

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG**  
**INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**ALTERAÇÕES DE LONGO PRAZO NOS RECURSOS  
PESQUEIROS DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS  
PATOS SEGUNDO A PERCEPÇÃO DE  
PESCADORES ARTESANAIS**

**VINNI SANTOS THYKJAER**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE.

Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Cardoso

Co-orientador: Dr. Manuel Haimovici

**RIO GRANDE**

**Janeiro de 2019**

## **Agradecimentos**

Agradeço ao meu orientador Dr. Luís Gustavo Cardoso pela paciência, pelos conselhos e puxões de orelha, por ter sido um líder exemplar e, principalmente, pela compreensão durante todo o período do mestrado. Ao meu co-orientador, Dr. Manuel Haimovici pelas valiosas contribuições nas discussões deste trabalho. Aos membros da banca, Dr. Felipe Dumont e Dr<sup>a</sup>. Patrícia Sunye pela rápida resposta e e pelas contribuições com o trabalho e meu desenvolvimento como pesquisadora. Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) pela infraestrutura, ao Laboratório de Recursos Pesqueiros Demersais e Cefalópodes por me acolher e auxiliar nas diversas etapas deste trabalho, a CAPES pela bolsa de estudos e a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo suporte financeiro. À Dérien Duarte (Dédi) do Programa Estatística, da FURG e a Daiane Ferreira da Secretaria da Pesca de Rio Grande por fornecerem contatos de pescadores de todas as comunidades.

Agradeço à cada um dos 81 pescadores, que colaboraram de alguma forma, deixando de seus afazeres por alguns instantes para conversar comigo e compartilhar sua sabedoria. Aos colegas e amigos de laboratório: o técnico do laboratório, Me. Márcio Freire (grande Mestre Chagas!), por toda a disposição e auxílio nas saídas de campo e entrevistas, pelas conversas e conselhos, pelas risadas e , principalmente, pela amizade nesses últimos 2 anos; A Oc. Mariana Rydz por compartilhar sua experiência comigo e ajudar na elaboração dos mapas no Qgis. Ao Me. Lucas Rodrigues, pela boa vontade, disponibilidade e ajuda imensurável na realização de entrevistas, análise de dados e incontáveis horas de valiosas discussões acerca dos resultados, mas principalmente pelos conselhos, apoio emocional e amizade construída durante o último ano, a qual tenho certeza que vou levar para o resto da vida.

Agradeço também a minha mãe, Jussara Dutra dos Santos, por sempre ter acreditado em mim e me incentivado a correr atrás dos meus sonhos. Agradeço ao meu falecido pai, que partiu logo no início desta jornada, por sempre ter instigado minha curiosidade e fazer de mim grande parte do que sou hoje. E por último, ao meu companheiro, Diego da Rosa Claro, por todos nossos anos de amizade, pelo apoio em momentos críticos, pela compreensão e pelo colo para recarregar o fôlego, mas acima de tudo, pelo maior presente que a vida poderia nos dar: nossa filha, Elis, que está a caminho.

A todos que fizeram parte dessa jornada, meu muito obrigada!

## **Resumo**

O aumento do esforço pesqueiro e o desenvolvimento de novas tecnologias têm resultado em declínios populacionais de recursos pesqueiros e até mesmo extinções de muitos animais marinhos. No entanto, a compreensão real destes impactos somente é possível por meio de uma perspectiva histórica que considere as mudanças nas percepções entre gerações humanas, visto que o fenômeno conhecido como “Shifting Baselines Syndrome” acarreta em perda da percepção do estado pristino do meio ambiente entre gerações. Neste trabalho testamos a ocorrência desta síndrome no Estuário da Lagoa dos Patos (ELP) no sul do Brasil, onde grande parte dos recursos pesqueiros da região diminuíram acentuadamente desde a década de 1970. Para tal realizou-se entrevistas com 81 pescadores artesanais, com tempo de experiência na pesca variando de 1 a 63 anos para analisar a existência de mudanças temporais na percepção de pescadores com diferentes níveis de experiência nas capturas, abundância e peso dos recursos pesqueiros, assim como nos locais de pesca com capturas abundantes. Utilizando regressões quantílicas, observou-se que as maiores capturas e CPUEs foram reportadas por pescadores com mais de 40 anos de experiência e que houve uma redução nos valores das maiores CPUEs ao longo dos anos para a maioria das espécies, sendo que o bagre e a miraguaia foram as espécies que apresentaram diminuição mais evidente. Além disso, de forma geral, os pescadores mais experientes relataram maiores capturas, capturas de indivíduos mais pesados e perceberam um maior número de espécies como comuns no início de suas atividades na pesca. Ao mesmo tempo, uma maior proporção de pescadores experientes percebeu um maior número de espécies como escassas atualmente. Os resultados obtidos evidenciam diferenças nas percepções entre pescadores com diferentes níveis de experiência sobre o estado de exploração e as mudanças que sofreram os recursos pesqueiros do ELP. Portanto, evidencia-se a alteração nas linhas de base em poucas décadas. Assim, a consideração de um enfoque precautório e o estabelecimento de metas conservadoras para a recuperação dos recursos pesqueiros no ELP mostra-se prudente frente ao cenário aqui evidenciado.

**Palavras-chave:** “Shifting baselines”, Conhecimento ecológico local, Pescadores artesanais, Mudanças históricas, Percepção, Redução de abundância, Recursos pesqueiros.

## **Abstract**

Increased fishing effort and the development of new technologies have resulted in population declines in fish resources and even extinctions of many marine animals. However, the real understanding of these impacts is only possible through a historical perspective that considers the changes in perceptions between human generations, since the phenomenon known as "Shifting Baselines Syndrome" entails loss of perception of the pristine state of the environment between generations. In this work, we tested the occurrence of this syndrome in the Patos Lagoon Estuary (PLE) in southern Brazil, where a large part of the region's fishing resources decreased sharply since the 1970s. For this purpose, we interviewed 81 artisanal fishermen, of experience in fishing ranging from 1 to 63 years to analyze the existence of temporal changes in the perception of fishermen with different levels of experience in catches, abundance and weight of fishery resources, as well as in fishing sites with abundant catches. Using quantile regressions, it was observed that the largest catches and CPUEs were reported by fishermen with more than 40 years of experience and that there was a reduction in the values of the highest CPUEs over the years for most species, which catfish and black drum were the species that showed the most evident decrease. In addition, in general, more experienced fishermen reported larger catches, heavier individuals, and perceived a greater number of species as common at the beginning of their fishing activities. At the same time, a greater proportion of experienced fishermen perceived a greater number of species as scarce today. The results obtained evidenced the differences in perceptions among fishermen with different levels of experience on the state of exploitation and the changes suffered by the fishing resources of the PLE. Therefore, it is evident the change in baselines, in a few decades. Thus, the consideration of a precautionary approach and the establishment of conservative goals for the recovery of fishery resources in the PLE are prudent in the scenario presented here.

**Key-words:** Shifting baselines, Local ecological knowledge, Artisanal fishers, Historical changes, Perception, Abundance reduction, Fishery resources.

## Índice

Agradecimentos.....	ii
Resumo .....	iii
Abstract.....	iv
Lista de Figuras .....	vi
Lista de Tabelas .....	viii
1. Introdução.....	9
2. Material e métodos .....	12
2.1. <i>Área de estudos</i> .....	12
2.2. <i>Coleta de Dados</i> .....	13
2.3. <i>Análise de dados</i> .....	15
2.3.1 <i>Mudanças históricas nas capturas e no tamanho corporal dos recursos pesqueiros do ELP</i> .....	15
2.3.2 <i>Mudanças históricas nos locais de maiores capturas citados pelos pescadores</i> ..	17
2.3.3 <i>Percepção dos pescadores quanto a condição pesqueira e ambiental do ELP</i> ....	18
3. Resultados.....	19
3.1 <i>Mudanças Históricas nas Capturas dentro do ELP</i> .....	19
3.2 <i>Mudanças nos locais de pesca com capturas abundantes</i> .....	24
3.3 <i>Mudanças dos maiores indivíduos capturados</i> .....	26
3.4 <i>Mudanças históricas na composição de espécies</i> .....	29
3.4.1 <i>Espécies consideradas comuns no início da carreira</i> .....	29
3.4.2 <i>Outras espécies</i> .....	30
3.5 <i>Diferenças na percepção das mudanças da pesca e de suas causas</i> .....	31
3.5.1 <i>Percepção sobre estado dos recursos pesqueiros do ELP</i> .....	31
3.5.2 <i>Motivos para redução das capturas</i> .....	33
4. Discussão .....	34
5. Referências Bibliográficas.....	38
Apêndice I.....	45
Apêndice II.....	50

## Lista de figuras

Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos. Os pontos representam as comunidades foram realizadas as entrevistas. (1) 4ª Secção da Barra, (2) Mangueira, (3) São Miguel, (4) Bosque, (5) Bandeirinhas, (6) Marambaia, (7) Torotama, (8) Bolo Doce, (9) Tamandaré, (10) 5ª Secção da Barra. Os locais foram escolhidos a fim de contemplar os principais bairros de pescadores da região.....13

Figura 2. Maiores capturas brutas (kg) reportadas pelos pescadores para bagre, corvina, miraguaia e tainha.....19

Figura 3. Maiores capturas brutas (kg) reportadas pelos pescadores para camarão-rosa, linguado, peixe-rei e siri-azul.....20

Figura 4. Maiores capturas por unidade de esforço de bagre, peixe-rei, tainha e corvina em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. A CPUE máxima estimada para a cada espécie pode ser observada no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.....21

Figura 5. Maiores capturas por unidade de esforço de linguado, miraguaia, camarão rosa e siri-azul em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. A CPUE máxima estimada para a cada espécie pode ser observada no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.....22

Figura 6. Mapas de calor gerados a partir das citações dos pescadores como locais onde foram realizados suas maiores capturas. As setas indicam o deslocamento dos locais citados como de maiores capturas em direção à boca do estuário.....25

Figura 7. Maiores indivíduos (kg) de bagre, peixe-rei, tainha e corvina em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. O peso máximo estimado para a cada espécie pode ser observado no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa

o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.....27

Figura 8. Maiores indivíduos (kg) de linguado, miraguaia, camarão-rosa e siri-azul em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. O peso máximo estimado para a cada espécie pode ser observado no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.....28

Figura 9. Número de espécies citadas como comuns no início da carreira na pesca por cada uma das 3 categorias de experiência.....29

Figura 10. Percepções dos pescadores, divididos em três categorias de experiência, sobre o estado dos recursos pesqueiros no estuário da Lagoa dos Patos hoje em dia. Ini/Int = Iniciante/Intermediário (1-29 anos de experiência na pesca; Exp = Experiente (30-49 anos de experiência na pesca) e; Vet = Veterano (50-65 anos de experiência na pesca).....32

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1. Valores ótimos estimados para Maior Captura, Maior Indivíduo, Ano de Maior Captura e Anos Pescando intervalo de confiança de 95% baseado em 10000 aleatorizações, obtida por modelo de regressão quantílica.....23

Tabela 2. Frequência (%) de citações das espécies consideradas comuns pelos pescadores no início de suas carreiras na pesca. Ini/Int = Iniciante/Intermediário (1-29 anos de experiência na pesca; Exp = Experiente (30-49 anos de experiência na pesca) e; Vet = Veterano (50-65 anos de experiência na pesca).....30

Tabela 3. Motivos citados pelos pescadores como responsáveis pela redução das capturas no estuário da Lagoa dos Patos. ....33

Tabela 4. Frequência das respostas dos pescadores sobre a influência dos molhes na quantidade de pescado no interior do estuário da Lagoa dos Patos. ....33

## 1. Introdução

Avaliar impactos humanos nos ecossistemas naturais requer conhecimento de seu estado inexplorado (Baum & Myers 2004). A perda de informações entre gerações humanas sobre a composição, tamanho e a abundância de espécies em ecossistemas é um fenômeno denominado de “*Shifting Baselines Syndrome*”, descrito inicialmente por Daniel Pauly (1995). Esta síndrome está relacionada a uma tendência psicológica de assumir que as condições “naturais” são aquelas observadas no início da interação dos usuários, pesquisadores e/ou gestores contemporâneos com um ecossistema.

A perda de informações entre gerações resulta em uma mudança gradual na concepção sobre as características dos ecossistemas no seu estado pristino e pode influenciar negativamente a gestão de recursos e políticas de conservação. A falta de um referencial sobre a fase pristina dos recursos pesqueiros pode influenciar negativamente suas políticas de manejo e conservação. Alguns exemplos são a identificação imprecisa de perdas econômicas e metas de restauração (Tubino et al., 2004) e a definição de espécies e / ou áreas prioritárias para proteção (McClenachan et al., 2012). Ao ignorar as mudanças históricas nas linhas de base pode-se minimizar o real impacto sofrido pelos ecossistemas e recursos naturais até o presente. Particularmente, em relação aos recursos pesqueiros, uma perspectiva histórica que considere as mudanças nas percepções entre gerações humanas é importante para avaliar o verdadeiro impacto da pesca sobre os estoques e, principalmente, os verdadeiros desafios na tentativa de reconstrução de um estado mais próximo ao natural, em termos de abundância, estrutura de comprimentos dos indivíduos e composição de espécies, visando a sustentabilidade da sua exploração (Bolster et al. 2012).

Pesquisas históricas e arqueológicas mostraram que, em tempos anteriores à pesca recente, algumas espécies podem ter sido mais abundantes do se pensava (Pinnegar & Engelhard 2008). Estudos de modelagem (ex. Pauly et al. 2003; Jennings & Blanchard 2004), e análises de diversidade genética (Roman & Palumbi 2003) mostraram que o conhecimento baseado apenas em dados ecológicos ou pesqueiros modernos pode resultar em uma percepção alterada do oceano. Por exemplo, em um estudo realizado por Saénz-Arroyo et al. (2005), entrevistas estruturadas com três gerações de pescadores no Golfo da Califórnia apresentaram evidências de que as capturas diárias de garoupa do Golfo

(*Mycteroperca jordani*) reduziram 25 vezes nos últimos 60 anos. Além disso, pescadores idosos citaram a captura de um número 5 vezes maior de espécies e quatro vezes mais locais de pesca que antes eram abundantes e, atualmente, estão depletados, quando comparados com os relatos de pescadores jovens. Apesar dos tempos de grandes peixes ainda estar vivo na memória dos pescadores, poucos pescadores jovens reconheceram que grandes exemplares das espécies em algum momento foram comuns (Saéñz-Arroyo et al. 2005). Essas alterações na percepção ambiental são um obstáculo educacional para os esforços de redefinir perspectivas e metas de conservação e ajudariam a explicar porque a sociedade é tolerante com a perda progressiva da abundância e diversidade biológica (Pauly, 1995).

A pesca artesanal é um importante meio de subsistência de comunidades ribeirinhas e garante segurança alimentar (Hellebrandt et al., 2014). No entanto, existe pouca informação disponível sobre as pescarias artesanais, com isso a avaliação de seu impacto sobre os recursos pesqueiros fica prejudicada (Berkes et al. 2001, Pomeroy & Andrew, 2011). Em situações de carência de dados o conhecimento ecológico local (CEL) tem sido amplamente utilizado para contornar problemas como a escassez de dados sobre o local de estudo em pesquisas ecológicas (Johannes 1998; Drew 2005; Eddy et al. 2010). Segundo Johannes et al. (2000), o CEL pode constituir um importante instrumento na avaliação de impactos ambientais e na localização de áreas marinhas prioritárias para proteção. Este mesmo autor reconhece que frequentemente os pescadores idosos são a única fonte de informação sobre mudanças históricas dos recursos marinhos locais, uma vez que conjuntos de dados de longo prazo raramente estão disponíveis. A percepção dos pescadores também pode se mostrar mais precisa que os métodos habitualmente utilizados, como o tamanho das capturas e o censo visual, em se tratando da avaliação dos estoques pesqueiros (Daw et al., 2011), uma vez que os pescadores possuem a capacidade de identificar tendências rapidamente e em escalas pequenas, as quais não são detectáveis por dados de desembarques devido a aumentos sutis no esforço de pesca ou eficiência, ou agregação em grandes escalas.

Os pescadores podem contribuir com informações valiosas para o gerenciamento de recursos pesqueiros em situações de escassez de dados, uma vez que possuem conhecimento sobre as espécies exploradas (Ramires et al., 2007). O conhecimento obtido com os pescadores, interpretado no contexto ecológico, pode ser utilizado para estimar “*baselines*” quantitativos históricos sobre a abundância e tamanhos de animais marinhos

explorados ou extintos e fornecer uma perspectiva sobre o estado dos recursos e dos ecossistemas no passado (McClenachan et al. 2012). Além disso, a utilização desta ferramenta é uma forma de valorizar o conhecimento transmitido entre gerações e pode agregar informações sobre estoques pesqueiros quando estas forem ausentes (Neis et al., 1999), além de ser uma ferramenta de baixo custo.

Entre os vários estudos que utilizam o conhecimento ecológico local de pescadores no Brasil, Bender et al. (2013) reportaram que os pescadores mais velhos capturavam peixes com maiores tamanhos corporais e também uma maiores quantidades de peixes grandes do que atualmente, demonstrando que os mesmos estão em declínio no parque marinho de “Recife de fora” no estado da Bahia. Já os resultados de Giglio et al. (2014) no arquipélago de Abrolhos forneceram evidências de que a pesca artesanal pode diminuir drasticamente a abundância de grandes peixes costeiros, levando-os, inclusive à extinção local. Ainda o estudo de Tubino et al. (2014) na região costeira de Itaipu, Rio de Janeiro, revelou que, desde a década de 1970 o número de redes de emalhar aumentou 5 vezes, o que foi apontado como a provável causa para o desaparecimento dos cardumes de tainhas, influenciando a dinâmica das pescarias de cerco e arrasto na região.

O estuário da Lagoa dos Patos apresenta uma elevada produtividade biológica e está entre as regiões mais ricas, em termos de recursos pesqueiros, do Brasil (Seeliger & Odebrecht, 2010; Haimovici 2007; MPA 2012). A pesca no estuário da Lagoa dos Patos ocorre desde a ocupação por ondas migratórias provenientes da Amazônia da estirpe tupi há, pelo menos, 5.100 anos, o que pode ser comprovado pelas grandes quantidades de otólitos e carapaças de crustáceos encontradas em sambaquis da região (Ribeiro & Calippo 2000; Santos & D’Incao 2004). Durante o período colonial a pesca na região existiu, embora não existam informações disponíveis (Haimovici & Cardoso, 2016). No período imperial, durante a segunda metade do século 19, alguns incentivos propiciaram o início de uma cadeia produtiva de peixes salgados, que tinha como principais espécies exploradas miraguaia *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766), os bagres *Genidens spp.*, a tainha *Mugil liza* (Valenciennes, 1836), Prejereba *Lobotes surinamensis* (Bloch, 1790), o camarão rosa *Penaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) e o linguado *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839) (Odebrecht, 2003). Já no século 20, os desembarques artesanais registrados a partir de 1945 pelo Serviço Nacional de Caça e Pesca, evoluíram de 11.000 t em 1945 para um máximo de 43.700 t em 1972 e diminuiu para uma média de 6300 t desde 2001 (Silva, 1990; Haimovici & Cardoso, 2016). Estas são estimativas mínimas já que as comunidades estão distribuídas em uma ampla área geográfica

(Vasconcellos & Kalikoski, 2014), o que dificulta uma cobertura completa dos desembarques. A intensa pesca na Lagoa dos Patos e região costeira adjacente tem levado a sobre exploração de muitos dos principais recursos pesqueiros e ao colapso de alguns como o bagre e a miraguaia (Haimovici & Cardoso, 2016). No entanto, várias espécies como a tainha, linguado, peixe-rei *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) e siri azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) são importantes recursos para os pescadores artesanais atualmente (Vasconcellos & Kalikoski, 2014; Rodrigues & D’Incao, 2014), portanto é importante conhecer os efeitos da pesca e as tendências históricas de abundância dentro do estuário e sua disponibilidade atual.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar mudanças temporais nas percepções de pescadores artesanais sobre as maiores capturas, os maiores exemplares capturados e na disponibilidade atual dos recursos. Também foram analisadas as mudanças temporais nas percepções sobre o número de espécies consideradas frequentes no início de suas carreiras e nos locais de pesca com abundantes capturas no ecossistema estuarino. Todos esses parâmetros foram analisados entre as diferentes categorias de experiência na tentativa de detectar a existência de *Shifting Baselines Syndrome* no estuário da Lagoa dos Patos.

## **2. Material e métodos**

### *2.1. Área de estudos*

A Lagoa dos Patos é uma laguna localizada no Sul do Brasil, paralelamente ao litoral do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Com aproximadamente 10.227 km<sup>2</sup>, se estende na direção NE-SW, entre a Lat. 30°30’S e 32°12’S, recebe aporte de água de uma bacia de drenagem de aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup> e se conecta com o Oceano Atlântico pelo canal natural, posteriormente fixado pelos molhes da barra, formado pela entre as cidades do Rio Grande e São José do Norte (Seeliger & Odebrecht 2010). A profundidade média do corpo da lagoa e no estuário é de 5 m, com enseadas de profundidades menores que 1 m, sendo a profundidade máxima de 18 m, no canal (Calliari, 1998). O estuário da Lagoa dos Patos (ELP), localiza-se na extremidade austral da Lagoa dos Patos, próximo à cidade do Rio Grande, abrangendo aproximadamente 10% da Lagoa (Asmus, 1998). No estuário se localizam áreas de crescimento, alimentação e

reprodução de estoques pesqueiros (Garcia & Vieira, 2001; Haimovici et al., 2006 Seeliger & Odebrecht 2010).

A pesca artesanal, é uma importante fonte de renda para a população ribeirinha dos municípios de Rio Grande e São José do Norte. Um levantamento feito em 2010, mostrou que em Rio Grande existem 47 comunidades de pescadores, com um total de aproximadamente 1080 pescadores e São José do Norte possui 43 comunidades com 1183 pescadores (Vasconcellos & Kalikoski 2014).

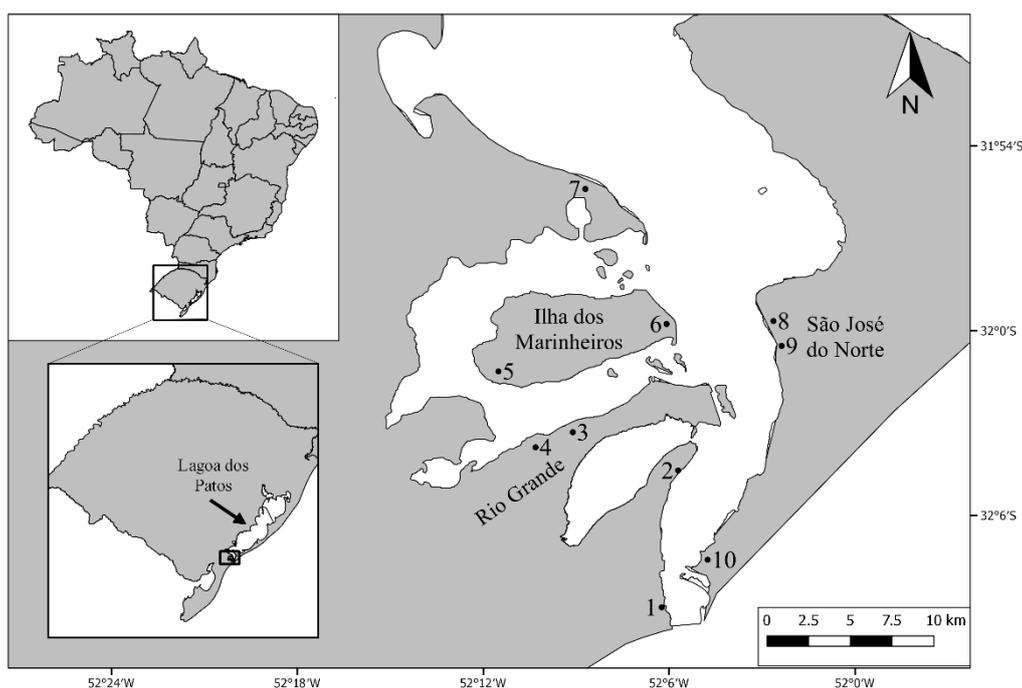


Figura 1. Estuário da Lagoa dos Patos. Os pontos representam as comunidades onde foram realizadas as entrevistas. (1) 4ª Secção da Barra, (2) Mangueira, (3) São Miguel, (4) Bosque, (5) Bandeirinhas, (6) Marambaia, (7) Torotama, (8) Bolo Doce, (9) Tamandaré, (10) 5ª Secção da Barra.

## 2.2. Coleta de Dados

A fim de compreender as principais comunidades pesqueiras do ELP, foram escolhidas dez comunidades para entrevistas distribuídas nas duas cidades (Rio Grande e São José do Norte): Marambaia e Bandeirinhas, localizadas na Ilha dos Marinheiros e próximo à cidade do Rio Grande; São Miguel, Bosque, Mangueira e 4ª Secção da Barra, dentro da cidade do Rio Grande; Bolo Doce, Tamandaré e 5ª Secção da Barra no interior da cidade de São José do Norte e; Torotama, como comunidade única da Ilha Torotama perto da cidade de Rio Grande (Figura 1).

As entrevistas foram realizadas entre agosto de 2017 e novembro de 2018 e utilizou-se um questionário semiestruturado padronizado baseado em diferentes trabalhos sobre a mesma temática (Saenz-Arroyo et al., 2005; Turvey et al., 2010; Bender et al., 2013; Giglio et al., 2015) e adaptado as condições locais. O questionário foi dividido em 3 partes: (i) identificação dos pescadores (dados pessoais, tempo de experiência na pesca, locais onde começou a atividade, esforço de pesca empregado no início de suas carreiras e atualmente - em total de metros de rede de emalhe ou saquinhos); (ii) identificação das espécies (espécies comuns no início de suas carreiras, maior indivíduo já capturado, maior captura já realizada, data e local destas capturas e percepção sobre a situação de cada uma das espécies que consideramos como recurso pesqueiro no ELP); (iii) percepção de mudanças pelo entrevistado (percepção sobre redução das capturas, motivos que consideram responsáveis pela redução nas capturas, espécies que não consideramos como recursos pesqueiros dentro do ELP que desapareceram ou não foram mais vistas, influência da extensão dos molhes da barra nas capturas no interior do estuário)(Apêndice 1). Como tentativa de randomização, o questionário foi aplicado aleatoriamente ao primeiro pescador que encontramos em cada comunidade, utilizando posteriormente uma amostragem do tipo “bola de neve” (*snowball sampling*) (Bernard, 2017), onde após a entrevista, era pedido que o entrevistado indicasse outros pescadores que morassem por perto para que pudessem colaborar com o estudo. Esse tipo de amostragem leva a uma rede de contatos e promove uma relação de confiança entre pesquisadores e entrevistados, evitando um cenário diferente, o que segundo Martins (2015) poderia ser originado caso não houvesse empatia entre o entrevistador e o entrevistado. Ao notar a escassez de entrevistados entre os Iniciantes/Intermediários (também observado por Vasconcellos et al., 2007), a amostragem passou a ser estratificada, com randomização interna das categorias de experiência.

Antes de cada entrevista, cada pescador contatado recebeu uma breve explicação sobre os objetivos e métodos do trabalho e posteriormente foi convidado a colaborar como entrevistado. Foi ressaltado o caráter voluntário das participação e assegurado o anonimato na elaboração de qualquer produto dos estudos. Ao todo foram entrevistados 81 pescadores selecionados aleatoriamente entre três categorias de experiência em 10 comunidades situadas no ELP: Iniciante/Intermediário (1-29 anos de experiência na pesca, N=21), experientes (30-49 anos de experiência na pesca, N=38) e Veteranos (50-65 anos de experiência na pesca, N=22). Entre os pescadores entrevistados, 93,83% (N=76) eram do sexo masculino e 6,17% (N=5) do sexo feminino.

