

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS RECENTES DA  
PESCA COM PARELHAS E SUA GESTÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Fernanda Andreoli Rolim**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Severino Rodrigues**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Setembro - 2014**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO**  
**AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS**  
**INSTITUTO DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS RECENTES DA  
PESCA COM PARELHAS E SUA GESTÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Fernanda Andreoli Rolim**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva**  
**Co-orientador: Prof. Dr. Evandro Severino Rodrigues**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

**São Paulo**

**Setembro - 2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

R748a

Rolim, Fernanda Andreoli

Avaliação dos padrões espaço-temporais recentes da pesca com parelhas e sua gestão no estado de São Paulo / Fernanda Andreoli Rolim – São Paulo, 2014  
iv, 89f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Antônio Olinto Ávila da Silva

1. Gestão pesqueira. 2. Áreas marinhas protegidas. 3. Espécies demersais.  
4. Série temporal. 5. Variáveis ambientais. 6. Sensoriamento remoto. I. Ávila-da-Silva, Antônio Olinto. II. Título.

CDD 779.1

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO  
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS  
**INSTITUTO DE PESCA**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS RECENTES  
DA PESCA COM PARELHAS E SUA GESTÃO NO ESTADO DE  
SÃO PAULO**

**FERNANDA ANDREOLI ROLIM**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção  
do título de MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de  
Concentração em Pesca, pela Comissão Examinadora:

APROVADA EM 12/09/2014 POR:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva**  
Orientador e Presidente da Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Paulo Ricardo Pezzuto**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Rodrigo Silvestre Martins**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva pela oportunidade, paciência, valiosos ensinamentos e conversas que sempre resultaram em muito conhecimento.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Evandro Severino Rodrigues pela oportunidade e ajuda.

Ao programa de pós-graduação em Pesca e Aquicultura do Instituto de Pesca de São Paulo.

À minha família por ser meu alicerce e me incentivar sempre em meus estudos, especialmente meus pais, Myrian e Eduardo, minha irmã Flávia, e meus avós, Hélio e Maria Elisa. Aos meus amigos que me acompanham há muitos anos, fazendo desse mundo um lugar mais divertido. Ao meu companheiro, Gabriel, pela amizade, parceria, apoio e paciência.

Ao pessoal do laboratório de estatística pesqueira pela disponibilidade, ajuda com os dados, companheirismo, conversas e, claro, pelos cafezinhos.

Ao pesquisador Gastão César Cyrino Bastos, pelas conversas que também renderam muito conhecimento e muitas ideias, além de me acompanhar nas saídas de campo e me ajudar na revisão dos textos. Aos Professores Doutores Paulo Ricardo Pezzuto, Jocemar Tomasino Mendonça, Paula Maria Gênova de Castro e Rodrigo Silvestre Martins pelas valiosas contribuições. Ao Marcos Campolim pelas conversas e esclarecimentos.

Agradeço à CAPES pelo financiamento.

E um agradecimento aos pescadores que voluntariamente fornecem informações à estatística pesqueira e especialmente aos armadores, mestres redeiros e mestres das embarcações pela atenção que me dispensaram durante as entrevistas que fiz ao longo deste estudo: Srs. Lutz (Ludwig Walter Hoffmann), Carlinhos (Carlos Alberto de Souza), Motta (Fernando Antônio Motta) e Rodrigo Franzese; aos mestres redeiros Srs. Pedrinho (Pedro José Gonçalves de Abreu) e Domingos Manoel Nascimento e aos Mestres Srs. Moysés (Manoel Moysés Fernandes), Lionildo Onildo Sagas, Dico (Denivaldo Djalma Lobo) e Edgar (João Isaac Medeiros).

Muito obrigada!

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
A questão das parselhas.....	6
Forçantes da pescaria.....	7
Área de estudo.....	9
Análise exploratória dos dados.....	11
<b>JUSTIFICATIVA E OBJETIVO</b> .....	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>21</b>
<b>EFEITOS DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS (AMPs) EM PESCARIAS: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL</b> .....	<b>21</b>
Resumo.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e métodos.....	29
a. Área de estudo.....	29
b. Obtenção de Dados.....	30
c. Análise dos dados.....	30
Resultados.....	33
Discussão.....	42
Conclusão.....	50
Referências bibliográficas.....	51
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>56</b>
<b>INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM DESCARGAS DE PESCARIAS COMERCIAIS: O ARRASTO COM PARELHAS EM SÃO PAULO, BRASIL</b> .....	<b>56</b>
Resumo.....	57
Abstract.....	58
Introdução.....	59
Objetivo.....	62
Material e métodos.....	62
a. Área de estudo.....	62
b. Dados das viagens.....	63
c. Dados ambientais.....	64
d. Análise dos dados.....	65
Resultados.....	68
a. Padrões operacionais e de captura.....	68
b. Padrões sazonais.....	71
c. Variáveis ambientais x DPUE.....	73
Discussão.....	76
Referências bibliográficas.....	83
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>89</b>

## RESUMO

### AVALIAÇÃO DOS PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS RECENTES DA PESCA COM PARELHAS E SUA GESTÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

A pesca de arrasto com parelhas é uma modalidade pesca industrial, multiespecífica, com embarcações de relativo grande porte e alto poder de captura, sendo capaz de abranger uma grande área de atuação. Por essas razões, a pescaria vem sendo motivo de conflitos com outras artes de pesca e sua gestão vem sendo discutida já há algum tempo. O presente trabalho objetivou, com isso, analisar a influência que as principais medidas de gestão tiveram na pescaria, bem como a relação de variáveis ambientais nas descargas da frota entre os anos 2003 e 2012. Diante de uma restrição de área de atuação em áreas costeiras do estado de São Paulo em 2009 pela criação das Áreas de Proteção Ambiental Marinha, a frota procurou por outras áreas de pesca atuando mais intensamente no litoral de outros estados, principalmente mais ao sul. As capturas de espécies mais costeiras, como a betara (*Menticirrhus* spp.), a pescada-foguete (*Macrodon atricauda*) e a pescada-cambucu (*Cynoscion virescens*) diminuíram, o que apontou para uma diminuição do rendimento econômico da pescaria. Outras frotas de pesca que continuaram atuando na área, principalmente o emalhe, apresentaram uma intensificação dos esforços e aumento das descargas das principais categorias de pescado, indicando uma necessidade de gestão das outras pescarias também para que os recursos sejam preservados. Além de serem influenciadas por medidas de gestão, as descargas das viagens da frota de parelhas apresentaram composições de abundância diferenciadas que estiveram relacionadas, principalmente, à latitude de captura, temperatura na superfície do mar e concentração de clorofila, indicando uma grande influência de variáveis ambientais na distribuição dos estoques e, conseqüentemente, na pescaria. Torna-se, portanto, indispensável considerar variáveis ambientais em modelos de avaliação de estoques, bem como em medidas de gestão.

Palavras-chave: gestão pesqueira, áreas marinhas protegidas, espécies demersais, série temporal, variáveis ambientais, sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

### ASSESSING RECENT SPATIO-TEMPORAL PATTERNS OF PAIR TRAWL FISHERIES AND ITS MANAGEMENT IN THE STATE OF SÃO PAULO

Pair trawling is a multispecific industrial fishery with relatively large vessels and high capture power, which makes it capable of covering a large area. For these reasons, it has been a subject of conflicts between fisheries; therefore, its management has been discussed for many years in Brazil. This study aimed to analyze the influence that management measures had on the fishery, as well as the relationship of environmental variables in fleet landings between 2003 and 2012. Dealing with an area restriction of activity in coastal areas of the state of São Paulo in 2009 by the creation of Marine Protected Areas, pair trawlers fleet searched for other fishing areas, enhancing fishing pressure on the coast of other states, mainly southward. Catches of most coastal species, such as southern kingcroaker (*Menticirrhus* spp.), southern king weakfish (*Macrodon atricauda*) and green weakfish (*Cynoscion virescens*), decreased, pointing to a decline in economic performance of the fishery. Other fishing fleets which continued working in the area, mainly the gillnet fleet, showed an intensification of efforts and landings for the main categories of fish. This indicates a need for management of other fisheries as well, in order to effectively protect the resources. Besides being influenced by management measures, pair trawlers landings compositions showed different abundances which were related mainly to capture latitude, sea surface temperature and chlorophyll concentration, indicating a high influence of environmental variables on stocks distribution, and consequently on fisheries. It is important, therefore, considering environmental variables on stock assessment models, as well as on management measures.

