-101, 2006.

PORCH, C. E.; SCOTT, G. P. **Rebuilding Times For Nassau Grouper And Goliath Grouper.** 2001.

PURCELL, J. E.; UYE, S. I.; LO, W. T. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. **Marine Ecology Progress Series**, v. 350, p. 153-174, 2007.

- PUSACK, T. J.; GRAHAM, R. T. Threatened fishes of the world: *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) (Epinephelidae, formerly Serranidae). **Environmental biology of fishes**, v. 86, n. 2, p. 293, 2009.
- RANDALL, J. E. et al. Revision of Indo-Pacific groupers (Perciformes: Serranidae: Epinephelinae), with descriptions of five new species. 1991.
- RANDALL, J. E. Food habits of reef fishes of the West Indies. 1967.
- REUSS-STRENZEL, G. M.; ASSUNÇÃO, M. F. Etnoconhecimento ecológico dos caçadores submarinos de Ilhéus, Bahia, como subsídio à preservação do mero (*Epinephelus itajara* Lichtenstein, 1822). **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 8, n. 2, p. 203-219, 2008.
- RIBEIRO, F. P.; CALLOU, A. B. F. Capital social de pescadores e a criação da reserva extrativista de Rio Formoso–Pernambuco. **Extensão Rural**, v. 22, n. 4, p. 24-42, 2015.
- RÍOS, S. E. G. et al. Evaluation of mercury, lead, arsenic, and cadmium in some species of fish in the Atrato River Delta, Gulf of Urabá, Colombian Caribbean. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 229, n. 8, p. 275, 2018.
- RIPPLE, W. J. et al. Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 40, p. 10678-10683, 2017.
- ROBERTS, C. **The unnatural history of the sea**. Island Press, 2007.
- SADOVY DE MITCHESON, Y. et al. Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. **Fish and fisheries**, v. 14, n. 2, p. 119-136, 2013.
- SADOVY, Y. **Grouper stocks of the western central Atlantic**: the need for management and management needs. 1994.
- SADOVY, Y. The threat of fishing to highly fecund fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 59, p. 90-108, 2001.
- SADOVY, Y.; EKLUND, A. **Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1792), and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822)**. 1999.
- SAENZ-ARROYO, A. et al. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 272, n. 1575, p. 1957-1962, 2005.
- SALA, E. et al. Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. **Fisheries**, v. 29, n. 3, p. 19-25, 2004.
- SALA, E. et al. Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. **Bulletin of Marine Science**, v. 72, n. 1, p. 103-121, 2003.

- SANDIN, S. A. et al. Baselines and degradation of coral reefs in the Northern Line Islands. **PloS one**, v. 3, n. 2, p. e1548, 2008.
- SANTOS, M. M. F. **Impactos ambientais no estuário do rio Formoso a partir da confluência dos rios Ariquindá/Formoso, Tamandaré (PE)**, 2002.
- SCHEFFER, M.; CARPENTER, S.; DE YOUNG, B. Cascading effects of overfishing marine systems. **Trends in ecology & evolution**, v. 20, n. 11, p. 579-581, 2005.
- SHIDELER, G. S. et al. Assessing the suitability of mangrove habitats for juvenile Atlantic goliath grouper. **Environmental biology of fishes**, v. 98, n. 10, p. 2067-2082, 2015.
- SHIN, Y. J. et al. Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. **ICES Journal of marine Science**, v. 62, n. 3, p. 384-396, 2005.
- SILVANO, R. A. M.; VALBO-JØRGENSEN, J. Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. **Environment, Development and Sustainability**, v. 10, n. 5, p. 657, 2008.
- SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. What can be learned from fishers? An integrated survey of fishers' local ecological knowledge and bluefish (*Pomatomus saltatrix*) biology on the Brazilian coast. **Hydrobiologia**, v. 637, n. 1, p. 3, 2010.
- SILVANO, R. A.; BEGOSSI, A. Fishermen's local ecological knowledge on Southeastern Brazilian coastal fishes: contributions to research, conservation, and management. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2012.
- SMITH, G. B. **Ecology and distribution of eastern Gulf of Mexico reef fishes**. 1976.
- SMITH III, T. J. et al. Mangroves, hurricanes, and lightning strikes: assessment of Hurricane Andrew suggests an interaction across two differing scales of disturbance. **BioScience**, v. 44, n. 4, p. 256-262, 1994.
- SMITH, C. L. A revision of the American groupers: *Epinephelus* and allied genera. **Bulletin of the AMNH**, v. 146, article 2. 1971.
- SMITH, C. L. The patterns of sexuality and the classification of serranid fishes. *American Museum novitates*; no. 2207. 1965.
- SOARES, B. E.; RUFFEIL, T. O. B.; MONTAG, L. F. A. Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 11, n. 4, p. 845-858, 2013.
- SOUZA FILHO, P. W. M. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 23, n. 4, p. 427-435, 2005.
- SPALDING, M. **World atlas of mangroves**. Routledge, 2010.
- THOMAS, N. et al. Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. **PloS one**, v. 12, n. 6, p. e0179302, 2017.