Para as perguntas referentes ao maior indivíduo capturado de cada espécie, a maioria das respostas foi realizada em quilogramas (kg), exceto para os crustáceos camarão-rosa (*Penaeus paulensis*) e siri-azul (*Callinectes sapidus*). Para o camarão-rosa os pescadores reportaram as capturas em termos de “peças/kg”. Além disso, para camarão e siri os pescadores frequentemente responderam em centímetros (cm). Nesses casos, solicitou-se que o pescador representasse o tamanho do indivíduo no chão ou parede mais próxima e, então, procedeu-se a medição com uma régua milimetrada. Para os camarões cujos pescadores informaram o comprimento total foi realizada uma conversão em peso. Como nenhum dos pescadores informou o sexo dos indivíduos, optou-se por utilizar o peso médio entre a resultante das equações para machos ( $Pt$  (peso total) =  $0.009 \times Ct(\text{comprimento total})^{2.99}$ ) e fêmeas ( $Pt = 0.008 \times Ct^{3.05}$ ) (Leite & Petreire, 2006). Um procedimento similar foi feito para o siri-azul, porém utilizando a largura da carapaça (LC) informada pelos pescadores. Para estas análises, foi utilizado o peso médio entre a resultante das equações para machos ( $Pt = 0,000056 \times LC^{3,14}$ ) e fêmeas ( $Pt = 0,0001 \times LC^{2,967}$ ) (Rodrigues, 2006).

### 2.3. Análise de dados

#### 2.3.1 Mudanças históricas nas capturas e no tamanho corporal dos recursos pesqueiros do ELP

Como índice de abundância utilizou-se a captura, em kg, por unidade de esforço, em metros de rede (CPUE). As unidades de esforço utilizadas foram a braça (1 braça = 1,5 metros, conforme relato dos pescadores) de rede na pesca de emalhe, já na pesca de aviãozinho (saquinho), consideramos também o número de redes utilizadas por cada pescador.

Para o cálculo da CPUE, utilizou-se o esforço inicial para os pescadores que tiveram sua maior captura datadas até 5 anos depois do início de sua carreira. Para os pescadores que tiveram sua maior captura datada nos últimos 5 anos (2013-2018), foi utilizado o esforço atual. Para os pescadores que tiveram sua maior captura entre os períodos citados acima, utilizou-se o esforço médio entre o esforço inicial e atual de cada pescador. Para aqueles pescadores que informaram a sua maior captura, mas não forneceram informações sobre seu esforço inicial ou atual de suas carreiras, utilizamos a média do

esforço inicial por categoria de experiência e média geral do esforço atual entre todas as categorias.

Com base nas informações fornecidas por cada pescador, foram estimados os seguintes valores:

- i. Maior CPUE estimada (MCE), ou seja, a estimativa da captura máxima em kg por metro de rede de emalhe ou saquinho esperada para cada espécie;
- ii. Maior indivíduo estimado (MIE), ou a estimativa do peso máximo do maior indivíduo esperado para aquela espécie;
- iii. Ano de maior captura (AMC), ou o ano predito que alcançou a máxima CPUE (MCE) ou maior indivíduo (MIE).
- iv. Anos pescando (AP), ou tempo de experiência mínimo na pesca para alcançar a MCE ou MIE;

Em nossos dados foi observada heterogeneidade de variâncias na relação entre as variáveis, o que pode ocasionar múltiplas taxas de mudança que caracterizam distintas distribuições de probabilidade ao utilizar uma regressão linear. Por esse motivo, utilizamos o modelo de regressão quantílica, uma vez que este pode estimar múltiplas taxas de mudança da resposta mínima à máxima, fornecendo um quadro mais completo das relações entre as variáveis perdidas por outros métodos de regressão. (Cade & Noom, 2003). Buscar apenas mudanças nas médias pode subestimar, superestimar ou não distinguir mudanças reais diferentes de zero em distribuições heterogêneas (Terrell et al., 1996; Cade et al., 1999).

Nossos modelos de regressões quantílicas *spline* (Koenker & Schorfheide, 1994, Koenker, 2005) foram construídos para o percentil de 95 (o valor abaixo do qual se espera que caiam 95% das maiores capturas e maiores indivíduos reportados) utilizando metodologia proposta por Anderson (2008). Os modelos foram ajustados com a função `rq()` (parte do pacote "*quantreg*" de Koenker, 2007) combinada com a função `bs()` (parte do pacote "*splines*", ver Hastie, 1993) na linguagem de programação R (R Development Core Team 2018). A função `bs()` é ajustável à um determinado grau de polinômio. O grau adequado para o polinômio (resultando de um determinado número de parâmetros para o modelo) foi determinado para a AMC e AP usando a versão corrigida para amostras pequenas do Critério de Informação Akaike (AICc) (AICc, ver Hurvich & Tsai, 1989, Burnham & Anderson, 2002). O modelo com o menor valor de AICc dentre do conjunto de modelos com polinômio de grau = 1, 2, 3, 4 ou 5 foi escolhido. Se, se algum dos outros

modelos tivesse um valor AICc de até 2 unidades de diferença comparado ao modelo escolhido pelo critério supracitado (pode ser considerado essencialmente equivalente do ponto de vista da parcimônia, Burnham e Anderson, 2002) e também tinha uma melhor forma visual ajustada ao gráfico de dispersão dos dados, então este foi escolhido por preferência. O valor no qual o modelo de MCE e MIE atingiram o máximo para AMC e AP foram identificados como os valores ótimos. Intervalos de confiança de 95% foram obtidos para o ótimo estimado reaplicando 10000 aleatorizações sobre o modelo para cada um dos pares de amostras (Miller, 2018). Embora o interesse seja mostrar a estimativa de maior captura ao longo do tempo, optamos por utilizar ambas as variáveis (AMC e AP). A variável AP é mais precisa que a variável AMC, uma vez que a primeira é uma resultante direta da data de nascimento e da idade de início na pesca, enquanto a segunda depende exclusivamente da memória do pescador. Assim, os ótimos de MCE e MIE apontados pelas regressões quantílicas com AP são uma forma de validação das estimativas das regressões quantílicas com AMC.

### *2.3.2 Mudanças históricas nos locais de maiores capturas citados pelos pescadores*

Nos questionários respondidos por cada pescador foram registrados os locais e datas em que foram realizadas as suas maiores capturas de cada uma das espécies. Os locais reportados (croas, sacos, canais e outros pontos de referência) foram transformados em coordenadas geográficas por meio do software Google Earth Pro com base em mapas onde essas localidades já foram registradas (Schaefer & Reis, 2008).

Mapas com a localização das maiores capturas foram elaborados utilizando o software QGIS 2.18.10 (QGIS Development Team, 2018). De um total de 648 pontos possíveis para o local de maior captura já realizada no ELP, foram utilizados apenas 548 pontos, uma vez que alguns pescadores não reportaram sua maior captura para alguma das espécies perguntadas. As matrizes de possíveis locais de maior captura foram utilizados na elaboração de 3 mapas de calor, baseados na frequência de citações para um mesmo local, para comparação entre locais reportados com as citações de maiores capturas para três períodos de aproximadamente 20 anos: Figura 6a (1965-1980, n=69); Figura 6b (1981-2000, n=121) e Figura 6c (2001-2018, n= 285). Em cada ponto as frequência de citações foram classificadas em baixa (0,1-2,9%), moderada (3- 7,9% ) ou alta (8-12%).

### *2.3.3 Percepção dos pescadores quanto à condição pesqueira e ambiental do ELP*

A percepção dos pescadores sobre a situação dos recursos pesqueiros do ELP foi analisada com base no percentual de vezes que os pescadores consideravam as espécies como “Muito Abundante”, “Abundante”, “Pouco Abundante” e “Escasso”.

Os pescadores também foram questionados sobre as espécies que consideravam comuns no estuário quando iniciaram suas carreiras, o número de outras espécies que não são consideradas como recursos pesqueiros dentro do ELP e a frequência com que costumam pescar fora de barra. Para todas estas variáveis, foram utilizadas análises de comparações de médias entre as diferentes categorias de experiência. Devido ao não cumprimento dos pressupostos de análises paramétricas o teste de Dunn (Dunn, 1961,1964) foi utilizada para verificar a existência de diferença estatisticamente significativa entre as médias do número de espécies citadas como sendo comuns no início da carreira, da frequência com que saiam fora de barra e do número de espécies citadas como ocasionais nas suas capturas, para as 3 categorias de idade.

Por fim, foi perguntado quais fatores poderiam estar associados às quedas na abundância e se eles acreditavam que a extensão dos molhes da barra, realizada em 2010, poderia estar comprometendo a quantidade de pescado disponível dentro do ELP. As respostas em relação aos motivos da redução na abundância dos recursos foram classificados em seis categorias: aumento de esforço, excesso de pesca industrial, fatores externos, clima, pesca ilegal e excesso de pesca artesanal. Na categoria aumento de esforço, consideramos todas as respostas referentes ao aumento do número de pescadores, aumento do número e tamanho das redes, utilização de sondas ou outras tecnologias por pescadores artesanais dentro do ELP. Já para fatores externos, consideramos a extensão dos molhes da barra (a qual foi feita pergunta em separado ao final da entrevista), a dragagem do porto de Rio Grande, poluição, movimentação de navios no porto e urbanização. Como pesca industrial, levamos em consideração todas as respostas que citassem traineiras, redes anilhadas, utilização de sonar fora do ELP e arrasto fora da barra de Rio Grande. Para pesca ilegal, foram consideradas as reclamações sobre a utilização de berimbau na pesca do camarão, pescarias durante o período de defeso, trabalhadores do comércio e outras pessoas que pescam sem licença e arrasto de portas dentro do ELP. Na categoria de pesca artesanal, agrupamos as respostas referentes aos pescadores artesanais que pescam no canal próximo ao porto e pescadores artesanais que utilizam

mais redes do que permitidas pela legislação. E por último, como clima, consideramos todas as respostas referentes à salinidade da lagoa, chuva e temperatura.

### 3. Resultados

#### 3.1 Mudanças Históricas nas Capturas dentro do ELP

Entre as maiores capturas brutas individuais citadas pelos pescadores, destacam-se a captura de 20 toneladas de bagre *Genidens* sp., em 1988 (Figura 2). No mesmo ano ocorreu a maior captura citada para miraguaia *Pogonias cromis*, com um total de 10 toneladas (Figura 2). As maiores capturas citadas pelos pescadores para essas duas espécies nas últimas duas décadas foram de 2 ton de bagre em 2005 e 500 kg de miraguaia em 2013. Com exceção da tainha e do siri, os valores mais altos entre as maiores capturas citadas para cada espécie foram em anos anteriores à 1990 (Figuras 2 e 3).

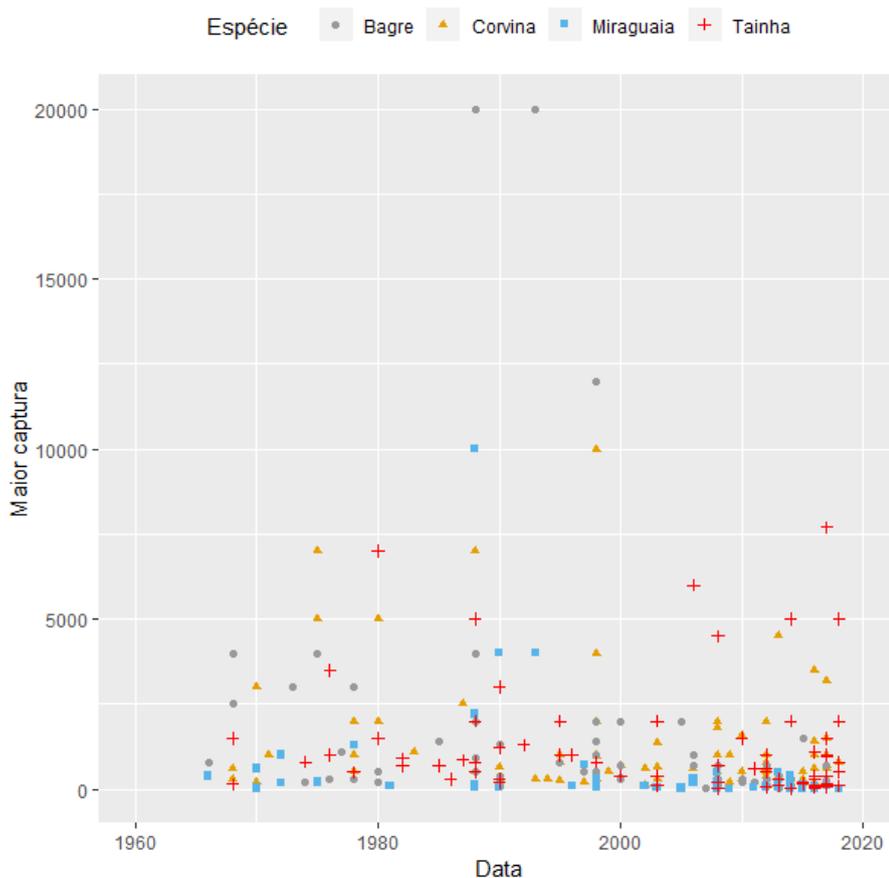


Figura 2. Maiores capturas brutas (kg) reportadas pelos pescadores para bagre, corvina, miraguaia e tainha.

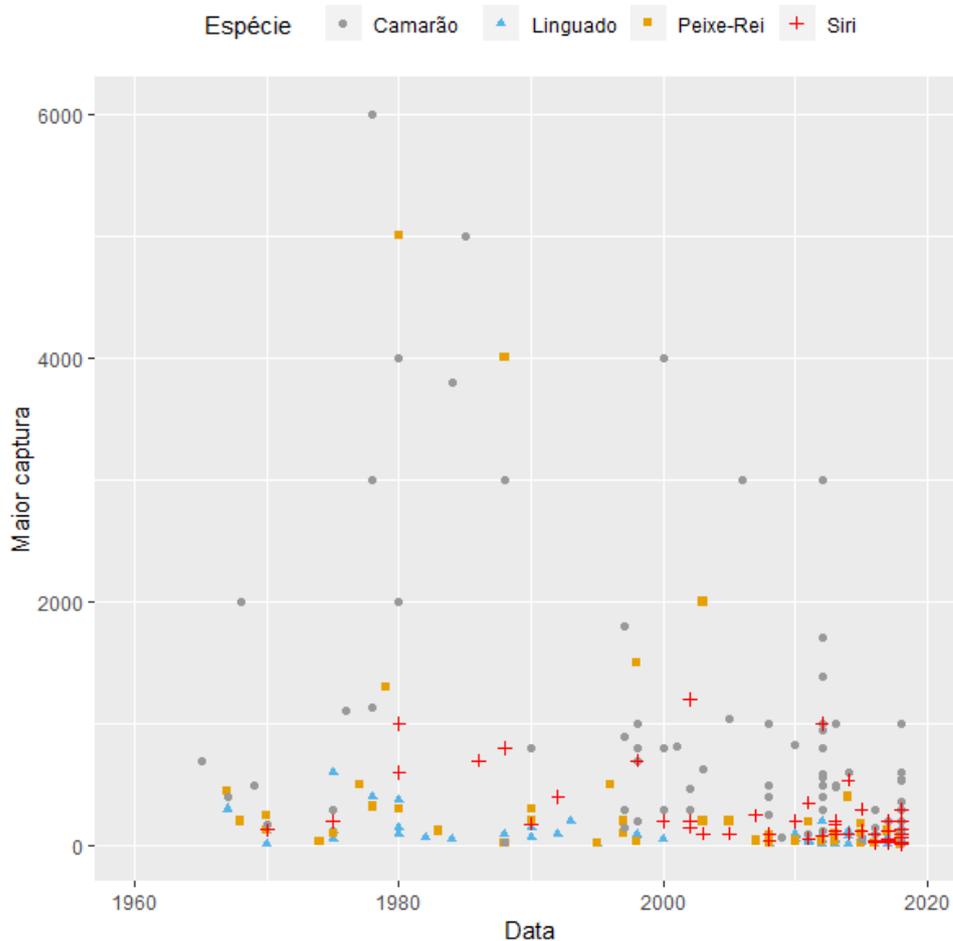


Figura 3. Maiores capturas brutas (kg) reportadas pelos pescadores para camarão-rosa, linguado, peixe-rei e siri-azul.

Para todas as espécies as CPUEs máximas (MCE) estimadas foram observadas em anos anteriores à 1980 (Figura 4), exceto para o siri que foi em 1986 (Figura 5). Ao mesmo tempo, para todas as espécies as máximas CPUEs foram relatadas por pescadores com mais de 40 anos de experiência, ou seja que iniciaram sua carreira na pesca em anos anteriores a 1978.

Ao longo do tempo, as maiores capturas relatadas pelos pescadores diminuíram para todas as espécies (Figuras 4 e 5). O bagre, a miraguaia e o linguado destacam-se por apresentarem as quedas mais evidentes, começando logo após 1975. A tainha e o camarão tiveram uma discreta queda até 2000, quando passam a apresentar certa estabilidade. Esta mesma tendência pôde ser observada quando se considera a experiência na pesca. Para todas as espécies as maiores capturas relatadas diminuíram conforme a diminuição dos anos de experiência do entrevistado.

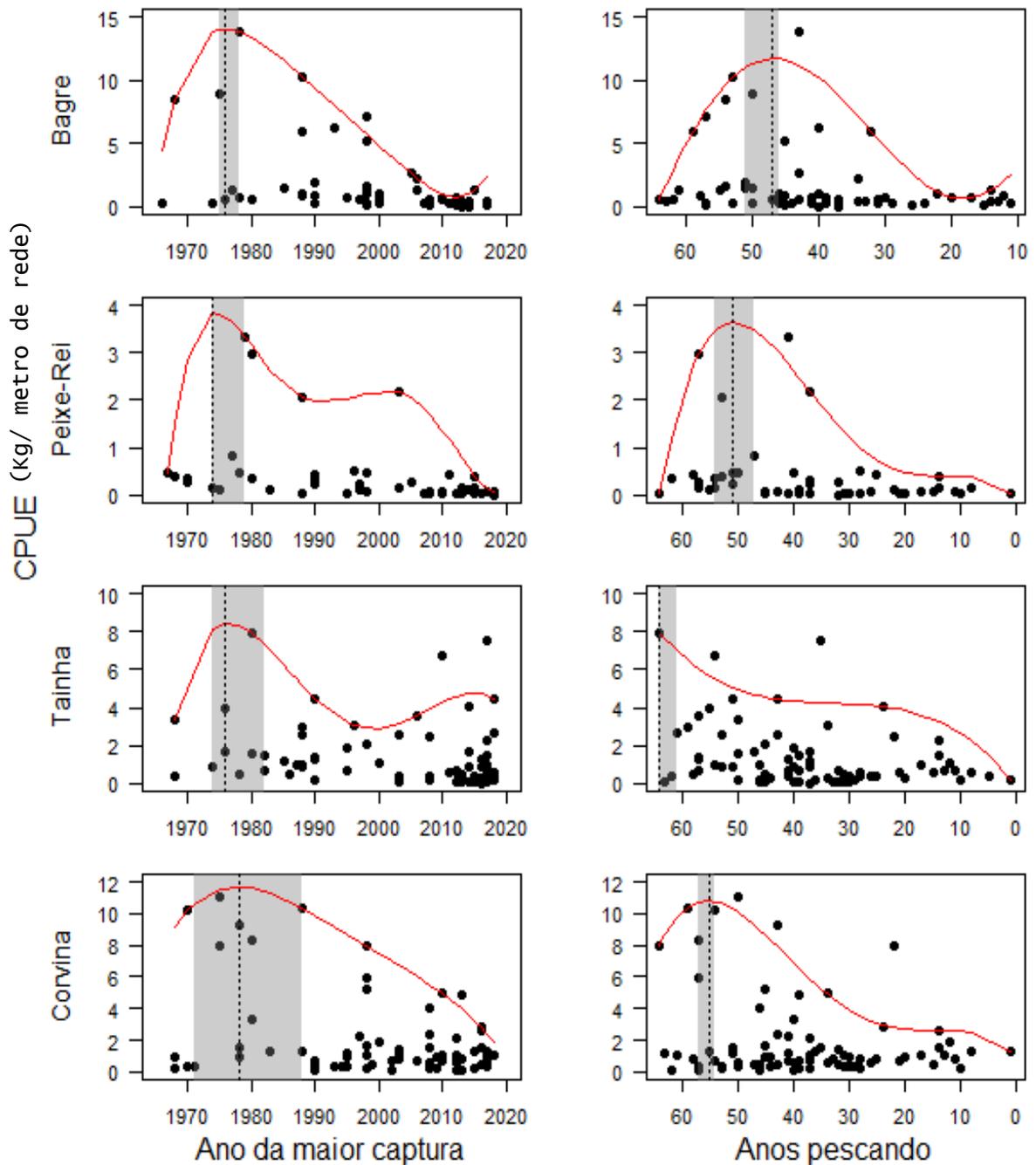


Figura 4. Maiores capturas por unidade de esforço de bagre, peixe-rei, tainha e corvina em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. A CPUE máxima estimada para a cada espécie pode ser observada no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.

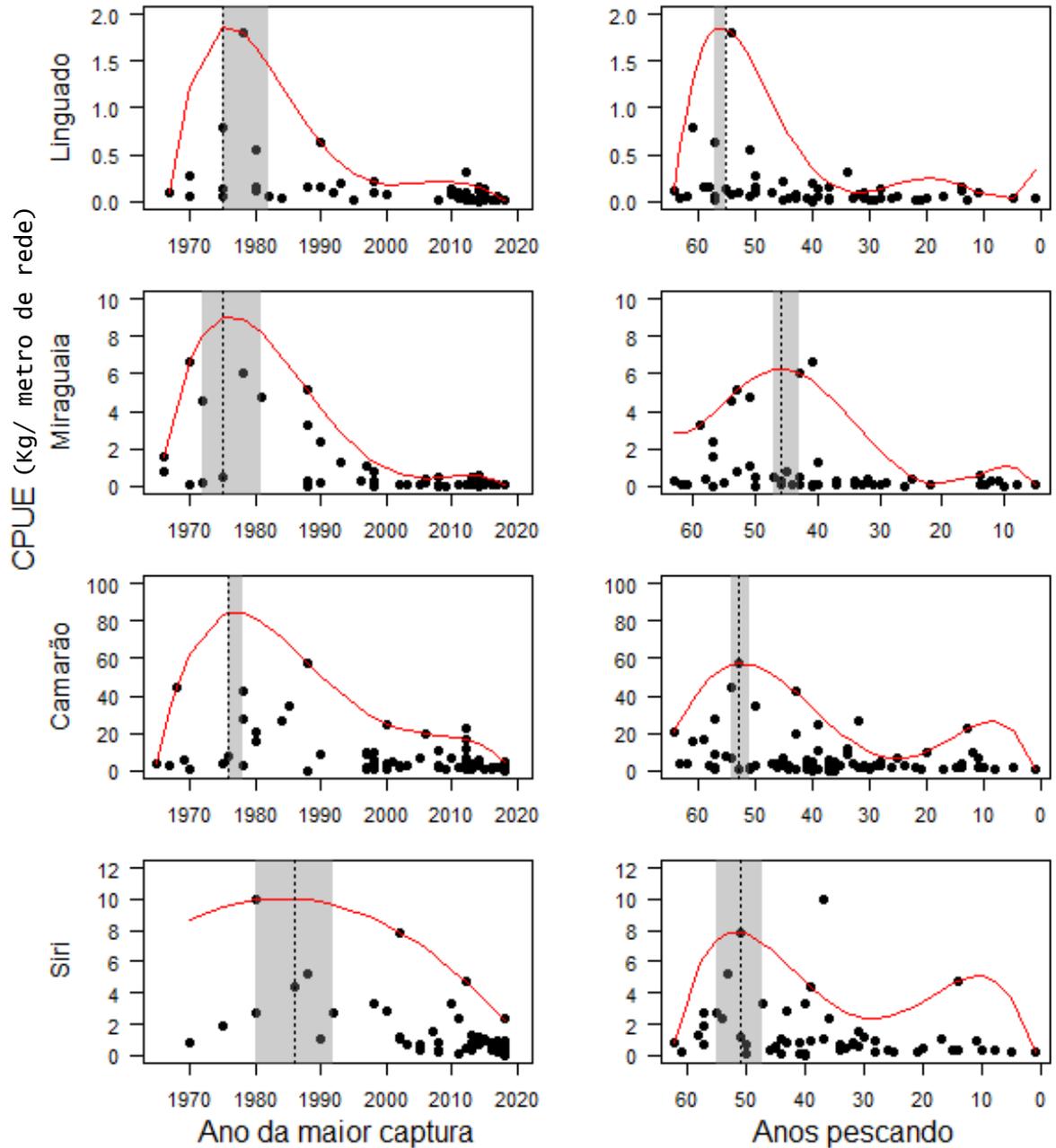


Figura 5. Maiores capturas por unidade de esforço de linguado, miraguaia, camarão rosa e siri-azul em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. A CPUE máxima estimada para a cada espécie pode ser observada no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.

Tabela 1. Valores ótimos estimados para Maior Captura por Unidade de Esforço Estimada (MCE) e Maior Indivíduo Estimado (MIE). O Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) foram calculados para o MCE e MIE, com um intervalo de confiança (IC) de 95% baseado em 10000 aleatorizações, obtida por modelo de regressão quantílica.

**Maior CPUE Estimada (MCE)**

Nome popular	Nome científico	grau AMC	MCE <sub>AMC</sub> (kg/m)	AMC	95%IC	grau AP	MCE <sub>AP</sub> (kg/m)	AP	95%IC
Bagre	<i>Genidens barbatus</i>	5	14.0	1976	(1975, 1978)	5	11.7	47	(46, 51)
Peixe-Rei	<i>Odontesthes bonariensis</i>	5	3.8	1974	(1974, 1979)	4	3.6	51	(47, 54)
Tainha	<i>Mugil liza</i>	5	8.5	1976	(1974, 1982)	3	8.0	64	(61, 64)
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	4	11.7	1978	(1971, 1988)	4	10.8	55	(54, 57)
Linguado	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	5	1.9	1975	(1975, 1982)	5	1.8	55	(55, 57)
Miraguaia	<i>Pogonias cromis</i>	4	9.0*	1975	(1972, 1981)	5	6.2	46	(43, 47)
Camarão	<i>Penaeus paulensis</i>	4	84.6*	1976	(1976, 1978)	5	57.1	53	(51, 54)
Siri	<i>Callinectes sapidus</i>	3	10.0	1986	(1980, 1992)	4	7.9	51	(47, 54)

**Maior Indivíduo Estimado (MIE)**

Nome popular	Nome científico	grau AMC	MIE <sub>AMC</sub> (Kg)	AMC	95%IC	grau AP	MIE <sub>AP</sub> (kg)	AP	95%IC
Bagre	<i>Genidens barbatus</i>	5	30.0	1988	(1985, 1990)	5	34.4	64	(59, 64)
Peixe-Rei	<i>Odontesthes bonariensis</i>	-	1.1	-	-	3	1.0	47	(45, 50)
Tainha	<i>Mugil liza</i>	-	6.0	-	-	4	5.6	51	(50, 54)
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	4	12.0	1980	(1978, 1987)	5	22.0*	64	(61, 64)
Linguado	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	3	16.6	1967	(1967, 2000)	5	15.0	53	(50, 54)
Miraguaia	<i>Pogonias cromis</i>	5	42.0	1982	(1980, 1985)	5	48.8	22	(22, 57)
Camarão	<i>Penaeus paulensis</i>	5	0.1	1983	(1978, 1988)	5	0.1	55	(53, 57)
Siri	<i>Callinectes sapidus</i>	1	1.5	todo período	-	1	1.5	todo período	-

Valores estimados superiores aos valores reportados pelos pescadores (\*) devem ser vistos com cuidado

### *3.2 Mudanças nos locais de pesca com capturas abundantes*

Por meio de entrevistas, registramos 475 locais de pesca onde teriam ocorrido as maiores capturas dos pescadores. Esses locais incluem todas as maiores capturas citadas por pescadores para cada uma das 8 espécies abordadas como recursos pesqueiros neste trabalho.