Keywords: fisheries management, marine protected areas, demersal species, temporal series, environmental variables, remote sensing.

## INTRODUÇÃO GERAL

A pesca é uma atividade antiga, com registros que datam de antes de 125 000 anos atrás (WALTER *et al.*, 2000), e sendo exercida pelo homem até a atualidade, construiu comunidades, desenvolveu economias e criou culturas (DIEGUES, 2004). Atualmente, é uma das poucas atividades econômicas remanescentes baseadas na extração, sendo praticada no mundo inteiro com inúmeras técnicas. Por ser uma atividade que extrai diretamente os recursos da natureza, está sujeita a uma limitação de uso. Portanto, se não houver uma gestão adequada, a atividade pode vir a colapsar (BOTSFORD *et al.*, 2012).

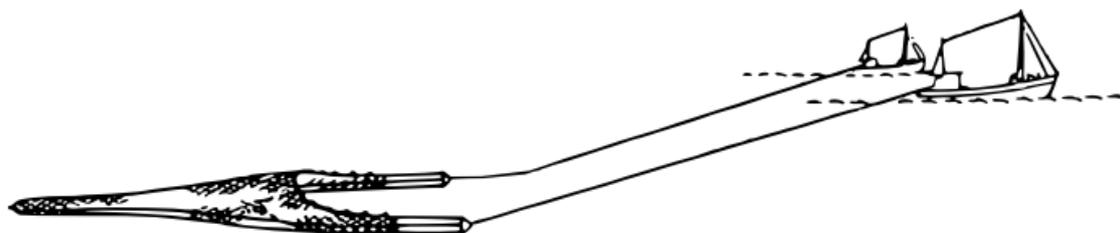
Entretanto, na *UK Royal Commission on the Sea Fisheries* em 1883, um renomado cientista do século XIX, Thomas Huxley, defendeu que as grandes pescarias da época, como de bacalhau e de arenque, eram inexauríveis, ou seja, nada que fosse feito afetaria seriamente o número de peixes, e que qualquer tentativa de regulamentação dessas pescarias seria inútil (HUXLEY, 1884).

Nessa época, a ciência pesqueira já discutia o tema, visto que, na mesma convenção, Ray Lankester levantou a preocupação com a exploração do estoque desovante e chamou a atenção para a captura de espécies acompanhantes (SMITH, 1994). Porém, a ideia de Huxley perdurou por muitos anos, até que, uma interrupção das pescarias durante a I Guerra Mundial resultou em uma recuperação dos estoques com consequentes capturas exorbitantes, tornando evidente a influência da pesca na abundância dos recursos (HARDY, 1956). Com isso, intensificou-se a ciência pesqueira e diversas medidas de gestão começaram a ser adotadas. Alguns anos depois, a

teoria da “*Tragédia dos comuns*” de Hardin (1968) foi desenvolvida, defendendo que recursos de uso comum, como oceanos, rios, ar e vegetação, estão sujeitos a uma degradação massiva. E essa concepção, então, se tornou vigente, suportando medidas de gestão dos recursos naturais e estudos sobre o tema (FEENY *et al.*, 1990). Mesmo assim, em 2009, 29,9% dos estoques pesqueiros estavam sobreexplorados e 57,4% totalmente explorados (FAO, 2011). Portanto, se faz necessário o desenvolvimento de uma gestão efetiva, tornando, com isso, indispensável o entendimento contínuo da atividade para a conservação dos oceanos.

A pesca atualmente é praticada por diferentes artes, explorando diversos tipos de ambientes marinhos e inúmeras espécies. O ambiente demersal é o mais explorado em regiões tropicais costeiras (WORM *et al.*, 2009), sendo que, na região Sudeste-Sul do Brasil, é explorado tradicionalmente por diversas frotas pesqueiras comerciais, como os arrastos de parelha, arrastos de portas simples, arrasto de portas com tangones, linha de mão, espinhel de fundo, rede de emalhe, potes para polvo e covos (VALENTINI *et al.*, 1991; CASTRO, 2004; VALENTINI e PEZZUTO, 2006).

A modalidade de pesca conhecida como arrasto com parelhas é caracterizada pela presença de dois barcos responsáveis por arrastar uma rede junto ao substrato, visando à captura de organismos demersais costeiros. A distância entre os barcos determina a abertura horizontal da rede, a qual pode atingir por volta de 55 metros; e chumbos na parte inferior e bóias na parte superior determinam a abertura vertical da rede, que pode ser de até 6 metros aproximadamente (CASTRO, 2004) (Figura 1).



**Figura 1** Representação esquemática da pesca com parelhas. Fonte: KLIPPEL *et al.* (2005).

Este método de pesca contribui com uma parcela importante das descargas no estado de São Paulo, ao lado das frotas que operam com cerco e emalhe (VALENTINI e PEZZUTO, 2006), além de ser também uma relevante pescaria nos estados mais ao sul do país. Em 2011, as parelhas foram responsáveis por 18% (4 004 t) de toda produção pesqueira em São Paulo, já em 2012 caiu para 12,6% (3 251 t) (SÃO PAULO, 2014). Já a frota de Santa Catarina, em 2011, descarregou 7,7% (9 395 t) da produção total desse estado, e em 2012 representou 7,5% (11 855 t) (UNIVALI, 2013a e 2013b). E no Rio Grande do Sul as parelhas produziram 3,9% (1 285 t) do pescado em 2011 (BRASIL, 2012).

A pesca com parelhas foi pouco estudada no Brasil, sendo que as publicações mais recentes datam de 2007. KOTAS (1991) analisou as descargas da frota sediada em Itajaí e Navegantes (SC) no ano 1986. VALENTINI *et al.* (1991) avaliaram a evolução das descargas das principais espécies demersais da frota sediada em São Paulo. A análise da dinâmica da frota desse mesmo estado foi realizada por CASTRO (2001), descrevendo a atuação da pescaria do período de 1990 a 1999. CASTRO *et al.* (2001) aplicaram um modelo bioeconômico na frota também de São Paulo, avaliando

os retornos financeiros da pescaria. PEREZ e PEZZUTO (2001) descreveram as características operacionais, as capturas e os padrões espaciais das descargas realizadas pela frota de parelhas em Itajaí (SC). CASTRO e TUTUI (2007) avaliaram as características físicas e operacionais da frota de São Paulo, comparando essas variáveis entre os anos 1975, 1980, 1993 e 1998. E SOUZA *et al.* (2007) descreveram e caracterizaram a composição da categoria denominada “mistura” das capturas da mesma frota, avaliando sua importância nas descargas.

Em 1944 a frota de Santos, SP era composta por 4 parelhas médias e 11 pequenas, conhecidas como “parelhinhas”. Na década de 1950 essa frota atuava em toda região Sudeste-Sul, mas principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, desembarcando sua produção em Santos (CASTRO, 2004).

Da década de 1970 à década de 2000, a intensa exploração do ambiente demersal na região Sudeste-Sul pelas parelhas, por frotas de arrasto simples e duplo, bem como pelas redes de emalhar, resultou numa queda na quantidade de recursos e apontou para uma conseqüente queda na frota de parelhas (CASTRO e TUTUI, 2007; CASTRO, 2004). Segundo o estudo de CASTRO (2000) nos anos de 1995 e 2000 desembarcaram nos portos de São Paulo 36 parelhas diferentes, as quais atuaram desde o norte do Espírito Santo até o sul do Rio Grande do Sul. Já em 2001 verificou-se 25 parelhas (CASTRO *et al.*, 2005) e em 2012, 8 (SÃO PAULO, 2014).