THORROLD, S. R. et al. Accurate classification of juvenile weakfish *Cynoscion regalis* to estuarine nursery areas based on chemical signatures in otoliths. **Marine Ecology Progress Series**, p. 253-265, 1998.

VÁZQUEZ-HURTADO, M. et al. Artisanal fisheries in La Paz Bay and adjacent oceanic area (Gulf of California, Mexico). **Ciencias Marinas**, v. 36, n. 4, p. 433-444, 2010.

WANG, J.; RANEY, E. C. Distribution and fluctuations in the fish fauna of the Charlotte Harbor Estuary, Florida. 1971.

WANG, X. et al. Wet periods in northeastern Brazil over the past 210 kyr linked to distant climate anomalies. **Nature**, v. 432, n. 7018, p. 740, 2004.

WERMUND, E. G.; MORTON, R. A. P. G.; POWELL, G. Galveston Bay: Issues, resources, status and management. **Technical Rep., NOAA Estuarine Programs Office, Washington, DC**, 1989.

WIRTZ, P. et al. The fishes of Ascension Island, central Atlantic Ocean—new records and an annotated checklist. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 97, n. 4, p. 783-798, 2017.

ZAPELINI, C. et al. Assessing Fishing Experts' Knowledge to Improve Conservation Strategies for an Endangered Grouper in the Southwestern Atlantic. **Journal of Ethnobiology**, v. 37, n. 3, p. 478-493, 2017.

ZULUAGA RODRÍGUEZ, J. et al. Iron, Copper, and Zinc in Some Fish Species of the Atrato River Delta, Colombian Caribbean. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 26, n. 7, p. 856-870, 2017.

ANEXO A - ROTEIRO DE ENTREVISTA**CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
CURSOS DE MESTRADO E DOUTORADO****Roteiro para entrevista****Identificação e profissão**

Nome: _____

Idade: _____ Grau de instrução: _____

Tempo de profissão/experiência: _____

Com quem aprendeu a pescar: _____

Perguntas

1. O que você sabe sobre o peixe mero? O que te chama atenção?
2. Aonde eles aparecem? Algum lugar em especial?
3. Quais características desses pontos?
(e.g. canais próximos, rochedos, raízes de mangue mais protuberantes, vegetação mais abundante, profundidade).
4. Houve mudança na quantidade de meros com o decorrer dos anos? E no tamanho? Por quê?
5. Há diferenças entre as áreas frequentadas pelo mero ontem e hoje? Quais e por quê?
6. Essas características variaram com o tempo em determinadas áreas? O que variou?
(Profundidade, vegetação, qualidade da água).
7. Os meros aparecem mais em alguma época determinada? (e.g. estação seca e chuvosa, fases da lua)?
8. Qual maior mero que você já viu aqui na região? E o menor? (Aonde, como e quando foi).
9. Seu conhecimento sobre o mero, você aprendeu como?
10. Os pescadores mais antigos conheciam mais sobre o mero? Por quê?
11. Quais pescadores que mais conhecem sobre o mero aqui na região?