Dentre as maiores capturas reportadas entre as espécies, duas com 20 ton de bagre cada foram as maiores e ocorreram nos locais “Croa do Diamante”, em 1988 e “Canal do Norte”, em 1993. O local “Croa do Diamante”, entres os pontos 5 e 6 do mapa, foi citado por 17% dos entrevistados como local onde teriam realizado suas maiores capturas de pescados, enquanto “Canal do Norte”, situado entre as cidades de Rio Grande e São José do Norte, foi citado por 13%. Esses locais foram os que tiveram a maior frequência de citações.

A partir dos locais citados pelos pescadores, foram elaborados 3 mapas de calor (Figura 6) com intervalos de tempo de aproximadamente 20 anos cada. Ao comparar os 3 mapas é possível observar que as maiores capturas realizadas durante o primeiro período se concentravam principalmente na região entre a Ilha da Torotama (ponto 5) e as Capivaras (ponto 7). Nota-se que existe uma concentração das maiores capturas citadas majoritariamente na região Torotama-Capivaras durante todo o período. Entretanto, também é possível observar uma dispersão das regiões reportadas com maiores capturas, passando de 2 regiões no período de 1965 a 1980 para 5 regiões nos anos posteriores. Ademais é observado um discreto deslocamento das áreas de maior captura em direção à boca do estuário conforme o passar dos anos (setas Figuras 6b e 6c).

Embora exista um deslocamento dos locais de maiores capturas em direção à barra, quando a relação entre a frequência de saída de barra e a experiência do pescador foi analisada não apresentou relação significativa ( $p > 0,5$ ).

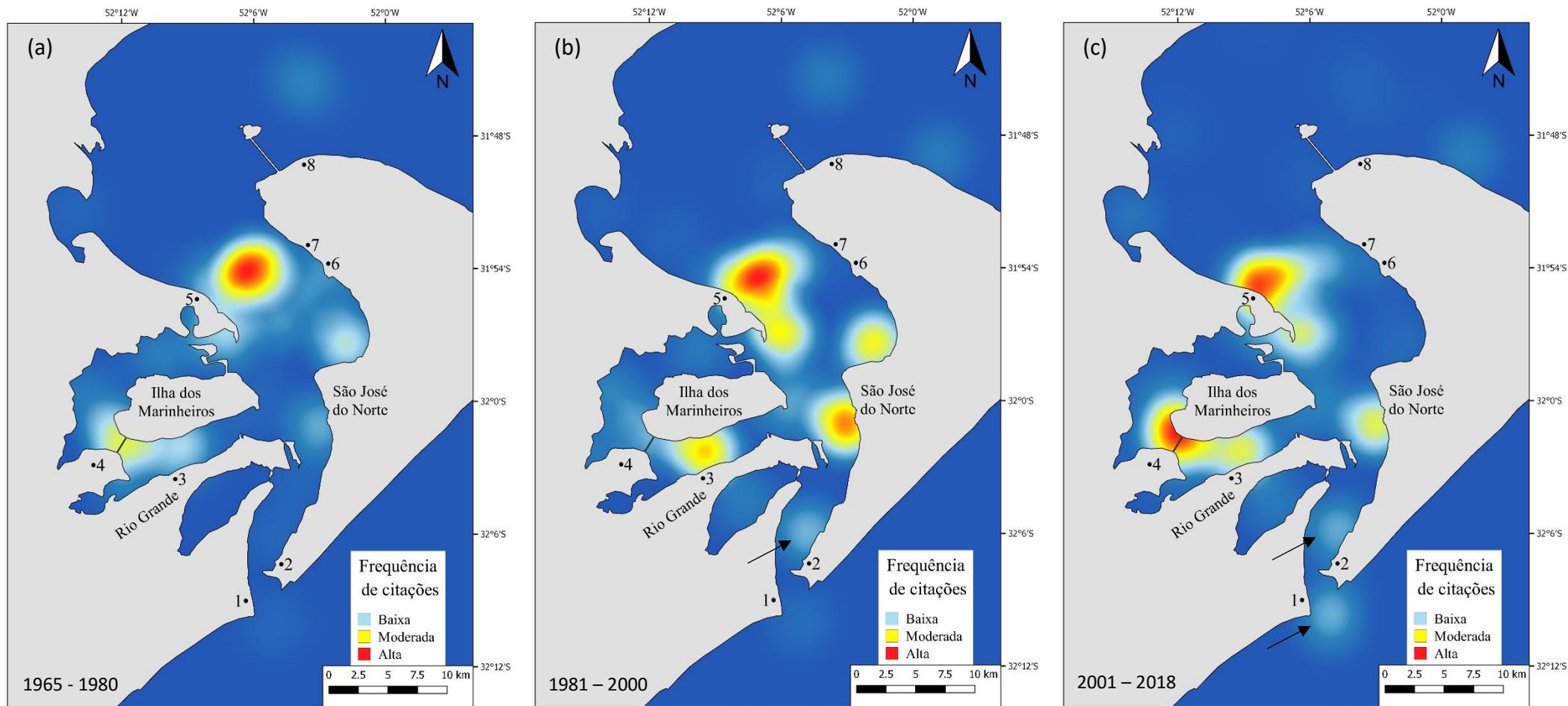


Figura 6. Mapas de calor gerados a partir das citações dos pescadores como locais onde foram realizadas suas maiores capturas. As setas indicam o deslocamento dos locais citados como de maiores capturas em direção à boca do estuário .

### *3.3 Mudanças dos maiores indivíduos capturados*

Entre os maiores indivíduos, em termos de biomassa, registrados nas entrevistas, destaca-se um bagre de 30 kg capturado em 1988. O peso médio, para os maiores indivíduos, era de 11,87 kg para anos anteriores à 1980, 12,55 kg para as de 1980 e 1990 e, em capturas realizadas após 2001, o peso médio foi de 10,11 kg segundo as capturas reportadas pelos pescadores.

Também se sobressai uma miraguaia de 39 kg, capturada em 1983. O peso médio dos maiores indivíduos citados nas capturas dessa espécie até 1980 foi de 23,11 kg, sendo de 24,86 kg nas décadas de 1980 e 1990 e, nas últimas duas décadas foi de 9,2 Kg. Não foram encontradas diferenças significativas nos tamanhos de malha utilizados para cada uma das espécies ao longo do tempo ( $p > 0,5$ ), portanto podemos concluir que a diminuição dos maiores indivíduos capturados não teve influência da seletividade das redes de emalhe.

Devido à geração de modelos inconclusivos, multimodais e/ou mal ajustados, não foi possível observar um ponto ótimo bem definido para o maior indivíduo estimado por ano de melhor captura ou por anos de pesca (Tabela 1; Figura 7; Figura 8).

Apesar disso, é possível tirar algumas conclusões dos modelos gerados. Observando os pontos de dispersão dos gráficos (Figura 7), é possível notar que o peso dos maiores bagres capturados diminuiu ao longo do tempo tanto em relação ao ano de captura quanto em relação à experiência do pescador. Para o peixe rei, o peso dos maiores indivíduos diminuiu em relação à experiência do pescador. Para a tainha e corvina não houve uma variação evidente. O linguado (Figura 8) teve uma discreta redução no peso dos maiores indivíduos na última década. Também não houveram relatos de miraguaias (Figura 8) com mais de 10kg depois de 2010. Para os camarões parece ter havido uma pequena diminuição no peso dos maiores indivíduos capturados tanto em relação ao ano de captura quanto em relação à experiência do entrevistado.

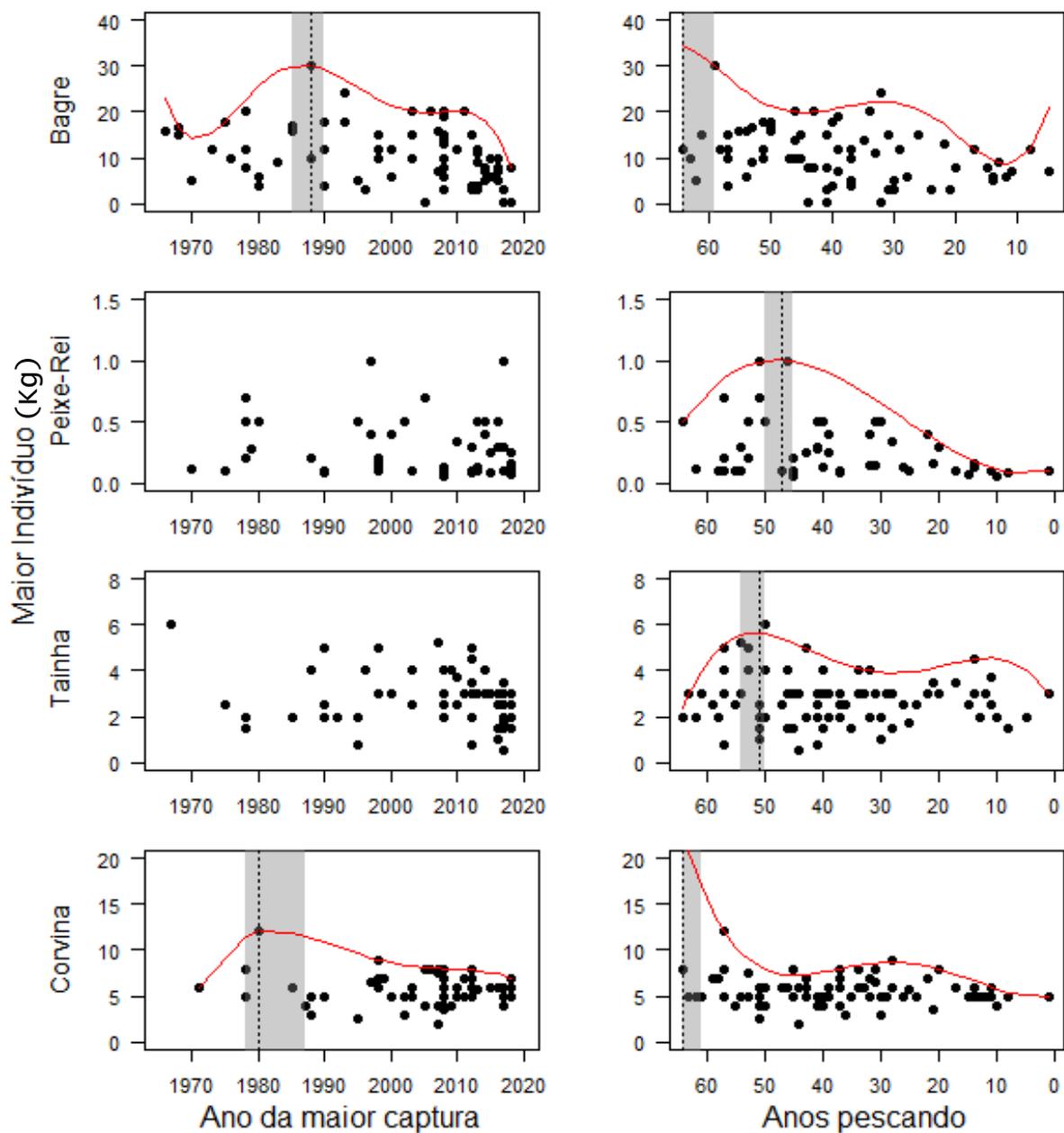


Figura 7. Maiores indivíduos (kg) de bagre, peixe-rei, tainha e corvina em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. O peso máximo estimado para a cada espécie pode ser observado no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.

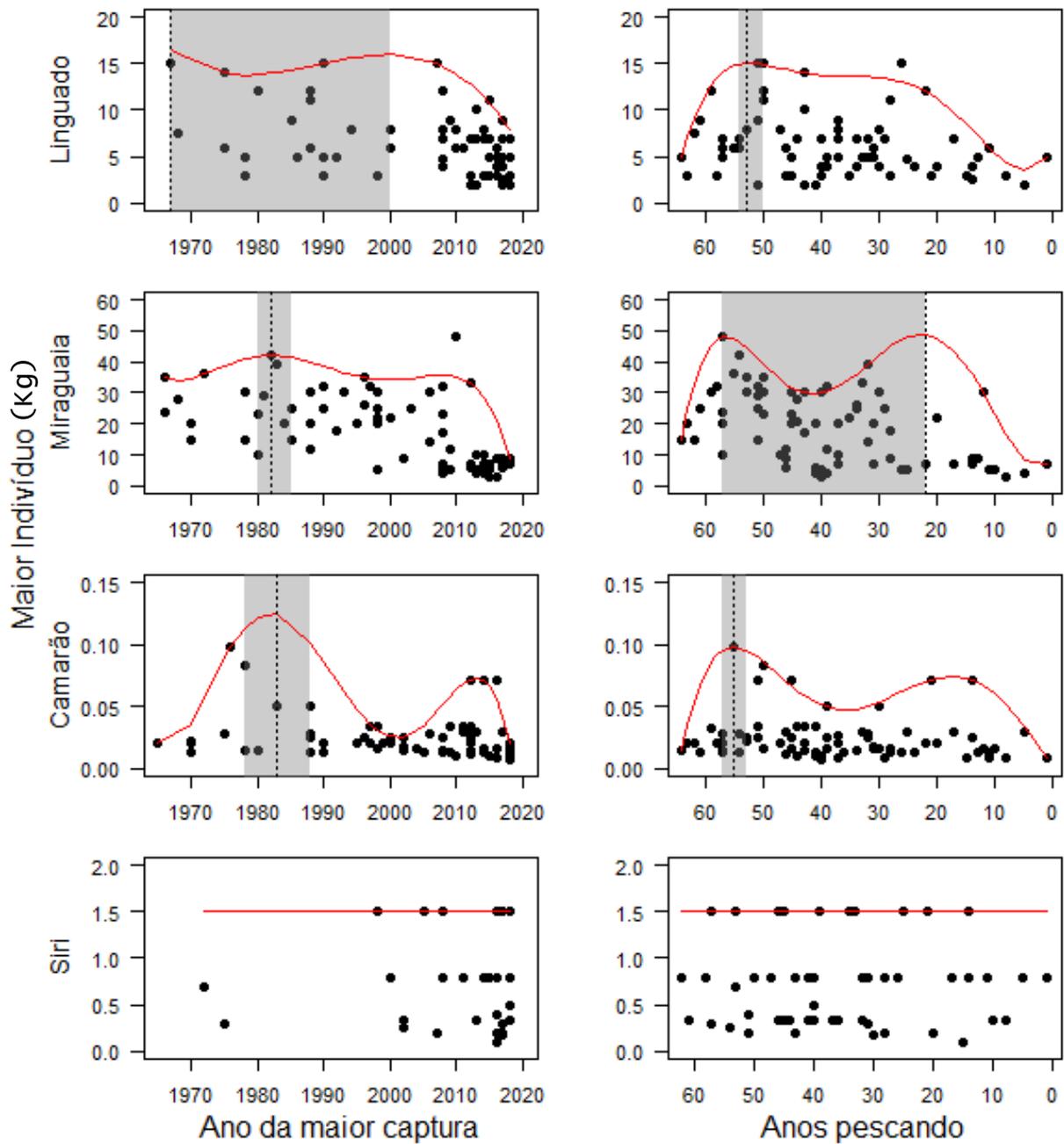


Figura 8. Maiores indivíduos (kg) de linguado, miraguaia, camarão-rosa e siri-azul em relação ao ano da captura e anos de experiência na pesca. O peso máximo estimado para a cada espécie pode ser observado no ponto em que a linha vermelha intercepta a linha tracejada. A linha tracejada representa a estimativa do valor ótimo de Ano de Maior Captura (AMC) e Anos Pescando (AP) obtidas por modelo de regressão quantílica. A área sombreada representa o intervalo de confiança de 95% calculado sobre AMC e AP, baseado em 10000 aleatorizações.

### 3.4 Mudanças históricas na composição de espécies

#### 3.4.1 Espécies consideradas comuns no início da carreira

De maneira geral, um maior número de pescadores Veteranos um número maior de espécies como comuns no início de suas carreiras na pesca (Figura 9). Conforme diminui a experiência houve uma tendência de citar um menor número de espécies como comuns. Os pescadores Iniciantes/Intermediários citaram no máximo 5 espécies como comuns, enquanto os pescadores Veteranos chegaram a citar 8 espécies.

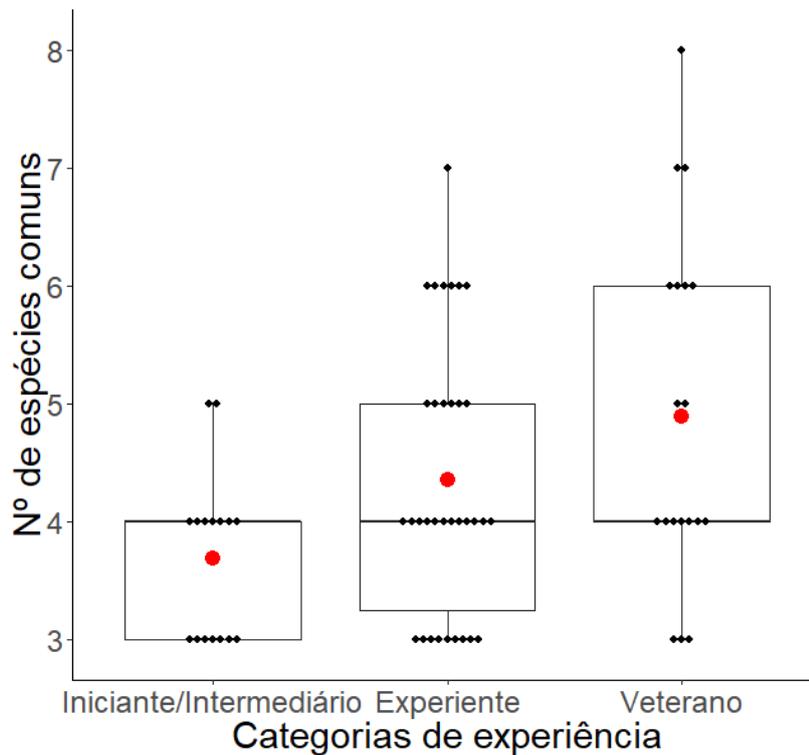


Figura 9. Número de espécies citadas como comuns no início da carreira na pesca por cada uma das 3 categorias de experiência.

O bagre, o peixe-rei, o linguado e a miraguaia foram considerados mais comuns no início da carreira por uma maior fração de pescadores Veteranos do que entre os pescadores com menos experiência (Tabela 2). A percepção dos pescadores sobre essas espécies pode indicar um declínio das mesmas no estuário. A tainha foi considerada uma espécie comum no início da carreira entre 93,8% dos pescadores Iniciantes/Intermediários, enquanto que os pescadores Experientes e Veteranos consideram essa espécie menos comum no início de suas carreiras.

Tabela 2. Frequência (%) de citações das espécies consideradas comuns pelos pescadores no início de suas carreiras na pesca. Ini/Int = Iniciante/Intermediário (1-29 anos de experiência na pesca; Exp = Experiente (30-49 anos de experiência na pesca) e; Vet = Veterano (50-65 anos de experiência na pesca).

Espécie	Experiência na pesca		
	Ini/Int (N=16)	Exp (N=34)	Vet (N=19)
Bagre <i>Genidens barbatus</i>	62,5	70,6	78,9 *
Peixe-Rei <i>Odontesthes bonariensis</i>	6,3	20,6	47,4 *
Tainha <i>Mugil liza</i>	93,8	58,8	63,2
Corvina <i>Micropogonias furnieri</i>	68,8	100,0	84,2
Linguado <i>Paralichthys orbignyanus</i>	6,3	38,2	68,4 *
Miraguaia <i>Pogonias cromis</i>	18,8	29,4	47,4 *
Camarão-rosa <i>Penaeus paulensis</i>	81,3	76,5	84,2
Siri-azul <i>Callinectes sapidus</i>	6,3	17,6	5,3
Savelha <i>Brevoortia pectinata</i>	12,5	17,6	10,5

\*declínio entre gerações

### 3.4.2 Outras espécies

Além dos recursos pesqueiros, os pescadores também reportaram outras espécies que ocasionalmente apareciam em meio as suas capturas. Entre elas a savelha (*Brevoortia pectinata*), prejeroba (*Lobotes surinamensis*), peixe-espada (*Trichiurus lepturus*), anchoíta (*Engraulis anchoita*), cação mangona (*Carcharias taurus*), garoupa (*Mycteroperca marginata*), manjuba (*Lycengraulis grossidens*), camarão-7-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*), boto (*Tursiops truncatus*), pescadinha-amarela (*Macrodon atricauda*), cabrinha (*Prionotus* spp.), viola (*Rhinobatos* spp.), lobo-marinho (*Arctocephalus australis*), peixe-lua (*Lampris* spp.), papa-terra (*Menticirrhus americanus*), anchova (*Pomatomus saltatrix*), mamangava (*Porichthys porosissimus*), peixe-anjo (*Squatina* spp.), camarão-vermelho (*Pleoticus muelleri*).

Alguns dos organismos citados não puderam ser identificados em nível de gênero ou espécie:: tartaruga marinha, lagosta, polvo, lula, camarão-leiteiro, cação, arraia, “merda-de-marinheiro” (alga), aranhola e carpa.

No entanto, não foi verificada diferença significativa entre a média do número de espécies citadas como ocasionais em suas capturas e as diferentes categorias de experiência ( $p > 0.5$ ).

### *3.5 Diferenças na percepção das mudanças da pesca e de suas causas*

#### *3.5.1 Percepção sobre estado dos recursos pesqueiros do ELP*

Cinco espécies, o bagre, o peixe-rei, a corvina, o linguado e o siri foram consideradas escassas por uma maior proporção de pescadores experientes em comparação com os pescadores menos experientes. O bagre foi considerado abundante e mesmo muito abundante pelos Iniciantes/Intermediários, no entanto foi considerado escasso com mais frequência entre os Veteranos que em nenhum momento o consideraram como abundante. Para o peixe-rei, corvina e linguado, é possível notar que os Veteranos possuem uma maior percepção de escassez dessas espécies, ao passo que os mais jovens tendem a percebê-los como pouco abundantes ou abundantes. A miraguaia foi considerada escassa por mais de 80% em todas as categorias de experiência (Figura 10). Pescadores de diferentes categorias de experiência não perceberam mudanças na abundância de camarão, siri e tainha entre o início de suas carreiras e os dias de hoje.

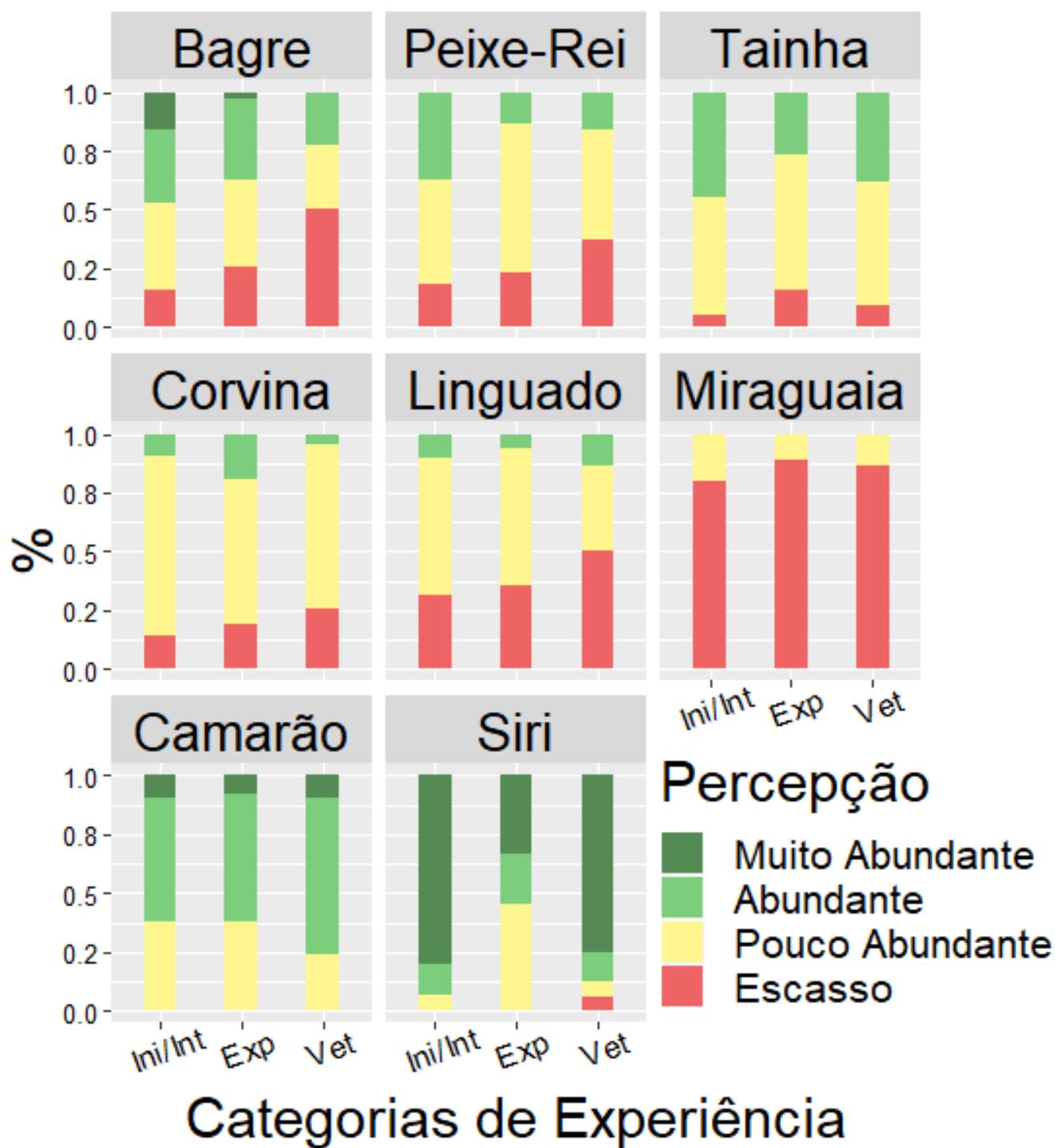


Figura 10. Percepções dos pescadores, divididos em três categorias de experiência, sobre o estado dos recursos pesqueiros no estuário da Lagoa dos Patos hoje em dia. Ini/Int = Iniciante/Intermediário (1-29 anos de experiência na pesca); Exp = Experiente (30-49 anos de experiência na pesca) e; Vet = Veterano (50-65 anos de experiência na pesca).

### 3.5.2 Motivos para redução das capturas

O principal motivo citado pelos pescadores como prejudicial às capturas no ELP foi o aumento de esforço, o que engloba principalmente o aumento do número de pescadores e a utilização de mais redes por pescador (Tabela 3). Houve reclamações sobre a utilização do berimbau (apetrecho de pesca ilegal) e capturas durante o período de defeso do camarão, majoritariamente por pessoas que não tinham licença para pesca artesanal. Alguns pescadores atribuíram a redução na abundância de algumas espécies, principalmente o camarão, devido ao excesso de chuva em anos anteriores ao da entrevista.