Diversas medidas de gestão vêm sendo adotadas para reverter o quadro de sobreexploração dos estoques pesqueiros, dentre elas a criação de Áreas

Marinhas Protegidas (AMPs). Uma AMP, segundo a *Convention on Biological Diversity* (CBD), consiste em qualquer área definida no ambiente marinho ou em áreas adjacentes, em que sua fauna e flora, bem como suas características culturais e históricas associadas, estejam sujeitas a uma legislação de forma que sua biodiversidade esteja mais protegida que seu o entorno (CBD, 2004a). As AMPs, segundo *Seventh Meeting of the Conference of Parties* (COP7), têm contribuído com a proteção da biodiversidade, uso sustentável dos recursos e na gestão de conflitos, aumentando a qualidade de vida e melhorando a situação econômica dos envolvidos (CBD, 2004b).

Diante disso, em decorrência da preocupação com o ambiente marinho e com a gestão pesqueira, em 2008 foram instituídas três AMPs no litoral do estado de São Paulo intituladas Áreas de Proteção Ambiental Marinha (APAM) do Litoral Norte, APAM do Litoral Centro e APAM do Litoral Sul (SÃO PAULO, 2008). Nessas áreas foi proibida a pesca pelo sistema de parras e a pesca com compressor de ar ou outro equipamento de sustentação artificial, em qualquer modalidade. Na APAM do Litoral Centro, a proibição das parras atinge os 23,6 m de profundidade, e nas outras duas APAMs, a pesca foi restrita em sua totalidade. Como essa pescaria contribui de forma relevante com a cadeia de pescado e envolve um grande número de pessoas, se torna importante entender quais foram as mudanças efetivas na pescaria com a implantação das APAMs, possibilitando um processo de gestão mais participativo e eficiente.

## **A questão das parelhas**

As parelhas possuem alto poder de captura, apresentando uma produção relativamente grande quando comparada a outros métodos de pesca. Além disso, apresenta uma alta taxa de descarte. Por esses motivos a preocupação com essa pescaria não surgiu em 2008 na criação das APAMs do estado de São Paulo. Os pescadores artesanais costumam alegar já há algum tempo ter sua atividade prejudicada tanto pela concorrência pela área de pesca, em que as parelhas levam suas redes (XAVIER e TURRA, 2011), quanto pelo recurso (SILVA e MILARÉ, 2007).

Diante disso, já em 1984 as pescarias de arrasto pelo sistema de portas e de parelhas acima de 10 AB foram proibidas de atuar a menos de 1,5 milhas da costa do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1984). E em 1998, também o governo do estado estabeleceu os objetivos e as diretrizes do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, baseado no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (BRASIL, 1988; SÃO PAULO, 1998), restringindo a atuação pela frota de parelhas em toda zona costeira do estado, a qual é, segundo essa legislação estadual, a área contida da costa até a isóbata de 23,6 m. Entretanto, as parelhas continuaram atuando em todo litoral, pois essas medidas não foram regulamentadas e a fiscalização não foi efetivada.

Em 2009, foi então adotada uma restrição de atuação da frota pelo artigo 6º dos decretos das três APAMs do litoral do estado de São Paulo, onde ficou proibida a pesca de arrasto com a utilização de sistema de parelha de barcos de grande porte e a pesca com compressor de ar ou outro equipamento de sustentação artificial, em qualquer modalidade (São Paulo, 2008). Para a

regulamentação desse artigo, segundo as respectivas atas, ocorreram discussões acerca do tema nas reuniões dos Conselhos Gestores e das Câmaras Temáticas de Pesca de cada APAM, com a participação de diversos setores, como da academia, de diversas esferas de governo, de organizações não-governamentais, da pesca artesanal e da pesca industrial, definindo, então, os limites de atuação dessa frota em cada APAM.

Decidiu-se, por fim, que no litoral norte devido à declividade da plataforma, adotar a profundidade de 23,6 m para restringir as parelhas não seria adequado pela proximidade com a costa, por isso foi proibida a atuação em toda extensão da APAM Litoral Norte. Entretanto, no litoral centro, a APAM tem algumas partes que atingem 40 m de profundidade com uma distância grande da costa, pois a plataforma apresenta uma declividade suave, sendo adotada, por esse motivo, a profundidade de 23,6 m, permitindo a atuação da frota no restante da área. O objetivo dessa decisão foi causar menos impacto na pescaria, já que é onde a frota de parelhas de São Paulo é sediada e, portanto, onde mais atua. Já no litoral sul, restringiu-se essa pesca em toda a APAM, pois as profundidades desta atingem, no máximo, 25m.

### **Forçantes da pescaria**

Além das medidas de gestão terem o potencial de influenciar a dinâmica de uma frota, há também alterações nos padrões da pescaria em decorrência de mudanças operacionais e ambientais. Diversos estudos verificaram essas correlações em descargas comerciais de frotas pesqueiras.

Variáveis ambientais influenciam nas capturas por afetar as populações por meio de diversos mecanismos. A temperatura, por exemplo, influencia na dinâmica das populações (HOBDAY e TEGNER, 2002), bem como na fisiologia (PÖRTNER *et al.*, 2001) e recrutamento (HOUDE, 1989) de algumas espécies. Além disso, a intensidade de luz incidente sobre o mar pode afetar o comportamento de organismos (MAYNOU e SARDÁ, 2001) e o recrutamento de algumas espécies pode estar relacionado à abundância de fitoplâncton indicada pela concentração de clorofila (GRIMES e FINUCANE, 1991).

Mudanças nos aparelhos de pesca também podem explicar variações nas descargas, aumentando ou diminuindo o poder de pesca da embarcação, como por exemplo, a configuração da rede de arrasto no estudo de ROSE e NUNNALLE (1998), e a profundidade, grossura da linha e presença de atrativos luminosos na pesca de espinhel no estudo de DAMALAS *et al.* (2007).

As taxas de captura são influenciadas por uma complexa combinação de fatores que interferem no processo de captura, bem como pela dinâmica da população. Tendências na captura ao longo do tempo podem refletir mudanças na mortalidade por pesca e/ou mudanças na abundância. A captura por unidade de esforço (CPUE), dessa forma, é resumida na seguinte fórmula:

$$CPUE = q \bar{N}$$

Em que a CPUE é um produto do coeficiente de capturabilidade ( $q$ ), ou seja, do risco de captura por um indivíduo, e da abundância média ( $\bar{N}$ ). A CPUE em uma determinada região é, com isso, proporcional à densidade populacional, ou seja, mudanças proporcionais na CPUE são iguais a mudanças proporcionais na abundância (QUINN e DERISO, 1999).

Portanto, torna-se importante investigar as forçantes da pesca para compreender as variações de CPUE, aperfeiçoando, com isso, os modelos de previsão de pescarias e oferecendo subsídios para um processo de gestão mais apropriado.

### **Área de estudo**

As viagens da frota de parelhas com descargas registradas em São Paulo ocorreram do litoral do Espírito Santo ao litoral do Rio Grande do Sul, localizando-se aproximadamente entre 20°S e 33°S, entretanto a maioria concentrou-se entre o Rio de Janeiro e Itajaí (22°S e 26°S), entre as isóbatas de 10 e 70 metros.

A principal área de atuação da frota, portanto, foi a plataforma continental sudeste. Essa plataforma apresenta uma grande extensão com aproximadamente 200 km de largura, atingindo sua maior largura na altura de Santos (SP), com 250 km, e menor largura nas proximidades de Cabo Frio (RJ), com 50 km. A profundidade da quebra da plataforma varia de 120 a 180 m. O fundo da plataforma é principalmente recoberto por areia, apresentando também sedimentos classificados como areia lamosa e lama, esta principalmente perto da foz do rio Paranaguá (FIGUEIREDO e MADUREIRA, 2004). A topografia em geral é suave, com as isóbatas dispendo-se paralelamente à costa (CASTRO *et al.*, 2006).

Em geral, as massas de água presentes na plataforma continental sudeste são a Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e

uma terceira chamada de Água Costeira (AC) a qual é composta por uma mistura da descarga de águas continentais com as águas da plataforma. A parte mais interna da plataforma é ocupada pela AC. Durante o verão, a ACAS penetra em direção à costa na camada mais profunda, algumas vezes atingindo a parte mais interna da plataforma (CASTRO *et al.*, 2006). Já no inverno a termoclina erode (BRANDINI *et al.*, 2013), alargando a banda costeira ocupada pela AC (CASTRO *et al.*, 2006). A AT é uma água quente e salina (temperaturas acima de 20° C e salinidades acima de 36) carregada pela Corrente do Brasil em direção ao sul, margeando a costa e ocupando a superfície do Atlântico Sul tropical. A ACAS flui na região da picnoclina, atingindo a costa da América do Sul transportada pela Corrente Sul Equatorial, havendo então uma bifurcação, com parte fluindo rumo ao equador e a outra porção seguindo em direção ao sul. Na região ao sul do Cabo de São Tomé no RJ a ACAS segue em sentido sul, transportada também pela Corrente do Brasil; nessa região, a mesma apresenta temperaturas por volta de 20° C e salinidade 36,2 (CASTRO *et al.*, 2006).

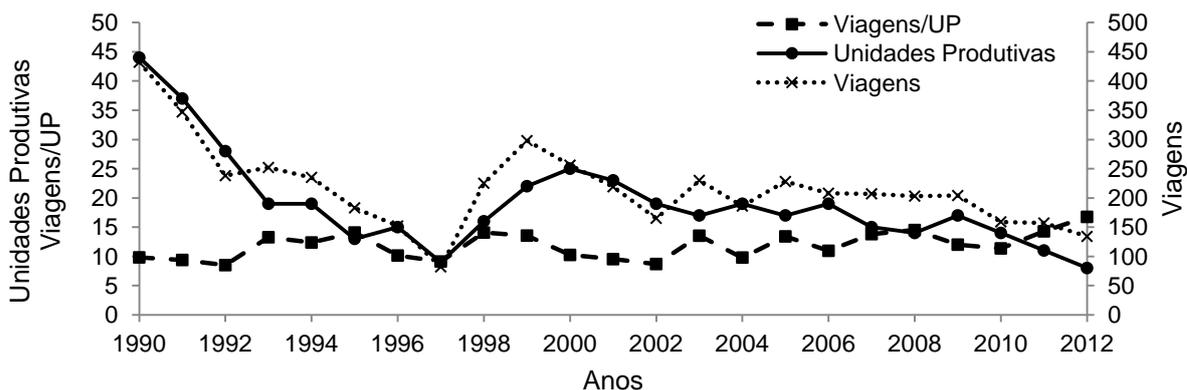
Na região de Cabo Frio, no estado do Rio de Janeiro, ocorre o fenômeno conhecido por ressurgência costeira, ou seja, ocorre um afloramento de águas subsuperficiais com influência nas proximidades da costa. Esse fenômeno é causado por fortes ventos sentido nordeste na região e pela mudança brusca da orientação da linha de costa de NE-SW para E-W. O vento transporta as águas superficiais representadas pela AT e as águas subsuperficiais (ACAS) afloram quando encontram a mudança da orientação da costa. As águas frias e mais profundas carregam nutrientes que, quando aflorados, aumentam a

produtividade primária e secundária local (CASTRO *et al.*, 2006), o que pode ter influência na produtividade pesqueira da região.

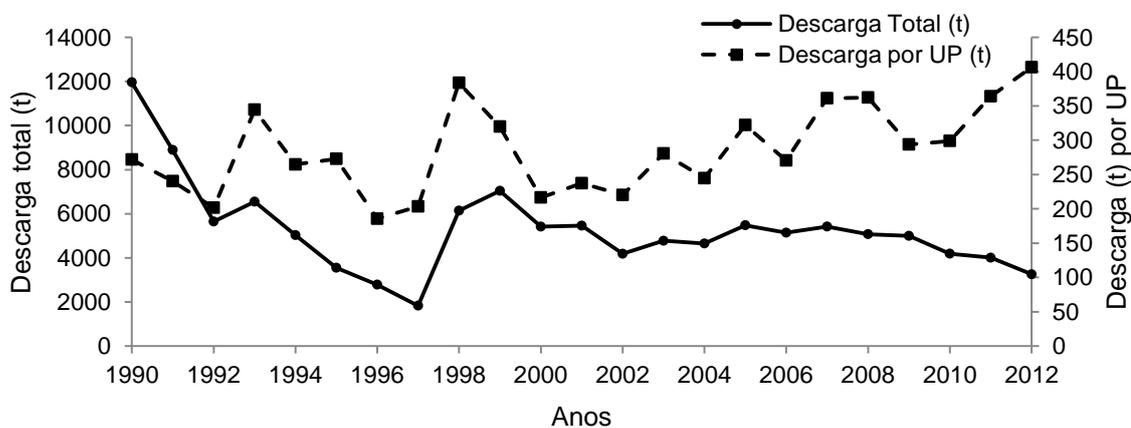
### **Análise exploratória dos dados**

Os dados utilizados no estudo foram oriundos do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira - PMAP do Instituto de Pesca de São Paulo. Nesse programa, os dados foram obtidos por método censitário nos principais portos de descarga do estado. Os dados de captura foram obtidos a partir do peso ou número de indivíduos por espécie na descarga. As informações em relação às áreas de pesca foram adquiridas a partir de entrevistas com os tripulantes na ocasião da descarga, solicitando referências a um acidente geográfico, direção de navegação, distância da costa, profundidades de operação e coordenadas geográficas. O esforço de pesca foi determinado a partir de dias efetivos de pesca, número de operações de pesca e horas de arrasto (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 1999).

As análises seguintes provêm de uma série temporal de dados sobre a frota de parelha que datam de 1990 (Figura 2 e Figura 3). Desde esse ano até 2012 foram registradas 4 992 viagens com 119 diferentes unidades produtivas, descarregando 243 055 t de pescado.



**Figura 2** Número de unidades produtivas (pares de barco), número de viagens e número de viagens por unidade produtiva por ano da frota de parrelha de São Paulo.



**Figura 3** Valores de descarga total e de descarga por unidade produtiva (UP) ao longo dos anos da frota de parrelha de São Paulo.

Foram registradas descargas de 109 diferentes categorias de pescado no período. Dentro das capturas estão peixes ósseos, cartilaginosos, moluscos e crustáceos. Do total das categorias, 66 são peixes ósseos pertencentes à ordem Perciformes, apresentando principalmente exemplares das famílias Sciaenidae, Carangidae e Serranidae em termos de número de espécies.

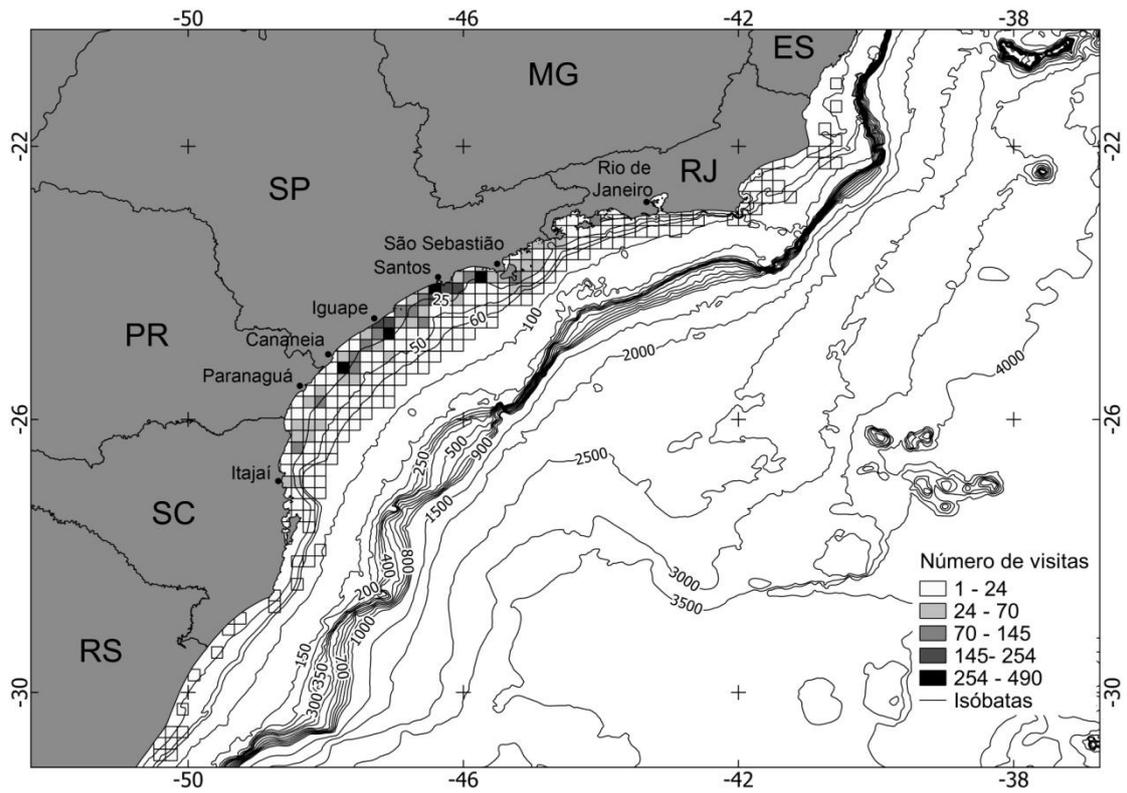
Em termos de quantidade descarregada, a família Sciaenidae foi responsável por 73,2%, sendo os principais representantes, pela ordem, a corvina (*Micropogonias furnieri*) e o goete (*Cynoscion jamaicensis*) (Tabela 1).