Os pescadores também consideraram a extensão dos molhes da barra como um dos fatores que poderiam estar contribuindo para uma redução na quantidade de pescado no interior do ELP (Tabela 4). Muitos pescadores consideram que a extensão dos molhes dificultou a entrada dos peixes no ELP, uma vez que, segundo os pescadores, “os peixes vêm pela costa e precisam fazer uma volta maior para alcançar a entrada dos molhes”. Os que não acreditam na influência da extensão dos molhes da barra na redução da abundância dentro do estuário, atribuem essa redução a outros fatores como o clima e o excesso de esforço da pesca industrial próximo à costa.

Tabela 3. Motivos citados pelos pescadores como responsáveis pela redução das capturas no estuário da Lagoa dos Patos.

<b>Motivo</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
Aumento de esforço	50	69,4
Pesca industrial	17	23,6
Fatores externos	8	11,1
Clima	6	8,3
Pesca ilegal	5	6,9
Pesca artesanal	2	2,8

Tabela 4. Frequência das respostas dos pescadores sobre a influência dos molhes na quantidade de pescado no interior do estuário da Lagoa dos Patos.

<b>Molhes comprometem</b>	<b>Frequência</b>	<b>%</b>
Sim	51	70,8
Não	17	23,6
Não Sabe	4	5,6

#### 4. Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam diferenças nas percepções de pescadores com diferentes níveis de experiência sobre as mudanças que sofreram os recursos pesqueiros do estuário da Lagoa dos Patos no sul do Brasil nos últimos 60 anos. De maneira geral, pescadores mais experientes relatam capturas maiores, captura de indivíduos mais pesados e um maior número de espécies comuns no início de suas carreiras. Ao mesmo tempo, uma maior proporção de pescadores experientes percebem os recursos como escassos atualmente. Portanto, é evidente que as linhas de base foram alteradas em poucas décadas, evidenciando a existência de uma síndrome de “shifting baseline” (Pauly, 1995; Papworth et al., 2009). A velocidade com que as mudanças nas percepções ocorrem ajudam a explicar por que as sociedades humanas são tão tolerantes com a perda crescente da biodiversidade (Saénz-Arroyo et. al 2005). No entanto, é preciso lembrar que a reconstrução de percepção atingida por nossa amostragem remonta para pescadores que iniciaram suas carreiras, no máximo, na década de 1950. Sabemos que a pesca comercial com objetivos de exportação remonta, pelo menos, à segunda metade do século XIX (Odebrecht, 2003) e a partir de então continuaram sendo pescados comercialmente para consumo local e exportação de peixe, anteriormente salgado e hoje fresco, para outras regiões do Brasil e exterior (Haimovici et al. 2014). Portanto, ainda a percepção dos pescadores mais velhos entrevistados neste estudo não refletiu as condições pristinas dos recursos pesqueiros no estuário da Lagoa dos Patos.

Para o período abrangido por este estudo, o relato dos pescadores indica que houve uma redução nos valores das maiores CPUEs ao longo dos anos para a maioria das espécies, com a exceção da tainha. De forma geral, os maiores valores de captura foram relatados para anos anteriores à 1980, com exceção do siri (Figuras 4 e 5). Essa percepção está de acordo com a redução dos desembarques artesanais registrados em Rio Grande, que chegaram a um máximo de 43.700 ton em 1972 e diminuíram para uma média de 6.300 t desde 2001 (Silva, 1990; Haimovici & Cardoso, 2016). Portanto, existe uma concordância entre as percepção dos pescadores e as quedas na abundância da maioria das espécies exploradas pela pesca artesanal no estuário da Lagoa dos Patos. A mesma tendência de diminuição foi observada quando considerados os anos de experiência na pesca dos entrevistados e indica que o processo de redução na abundância continua em curso. As maiores CPUEs foram reportadas por pescadores com mais de 40 anos de experiência, o que supõe algum grau de precisão das datas de maiores capturas. Estes

resultados corroboram a importância do uso do conhecimento ecológico local para a reconstrução de cenários biológicos quando não estão disponíveis dados obtidos de forma empírica.

A diminuição mais evidente dos valores de maiores CPUEs ocorreu para o bagre e a miraguaia, cujas pescarias colapsaram no estuário desde 1980 (Velasco et al., 2007; Haimovici & Cardoso, 2016). Os bagres (*Genidens sp.*) são espécies longevas, com baixa fecundidade e início de maturação tardio, ou seja, uma história de vida com pouca resiliência à pesca (Reynolds et al., 2001). Além disso, entram no estuário e realizam concentrações para completar seu ciclo reprodutivo o que os torna altamente vulnerável às capturas. Existem indicações de que os peixes maiores e mais velhos foram pescados antes do final dos anos 70 (Reis 1986, Haimovici & Cardoso, 2016), o que é corroborado pelos maiores pesos reportados de 30 kg, quando se sabe que podem chegar a 40 kg (Reis 1986, Haimovici & Velasco, 2000). A miraguaia atinge grandes tamanhos e também tem o ciclo reprodutivo relacionado às águas estuarinas o que a torna muito vulnerável à pesca de emalhe (Haimovici & Cardoso, 2016) e a porção da população do sul do Brasil está atualmente sob risco de extinção local (Chao et al. 2015). O linguado *P. orbignyanus* também apresenta uma diminuição, sendo esta uma espécie que ocorre tanto no estuário quanto em águas costeiras, atingindo grandes tamanhos corporais e possuindo um alto valor comercial, o que o torna muito suscetível à captura pela pesca (Patrick et al 2010). A espécie também é intensamente explorada pela pesca de arrasto de fundo na plataforma continental (Haimovici & Mendonça 1996), o que possivelmente também contribuiu para o colapso dentro do estuário.

Outras espécies, no entanto, não apresentaram diminuições evidentes nas maiores capturas e nos comprimentos entre gerações e foram consideradas comuns por uma grande proporção de pescadores menos experientes, como por exemplo, a tainha, corvina e camarão. O bagre também foi considerado comum por todas as categorias de experiência, embora essa proporção seja maior entre Iniciantes/Intermediários. Este fato pode ser explicado pela recente proibição da captura de bagre por meio do Decreto 445 do MMA de 2014 (MMA, 2014), o que impossibilitou o uso deste recurso para obtenção de renda acessória em situações de safras pouco produtivas. Assim, é possível que os entrevistados tenham enviesado suas respostas para tentar contrapor a proibição existente. A fração da população de tainha explorada no estuário da Lagoa dos Patos é composta por indivíduos juvenis e jovens adultos (< 6 anos) (Garbin et al., 2014), portanto sua disponibilidade depende do estado de exploração do estoque adulto na plataforma

continental e de condições ambientais favoráveis ao recrutamento visto que é uma espécie com desova pelágica cujas larvas entram no estuário. Segundo Garbin et al. (2014), em 2011 a taxa de exploração era superior a 0,5 o que caracterizaria um estoque intensamente explorado. No entanto a espécie continua sendo comum no ELP. A corvina vem sendo intensamente explorada no estuário e região costeira e vem tendo sua abundância reduzida pelo menos desde a década de 1970 (Vasconcellos & Haimovici, 2006), no entanto é um componente importante dos desembarques da pesca artesanal e industrial no sul do Brasil (Haimovici & Cardoso, 2016) o que explicaria sua caracterização como recurso comum mesmo por pescadores menos experientes. O camarão apresenta um ciclo de vida curto e desova em ambiente marinho, portanto o recrutamento e sua disponibilidade como recurso pesqueiro no estuário é altamente variável e dependente de condições ambientais favoráveis (Pereira & D’Incao, 2012), o que explica sua percepção como um recurso comum mesmo por pescadores menos experientes.

A maior parte dos pescadores consideram o siri abundante ou muito abundante (Figura 10), o que pode ser explicado pela sua baixa rentabilidade e utilização apenas por pescadores com menos recursos e/ou equipamentos durante períodos de capturas escassas de camarão-rosa (Haimovici & Cardoso, 2016). Para a maioria dos pescadores a espécie não tem interesse comercial e é considerada como um problema, uma vez que causa transtornos nas operações de pesca de outras espécies. No entanto, é preciso tomar cuidado ao afirmar que a espécie é de fato muito abundante, ou é apenas um reflexo do descaso dos pescadores com a espécie.

As espécies citadas como ocasionais nas capturas pelos pescadores não apresentaram nenhum padrão observado, o que sugere que essas espécies não sejam de fato comuns dentro do ELP e que provavelmente foram encontradas devido a eventos meteorológicos pontuais, ou ainda que tenham entrado no estuário para forragear, no caso dos mamíferos marinhos. É importante lembrar que o método utilizado possui limitações que podem ter inviabilizado o reconhecimento de relações ou padrões para o surgimento ocasional dessas espécies.

Em relação aos locais considerados de maiores capturas, pôde-se observar um aumento do número de locais ao longo do tempo e também um ligeiro deslocamento em direção à boca do estuário (Figura 6). Foi observada a permanência de Torotama-Capivaras como uma região altamente citada, o que permite-nos concluir que a região ainda é uma importante zona concentração de pescados e conseqüentemente de pescaria.

Ainda, o aumento de zonas de concentração desde 1980, incluindo uma área em frente a São José do Norte, mais próxima a boca do estuário, é uma evidência da busca por novos pontos de pesca. É possível que o aumento do número de pescadores nas últimas décadas (considerado como um dos principais responsáveis pelo decréscimo de capturas; ver tabela 3), tenha forçado a migração de pescadores para esses outros locais de pesca. No entanto, também podemos supor que o declínio das capturas resultou na busca por outros locais de pesca e um deslocamento maior em direção à região marinha.

A maioria dos entrevistados citou o aumento do número de pescadores (Tabela 3) como o principal motivos para a redução das capturas dentro do ELP. De fato, houve, no final da década de 1990 um aumento no auxílio das políticas de crédito e benefícios para os pescadores artesanais (Haimovici et al., 2006; Abdallah & Sumaila, 2007), facilitando a aquisição de equipamentos, barcos de pesca, e infra-estrutura para beneficiamento e estocagem da produção. Segundo os entrevistados, após esses programas de incentivo do governo, houve aumento considerável na quantidade de pescadores e redes de emalhe no interior do estuário. . No entanto, a pesca industrial na região costeira adjacente ao estuário também se encontra em uma situação de sobre pesca (Haimovici & Cardoso, 2016), o que certamente contribuiu para a atual situação dos recursos pesqueiros no ELP. Devido ao estado atual de deterioração dos recursos os pescadores artesanais encontram-se, atualmente, em uma situação de vulnerabilidade social, alguns inclusive vivendo sob condições abaixo da linha de pobreza, o que os torna dependentes de políticas sociais (Kalikoski & Vasconcellos, 2013). Este fato pode explicar a grande dificuldade de obtenção de entrevistas com pescadores de faixas etárias mais novas, obtidos com visitas extras às comunidades. Existem indicativos de que um menor número de pessoas escolhe a pesca como profissão devido à atual situação de pouca disponibilidade de recursos pesqueiros comparado ao potencial produtivo do ELP. Portanto, evidencia-se a necessidade de uma gestão mais eficiente dos recursos pesqueiros no sul do Brasil. Uma norma (Projeto de lei nº 136/2018) recente de proibição da atuação da pesca de arrasto em todo litoral do estado do estado do Rio Grande do Sul da praia até 12 milhas náuticas a oeste, pode ser considerada uma esperança. No entanto, dada a situação dos recursos relatadas neste trabalho serão necessários maiores esforços do poder público e dos usuários para recuperar populações e garantir sua exploração sustentável.

## 5. Referências Bibliográficas

- ABDALLAH, PR, & SUMAILA, UR. 2007. An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies. *Marine Policy*, 31(4), 444-450.
- ANDERSON, MJ. 2008. Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 16-27.
- ASMUS, ML. 1998. A Planície costeira e a Lagoa dos Patos. In: SEELIGER U, ODEBRETCHT C. & CASTELLO JP. (Eds.). *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Ecoscientia, Brasil. 9-12.
- BAUM, JK & RA MYERS. 2004. Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecol. Lett.* 7(2):135–145.
- BENDER, MG, FLOETER, SR & HANAZAKI, N. 2013. Do traditional fishers recognise reef fish species declines? Shifting environmental baselines in Eastern Brazil. *Fisheries Manag. Ecol.* 20(1):58–67.
- BERKES, F., MAHON, R., MCCONNEY, P., POLLNAC, R., POMEROY, R. (2001). *Managing small scale fisheries. Alternative directions and methods*. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC), 320p.
- BERNARD, HR. 2017. *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches*. Rowman & Littlefield.
- BOLSTER, J, CHAVEZ, F, COURNANE, J, ERLANDSON, J, FIELD, D, HARDT, MJ, & MCCLENACHAN, L. 2012. *Shifting baselines: the past and the future of ocean fisheries*. Island Press.
- BURNHAM, KP, ANDERSON, DR, 2002. *Model selection and multi-model inference: a practical information-theoretic approach*, 2nd edition. Springer, New York.
- CADE BS, TERRELL JW, AND SCHROEDER RL. 1999. Estimating effects of
- CADE, BS, & NOON, BR. 2003. A gentle introduction to quantile regression for ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(8), 412-420.
- CALLIARI, LJ. 1998 Características geológicas. In: SEELINGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. *Os Ecossistemas costeiros e marinhos do extremo sul do Brasil*. Ecoscientia, Rio Grande. p.13-18.
- CHAO NL, FRÉDOU FL, HAIMOVICI M, PERES MB, POLIDORO B, RASEIRA MO, et al. 2015. A popular and potentially sustainable fishery resource under pressure –

- extinction risk and conservation of Brazilian Sciaenidae (Teleostei: Perciformes). *Global Ecology and Conservation* 4:117–26.
- DAW, T, ROBINSON, J, & GRAHAM, N. 2011. Perceptions of trends in Seychelles artisanal trap fisheries: Comparing catch monitoring, underwater visual census and fishers' knowledge. *Environmental Conservation*, 38(1), 75-88.
- DREW, JA. 2005. Use of traditional ecological knowledge in marine conservation. *Conserv. Biol.* 19(4):1286–1293.
- DUNN, O. J. 1961. Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association.* 56, 52–64.
- DUNN, O. J. 1964. Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics.* 6, 241–252.
- EDDY, TD, GARDNER JP & PÉREZ-MATUS, A. 2010. Applying fishers' ecological knowledge to construct past and future lobster stocks in the Juan Fernández Archipelago, Chile. *PLoS One* 5(11):e13670.
- GARBIN, T, CASTELLO, JP, & KINAS, PG. 2014. Age, growth, and mortality of the mullet *Mugil liza* in Brazil's southern and southeastern coastal regions. *Fisheries Research*, 149, 61-68.
- GARCIA, AM, & VIEIRA SOBRINHO, J P. 2001. O aumento da diversidade de peixes no estuário da Lagoa dos Patos durante o episódio El Niño 1997-1998. *Atlântica*, Rio Grande, 23:133-152.
- GIGLIO, VJ, LUIZ, OJ & GERHARDINGER, LC. 2014. Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. *Anim. Conserv.* 18(4):348–358.
- HAIMOVICI M. E VELASCO G.R. 2000. Relações comprimento peso de peixes teleósteos marinhos do sul do Brasil com uma avaliação de diferentes métodos de ajuste. *Atlantica*, Rio Grande, 22:131-140.
- HAIMOVICI, M & CARDOSO, LG. 2016. Long-term changes in the fisheries in the Patos Lagoon estuary and adjacent coastal waters in Southern Brazil, *Marine Biology Research*, 13:1, 135-150.
- HAIMOVICI, M, & MENDONÇA, JT. 1996. Descartes da fauna acompanhante na pesca de arrasto de tangones dirigida a linguados e camarões na plataforma continental do sul do Brasil.
- HAIMOVICI, M, ANDRIGUETTO FILHO, JM, SUNYE, PS, & MARTINS, AS. 2014. Padrões das dinâmicas de transformação em pescarias marinhas e estuarinas do Brasil

- (1960–2010). *A Pesca Marinha e Estuarina no Brasil: Estudos de Caso*. Rio Grande: Editora da FURG, 181-91.
- HAIMOVICI, M. (Org). 2007. *A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica*. MMA/SMCQ.
- HAIMOVICI, M., VASCONCELLOS, M, KALIKOSKI, DC, ABDALAH, P, CASTELLO, JP, & HELLEBRANDT, D. 2006. Diagnóstico da pesca no litoral do estado do Rio Grande do Sul. *A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos sócio-econômicos e institucionais*. Universidade Federal do Pará–UFPA, Belém, 157-180.
- HASTIE, TJ. 1993. Generalized additive models. In: CHAMBERS, JM, HASTIE, TJ (Eds.), *Statistical Models*. S. Chapman and Hall, New York, pp. 249–307.
- HELLEBRANDT, D, ALLISON, EH, & DELAPORTE, A. 2014. Segurança alimentar e pesca artesanal: análise crítica de iniciativas na América Latina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 32.
- HURVICH, CM, & TSAI, CL. 1989. Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76(2), 297-307.
- JENNINGS, S & BLANCHARD, JL. 2004. Fish abundance with no fishing: predictions based on macroecological theory. *J. Anim. Ecol.* 73(4):632–642.
- JOHANNES, RE, FREEMAN, MM & HAMILTON, RJ. 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1(3):257–271.
- JOHANNES, RE. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. *Trends Ecol. Evol.* 13(6):243–246.
- KALIKOSKI, DC & VASCONCELLOS, M. 2013. Estudo das condições técnicas, econômicas e ambientais da pesca de pequena escala no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil: uma metodologia de avaliação. *FAO, Circular de Pesca e Aquicultura*, (1075), 2013.
- KOENKER R AND SCHORFHEIDE F. 1994. Quantile spline models for global temperature change. *Climatic Change* 28: 395–404.
- KOENKER, R. 2007. *quantreg: Quantile Regression*. R package version 4.10. <http://>
- KOENKER, R., 2005. *Quantile Regression*. Cambridge University Press, New York, USA.

- LEITE JR, NO & PETRERE JR, M. 2006. Growth and mortalities of the pink-shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante 1967 in southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2A), 523-536
- limiting factors with regression quantiles. *Ecology* 80: 311–23.
- MARTINS, BML. 2015. A pesca e os botos: percepção dos pescadores e análise das capturas acidentais de pequenos cetáceos no estuário amazônico. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual De Santa Cruz – Ilhéus, BA.
- MCCLLENACHAN, L, FERRETTI, F & BAUM, JK. 2012. From archives to conservation: why historical data are needed to set baselines for marine animals and ecosystems. *Conserv. Lett.* 5(5):349–359.
- MILLER, WJR. 2018. Data scientist Miller. Disponível em: <https://www.millerwjr.com/all-projects/2018/3/10/non-parametric-bootstrap-in-r-with-correction-for-bias-and-skew>. Acessado em: 04 de janeiro de 2019.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. 2014 Portaria nº 445, de 17 de Dezembro de 2014. Reconhece as espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção como aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos. Diário Oficial da União. Brasília, 18 de dezembro de 2014, Nº 245, Seção 1:p 110.
- MPA. 2012. Boletim estatístico da pesca artesanal e industrial no estuário da Lagoa dos Patos. Rio Grande, 43p.
- NEIS, B, SCHNEIDER, DC, FELT, L, HAEDRICH, RL, FISCHER, J, & HUTCHINGS, JA. 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(10), 1949-1963.
- ODEBRECHT, C. 2003. A Lagoa dos Patos no século XIX na visão do naturalista Hermann von Ihering. Editora Ecoscientia, Rio Grande, 100p.
- PAPWORTH, SK, RIST, J, COAD, L, & MILNER-GULLAND, EJ. 2009. Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conservation letters*, 2(2), 93-100.
- PATRICK, WS, SPENCER, P, LINK, J, COPE, J, FIELD, J, KOBAYASHI, D & BIGELOW, K. 2010. Using productivity and susceptibility indices to assess the vulnerability of United States fish stocks to overfishing. *Fishery Bulletin*, 108(3), 305-322.
- PAULY, D, ALDER, J, BENNETT, E, CHRISTENSEN, V, TYEDMERS, P & WATSON, R. 2003. The future for fisheries. *Science* 302(5649):1359–1361.

- PAULY, D. 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 10(10):430.
- PEREIRA, N & D'INCAO, F. 2012. Relationship between rainfall, pink shrimp harvest (*Farfantepenaeus paulensis*) and adult stock, associated with El Niño and La Niña phenomena in Patos Lagoon, southern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (Print)*, v. 2012, p. 1-6, 2012.
- PINNEGAR, JK & ENGELHARD, GH. 2008. The “shifting baseline” phenomenon: a global perspective. *Rev. Fish Biol. Fish.* 18(1):1–16.
- POMEROY, RS, & ANDREW, N (Eds.). 2011. *Small-scale fisheries management: frameworks and approaches for the developing world.* Cabi.
- QGIS Development Team, 2018. QGIS 2.18.10 Geographic Information System User Guide. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document: [http://qgis.org/pt\\_BR/docs/index.html](http://qgis.org/pt_BR/docs/index.html)
- R Core Team. 2018. R: a language and environment for statistical computing. Disponível em: [www.r-project.org](http://www.r-project.org).
- RAMIRES, M, MOLINA, SMG, & HANAZAKI, N. 2007. Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca. *Biotemas*, 20(1), 101-113.
- REIS, EG. 1986. A pesca artesanal de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil. Editora da FURG.
- REYNOLDS, JD, JENNINGS, S & DULVY, NK. 2001. Life histories of fishes and population responses to exploitation. In *Conservation of Exploited Species* (Reynolds, J. D., Mace, G. M., Redford, K. H. & Robinson, J. G., eds.), pp 148-168. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- RIBEIRO PAM & CALIPPO FR. 2000. Arqueologia e história précolonial. In: TAGLIANI PR, RIBEIRO PAM, TORRES LH, ALVES FN, editors. *Arqueologia, História e Sócio-Economia da Restinga da Lagoa dos Patos: Uma Contribuição para o Conhecimento e Manejo da Reserva da Biosfera.* Rio Grande, Brazil: Editora da FURG, p. 13–40.
- RIO GRANDE DO SUL. Assembléia Legislativa. Projeto De Lei Nº 136/2018. Institui a Política Estadual de Desenvolvimento Sustentável da Pesca no Estado do Rio Grande do Sul e cria o Fundo Estadual da Pesca. Disponível em: [http://proweb.procergs.com.br/temp/PL\\_136\\_2018\\_26012019182140\\_int.pdf?26/01/2019%2018:21:42](http://proweb.procergs.com.br/temp/PL_136_2018_26012019182140_int.pdf?26/01/2019%2018:21:42). Acessado em 05 de janeiro de 2019.

- RODRIGUES, AM. 2006. Crescimento e ciclo de mudas de *Callinectes Sapius* (Rathbun, 1896) no estuário da Lagoa dos Patos. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande.
- RODRIGUES, MA & D'INCAO, F. 2014. Biologia reprodutiva do siri-azul *Callinectes sapidus* no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 40(2): 223 – 236.
- ROMAN, J & PALUMBI, SR. 2003. Whales before whaling in the North Atlantic. *Science* 301(5632):508–510.
- SAENZ-ARROYO, A, ROBERTS, CM, TORRE, J, CARIÑO-OLVERA, M, ENRÍQUEZ-ANDRADE, R. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *P. Roy. Soc. B-Biol. Sci.* 272(1575):1957–1962.
- SANTOS, CRM, D'INCAO, F. 2004. Crustáceos no cerrito Ariano Souza, Rio Grande, Rio Grande do Sul e distribuição de *Callinectes sapidus* (Brachyura, Portunidae). *Iheringia, Série Zoologia* 94(1):73–76.
- SCHAFFER, AG, & REIS, EG. 2008. Artisanal fishing areas and traditional ecological knowledge: The case study of the artisanal fisheries of the Patos Lagoon estuary (Brazil). *Marine policy*, 32(3), 283-292.
- SEELIGER, U & ODEBRECHT, C. organizadores. 2010. O estuário da Lagoa dos Patos: um século de transformações. Rio Grande, Editora da Furg, 180p.
- SILVA, J. 1990. Perfil pesqueiro da frota artesanal do Rio Grande do Sul de 1945 a 1989. Rio Grande: Ibama-Dirped.
- TERRELL, JW, CADE, BS, CARPENTER, J & THOMPSON, JM. 1996. Modeling stream fish habitat limitations from wedged-shaped patterns of variation in standing stock. *Trans Am Fish Soc* 125: 104–117.
- TUBINO, RA, MARQUES JUNIOR, NA, SILVA, EP, LOBÃO, RJS, SEARA, TF, MONTEIRO-NETO, C. 2014. Mudanças históricas e perda de referenciais em uma pescaria artesanal na região metropolitana do Rio de Janeiro. In: HAIMOVICI, M, ANDRIGUETTO-FILHO, JM & SUNYE, PS, orgs. *A pesca marinha e estuarina no Brasil*. Editora da Furg. Cap 10: 111–123
- TURVEY, ST, BARRETT, LA, YUJIANG, HAO, LEI, Z, XINQIAO, Z, XIANYAN, W & DING, W. 2010. Rapidly shifting baselines in Yangtze fishing communities and local memory of extinct species. *Conservation Biology*, 24(3), 778-787.

- VASCONCELLOS, M & HAIMOVICI, M. 2006. Status of white croaker *Micropogonias furnieri* exploited in southern Brazil according to alternative of stock discreteness. Fisheries Research. , v.80, p.196 - 202.
- VASCONCELLOS, M & KALIKOSKI, DC. 2014. Incertezas e desafios na quantificação do número de pescadores artesanais: lições do censo da pesca artesanal no estuário da Lagoa dos Patos. In: HAIMOVICI, M, JM ANDRIGUETTO-FILHO & PS SUNYE, orgs. A pesca marinha e estuarina no Brasil. Editora da Furg. Cap 4: 41-53.
- VASCONCELLOS, M, DIEGUES, ACSA & SALES, RR. 2007. Limites e possibilidades da pesca artesanal costeira. In: Costa, Adriane. (Org.). Nas redes da pesca artesanal. Brasília: IBAMA, p. 15-83.
- VELASCO, G, REIS, EG, VIEIRA, JP. 2007a. Calculating growth parameters of *Genidens barbatus* (Siluriformes, Ariidae): using length composition and age data. Journal of Applied Ichthyology, 23: 64-69.

## APÊNDICE 1

### Questionário sobre as mudanças nas linhas de base do Estuário da Lagoa dos Patos.

Data: ...../...../..... Comunidade: .....

Grupo Etário: ..... ( **1.** < 30, **2.** 30~50, **3.** 50 ~70, **4.** >70)

#### 1ª Parte: identificação dos entrevistados

Nome: .....

Apelido: ..... Sexo: ( ) M ( ) F Data de nascimento: ...../...../..... ( )

Com que idade começou a pescar? ..... Total de anos pescando: .....

Quais os principais locais na Lagoa dos Patos em que pescava quando começou a pescar? (mapa em anexo)

Costumava pescar fora da barra? Se sim, quantas vezes ao ano? .....

Pescava com que arte de pesca? .....

Quantas redes de saquinho tinha? ( tamanho malha).....

Quantas redes de saquinho tem agora?.....

Quantas redes de emalhe tinha e qual era o comprimento?.....

Quantas redes de emalhe tem agora e qual o comprimento?.....

#### 2ª Parte: Identificação das espécies alvo (repetir para cada uma das espécies)

Quando começou a pescar, quais espécies eram capturadas e quais as cinco mais abundantes?