A família Balistidae foi a segunda, com o peixe-porco (*Balistes capriscus*) e em terceiro ficou a família Trichiuridae, com o peixe-espada (*Trichiurus lepturus*). A categoria mistura que é composta por espécies de peixes ósseos não identificadas foi responsável por 12% da descarga no período. As 23 principais categorias representaram 98,1% da descarga.

**Tabela 1** Quantidade (t) descarregada das principais categorias de pescado da frota de parselhas do estado de São Paulo de 1990 a 2012.

Categoria	Espécie	Família	Ordem	Descarga (t)
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	Sciaenidae	Perciformes	108 629,26
Goete	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Sciaenidae	Perciformes	48 743,79
Mistura	Espécies não identificadas	-----	-----	40 014,80
Peixe-porco	<i>Balistes capriscus</i>	Balistidae	Tetraodontiformes	11 148,08
Pescada-foguete	<i>Macrodon atricauda</i>	Sciaenidae	Perciformes	7 222,73
Betara	<i>Menticirrhus</i> spp.	Sciaenidae	Perciformes	6 722,66
Cações agrupados	-----	-----	-----	4 319,31
Espada	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae	Perciformes	2 078,74
Maria-mole	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Sciaenidae	Perciformes	1 604,54
Pescada-branca	<i>Cynoscion leiarchus</i>	Sciaenidae	Perciformes	1 596,07
Pescada-cambucu	<i>Cynoscion virescens</i>	Sciaenidae	Perciformes	1 392,96
Bagre	-----	Ariidae	Siluriformes	1 202,50
Linguado	-----	Paralichthyidae	Pleuronectiformes	1 016,31
Viola	<i>Rhinobatos</i> spp.	Rhinobatidae	Rajiformes	749,33
Pescada-amarela	<i>Cynoscion acoupa</i>	Sciaenidae	Perciformes	723,31
Castanha	<i>Umbrina</i> spp.	Sciaenidae	Perciformes	652,70
Cabrinha	<i>Prionotus</i> spp.	Triglidae	Scorpaeniformes	604,57
Lula	<i>Doryteuthis</i> spp.	Loliginidae	Myopsida	389,83
Peixe-galo	<i>Selene</i> spp.	Carangidae	Perciformes	386,94
Roncador	<i>Conodon nobilis</i>	Haemulidae	Perciformes	368,40
Gordinho	<i>Peprilus paru</i>	Stromateidae	Perciformes	367,12
Raias agrupadas	-----	-----	Rajiformes	344,40
Robalo	<i>Centropomus</i> spp.	Centropomidae	Perciformes	334,47
Guaivira	<i>Oligoplites</i> spp.	Carangidae	Perciformes	270,04

O mapa da Figura 4 mostra a distribuição do esforço da pesca de parselhas em número de visitas da frota por bloco estatístico do período de 1990 a 2012. É possível verificar uma concentração da frota na região da Ilha do Bom Abrigo em Cananeia, Santos, Guarujá e região sul do município de São Sebastião, no estado de São Paulo.



**Figura 4.** Mapa da distribuição do esforço em número de visitas da frota de parelha do período de 1990 a 2012, por quadrado estatístico de 10 minutos latitude/longitude.

## JUSTIFICATIVA E OBJETIVO

Torna-se indispensável analisar a dinâmica da pesca de parelha devido à importância dessa frota no estado de São Paulo e à necessidade de avaliação da eficiência das ações de gestão pesqueira para o desenvolvimento sustentável das pescarias e para a manutenção dos estoques pesqueiros.

O objetivo desta dissertação foi, portanto, descrever a dinâmica da pesca com parelhas, avaliando os efeitos das medidas de gestão adotadas para a frota, bem como verificar os mecanismos ambientais e operacionais que se relacionam com suas taxas de descarga de pescado. Dados do período de 2003 a 2012 foram utilizados para as análises do primeiro capítulo e, para o segundo capítulo, a série temporal entre os anos 2003 e 2011 foi adotada, devido às respectivas necessidades das análises e à disponibilidade dos dados ambientais.

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do Projeto “Inovação e interdisciplinaridade aplicadas à gestão e ao desenvolvimento sustentável da indústria pesqueira marinha das regiões sudeste e sul do Brasil – IGEPECA”, apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Brasil (Edital Ciências do Mar 09/2009 – AUXPE 1141/2010).

Os capítulos dessa dissertação estão estruturados na forma de artigos científicos, intitulados:

**Capítulo 1** – Efeitos de Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) em pescarias: o caso do estado de São Paulo, Brasil.

**Capítulo 2** – Influência de variáveis ambientais e operacionais em descargas de pescarias comerciais: o arrasto com parelhas em São Paulo, Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999 Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Controle Estatístico de Produção Pesqueira Marítima - ProPesq. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA,11.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA,1., Recife, Brasil, 17-21/out/1999. *Anais...v.2*: 824-832.
- BRANDINI, F.P.; NOGUEIRA Jr, M.; SIMIÃO, M.; CODINA, J.C.U.; NOERNBERG, M.A. 2014 Deep chlorophyll maximum and plankton community response to oceanic bottom intrusions on the continental shelf in South Brazilian Bight. *Continental Shelf Research*, 89: 61-75.
- BRASIL, 1988 Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988.
- BRASIL, 2012. *Desembarque de pescado no Rio Grande do Sul: 2011*. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Centro de Pesquisa e Gestão dos Recursos Pesqueiros Lagunares e Estuarinos; Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG.
- BOTSFORD, L. W.; CASTILLA, J.C.; PETERSON, C.H. 2012 The management of fisheries and marine ecosystem. *Science*, 277: 509-515.
- CASTRO, L.A.B de; PETRERE Jr, M.; COMUNE, A.E. 2001 A bio-economic appraisal of pair trawl fisheries off southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 49(1/2): 39-48.
- CASTRO, L.A.B de; YAMANAKA, N.; ARFELLI, C.A.; SECKENDORFF, R.W. von 2005 Situação atual da cadeia produtiva do pescado no litoral do estado de São Paulo. *Série Relatórios Técnicos*, Instituto de Pesca de São Paulo, 21: 1-55.
- CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A.; MIRANDA, L.B. 2006 Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B; MADUREIRA, L.S.P. *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p.11-120.
- CASTRO, P.M.G. de 2000 *Estrutura e dinâmica da frota de parelhas do estado de São Paulo e aspectos biológicos dos principais recursos pesqueiros demersais costeiros da região sudeste/sul do Brasil (23° - 29° S)*. São Paulo. 261p. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo).
- CASTRO, P.M.G. de 2001. Estrutura e dinâmica da frota de parelhas do estado de São Paulo e aspectos biológicos dos principais recursos demersais costeiros do sudeste do Brasil (23° - 29° S). *Notas técnicas da FACIMAR*, 5: 59-92.

- CASTRO, P.M.G. de 2004 A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/artigo\_paula.pdf> Acesso em: 25 jul. 2014.
- CASTRO, P.M.G. de e TUTUI, S.L. 2007 Frota de parelha do estado de São Paulo – Caracterização física e operacional e suas variações temporais. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, São Luis, 2(2): 13-31.
- CBD 2004a *Convention on Biological Diversity. Technical Advice on the Establishment and Management of a National System of Marine and Coastal Protected Areas*. CBD Technical Series, 13. 40p.
- CBD 2004b *Report of the Seventh Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (COP7)*. Kuala Lumpur, 9-20 e 27 Fevereiro. 91p.
- DAMALAS, D.; MEGALOFONOU, P.; APOSTOLOPOULOU, M. 2007 Environmental, spatial, temporal and operational effects on swordfish (*Xiphias gladius*) catch rates of eastern Mediterranean Sea longline fisheries. *Fisheries Research*, 84: 233–246.
- DIEGUES, A. 2004 *A pesca construindo sociedades*. São Paulo: Nupaub, USP. 315p.
- FAO 2011 *Review of the state of world marine fishery resources*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Marine and Inland Fisheries Service. Fisheries and Aquaculture Resources Use and Conservation Division. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma. 336 p.
- FENNY, D.; BERKES, F.; McCAY, B.J.; ACHESON, J.M. 1990 The tragedy of the commons: twenty-two years later. *Human Ecology*, 18(1): 1-19.
- FIGUEIREDO, A.G. e MADUREIRA, S.P.L. 2004 *Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. 64p.
- GRIMES, C.B. e FINUCANE, J.H. 1991 Spatial distribution and abundance of larval and juvenile fish, chlorophyll and macrozooplankton around the Mississippi River discharge plume, and the role of the plume in fish recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, 75: 109-119.
- HARDY, A. C. 1956 *The open sea*. Its natural history: the world of plankton. London: Collins. 355p.
- HARDIN, G. 1968 The tragedy of the commons. *Science*, 162 (3859): 1243-1248.
- HOBDAV, A.J. e TEGNER, M.J. 2002 The warm and the cold: influence of temperature and fishing on local population dynamics of red abalone. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 43: 74-96.

- HOUDE, E.D. 1989 Subtleties and episodes in the early life of fishes. *Journal of Fish Biology*, 35 (Supplement A): 29-38.
- HUXLEY, T.H. 1884 Inaugural address. *The Fisheries Exhibition Literature Scientific*, 4: 1-22.
- KLIPPEL, S.; VOOREN, C. M.; LAMÓNACA, A. F.; PERES, M. B. 2005 A pesca industrial no sul do Brasil. In VOOREN, C. M. e KLIPPEL, S. *Ações prioritárias para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Porto Alegre: Igaré. 135-177p.
- KOTAS, J.E. 1991 Análise dos desembarques da pesca industrial de arrasteiros de parelha sediados nos municípios de Itajaí e Navegantes (SC) durante o ano de 1986. *Atlântica* 13(1): 97-105.
- MAYNOU, F. e SARDÀ, F. 2001 Influence of environmental factors on commercial trawl catches of *Nephrops norvegicus*. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 1318–1325.
- PEREZ, J.A.; PEZZUTO, P.R. 2001 Análise da dinâmica da pesca de arrasto do sudeste e sul do Brasil, entre 1997 e 1999, a partir de desembarques realizados no porto de Itajaí – SC. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 5: 59-92.
- PORTNER H.O.; BERDAL, B.; BLUST, R.; BRIX, O.; COLOSIMO, A.; WACHTER, B. De.; GIULIANI, A.; JOHANSEN, T.; FISCHER, T.; KNUST, R.; LANNIG, G.; NAEVDAL, G.; NEDENES, A.; NYHAMMER, G.; SARTORIS, F.J.; SERENDERO, I.; SIRABELLA, P.; THORKILDSEN, S.; ZAKHARTSEV, M. 2001 Climate induced temperature effects on growth performance, fecundity and recruitment in marine fish: developing a hypothesis for cause and effect relationships in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and common eelpout (*Zoarces viviparus*). *Continental Shelf Research*, 21: 1975–1997.
- QUINN, T.J. e DERISO, R.B. 1999 *Quantitative fish dynamics*. New York: Oxford University Press. 542p.
- ROSE, G.C. e NUNNALLEE, E.P. 1998 A study of changes in groundfish trawl catching efficiency due to differences in operating width, and measures to reduce width variation. *Fisheries Research*, 36: 139-137.
- SÃO PAULO, 1984 Portaria SUDEPE nº N-54, de 20 de dezembro de 1984. Dispõe sobre a pesca de arrasto pelo sistema de portas e parelhas.
- SÃO PAULO, 1998. Lei nº 10.019, de 3 de julho de 1998. Dispõe sobre o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro.
- SÃO PAULO 2008 Decretos nº 53.525, 53.526 e 53.527 de 08 de outubro de 2008. Diário Oficial do estado de São Paulo de 09 de outubro de 2008. Cria as Áreas de Proteção Ambiental Marinha do estado de São Paulo.
- SÃO PAULO 2014 Estatística pesqueira. Instituto de Pesca de São Paulo. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/estatistica/index.php>>. Acesso em 17 jul.2014.

- SILVA, A.P.T. da e MILARÉ, E. 2007 Caracterização das comunidades de pescadores artesanais do município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Santos. 57p. (Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Santa Cecília).
- SMITH, T. D. 1994. *Scaling fisheries*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 395p.
- SOUZA, M.R. de; CARNEIRO, M.H.; QUIRINO-DUARTE, G.; SERVO, G.J. de M. 2007 Caracterização da mistura” na pesca de arrasto-de-parelha desembarcada em Santos e Guarujá, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 33(1): 43-51.
- UNIVALI, 2013a. Universidade do Vale do Itajaí. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. *Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – ano 2011: Programa de estatística pesqueira industrial de Santa Catarina – v. 12, n. 1.- Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 59p.*
- UNIVALI, 2013b. Universidade do Vale do Itajaí. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. *Boletim estatístico da pesca industrial de Santa Catarina – ano 2012: Programa de estatística pesqueira industrial de Santa Catarina – v. 13, n. 1.- Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 66p.*
- VALENTINI, H.; CASTRO, P.M.G. de; SERVO, G.J.M.; CASTRO, L.A.B. 1991 Evolução da pesca das principais espécies demersais da costa sudeste do Brasil, pela frota de arrasteiros de parelha baseada em São Paulo, de 1968 a 1987. *Atlântica* 13 (1): 87-95.
- VALENTINI, H. e PEZZUTO, P. R. 2006 *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil com base na produção controlada do período 1986-2004*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico, USP. 55p.
- WALTER, R.C.; BUFFLER, R.T.; BRUGGEMANN, J.H.; GUILLAUME, M.M.M.; BERHE, S M.; NEGASSI, B.; LIBSEKAL, Y.; CHENG, H.; EDWARDS, R.L.; COSEL, R. von; NÉRAUDEAU, D.; GAGNON, M. 2000 Early human occupation of the Red Sea coast of Eritrea during the last interglacial. *Nature*, 405: 65-69.
- WORM, B; HILBORN, R.; BAUM, J.K.; BRANCH,T.A.; COLLIE, J.S.; COSTELLO, C.; FOGARTY, M.J.; FULTON, E.A.; HUTCHINGS, J.A.; JENNINGS, S.; JENSEN, O.P.; LOTZE, H.K.; MACE, P.M.; McCLANAHAN, T.R.; MINTO, C.; PALUMBI, S.R.; PARMA, A.M.; RICARD, D.; ROSENBERG, A.A.; WATSON, R.; ZELLER, D. 2009 Rebuilding global fisheries. *Science*, 325: 578:585.
- XAVIER, L. Y. e TURRA, A. 2011 Diagnóstico da participação do setor pesqueiro artesanal na elaboração de políticas públicas: um estudo de caso sobre o zoneamento ecológico-econômico do litoral norte de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 5., Santos, Brasil, 17-20/abr/2011.