Mais abundantes	Outras

Entre as espécies abaixo:

Qual o tamanho/peso dos maiores indivíduos dessa espécie que você já pegou?

Quando foi capturado esse indivíduo? (Mês e ano)

Onde foi sua captura?

Com que arte de pesca foi pego?

Qual foi sua maior captura dessa espécie? (Peso, mês e ano)

Espécie	Maior ind. (peso)	Data captura	Local captura	Arte de pesca	Maior captura (N ou Kg)	Data maior captura	Local	Arte de Pesca	Situação atual (MA, A, PA, ES)
<b>Corvina</b> <i>Micropogonias furnieri</i>									
<b>Bagre Marinho</b> <i>Genides barbatus</i>									
<b>Miraguaia</b> <i>Pogonias cromis</i>									
<b>Tainha</b> <i>Mugil liza</i>									
<b>Linguado</b> <i>Paralichthys orbignyanus</i>									
<b>Peixe-Rei</b> <i>Odontesthes bonariensis</i>									
<b>Camarão-Rosa</b> <i>Farfantepenaeus paulensis</i>									
<b>Siri-Azul</b> <i>Callinectes sapidus</i>									

\*MA = Muito Abundante, A= Abundante, PA = Pouco Abundante, ES = Escasso

### 3ª Parte: Percepção de mudanças pelo entrevistado

Entre as espécies listadas como mais importante no início, você considera que alguma delas teve suas capturas reduzidas?

( ) Sim                    ( ) Não                    ( ) Não Sei

Se a resposta for “sim”, por favor liste quais espécies tiveram as capturas reduzidas e a principal causa que você considera responsável por essa redução.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
.....  
Como você compara as capturas em geral no estuário da Lagoa dos Patos atualmente e no passado (Melhorou? Piorou?)

.....  
.....  
.....

Existem lugares na Lagoa dos Patos que uma vez foram locais de pesca produtivos, mas que agora não são mais produtivos? (Por favor, localize sua principal área de pesca no mapa em anexo)

- Sim             Não             Não sei

Se a resposta for “sim”, por favor liste os lugares que já foram produtivos antigamente:

.....  
.....  
.....

Você lembra de alguma espécie que uma vez foi importante na pesca dentro da lagoa, mas que atualmente não é mais ou é capturada muito raramente?

- Sim             Não             Não sei

Se a resposta for “sim”, por favor liste quais espécies e a principal causa que você considera responsável pelo seu desaparecimento:

.....  
.....  
.....  
.....

Você acha que a extensão dos molhes da barra pode ter comprometido a disponibilidade de recursos no interior do Estuário da Lagoa dos Patos?

- Sim             Não             Não sei

Se sim, de que maneira você acha que interfere?.....

.....  
.....

Ainda pesca? .....

Se não pesca mais, pescou até que idade? .....

Sempre no ELP? .....

Se não, onde pescou antes? .....

Existe alguma coisa que gostaria de acrescentar? .....

.....

.....

.....

.....

São Lourenço

Z3

Ilha da Sarangonha

Ilha da Torotama

Ilha dos Marinheiros

São José Do Norte

Rio Grande



## APÊNDICE II

Logo abaixo segue o artigo intitulado: “*Long term changes in fishery resources of an estuary in southwestern Atlantic according to local ecological knowledge*”, submetido para a revista Fisheries Management and Ecology, Qualis B1 na Capes:



**Long term changes in fishery resources of an estuary in southwestern Atlantic according to local ecological knowledge**

Journal:	<i>Fisheries Management and Ecology</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Article
Keywords:	Fisherman perceptions, catches reduction, quantile regression, small-scale fisheries, shifting baselines, Patos Lagoon Estuary

SCHOLARONE™  
Manuscripts

1  
2  
3 Long term changes in fishery resources of an estuary in southwestern Atlantic according  
4  
5 to local ecological knowledge  
6  
7  
8  
9

10  
11 **ABSTRACT**  
12

13  
14 Local ecological knowledge (LEK) is a useful approach in lack of data, as often occurs  
15 in small-scale fisheries. However, LEK is susceptible to inter-generational changes in  
16 perception of pristine state of the environment, commonly known as Shifting Baselines  
17 Syndrome (SBS). We analyzed the existence of temporal changes in the perception of  
18 fishers with different levels of experience about the catches, weight of the largest fishes,  
19 the availability of the fishing resources and sites cited with highest catches at Patos  
20 Lagoon Estuary in southern Brazil. In general, the more experienced fishers reported  
21 larger catches, heavier individuals and perceived a greater number of resources as  
22 "scarce" nowadays and common at the beginning of their careers. Along time, fishing  
23 sites with highest catches began also being indicated closer to the sea. Once more, the  
24 SBS between fishermen was evidenced, which demonstrate the necessity for a  
25 precautionary approach and the establishment of conservative goals for the recovery of  
26 fishery resources on this estuary.  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43

44  
45 **KEYWORDS:** Fisherman perceptions, catches reduction, quantile regression, small-  
46 scale fisheries, shifting baselines, Patos Lagoon Estuary.  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## INTRODUCTION

Increased fishing effort and the development of new technologies have resulted in population declines in fish resources and even extinctions for some marine animals. Assessing human impacts on natural ecosystems requires knowledge of their unexplored condition (Baum & Myers 2004). The loss of information among human generations on the composition, size and abundance of species in ecosystems is a phenomenon known as "Shifting Baselines Syndrome", initially described by Daniel Pauly (1995). This syndrome is related to a psychological tendency to assume that "natural" conditions are those observed at the beginning of the interaction of contemporary users, researchers and / or managers with an ecosystem. The lack of a baseline on the pristine phase of fishery resources can negatively influence their management and conservation policies. Some examples are the imprecise identification of economic losses and targets for restoration (Tubino et al., 2004), and the definition of priority species and/or areas for protection (McClenachan et al., 2012).

Small-scale fishing is an important means of subsistence for coastal and inland communities and guarantees food security (Hellebrandt et al., 2014). However, scarcity of data on fish catches and fishing effort is a common problem and jeopardize the assessment of the impact of fishing on the resources (Pomeroy & Andrew, 2011). In situations of lack of data, as is generally the case of small-scale fisheries, local ecological knowledge (LEK) has been widely used to overcome problems such as the scarcity of data on the study in ecological research as well as to evidence shifting baselines (Johannes 1998; Drew 2005; Eddy et al. 2010). According to Johannes et al. (2000), older fishermen are often the only source of information on historical changes in local marine resources, since long-term datasets are rarely available. This makes the LEK an important tool in assessing the fishing impacts on resources (Ramires et al., 2007) and in setting priority

1  
2  
3 species and areas for protection. The data obtained from fishermen, interpreted in the  
4  
5 ecological context, can be used to estimate historical quantitative baselines on the  
6  
7 abundance and sizes of exploited or extinct marine animals and to provide a perspective  
8  
9 on the state of resources and ecosystems in the past (McClenachan et al. 2012).  
10  
11  
12

13 In Brazil, several studies have used fisherman's local ecological knowledge to  
14  
15 assess temporal changes on fishery resources. Bender et al. (2013) reported that older  
16  
17 fishermen caught fish with larger body sizes and also larger quantities of larger fish than  
18  
19 they currently do, demonstrating that the abundance of largest fishes declined in the  
20  
21 "Recife de fora" marine park in northeastern Brazil. Giglio et al. (2014) provided  
22  
23 evidences that artisanal fishing can drastically reduce the abundance of large coastal  
24  
25 fishes, leading to local extinction in the "Abrolhos" archipelago. Tubino et al. (2014)  
26  
27 revealed that, since the 1970s, the number of gill nets increased 5 times, at the coastal  
28  
29 region of "Itaipu", Rio de Janeiro, which was pointed out as the probable cause for the  
30  
31 disappearance of the mullet schools from the region.  
32  
33  
34  
35

36 The Patos Lagoon estuary (PLE) has a high biological productivity and is among  
37  
38 the richest regions, in terms of fishing resources, of Brazil (Seeliger et al., 2010;  
39  
40 Haimovici 2007; MPA 2012). The intense fishing in the PLE and adjacent coastal region  
41  
42 has led to overexploitation of many of the main fishing resources and to the collapse of  
43  
44 some, such as the catfish *Genidens barbatus* and black drum *Pogonias cromis* (Haimovici  
45  
46 & Cardoso, 2016). However, several other species such as whitemouth croaker, mullet,  
47  
48 flatfish, pejerrey and pink shrimp are important resources for, approximately, 2,000  
49  
50 artisanal fishers located in between 90 fishing communities around the PLE waters  
51  
52 (Vasconcellos & Kalikoski 2014), so it is important to know the effects of fishing and  
53  
54 historical trends of abundance within the estuary and their current availability.  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 In this context, we aimed to analyze temporal changes in the perceptions of  
4 artisanal fishers with different level of experience about the higher catches, the largest  
5 specimens caught, in the current availability of the resources. We also analyzed the  
6 temporal changes in the perceptions about the number of species considered frequent at  
7 the beginning of their careers and in the fishing places with abundant catches in the  
8 estuarine ecosystem.  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19

## 20 METHODS

### 21 *Study Site*

22  
23  
24  
25  
26 The Patos Lagoon have approximately 10.227 km<sup>2</sup>, and extends in the NE-SW  
27 direction, between Lat. 30°30'S and 32°12'S, located in the South of Brazil (Seeliger &  
28 Odebrecht 2010). The estuary of the Patos Lagoon (PLE), is located at the southern end  
29 of the Patos Lagoon, covering approximately 10% of its total size Lagoa (Asmus, 1998;  
30 Fig. 1) and is characterized by nursery grounds, feeding and reproduction areas of fish  
31 stocks (Vieira et al., 1998; Garcia & Vieira, 2001; Haimovici et al., 2006 Seeliger &  
32 Odebrecht 2010). Eight species are among the most important targets of artisanal fishing  
33 in the ELP: the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Linnaeus, 1766), the black  
34 drum *Pogonias cromis* (Linnaeus, 1766), the catfish *Genidens barbatus* (Lacepede, 1803),  
35 the mullet *Mugil liza* (Valenciennes, 1836), the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*  
36 (Pérez Farfante, 1967), the flatfish *Paralichthys orbignyanus* (Valenciennes, 1839), the  
37 pejerrey fish *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835) and the blue crab *Callinectes*  
38 *sapidus* (Rathbun, 1896).  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

### *Data Collection*

In order to comprise the main fishing communities of the PLE, we chosen ten communities for interviews distributed in the two cities (Rio Grande and São José do Norte): Marambaia e Bandeirinhas, located on the Marinheiros Island and near of Rio Grande city; São Miguel, Bosque, Mangueira e 4<sup>a</sup> Secção da Barra inside Rio Grande city; Bolo Doce, Tamandaré e 5<sup>a</sup> Secção da Barra inside São José do Norte city and; Torotama, as unique community of Torotama Island near of Rio Grande city (Fig. 1).

The interviews were conducted using a standardized semi-structured questionnaire based on different works on the same theme (Saenz-Arroyo et al., 2005; Turvey et al., 2010; Bender et al., 2013; Giglio et al., 2015) and adapted to local conditions (see supplementary material for more information on the questionnaire). Before each interview, the fisher contacted received a brief explanation of the objectives and methods of the work and was subsequently invited to collaborate. It was emphasized the voluntary nature of the participation and anonymity in the elaboration of any product. The questionnaire was randomly applied to the first fisherman we found in each community, using a snowball sampling (Bernard, 2017), where after the interview, the interviewee was asked to indicate other fishers who lived nearby to be interviewed. Noting the shortage of interviewees among the less experienced (also observed by Vasconcellos et al., 2007), the sampling began to prioritize these interviewees.

We asked to fishers about their current age and age at which they started fishing (allowing us to know how many years of fishing experience they have), initial and current fishing effort of their careers (in total gillnet meters or fyke nets), species that they considered common at the beginning of their careers, the largest specimen ever captured, the largest catch (in kg) they ever remembered landing, date and place of these catches.

1  
2  
3 In addition, we also asked about their perception of situation to each of the eight fisheries  
4 resources in the PLE, their perception of the reduction in catches and the reasons they  
5 consider responsible for the reduction in catches.  
6  
7  
8

9  
10 We interviewed 81 fishers between August 2017 and November 2018, randomly  
11 selected among three categories of experience among the ten fishing communities:  
12 Beginner/Intermediate (1-29 years of fishing experience, N=21), Experienced (30-49  
13 years of fishing experience, N=38) and Veteran (50-65 years of fishing experience,  
14 N=22). In order to understand fishers' perceptions of the fishery situation of the PLE, we  
15 asked them how they considered the current situation of the eight main fishery resources  
16 in the estuary between four possible responses: "Very Abundant", "Abundant", "Less  
17 Abundant" and "Scarce". The percentages of each response were analyzed by category  
18 of experience among the eight resources. They were also questioned about which species  
19 they considered common in the estuary when they started their careers, where the average  
20 number of species was compared between the categories of experience.  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35

36 We also asked for the largest catch (in kg), the heavier specimen (in kg), the year  
37 and the place where they made these catches for each of the eight resources. Through the  
38 fishing areas provided by Schaefer & Reis (2008), we could identify the places cited by  
39 fishers in the interviews.  
40  
41  
42  
43  
44  
45

46 For questions regarding the largest individual caught from each species, most  
47 responses were given in kilograms. However, in some interviews, mainly for the  
48 crustaceans pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*) and the blue crab (*Callinectes*  
49 *sapidus*), the maximum length / width was reported. For these resources, we asked to the  
50 fishers to represent the size of the specimen on the nearest floor or wall, and then we made  
51 the measurement with a millimeter ruler. Conversions to kilograms were done using  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

length (pink shrimp) or carapace width (crab-blue) versus weight (in kg) according to Leite & Petrere (2006) and Rodrigues (2006), respectively. As none of the fishers reported the sex of the individuals, we chose to use the mean weight of the resulting equations for males and females. Still, for the pink shrimp fishers reported catches in individuals per kilogram ("pieces / kg").

The sites where the highest catches were made for each of the fishery resources (which were answered with names of sacks, channels and other reference points) were transformed into geographic coordinates using Google Earth Pro software in localities mapped by Schaefer & Reis (2008). Kernel maps were generated for three periods of approximately 20 years: 1965-1980 (n = 69), 1981-2000 (n = 121) and 2001-2018 (n = 285). In each map the frequencies of citations were classified as low (0.1-2.9%), moderate (3-7.9%) or high (8-12%).

#### *Data analyses*

A Dunn test (Dunn, 1961, 1964) was used to compare the mean number of species considered abundant at the beginning of careers among the three categories of experience. We used the highest catch, in kg, per unit of effort, in network meters as abundance index (CPUE). The footage of the fisher's gillnets and fyke nets were reported in "fathoms", which 1 (one) fathom is equivalent to approximately 1.5 meters, an estimate used in this study. For the calculation of CPUE, the initial effort was used for the fishers who had their highest catch date up to five years after the start of their career. For the fishers who had their largest catch in the last five years (2013-2018), the current effort was used. For fishers who had their highest catch between the periods mentioned above, the average effort between the initial and current effort of each fisherman was used. For those fishers

1  
2  
3 who reported their greatest catch, but did not provide information about their initial or  
4  
5 current effort in their careers, we used the average initial effort by experience category  
6  
7 and the overall average of the current effort across all categories.  
8  
9

10  
11 Based on the information provided by each fisher, the following values were  
12  
13 estimated: : i) Highest Estimated CPUE (HEC), i.e., the estimate of the maximum catch  
14  
15 in kg per meter of net expected for each specie; ii) Heaviest Estimated Individual (HEI),  
16  
17 or the estimate of the maximum weight of the largest specimen expected for each specie;  
18  
19 iii) Highest Catch Year (HCY), or the predicted year that reached the highest CPUE  
20  
21 (HCE) or heaviest specimen (HEI) and; iv) Fishing Years Experience (FYE), or minimum  
22  
23 fishing experience time to reach the HEC or HEI.  
24  
25  
26

27  
28 In our data we observed heterogeneity of variances in the relationship between  
29  
30 variables, and for this reason, we used nonlinear model of quantile regressions, since it  
31  
32 can estimate multiple rates of change from minimum to maximum response, providing a  
33  
34 more complete picture of the relationships between variables lost by other regression  
35  
36 methods (Cade & Noon, 2003). Our quantile regression splines (Koenker et al., 1994,  
37  
38 Koenker, 2005) were constructed for the 95th percentile (the value below which 95% of  
39  
40 the largest catches and largest individuals are expected to fall) using methodology  
41  
42 proposed by Anderson (2008). The models were adjusted with the `rq ()` function (part of  
43  
44 *quantreg* package, 2007) combined with the `bs ()` function (part of *splines* package, see  
45  
46 Hastie, 1993) in the programming language R (R Development Core Team 2018). The `bs`  
47  
48 `()` function is adjustable to a given degree of polynomial. The appropriate degree for the  
49  
50 polynomial was determined for the HCY and FYE using the corrected version for small  
51  
52 samples of the Akaike Information Criteria (AICc) (AICc, see Hurvich & Tsai, 1989,  
53  
54 Burnham & Anderson, 2002). The model with the lowest AICc value among the set of  
55  
56 models with degree polynomials = 1, 2, 3, 4 or 5 was chosen. If any of the other models  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 had an AICc value of up to 2 units of difference compared to the model chosen by the  
4  
5 previous criterion and also had a better visual shape adjusted to the scatter plot of the data,  
6  
7 so this was chosen by preference. The value at which the HEC and HEI model reached  
8  
9 the maximum for HCY and FYE were identified as the optimal values. We obtained 95%  
10  
11 confidence intervals for the optimal estimate re-applying 10,000 randomizations on the  
12  
13 model (Miller, 2018). Although the interest is to show the estimate of highest capture  
14  
15 over time, we chose to use both variables (HCY and FYE). The FYE variable is more  
16  
17 accurate than the HCY variable, since the first variable is a direct result of the date of  
18  
19 birth and the age of fishing start, while the second depends exclusively on the fisher's  
20  
21 memory. Thus, the optimal HEC and HEI indicated by the quantile regressions with FYE  
22  
23 are a form of validation of the quantile regressions with HCY.  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

## 32 RESULTS

33  
34  
35 Among the highest gross catches cited by fishers are the catch of 20 ton of Catfish  
36  
37 *Genidens* sp in 1988. In the same year occurred the highest gross catch cited for black  
38  
39 drum *Pogonias cromis*, with a total of 10 ton. The highest catches cited by fishers for  
40  
41 these two species in the last two decades were 2 tons of catfish in 2005 and 500 kg of  
42  
43 black drum in 2013. With the exception of mullet *Mugil liza* and blue crab *Callinectes*  
44  
45 *sapidus*, all the highest values of the highest gross catches cited for each species were in  
46  
47 years prior to 1990. Our results show that the highest catches reported by fishers declined  
48  
49 for all species over time (Fig. 2 and 3). We highlight the catfish, the black drum and the  
50  
51 flatfish for presenting the most evident catch falls soon after 1975. Mullet and pink shrimp  
52  
53 had a slight decline until the 2000s, the decade where they become stable. This same trend  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 can be observed when considering fishing experience. For all species, the highest reported  
4  
5 catches decreased as the number of years of experience in the fisher's fishing decreased.  
6  
7

8 For all species the HEC were estimated for years prior to 1980 (Fig. 2), except for  
9  
10 the blue crab that was in 1986 (Fig. 3). Not surprisingly, for all species the HECs were  
11  
12 estimated for fishers with more than 40 years of experience (Table 1), i.e., who started  
13  
14 their fishing career in the years before 1978.  
15  
16  
17

18 We registered 475 fishing sites where the highest catches of fishers had occurred.  
19  
20 These sites include all the highest catches cited by fishers for each of the eight fisheries  
21  
22 resources. When comparing the three kernel maps generated by citations, it is possible to  
23  
24 observe that the highest catches during the first period were concentrated mainly in the  
25  
26 region between Torotama Island (point 5) and Capivaras (point 7). It is observed the  
27  
28 existence of a concentration of the highest catches cited in the Torotama-Capivaras  
29  
30 region, from 1965 to nowadays. However, it is also possible to observe a dispersion of  
31  
32 the regions with the highest catches, becoming from two regions in the period 1965 to  
33  
34 1980 to five regions in later years. In addition, a discrete displacement of the areas of  
35  
36 highest catches towards the mouth of the estuary is observed over time (arrows Fig. 4b  
37  
38 and 4c).  
39  
40  
41  
42  
43

44 Due to the generation of inconclusive, multimodal and / or poorly adjusted models, it was  
45  
46 not possible to observe a well defined optimal point for the heaviest individual estimated  
47  
48 per year of best catch or for years of fishing (Table 1; Fig. 5, Fig. 6). Despite this, it is  
49  
50 possible to draw some conclusions from the models generated. Observing the dispersion  
51  
52 points on graphs (Fig. 5), it is possible to note that the weight of the largest caught  
53  
54 catfishes decreases over time both in relation to the year of catch and in relation to the  
55  
56 fisher's experience. For pejerrey, the weight of the largest specimen declined relative to  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 the fisher's experience. For mullet and whitemouth croaker there was no obvious  
4  
5 variation. Flatfish had a slight reduction in the weight of the largest specimens in the last  
6  
7 decade (Fig. 6). There were also no reports of black drum with more than 10kg after 2010  
8  
9 (Fig. 6). For shrimps there seems to have been a small decrease in the weight of the largest  
10  
11 specimens caught, both in relation to the year of capture and in relation to the  
12  
13 interviewee's experience.  
14  
15

16  
17 Moreover, among the heaviest specimens recorded in the interviews it is  
18  
19 noteworthy a 30 kg catfish caught in 1988, with average weight of 10.11 kg the last two  
20  
21 decades, according to the catches reported by fishers. We also emphasize a black drum  
22  
23 of 39 kg, captured in 1983, considering that the average weight of the largest individuals  
24  
25 cited for this species in the last two decades was 9.2 kg.  
26  
27

28  
29 The number of different species considered as “common” at the beginning of their  
30  
31 careers reduced when comparing Veteran and Beginner/Intermediate fisher's perception  
32  
33 (Fig. 7; Dunn test,  $\chi^2 = -2.66$ ,  $p = 0.004$ ). The Beginner/Intermediate fishers cited at most  
34  
35 five species as common, while the Veteran fishers went as far as to mention eight species.  
36  
37 Catfish, pejerrey, flatfish and black drum were considered more common early in the  
38  
39 career by a larger proportion of Veteran fishers than Experienced and  
40  
41 Beginner/Intermediate fishers (Table 2). Mullet was considered a common specie among  
42  
43 93.8% Beginner/Intermediate fishers, while Experienced and Veteran fishers consider  
44  
45 this species less common early in their careers.  
46  
47  
48  
49

50  
51 In terms of the perception of the current state of the estuary resources, five species:  
52  
53 catfish, pejerrey, whitemouth croaker, flatfish and blue crab; were considered Scarce by  
54  
55 a higher proportion of Veteran fishers compared to the Experienced and  
56  
57 Beginner/Intermediate fishers. Catfish was considered Abundant and even Very  
58  
59  
60

1  
2  
3 Abundant by Beginners/Intermediates, however it was considered Scarce frequently  
4  
5 between Veterans who never considered as Very Abundant. It is possible to note that the  
6  
7 Veterans have a greater perception of scarcity for pejerrey, whitemouth croaker and  
8  
9 flatfish, whereas the less experienced fishers tend to perceive them as Less Abundant or  
10  
11 Abundant. Black drum was considered Scarce by more than 80% in all categories of  
12  
13 experience (Fig. 8). Fishers of different experience categories did not notice changes in  
14  
15 the abundance of pink shrimp, blue crab and mullet.  
16  
17  
18  
19

20 Fishers cited the increasing fishing effort as the main reason (69.4%) for the  
21  
22 decrease in catches in the PLE, which mainly includes an increase in the number of fishers  
23  
24 and the use of more nets per fisherman. Industrial fishing was the second most cited  
25  
26 reason with 23.6%.  
27  
28  
29  
30  
31

## 32 DISCUSSION

33  
34  
35 The results of this study showed differences in the perceptions among fishers with  
36  
37 different levels of experience on changes in the fishery resources of Patos Lagoon estuary  
38  
39 in southern Brazil. In general, more experienced fishers reported higher catches, heavier  
40  
41 individuals' catches, perceived a greater number of species as common at the beginning  
42  
43 of their activities, and, at the same time, a greater proportion of more experienced fishers  
44  
45 perceive resources as scarce nowadays. Thus, it is evident that the baseline has changed  
46  
47 in a few decades, even among people who are in daily contact with nature, evidencing the  
48  
49 existence of a shifting baseline syndrome (Pauly, 1995; Papworth, 2009). Such rapid  
50  
51 shifts in perceptions helps to explain why human societies are so tolerant of the increasing  
52  
53 loss of biodiversity (Saénz-Arroyo et. al 2005). However, we should keep in mind that  
54  
55 the reconstruction of baselines reached by our sampling goes back to fishers who started  
56  
57  
58  
59  
60

1  
2  
3 their careers at most in the 1950s and we know that commercial fishing for export  
4 purposes goes back at least to the second half of the 19th century (Odebrecht, 2003).  
5  
6 Thereafter continued to be commercially fished for local consumption and exported as  
7  
8 salted fish to other regions of Brazil and abroad (Haimovici et al. 2014). Therefore, the  
9  
10 perception of the older fishers interviewed in this study probably still did not reflect the  
11  
12 pristine conditions of the fishery resources in the Patos Lagoon estuary.  
13  
14  
15  
16

17  
18 For the period covered by this study, the fisher's report indicates that there was a  
19  
20 reduction in the values of the highest CPUEs over the years for most species, excluding  
21  
22 mullet. In general, the highest catch values were reported for years prior to 1980, with the  
23  
24 exception of siri (Fig. 2 and 3). Generally, the highest catches values were reported for  
25  
26 years prior to 1980, with the exception of blue crab (Fig. 2 and 3). This perception is in  
27  
28 accordance with the reduction of artisanal landings registered in Rio Grande, which  
29  
30 reached a maximum of 43.700 ton in 1972 and decreased to an average of 6.300 ton since  
31  
32 2001 (Haimovici & Cardoso, 2016). This shows a concordance between the fisher's  
33  
34 perception and the falls in the abundance of the majority of the species exploited by  
35  
36 artisanal fishing in the Patos Lagoon estuary. The same decline trend was observed when  
37  
38 considering the years of experience in the fishery of the interviewees and indicates that  
39  
40 the process of abundance reduction continues in course. Fishers with more than 40 years  
41  
42 of experience reported highest CPUEs, which assumes some degree of accuracy of the  
43  
44 highest catch dates. These results corroborate the use of local ecological knowledge for  
45  
46 the reconstruction of biological scenarios when are no available data empirically  
47  
48 obtained.  
49  
50  
51  
52  
53  
54

55  
56 When dealing with the sites considered with the highest catches, there was an  
57  
58 increase in the number of sites over time and also a displacement towards the mouth of  
59  
60 the estuary (Fig. 4). The Torotama-Capivaras was observed as a highly cited region,

1  
2  
3 which allows us to conclude that it is still an important concentration zone for fishes and  
4 consequently fishery. In addition, the increase in concentration areas since 1980,  
5 including an area in front of São José do Norte, closer to the mouth of the estuary, is an  
6 evidence of the search for new fishing spots. The increase in the number of fishers in the  
7 last decades could be considered as one of the main factors for the catches reduction and  
8 possibly has forced the migration of fishers to these other fishing sites. On the other hand,  
9 we can also assume that the decline in catches has resulted in the search for other fishing  
10 sites and a greater displacement towards the marine region.  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21

22 Most respondents (69.4%) cited an increase in the fishing effort as the main reason  
23 for catches reduction within the PLE. In fact, in the late 1990s there was an increase in  
24 aid for credit and benefits policies for artisanal fisheries (Haimovici et al., 2006; Abdallah  
25 & Sumaila, 2007), favoring the acquisition of equipment, fishing boats, and infrastructure  
26 for processing and storage of production. According to those interviewed, after these  
27 government incentive programs, there was a considerable increase in the number of  
28 fishers and gillnets within the estuary. Nonetheless, industrial fishing in the coastal region  
29 adjacent to the estuary is also in a situation of overfishing (Haimovici & Cardoso, 2016),  
30 which certainly contributed to the current situation of fisheries resources in PLE.  
31 Therefore, the need for a more efficient management of fishing resources in the south of  
32 Brazil is evident. A recent rule prohibiting fishing from trawling all along the coast of the  
33 state of Rio Grande do Sul from the beach up to 12 nautical miles to the west can be  
34 considered a hope. However, given the situation of the resources reported in this study,  
35 greater efforts will be required from public authorities and users to recover populations  
36 and ensure their sustainable exploitation.  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks for the fishers who collaborated with this study, Dérien Duarte and Daiane Ferreira for facilitating contact with fishing communities. The Boticário Group Foundation for Nature Protection and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES for financial support.