## **CAPÍTULO 1**

### **EFEITOS DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS (AMPs) EM PESCARIAS: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**

## **Resumo**

### **EFEITOS DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS (AMPs) EM PESCARIAS: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL**

Em 2008, o governo do estado de São Paulo, Brasil, implantou áreas marinhas protegidas (AMPs) ao longo de toda sua costa. A pesca com parelhas foi então proibida nessas áreas. Com o objetivo de verificar a influência da implantação dessa medida de gestão, as variações na produção pesqueira e nos padrões operacionais observadas entre os anos 2005 e 2012 foram analisadas, assim como a resposta dos recursos na área e das outras frotas com a retirada das parelhas. Os valores de descarga total por unidade de esforço desta frota permaneceram estáveis, entretanto seus locais de pesca foram deslocados para áreas mais distantes e a composição de captura foi alterada, em que espécies costeiras e mais rentáveis foram menos capturadas, reduzindo consequentemente a receita da pescaria. Além disso, verificou-se um aumento expressivo no número de embarcações da frota de emalhe atuando dentro das AMPs, bem como no número de viagens e nas capturas de algumas espécies que antes eram capturados pelas parelhas. Faz-se necessária, portanto, uma gestão também das outras frotas para que os recursos sejam preservados.

Palavras-chave: Atlântico Sul Ocidental, pescaria industrial, abordagem ecossistêmica, usuários de recursos, socioeconomia.

## **Abstract**

### **EFFECTS OF MARINE PROTECTED AREAS (MPAs) ON FISHERIES: THE CASE OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL**

In 2008, the government of the state of São Paulo, Brazil, established marine protected areas (MPAs) along its entire coast. Pair trawling was banned from these areas ever since. Aiming to verify the MPA influence on fisheries, changes in landings and operational patterns observed between 2005 and 2012 were analyzed, as well as how the resources and the other fleets responded to the pair trawlers removal. Pair trawlers landings per unit effort remained stable, however they had to look for farther fishing grounds and capture deeper and less profitable species, changing their landing composition and reducing the fish income. Specially the gillnet fleet, which have been left fishing in MPAs, showed an increase in the number of trips and boats, as well as in the catch of some species that was before targeted by pair trawlers. The management of other fleets is also necessary in order to protect the resources.

**Keywords:** Southwest Atlantic Ocean, industrial fisheries, ecosystem approach, resource users, socio-economics.

## Introdução

A preocupação com a conservação do ambiente marinho vem crescendo mundialmente, principalmente diante do declínio das taxas de captura das pescarias, da depleção de diversos estoques (WATSON e PAULY, 2001, FAO, 2011) e da ineficiência de muitas das medidas de gestão adotadas (LAUCK *et al.*, 1998; ROBERTS *et al.*, 2005; WILEN, 2006), como cotas de captura totais (TAC) e restrições relacionadas à arte de pesca (LAUCK *et al.*, 1998). Com isso, têm-se desenvolvido outras estratégias de manejo, mais complexas e eficazes para reverter o quadro de sobre-exploração dos recursos marinhos, como a criação de áreas marinhas protegidas (AMPs) (GELL e ROBERTS, 2003), a adoção de medidas de restauração do ambiente como um todo (ALLISON *et al.*, 1998) e mesmo o entendimento do comportamento dos pescadores (WILEN, 2006).

A implantação de AMPs tem sido um importante instrumento para efetivar a conservação em algumas regiões (GELL e ROBERTS, 2003), regulamentando os usos para que sejam preservados os recursos naturais, bem como características históricas e culturais (DAY *et al.*, 2012). Dessa forma, é aplicado o princípio de precaução, proporcionando segurança contra falhas na gestão e falta de informação (FAO, 1996; LAUCK *et al.*, 1998). Além disso, as mesmas são baseadas numa abordagem ecossistêmica, permitindo uma proteção mais holística envolvendo espécies, habitats, ecossistemas e processos ecológicos (AGARDI, 1994; FAO, 1996; DIEGUES, 2008).

No Brasil, existem 59 unidades de conservação federais no ambiente marinho, que totalizam 36 768 km<sup>2</sup>, além de uma área de 43 617 km<sup>2</sup> dividida

em 18 unidades de conservação estaduais e municipais, classificadas em diversas categorias com diferentes níveis de restrição (BRASIL, 2013 a, b)

Em 2008, houve o estabelecimento da maior unidade de conservação marinha do país no litoral do estado de São Paulo, implantada pelo governo do estado dentro da categoria de Área de Proteção Ambiental Marinha (APAM), com o objetivo de promover uma utilização racional dos recursos da zona costeira. Essas áreas foram instituídas por três decretos, um para cada região do litoral do estado (norte, centro e sul), permitindo a pesca profissional e a pesca amadora, proibindo a pesca de arrasto com parelhas e a pesca com equipamentos de sustentação artificial na maior parte da área (SÃO PAULO, 2008). Desde 2012, um plano de manejo com a participação de diversos setores da população vem sendo elaborado para ordenar os múltiplos usos da área, entretanto a restrição sobre a pesca com parelhas já foi decretada através da resolução.

As APAMs são classificadas como unidades de conservação de uso sustentável, e foram implantadas com o objetivo de proteger os recursos naturais, disciplinando, ordenando e também garantindo o uso dos mesmos. Além disso, também visa o ordenamento do turismo, atividades de pesquisa e pesca, proporcionando o desenvolvimento sustentável da região (SÃO PAULO, 2008). Portanto, essa AMP enquadra-se na categoria V da IUCN, Paisagem Marinha ou Terrestre Protegida (DAY *et al.*, 2012).

O arrasto com parelhas é uma pescaria de caráter industrial que visa à captura de peixes demersais costeiros. Caracteriza-se pela utilização de dois barcos que arrastam uma única rede junto ao substrato, com abertura

horizontal de até 55 m e vertical de até 6 m (CASTRO e TUTUI, 2007). É permitida a utilização de malhas iguais ou maiores que 90 mm no túnel e no saco da rede, medidas entre ângulos opostos da malha esticada (BRASIL, 1989).

Essa frota atuava, entre os anos 1995 e 2000, em profundidades de até 70 m, com maior frequência entre 20 e 25 m, capturando, principalmente, espécies da família Sciaenidae, como a corvina (*Micropogonias furnieri*), a pescada-foguete (*Macrodon atricauda*) e o goete (*Cynoscion jamaicensis*) além de peixe-porco (*Balistes capriscus*), diversas espécies de bagres (Ariidae), linguados (Paralichthyidae), cações (Selachii) e raias (Batoidea) (CASTRO *et al.*, 2007).

A pesca com parelhas também é reconhecida como uma arte de pesca de baixa seletividade e alta taxa de descarte, por capturar organismos de espécies sem interesse comercial ou juvenis de espécies comerciais, ainda sem valor no mercado. Além disso, esta técnica de pesca possui um alto poder de captura e conflita com outras pescarias que atuam na região (SECKENDORFF e AZEVEDO, 2007; CASTRO e TUTUI, 2007).

Entretanto, essa modalidade é uma das mais importantes pescarias industriais em termos de captura descarregada no estado, ao lado das frotas que operam com cerco e emalhe. Em 2013, a frota de cerco descarregou 46,78% (11 048 t) da produção total do estado de São Paulo, a parelha 9,93% (2 346 t) e o emalhe 9,87% (2 331 t) (SÃO PAULO, 2014). Além de gerar empregos ao longo de toda sua cadeia produtiva, a atividade movimenta a economia local e fornece alimento.

Da década de 1970 à década de 2000, a frota de parelhas apresentou uma queda de produtividade na região provavelmente em consequência da diminuição dos recursos pela intensa exploração do ambiente demersal e pelos conflitos gerados pela competição principalmente com a frota de arrasto de tangones, por utilizarem a mesma área de pesca e mesmos recursos (CASTRO e TUTUI, 2007).

Atualmente, os pescadores e armadores de parelha do estado de São Paulo têm mostrado descontentamento, alegando ter sua atividade prejudicada também devido às mudanças na área de atuação causada pela restrição da pesca com parelhas na maior parte das APAMs. Apesar de a restrição ter sido discutida em reuniões do conselho gestor da APA com representantes do setor da pesca, muitos armadores de parelhas não aprovaram a medida. Entretanto, esse descontentamento pode ser em consequência mais da forma como a medida foi implantada, vista por alguns armadores como uma medida inadequada, do que de fato dos valores de captura e rendimento econômico.