## REFERENCES

- Abdallah, P. R., & Sumaila, U. R. (2007). An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies. *Marine Policy*, 31(4), 444-450. doi:10.1016/j.marpol.2007.01.002
- Anderson, M. J. (2008). Animal-sediment relationships re-visited: Characterising species' distributions along an environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366(1-2), 16-27. doi:10.1016/j.jembe.2008.07.006
- Asmus, M. L. (1998). A Planície costeira e a Lagoa dos Patos. In: Seeliger U, Odebretcht C. & Castello J. P. (Eds.). *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. (pp. 9–12.). Brazil: Ecoscientia.
- Baum, J. K., & Myers, R. A. (2004). Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecology Letters*, 7(2), 135-145. doi:10.1111/j.1461-0248.2003.00564.x
- Bender, M. G., Floeter, S. R., & Hanazaki, N. (2013). Do traditional fishers recognise reef fish species declines? Shifting environmental baselines in Eastern Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 20(1), 58-67. doi:10.1111/fme.12006
- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R., Pomeroy, R. (2001). Managing small scale fisheries. Alternative directions and methods. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC), 320p.
- Bernard, H. R. (2017). *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches*. Rowman & Littlefield.
- Burnham, K., Selection, A. M., & Inference, M. (2010). *A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer,.

- 1  
2  
3 Cade, B. S., & Noon, B. R. (2003). A gentle introduction to quantile regression for  
4 ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(8), 412-420.  
5 doi:10.1890/1540-9295(2003)001[0412:AGITQR]2.0.CO;2  
6  
7  
8 Drew, J. A. (2005). Use of traditional ecological knowledge in marine  
9 conservation. *Conservation biology*, 19(4), 1286-1293. doi:10.1111/j.1523-  
10 1739.2005.00158.x  
11  
12  
13 Dunn, O. J. (1961). Multiple comparisons among means. *Journal of the American*  
14 *statistical association*, 56(293), 52-64. doi: 10.1080/01621459.1961.10482090  
15  
16  
17 Dunn, O. J. (1964). Multiple comparisons using rank sums. *Technometrics*, 6(3), 241-  
18 252. doi: 10.1080/00401706.1964.10490181  
19  
20  
21 Eddy, T. D., Gardner, J. P., & Pérez-Matus, A. (2010). Applying fishers' ecological  
22 knowledge to construct past and future lobster stocks in the Juan Fernández  
23 Archipelago, Chile. *PLoS One*, 5(11), e13670. doi: 10.1371/journal.pone.0013670  
24  
25  
26 Garcia, A. M., & Vieira Sobrinho, J. P. (2001). O aumento da diversidade de peixes no  
27 estuário da Lagoa dos Patos durante o episódio El Niño 1997-1998. *Atlântica*, Rio  
28 Grande, 23,133-152.  
29  
30  
31 Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Gerhardinger, L. C. (2015). Depletion of marine megafauna  
32 and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. *Animal*  
33 *Conservation*, 18(4), 348-358. doi:10.1111/acv.12178  
34  
35  
36 Haimovici, M., & Cardoso, L. G. (2016). Long-term changes in the fisheries in the Patos  
37 Lagoon estuary and adjacent coastal waters in Southern Brazil. *Marine Biology*  
38 *Research*, 13(1), 135-150. doi:10.1080/17451000.2016.1228978  
39  
40  
41 Haimovici, M., Andriguetto Filho, J. M., Sunye, P. S., & Martins, A. S.. 2014. Padrões  
42 das dinâmicas de transformação em pescarias marinhas e estuarinas do Brasil (1960–  
43 2010). *A Pesca Marinha e Estuarina no Brasil: Estudos de Caso*. Rio Grande: Editora  
44 da FURG, 181-91.  
45  
46  
47 Haimovici, M. (Org). 2007. *A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos*  
48 *no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica*.  
49 MMA/SMCQ.  
50  
51  
52  
53 Haimovici, M., Vasconcellos, M. A. R. C. E. L. O., Kalikoski, D. C., Abdalah, P.,  
54 Castello, J. P., & Hellebrandt, D. (2006). Diagnóstico da pesca no litoral do estado do  
55 Rio Grande do Sul. *A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI*:  
56  
57  
58  
59  
60

- 1  
2  
3 *recursos, tecnologias, aspectos sócio-econômicos e institucionais. Universidade*  
4 *Federal do Pará–UFPA, Belém, 157-180.*  
5  
6 Hastie, T. J. (1993). Generalized additive models. In: Chambers, J. M., Hastie, T. J.  
7 (Eds.), *Statistical Models*. S. Chapman and Hall, New York, pp. 249–307.  
8  
9  
10 Hellebrandt, D., Allison, E. H., & Delaporte, A. (2014). Segurança alimentar e pesca  
11 artesanal: análise crítica de iniciativas na América Latina. *Desenvolvimento e Meio*  
12 *Ambiente*, 32. doi:10.5380/dma.v32i0.35548  
13  
14 Hurvich, C. M., & Tsai, C. L. (1989). Regression and time series model selection in small  
15 samples. *Biometrika*, 76(2), 297-307. doi:10.1093/biomet/76.2.297  
16  
17 Johannes, R. E., Freeman, M. M., & Hamilton, R. J. (2000). Ignore fishers' knowledge  
18 and miss the boat. *Fish and Fisheries*, 1(3), 257-271. doi:10.1111/j.1467-  
19 2979.2000.00019.x  
20  
21 Johannes, R. E. (1998). The case for data-less marine resource management: examples  
22 from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(6), 243-246.  
23 doi:10.1016/S0169-5347(98)01384-6  
24  
25 Koenker, R., & Schorfheide, F. (1994). Quantile spline models for global temperature  
26 change. *Climatic Change*, 28(4), 395-404. doi:10.1007/BF01104081  
27  
28 Koenker, R. (2007). *quantreg: Quantile Regression*. R package version 4.79.  
29  
30 Koenker, R. (2005). *Quantile Regression*. Cambridge University Press, New York, USA.  
31  
32 Leite Jr, N. O., & Petrere Jr, M. (2006). Growth and mortalities of the pink-shrimp  
33 *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1970 and *F. paulensis* Pérez-Farfante 1967 in  
34 southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(2A), 523-536. doi:10.1590/S1519-  
35 69842006000300019  
36  
37 McClenachan, L., Ferretti, F., & Baum, J. K. (2012). From archives to conservation: why  
38 historical data are needed to set baselines for marine animals and  
39 ecosystems. *Conservation Letters*, 5(5), 349-359. doi:10.1111/j.1755-  
40 263X.2012.00253.x  
41  
42 Miller, W. J. R. (2018). Data scientist Miller. Retrieved from:  
43 [https://www.millerwjr.com/all-projects/2018/3/10/non-parametric-bootstrap-in-r-](https://www.millerwjr.com/all-projects/2018/3/10/non-parametric-bootstrap-in-r-with-correction-for-bias-and-skew)  
44 [with-correction-for-bias-and-skew.](https://www.millerwjr.com/all-projects/2018/3/10/non-parametric-bootstrap-in-r-with-correction-for-bias-and-skew)  
45  
46 MPA. (2012). Boletim estatístico da pesca artesanal e industrial no estuário da Lagoa dos  
47 Patos. Rio Grande, 43p.  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

- 1  
2  
3 Neis, B., Schneider, D. C., Felt, L., Haedrich, R. L., Fischer, J., & Hutchings, J. A. (1999).  
4 Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource  
5 users?. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(10), 1949-1963.  
6 doi:10.1139/f99-115  
7  
8  
9  
10 Odebrecht, C. (2003). A Lagoa dos Patos no século XIX na visão do naturalista Hermann  
11 von Ihering. *Editora Ecoscientia, Rio Grande, 100p.*  
12  
13 Papworth, S. K., Rist, J., Coad, L., & Milner-Gulland, E. J. (2009). Evidence for shifting  
14 baseline syndrome in conservation. *Conservation letters*, 2(2), 93-100.  
15 doi:10.1111/j.1755-263X.2009.00049.x  
16  
17  
18 Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in*  
19 *ecology & evolution*, 10(10), 430. doi:10.1016/S0169-5347(00)89171-5  
20  
21  
22 Pomeroy, R. S., & Andrew, N. (Eds.). (2011). *Small-scale fisheries management:*  
23 *frameworks and approaches for the developing world.* Cabi.  
24  
25  
26 QGIS Development Team (2018). QGIS 2.18.10 Geographic Information System User  
27 Guide. Open Source Geospatial Foundation Project. Electronic document:  
28 [http://qgis.org/pt\\_BR/docs/index.html](http://qgis.org/pt_BR/docs/index.html)  
29  
30  
31 R Core Team. 2018. R: a language and environment for statistical computing. Retrieved  
32 from: [www.r-project.org](http://www.r-project.org)  
33  
34  
35 Ramires, M., Molina, S. M. G., & Hanazaki, N. (2007). Etnoecologia caiçara: o  
36 conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da  
37 pesca. *Biotemas*, 20(1), doi:101-113. 10.5007/1983-4513.20070101  
38  
39  
40 Ribeiro P. A. M. & Calippo F. R. (2000). Arqueologia e história précolonial. In: Tagliani  
41 P. R., Ribeiro P. A. M., Torres L. H., Alves F. N., editors. *Arqueologia, História e*  
42 *Sócio-Economia da Restinga da Lagoa dos Patos: Uma Contribuição para o*  
43 *Conhecimento e Manejo da Reserva da Biosfera.* Rio Grande, Brazil: Editora da  
44 FURG, pp. 13–40.  
45  
46  
47  
48 Rodrigues, M. A. (2006). *Crescimento e ciclo de mudas de Callinectes Sapius (Rathbun,*  
49 *1896) no estuário da Lagoa dos Patos* (Master's thesis), Universidade Federal do Rio  
50 Grande.  
51  
52  
53 Saenz-Arroyo, A., Roberts, C., Torre, J., Cariño-Olvera, M., & Enríquez-Andrade, R.  
54 (2005). Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of  
55 California. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological*  
56 *Sciences*, 272(1575), 1957-1962. doi:10.1098/rspb.2005.3175  
57  
58  
59  
60

- 1  
2  
3 Santos, C. R. M. D. S., & D'Incao, F. (2004). Crustáceos no cerrito Ariano Souza, Rio  
4 Grande, Rio Grande do Sul e distribuição de *Callinectes sapidus* (Brachyura,  
5 Portunidae). *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 94(1):73-76  
6  
7  
8 Schafer, A. G., & Reis, E. G. (2008). Artisanal fishing areas and traditional ecological  
9 knowledge: The case study of the artisanal fisheries of the Patos Lagoon estuary  
10 (Brazil). *Marine policy*, 32(3), 283-292. doi:10.1016/j.marpol.2007.06.001  
11  
12  
13 Seeliger, U., & Odebrecht, C. (Orgs.) (2010). O estuário da Lagoa dos Patos: um século  
14 de transformações. *Rio Grande, Editora da Furg*, 180p.  
15  
16  
17 Silva, J. (1990). Perfil pesqueiro da frota artesanal do Rio Grande do Sul de 1945 a  
18 1989. *Rio Grande: Ibama-Dirped*.  
19  
20  
21 Tubino, R. A., Marques Junior, N. A., Silva, E. P., Lobão, R. J. S., Seara, T. F., Monteiro-  
22 Neto, C. (2014). Mudanças históricas e perda de referenciais em uma pescaria  
23 artesanal na região metropolitana do Rio de Janeiro. In: Haimovici, M., Andriguetto-  
24 Filho, J. M. & Sunye, P. S. (orgs.). *A pesca marinha e estuarina no Brasil*. Editora da  
25 Furg. Cap 10: 111–123  
26  
27  
28  
29 Turvey, S. T., Barrett, L. A., Yujiang, H. A. O., Lei, Z., Xinqiao, Z., Xianyan, W., ... &  
30 Ding, W. (2010). Rapidly shifting baselines in Yangtze fishing communities and local  
31 memory of extinct species. *Conservation Biology*, 24(3), 778-787.  
32 doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01395.x  
33  
34  
35  
36 Vasconcellos, M. & Kalikoski, D. C. (2014). Incertezas e desafios na quantificação do  
37 número de pescadores artesanais: lições do censo da pesca artesanal no estuário da  
38 Lagoa dos Patos. In: Haimovici, M., Andriguetto-Filho, J. M. & Sunye, P. S. (orgs.).  
39 *A pesca marinha e estuarina no Brasil*. Editora da Furg. Cap 4: 41-53.  
40  
41  
42  
43 Vasconcellos, M., Diegues, A. C. S. A & Sales, R. R. (2007). Limites e possibilidades da  
44 pesca artesanal costeira. In: Costa, A. L. (Org.). *Nas redes da pesca artesanal*. Brasília:  
45 IBAMA, p. 15-83.  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

## TABLES

Table 1. Estimated optimal values for Highest Estimated CPUE (HEC) and Heaviest Estimated Individual (HEI). Highest Catch Year (HCY) and Fishing Years Experience (FYE) were calculated for the HEC and HEI, with a 95% confidence interval (CI) based on 10000 randomizations, obtained by quantile regression model.

<b>Highest Estimated Catch (HEC)</b>									
Common name	Scientific name	HCY degree	HEC <sub>HCY</sub> (kg/m)	HCY	95%IC	FYE degree	HEC <sub>FYE</sub> (kg/m)	FYE	95%IC
Catfish	<i>Genidens barbatus</i>	5	14.0	1976	(1975, 1978)	5	11.7	47	(46, 51)
Pejerrey	<i>Odontesthes bonariensis</i>	5	3.8	1974	(1974, 1979)	4	3.6	51	(47, 54)
Mullet	<i>Mugil liza</i>	5	8.5	1976	(1974, 1982)	3	8.0	64	(61, 64)
Whitemouth croaker	<i>Micropogonias furnieri</i>	4	11.7	1978	(1971, 1988)	4	10.8	55	(54, 57)
Flatfish	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	5	1.9	1975	(1975, 1982)	5	1.8	55	(55, 57)
Black drum	<i>Pogonias cromis</i>	4	9.0 <sup>†</sup>	1975	(1972, 1981)	5	6.2	46	(43, 47)
Pink shrimp	<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	4	84.6 <sup>†</sup>	1976	(1976, 1978)	5	57.1	53	(51, 54)
Blue crab	<i>Callinectes sapidus</i>	3	10.0	1986	(1980, 1992)	4	7.9	51	(47, 54)
<b>Heaviest Estimated Individual (HEI)</b>									
Common name	Scientific name	HCY degree	HEI <sub>HCY</sub> (kg)	HCY	95%IC	FYE degree	HEI <sub>FYE</sub> (kg)	FYE	95%IC
Catfish	<i>Genidens barbatus</i>	5	30.0	1988	(1985, 1990)	5	34.4	64	(59, 64)
Pejerrey	<i>Odontesthes bonariensis</i>	-	1.1	-	-	3	1.0	47	(45, 50)
Mullet	<i>Mugil liza</i>	-	6.0	-	-	4	5.6	51	(50, 54)
Whitemouth croaker	<i>Micropogonias furnieri</i>	4	12.0	1980	(1978, 1987)	5	22.0 <sup>†</sup>	64	(61, 64)
Flatfish	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	3	16.6	1967	(1967, 2000)	5	15.0	53	(50, 54)
Black drum	<i>Pogonias cromis</i>	5	42.0	1982	(1980, 1985)	5	48.8	22	(22, 57)
Pink shrimp	<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	5	0.1	1983	(1978, 1988)	5	0.1	55	(53, 57)
Blue crab	<i>Callinectes sapidus</i>	1	1.5	whole period	-	1	1.5	whole period	-

Estimated values higher than values reported from fishermen (<sup>†</sup>) should be analyzed carefully

Table 2. Citations frequency (%) of species that fishermen considered common at the beginning of their careers.

Common name	Scientific Name	Fishing Years Experience		
		Begginer/Intermediate (n=16)	Experienced (n=34)	Veteran (n=19)
Catfish	<i>Genidens barbuis</i>	62,5	70,6	78,9 †
Pejerrey	<i>Odontesthes bonariensis</i>	6,3	20,6	47,4 †
Mullet	<i>Mugil liza</i>	93,8	58,8	63,2
Whitemouth croaker	<i>Micropogonias furnieri</i>	68,8	100,0	84,2
Flatfish	<i>Paralichthys orbignyanus</i>	6,3	38,2	68,4 †
Black drum	<i>Pogonias cromis</i>	18,8	29,4	47,4 †
Pink shrimp	<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	81,3	76,5	84,2
Blue crab	<i>Callinectes sapidus</i>	6,3	17,6	5,3
Savelha	<i>Brevoortia pectinata</i>	12,5	17,6	10,5

† decline between categories

## FIGURE LEGENDS

Figure 1. Patos Lagoon Estuary. The points shows the communities where the interviews were made. 1) 4<sup>a</sup> Secção da Barra, (2) Mangueira, (3) São Miguel, (4) Bosque, (5) Bandeirinhas, (6) Marambaia, (7) Torotama, (8) Bolo Doce, (9) Tamandaré, (10) 5<sup>a</sup> Secção da Barra.

Figure 2. Highest catches per unit effort of catfish, pejerrey, mullet and whitemouth croaker according to the catch year and fishing experience reported by fishermen. The highest estimated CPUE for each species can be observed at the point where de red line touch the dashed line. The dashed line represents an estimative of the optimal value of Highest Catch Year (HCY) and Fishing Years Experience (FYE) obtained through quantile regression models. The shaded area represents the confidence interval of 95% calculated over HCY and FYE, based on 10000 randomizations.

Figure 3. Highest catches per unit effort of flatfish, black drum, pink shrimp and blue crab according to the catch year and fishing experience reported by fishermen. The highest estimated CPUE for each species can be observed at the point where de red line touch the dashed line. The dashed line represents an estimative of the optimal value of Highest Catch Year (HCY) and Fishing Years Experience (FYE) obtained through quantile regression models. The shaded area represents the confidence interval of 95% calculated over HCY and FYE, based on 10000 randomizations.

Figure 4. Kernel maps of the spots where the highest catches occurred generated from fisher's citations. The arrows indicates the displacement of highest catches areas towards the mouth of estuary.

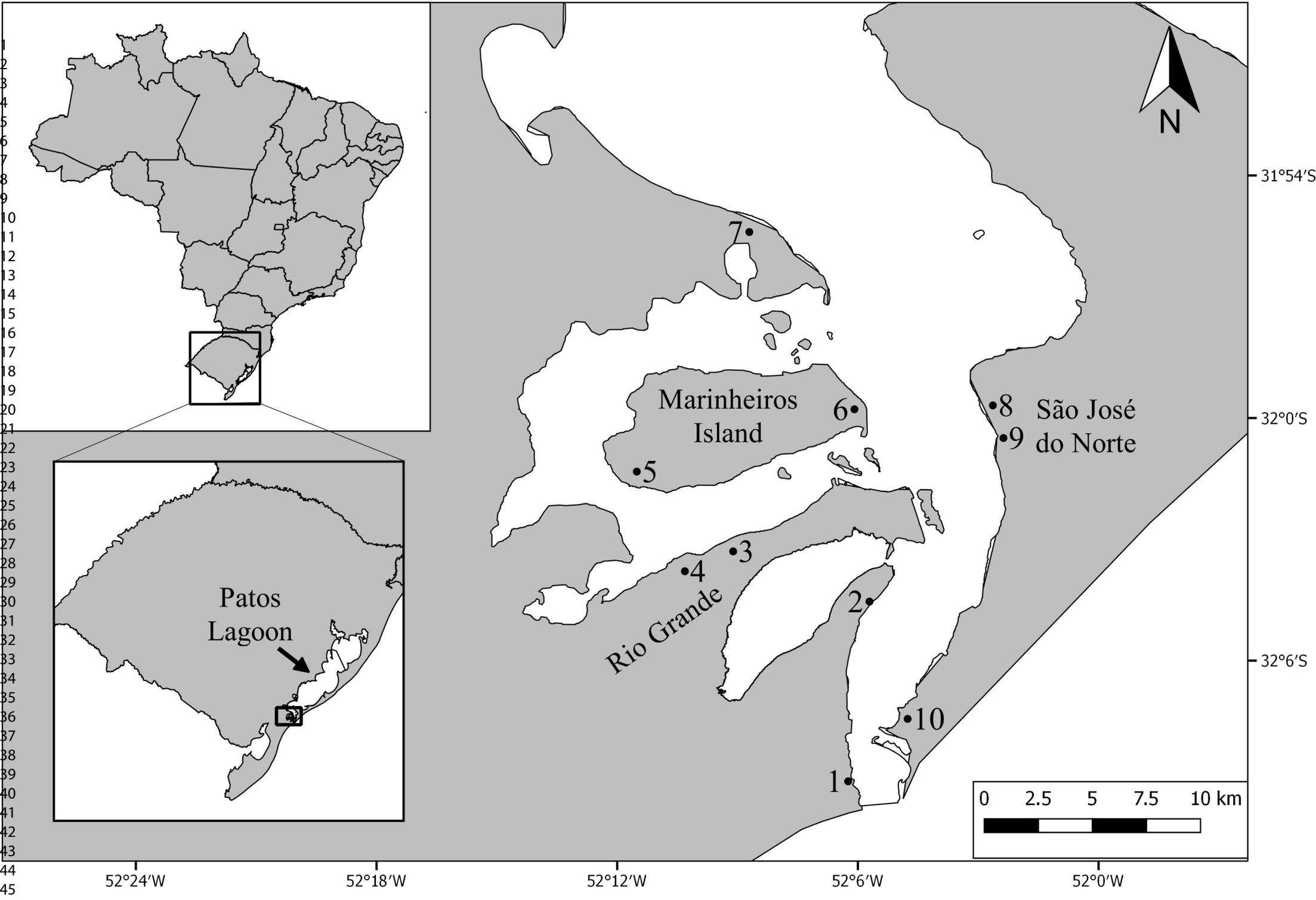
Figure 5. Heaviest individuals (kg) of catfish, pejerrey, mullet and whitemouth croaker according to the catch year and fishing experience reported by fishermen. The highest estimated weight for each species can be observed at the point where de red line touch the dashed line. The dashed line represents an estimative of the optimal value of Highest Catch Year (HCY) and Fishing Years Experience (FYE) obtained through quantile regression

1  
2  
3 models. The shaded area represents the confidence interval of 95% calculated over HCY and  
4  
5 FYE, based on 10000 randomizations.

6  
7 Figure 6. Heaviest individuals (kg) of flatfish, black drum, pink shrimp and blue crab  
8  
9 according to the catch year and fishing experience reported by fishermen. The highest  
10  
11 estimated weight for each species can be observed at the point where the red line touches the  
12  
13 dashed line. The dashed line represents an estimate of the optimal value of Highest Catch  
14  
15 Year (HCY) and Fishing Years Experience (FYE) obtained through quantile regression  
16  
17 models. The shaded area represents the confidence interval of 95% calculated over HCY and  
18  
19 FYE, based on 10000 randomizations.

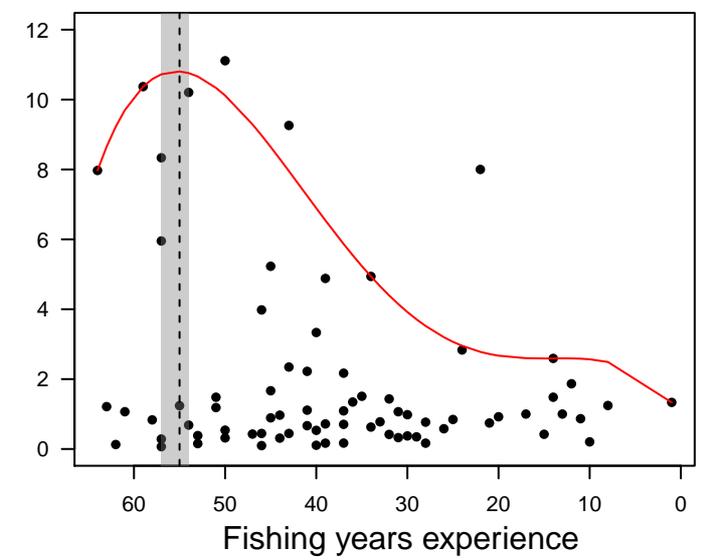
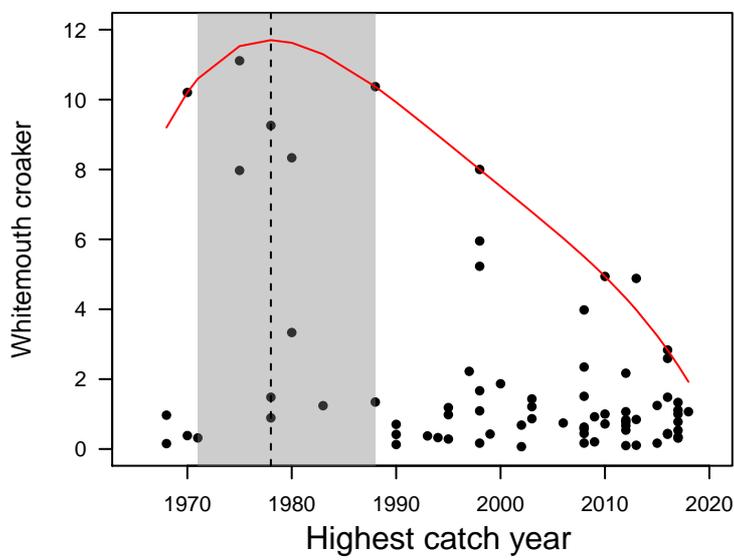
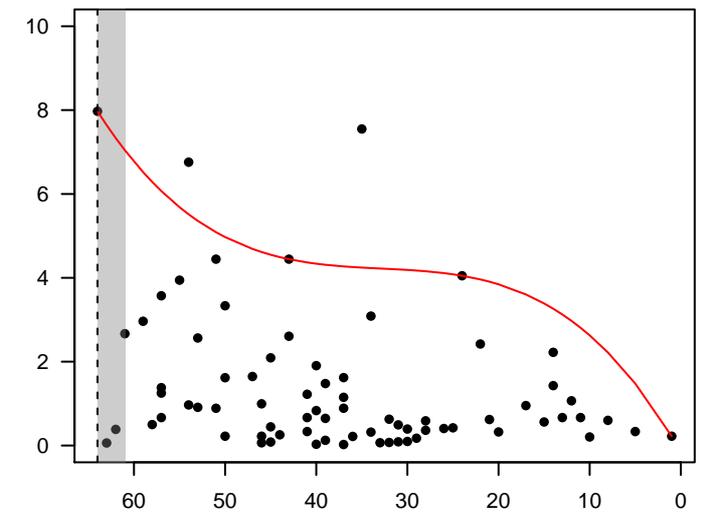
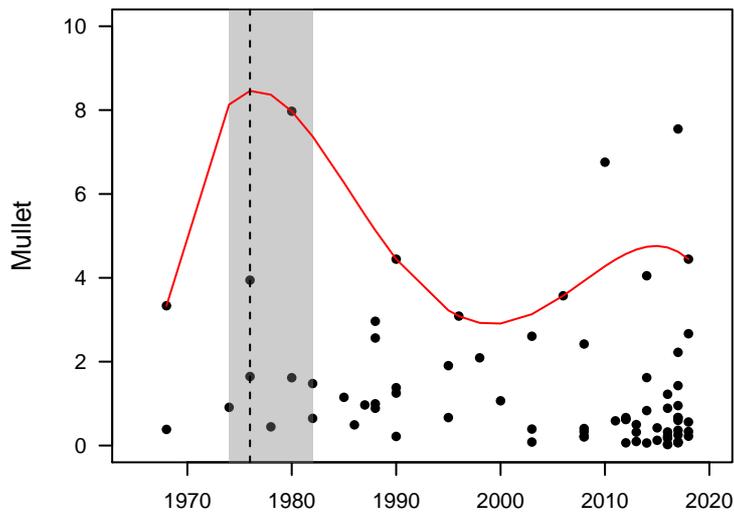
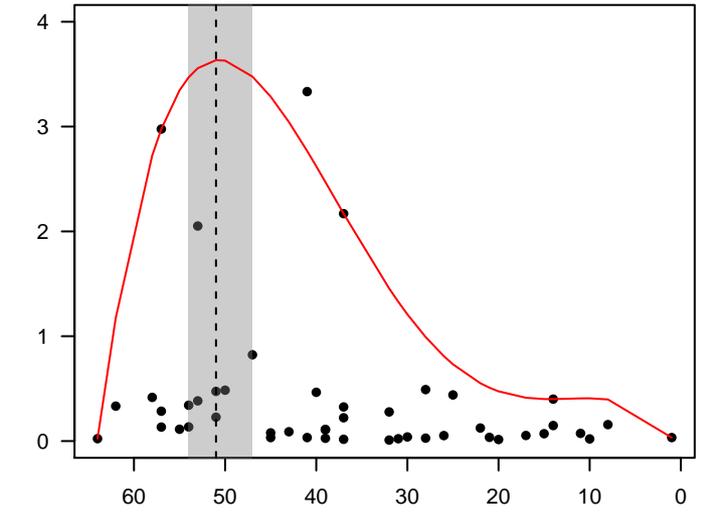
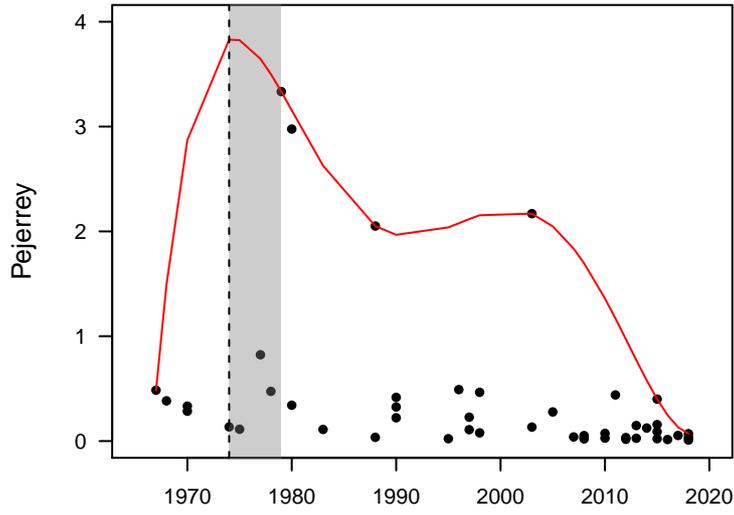
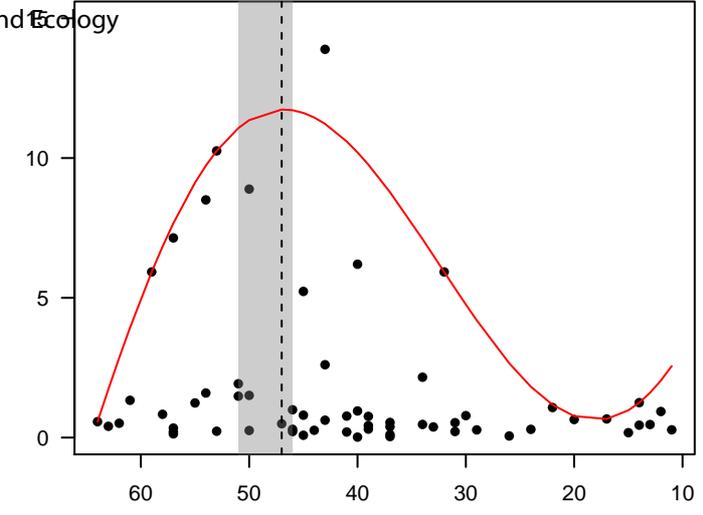
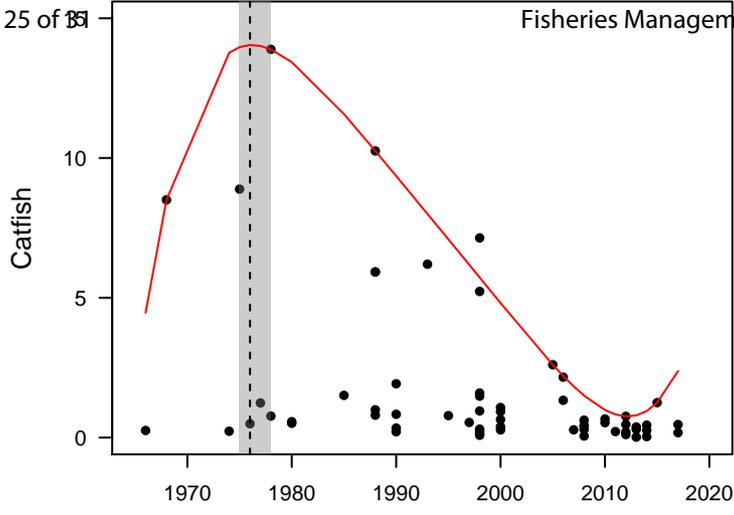
20  
21 Figure 7. Boxplot and number of species cited as common at the beginning of fishing career  
22  
23 for each of the three categories of experience. Red dots indicate the average for each  
24  
25 category.

26  
27 Figure 8. Fisher's perceptions about current situation of the main fishery resources in the  
28  
29 estuary between the categories of experience. Beg/Int = Beginner Intermediate.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46

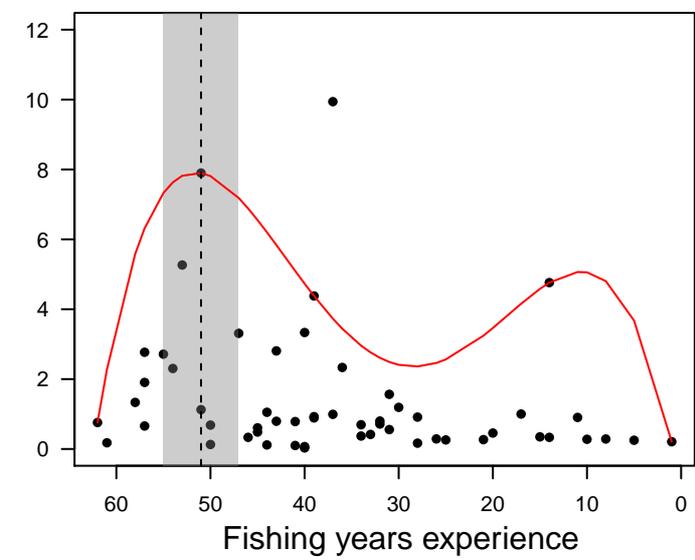
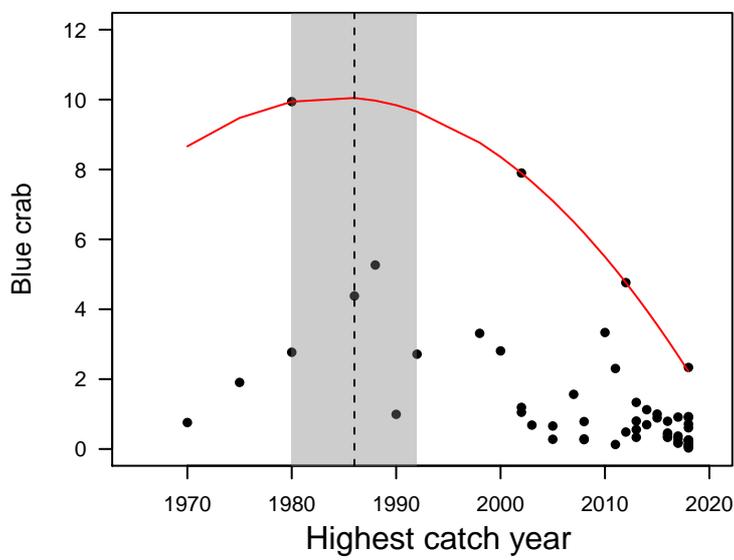
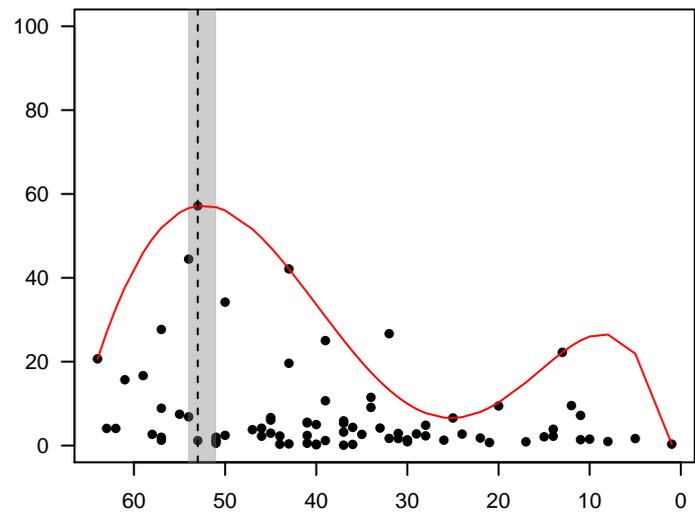
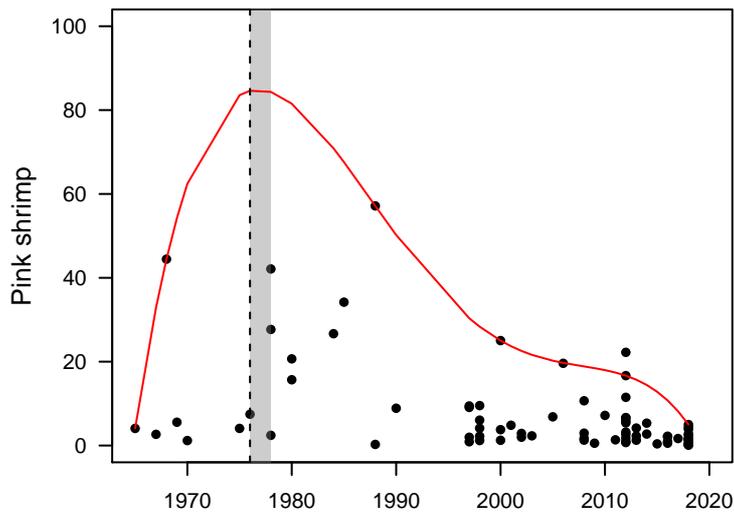
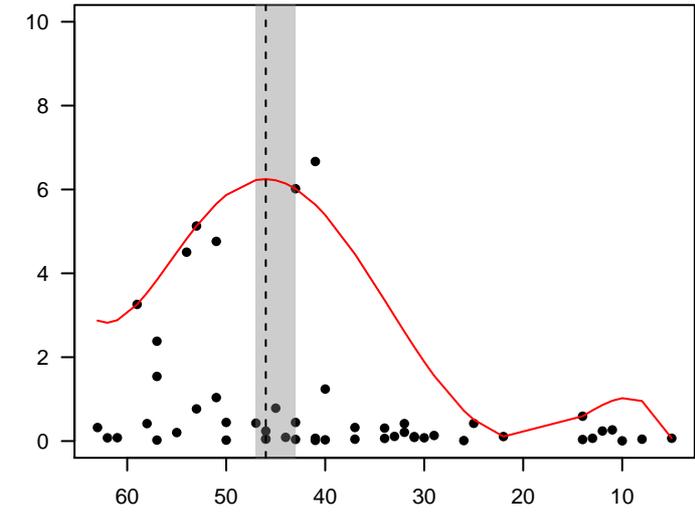
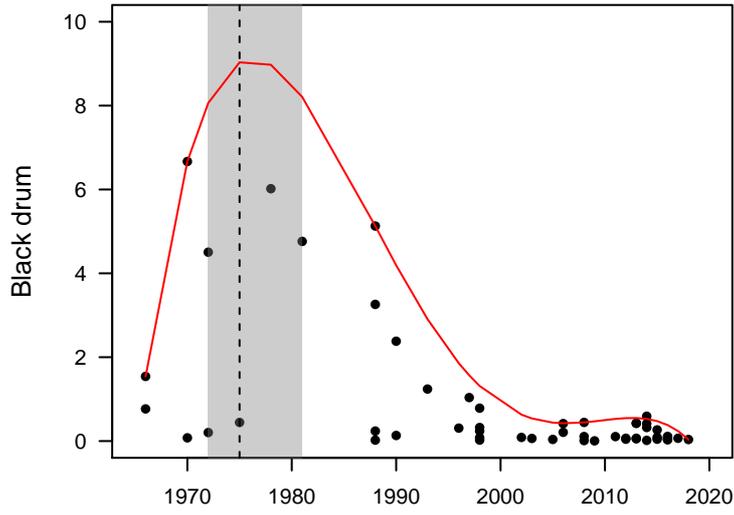
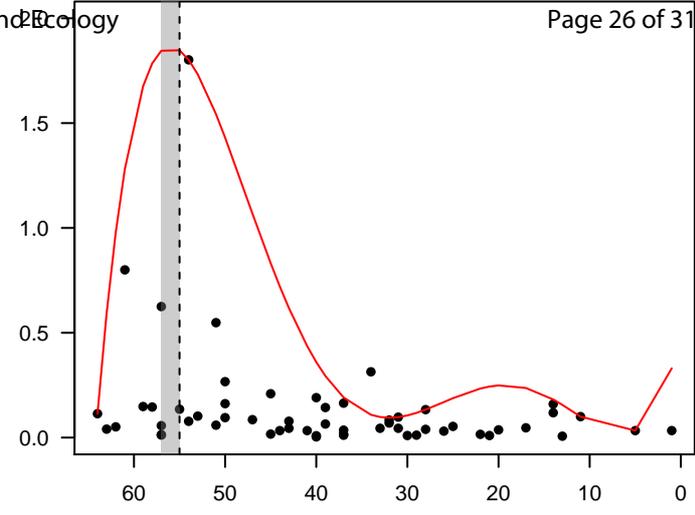
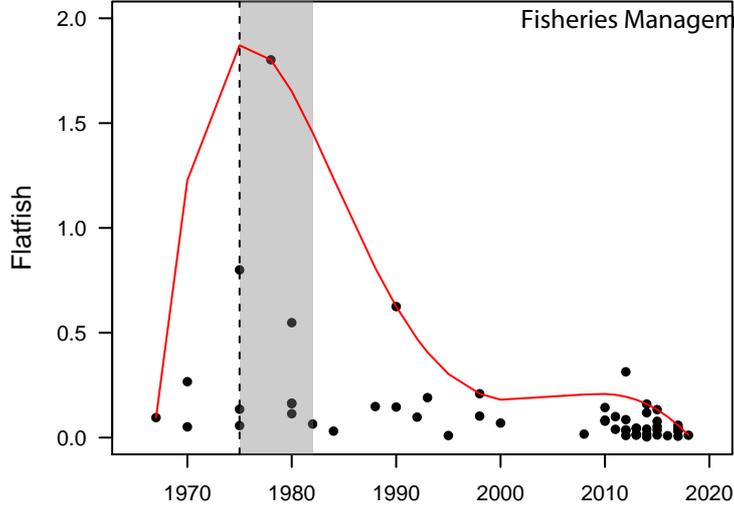
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



Highest catch year

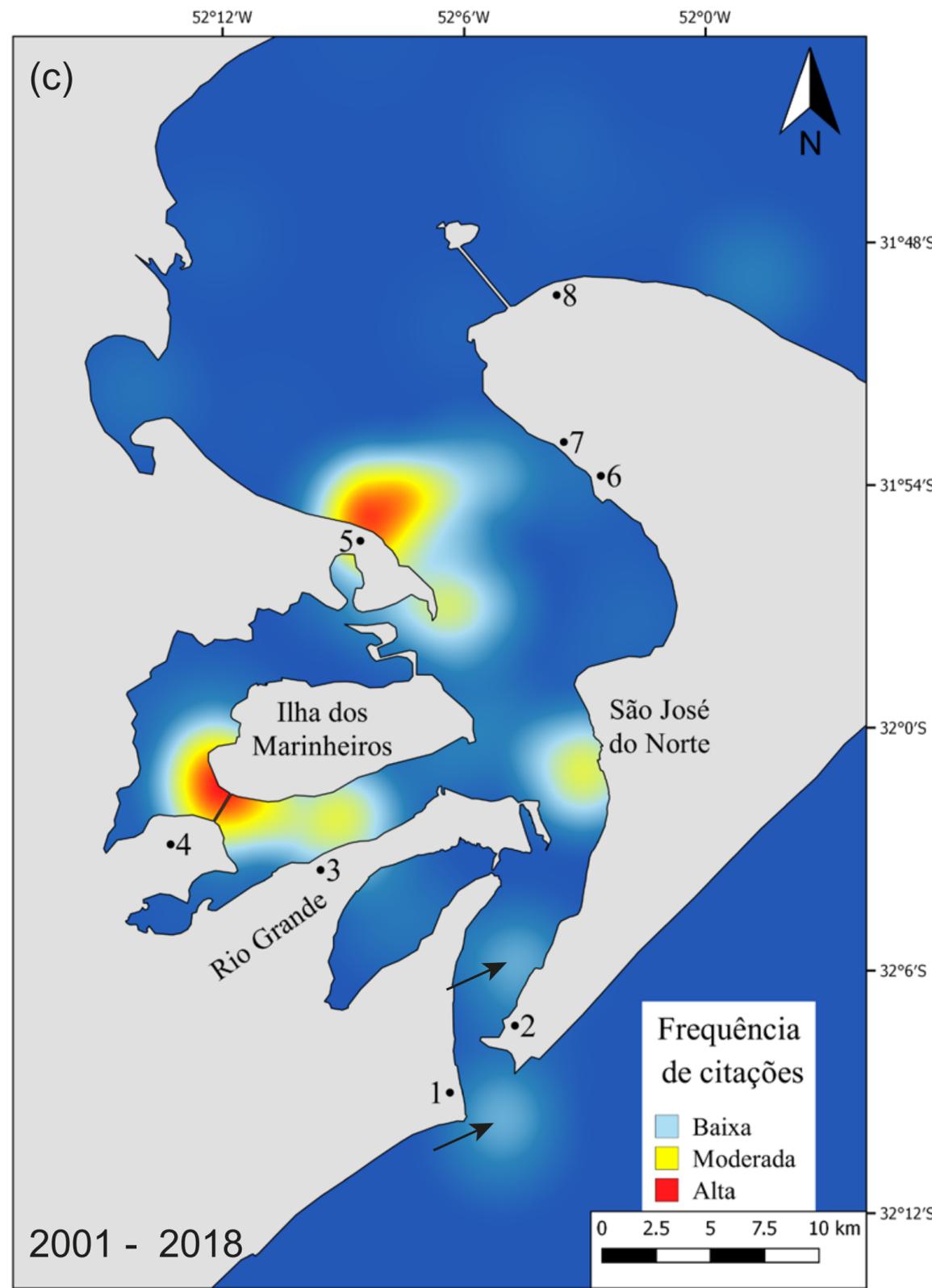
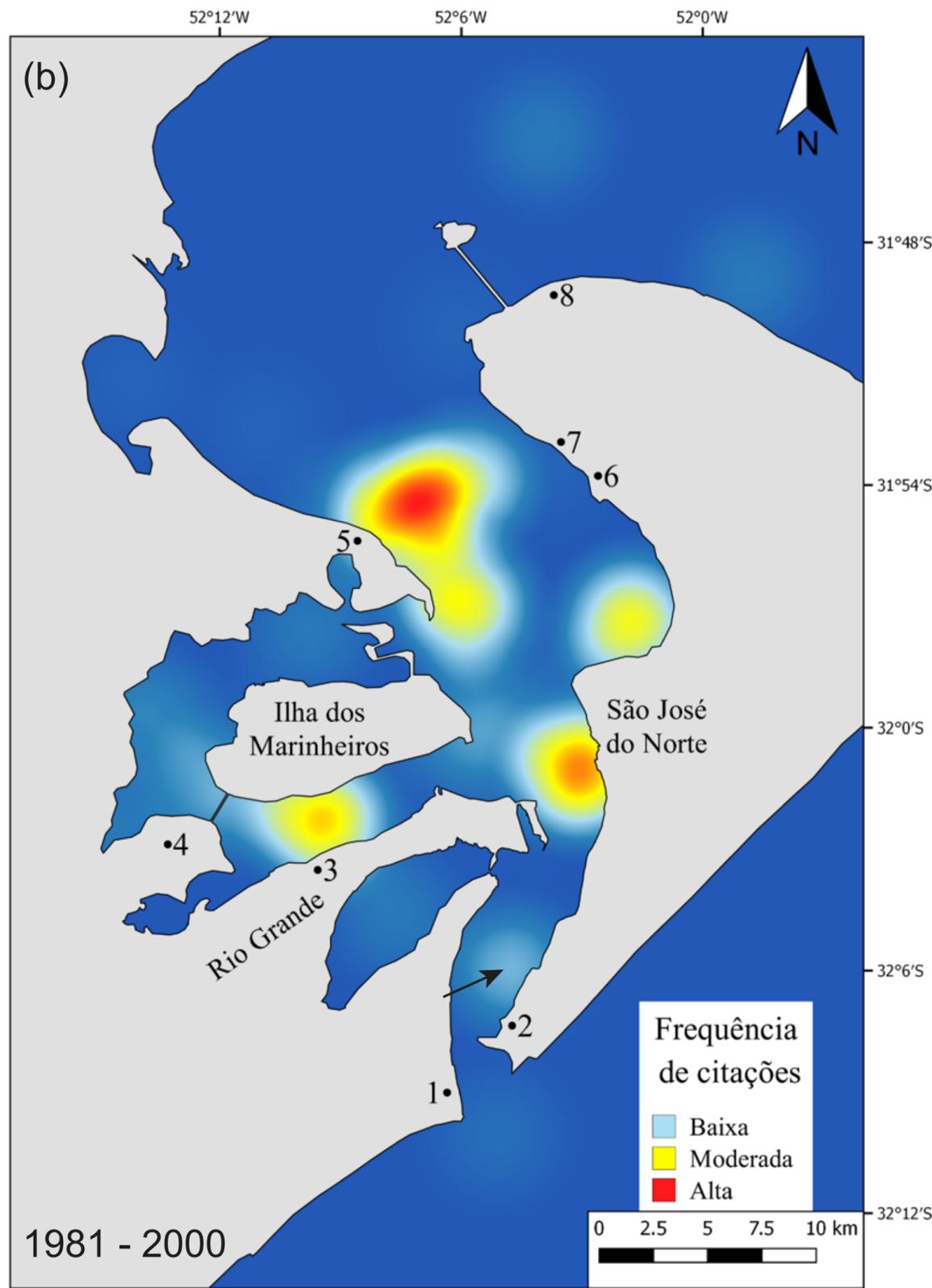
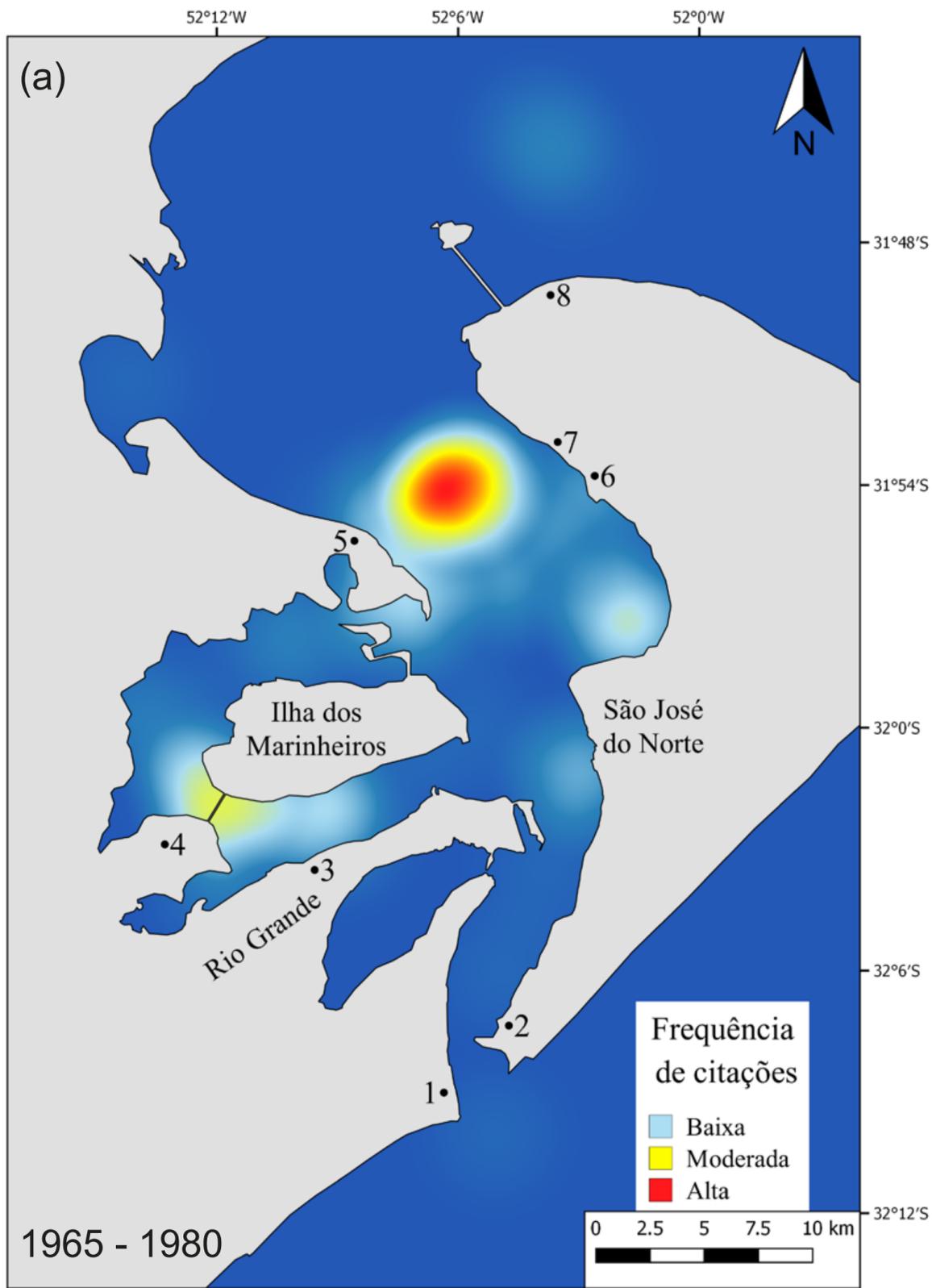
Fishing years experience

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60

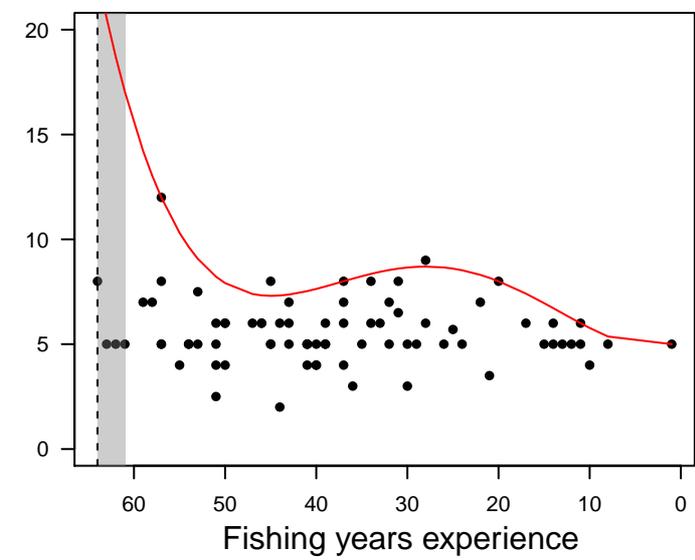
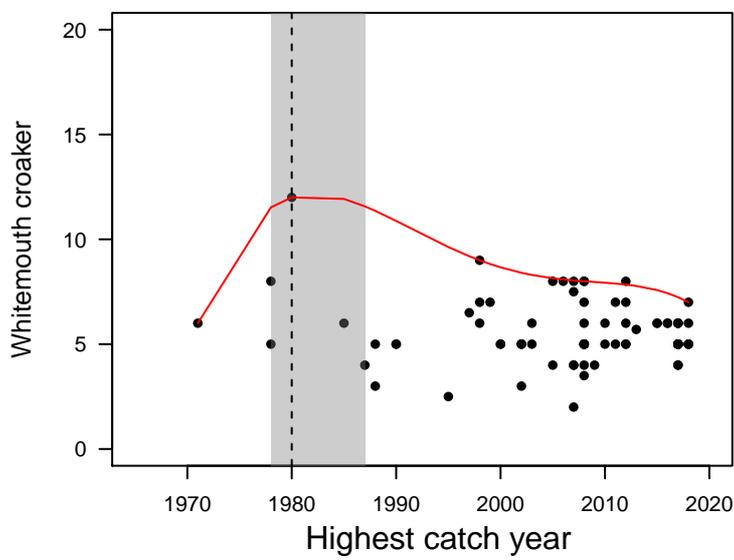
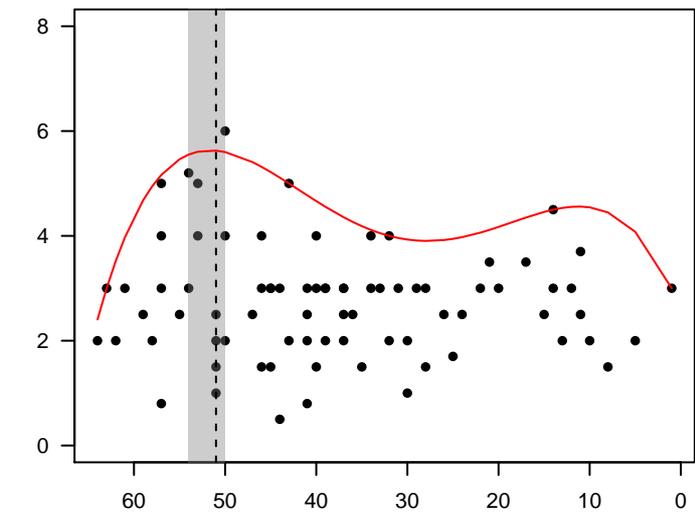
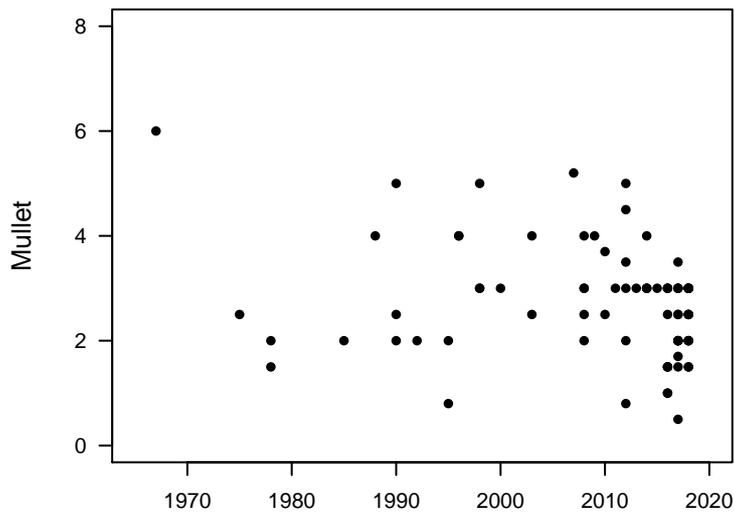
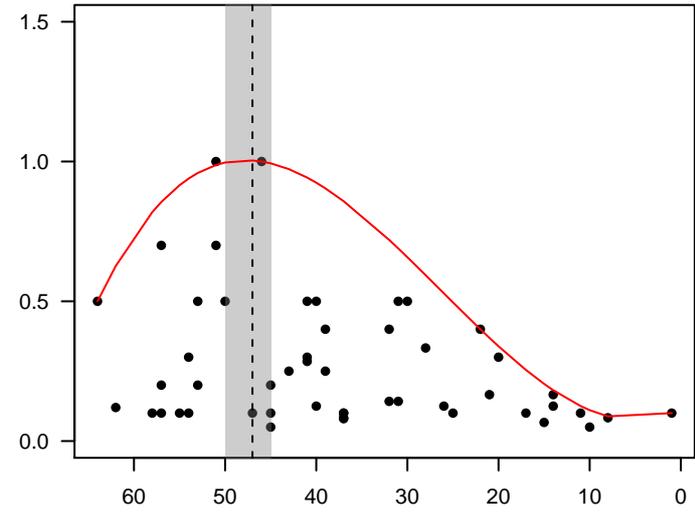
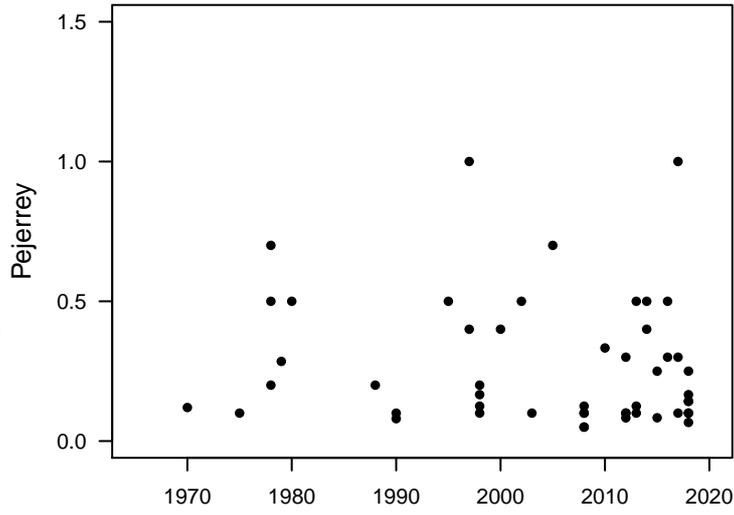
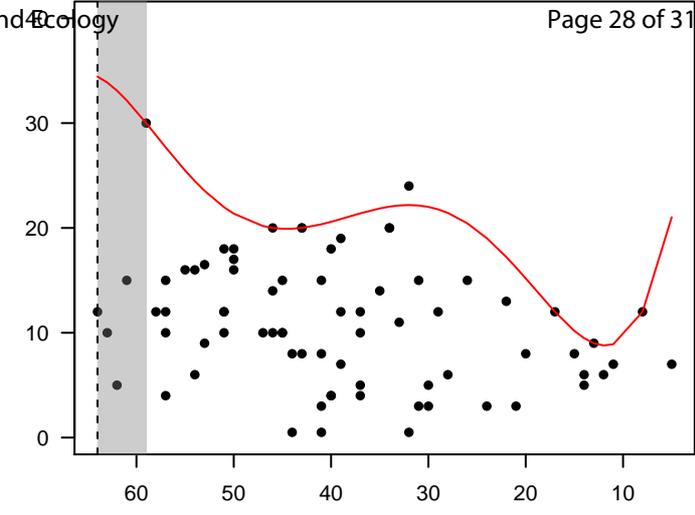
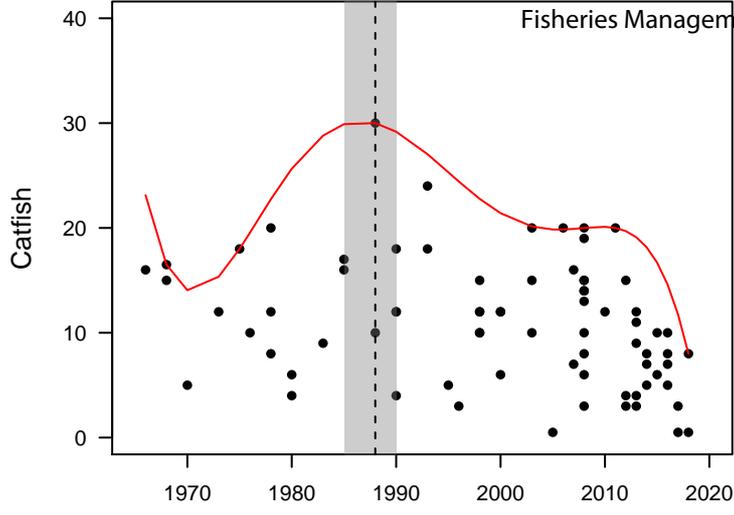


Highest catch year

Fishing years experience

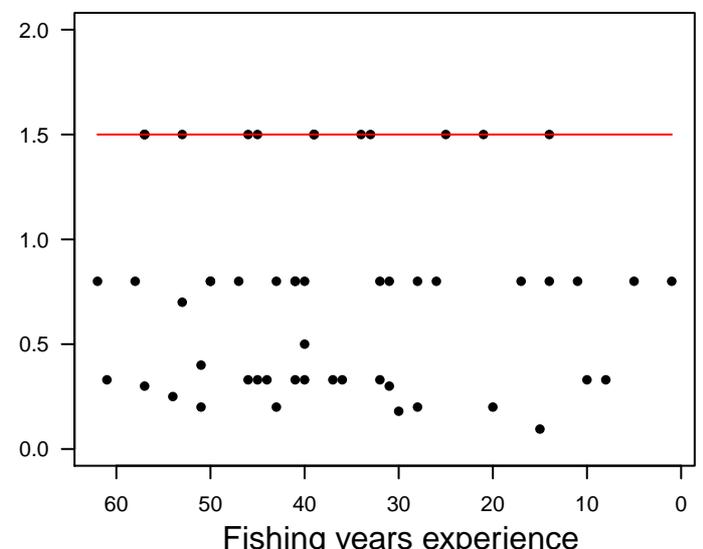
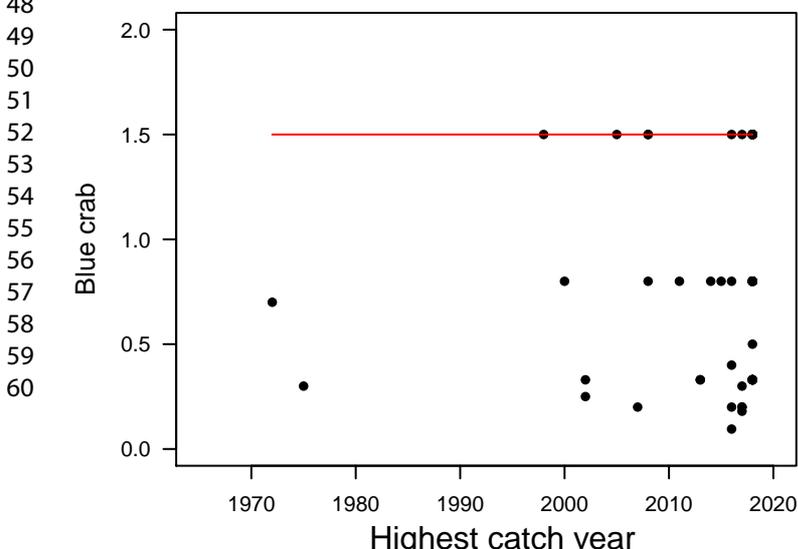
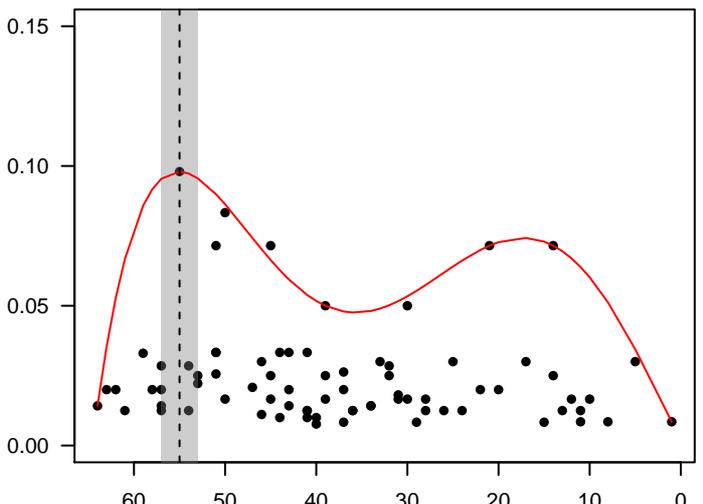
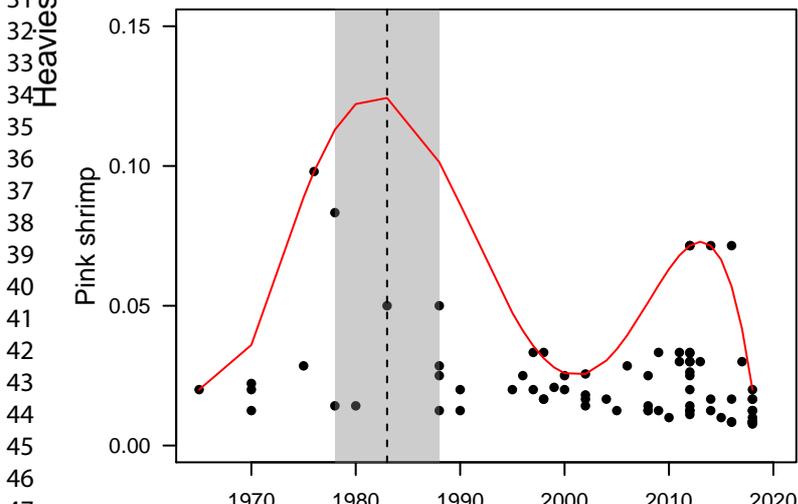
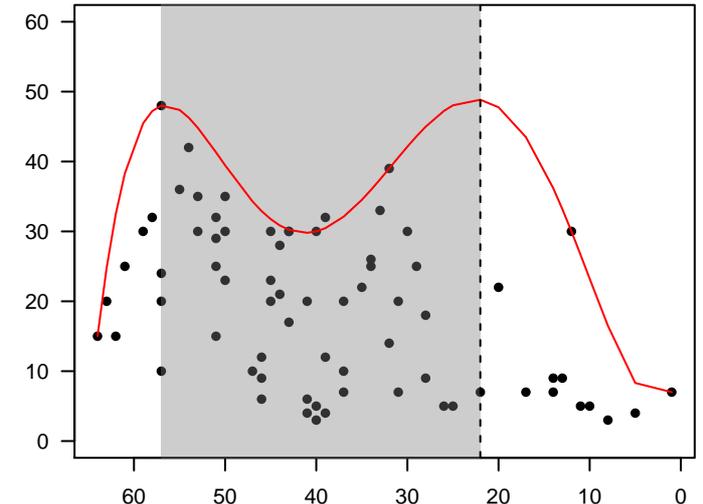
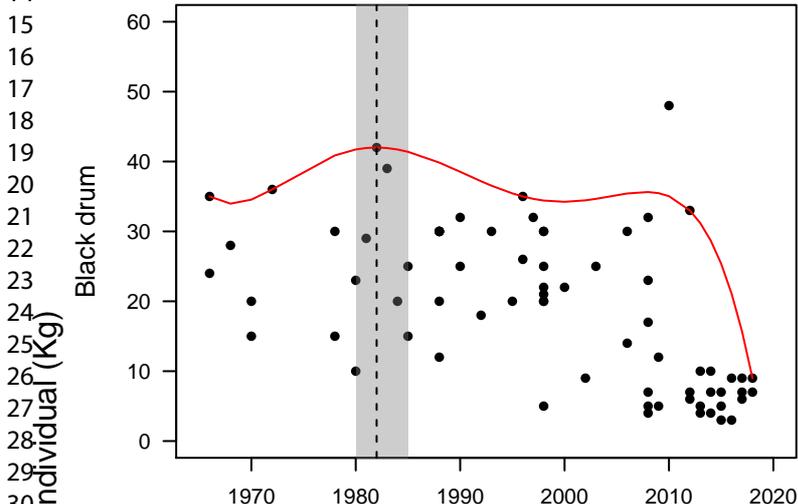
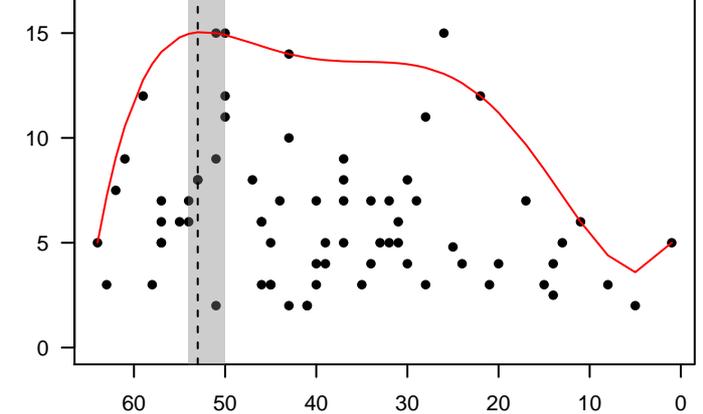
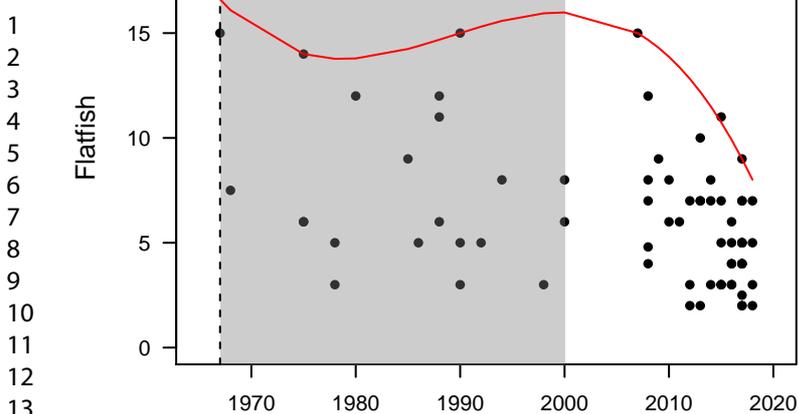


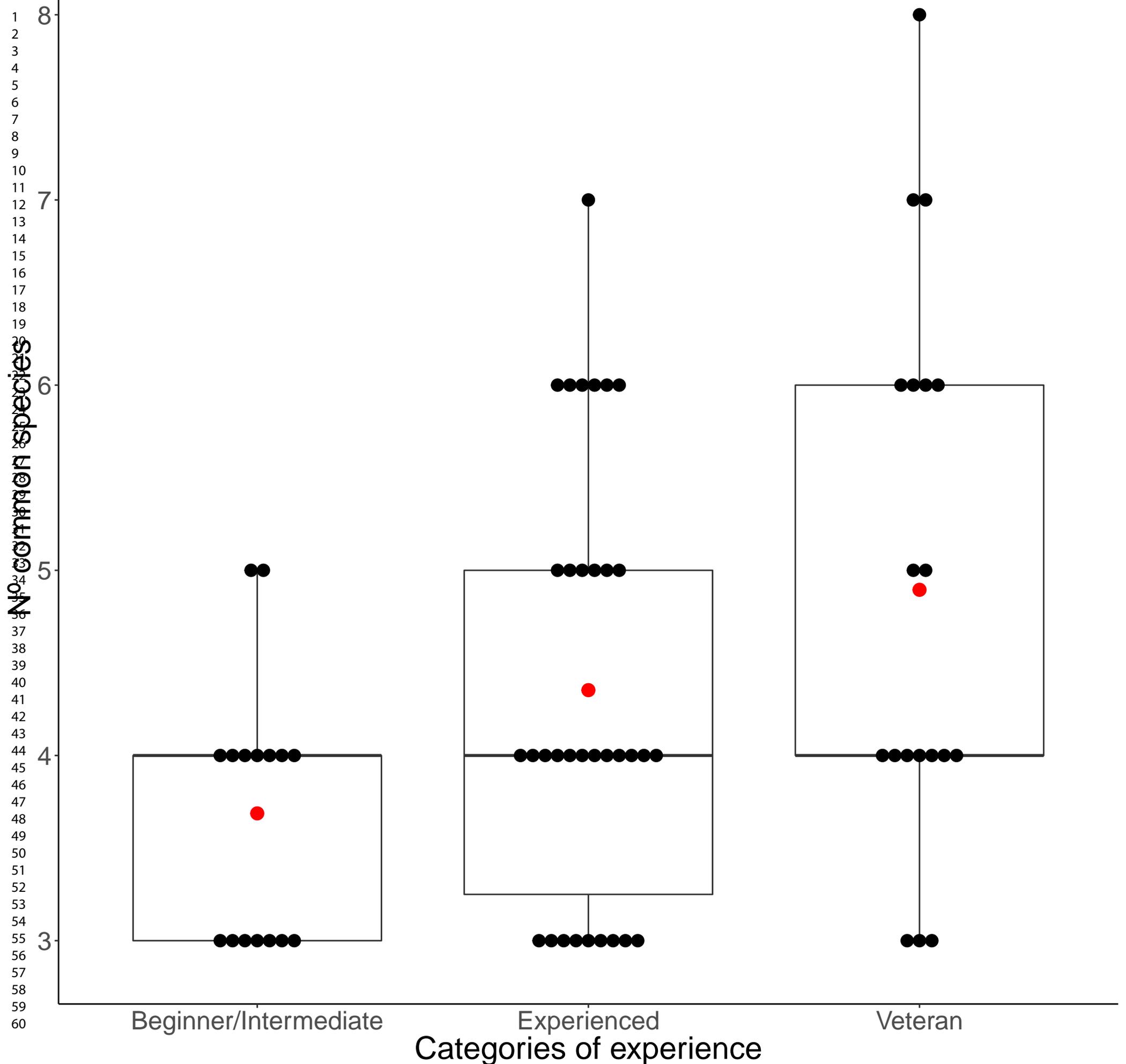
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37
- 38
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43
- 44
- 45
- 46
- 47
- 48
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 55
- 56
- 57
- 58
- 59
- 60



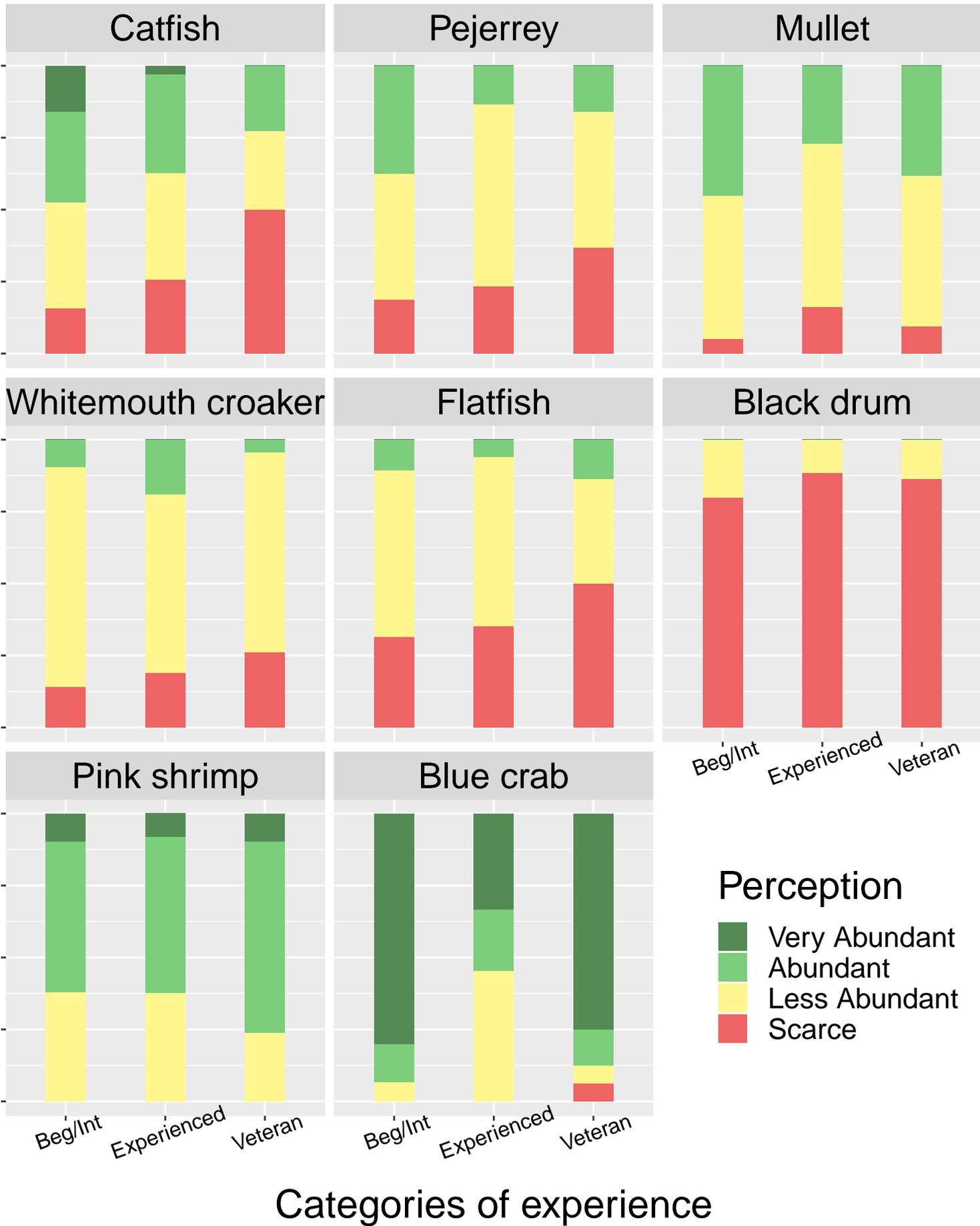
Highest catch year

Fishing years experience





1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60



Categories of experience