A pesca comercial é a atividade mais afetada pelas restrições de uma AMP e a melhora na captura pelas pescarias nas áreas adjacentes só será sentida num futuro distante com a esperada recuperação dos estoques (SANCHIRICO *et al.*, 2002). Mesmo sendo importante entender os impactos sócio-econômicos nos diferentes atores para que se obtenha uma gestão mais adequada e eficaz, há poucos estudos sobre AMPs na literatura com essa abordagem.

As pescarias de arrasto têm sido bastante discutidas mundialmente, devido ao grande impacto na população da espécie-alvo, nas populações das

espécies capturadas acidentalmente, nos organismos bênticos e no substrato, destruindo o hábitat (MCCONNAUGHEY *et al.*, 2000; KAISER *et al.*, 2002; FAO, 2009).

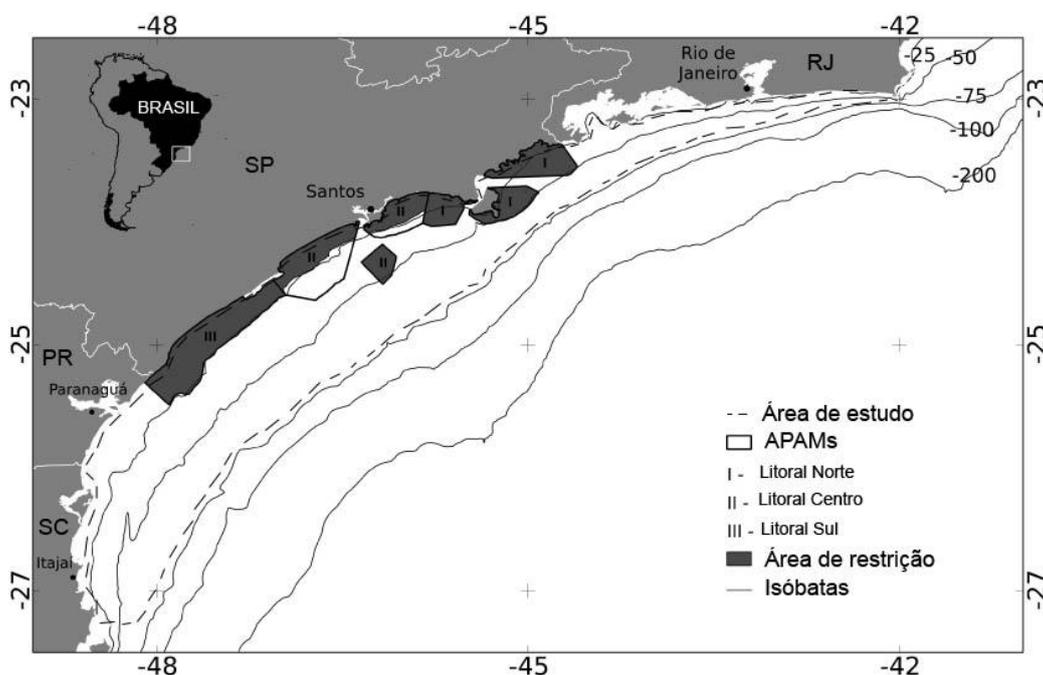
Quando implantadas em áreas estratégicas para a preservação, as áreas de proteção marinhas se mostraram bastante efetivas em diversos exemplos (GELL e ROBERTS, 2003; ROBERTS *et al.*, 2005), trazendo melhorias ambientais e benefícios aos próprios pescadores, ao proporcionar áreas de reprodução e/ou refúgio às populações, aumentando a possibilidade de exportação de biomassa (“spillover”) e elevando, conseqüentemente, a produção de pescado ao redor da área (MCCLANAHAN e MANGI, 2000). Entretanto, proibir apenas uma arte de pesca enquanto todas as outras continuam permissionadas, talvez faça com que a função de conservação não se cumpra, uma vez que o recurso não capturado pela frota restringida pode ser capturado pelo restante das frotas que ainda atuam naquela área.

Diante desse contexto, o presente estudo pretendeu determinar os efeitos iniciais da implantação das APAMs em diversos aspectos da atividade pesqueira da frota de parelhas tais como as características físicas das embarcações, os padrões de operação, a área de atuação e o direcionamento da pescaria, bem como avaliar as mudanças na composição e no rendimento das capturas. Além disso, objetivou-se verificar a variação do esforço de pesca e dos valores de descarga dos principais recursos costeiros das outras frotas após a retirada da pressão de pesca exercida pelas parelhas na área.

## Material e métodos

### a. Área de estudo

A área de estudo está localizada no Atlântico Sul Ocidental, do Cabo Frio no Rio de Janeiro (23°S) ao norte de Florianópolis em Santa Catarina (27°S), até a isóbata de 70 m, onde atuou a frota de pesca de parelhas que desembarca nos portos do estado de São Paulo (Figura 1).



**Figura 1** Mapa da área de estudo com a delimitação das Áreas de Proteção Ambiental Marinha (APAMs), área de restrição à pesca de parelhas e isóbatas. RJ= Rio de Janeiro, SP= São Paulo; PR= Paraná, SC= Santa Catarina.

A porção marinha das APAMs totaliza aproximadamente 11 300 km<sup>2</sup> e foi dividida em três regiões: Litoral Norte, Litoral Centro e Litoral Sul. As APAMs do Litoral Norte e do Litoral Sul proibiram a pesca com parelha em sua totalidade, já a do Litoral Centro até a isóbata de 23,6 m (SÃO PAULO, 2008) (Figura 1Figura ).

## **b. Obtenção de Dados**

Foram utilizados os dados de pesca registrados pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira - PMAP do Instituto de Pesca de São Paulo por método censitário, através de entrevistas com mestres e pescadores na ocasião das descargas de pescado nos portos pesqueiros (ÁVILA-DA-SILVA *et al.*, 1999) entre os anos 2005 e 2012.

Deste conjunto de dados, obtiveram-se por viagem os valores para as variáveis datas de saída e chegada, número de dias efetivos de pesca, locais e profundidades de captura. Foram utilizados ainda os dados de captura e o preço médio de primeira comercialização por quilograma por espécie.

As informações sobre as características físicas das embarcações foram obtidas tanto pelo PMAP quanto junto ao Registro Geral de Pesca (BRASIL, 2014).

## **c. Análise dos dados**

Para as análises, os dados foram agrupados por ano e em dois períodos. Os anos 2005 a 2008 foram considerados como antes da criação das APAMs e 2010 a 2012 como depois da criação das APAMs. As viagens de 2009 não foram consideradas nas análises comparativas por período por ser um ano de transição, entretanto foram utilizadas para a determinação das séries temporais.

Foram considerados como dias de pesca aqueles em que efetivamente ocorreram lances de pesca e como dias de mar, a diferença entre as datas de chegada e de saída da viagem.

A variação na composição de captura da pescaria foi avaliada utilizando-se a descarga (kg) por unidade de esforço em dias de mar (DPUE) das 11 categorias de pescado que contribuíram com a maior parte do rendimento econômico da pescaria no período, sendo juntas responsáveis por 84,3% da renda no período considerado. São elas: bagre (Ariidae), betara (*Menticirrhus* spp.), corvina (*Micropogonias furnieri*), peixe-espada (*Trichiurus lepturus*), goete (*Cynoscion jamaicensis*), linguado (Paralichthyidae), pescada-amarela (*Cynoscion acoupa*), pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*), pescada-cambucu (*Cynoscion virescens*), pescada-foguete (*Macrodon atricauda*) e peixe-porco (*Balistes capriscus*).

O rendimento econômico da pescaria foi analisado por meio do valor bruto arrecadado com a venda do pescado por viagem e por dia de mar. Os valores foram padronizados em relação a dezembro/2012, por meio do Índice de Preço ao Produtor Amplo (IPA), da Fundação Getúlio Vargas (FGV), para possibilitar a comparação de valores ao longo dos anos.

A normalidade e a homocedasticidade das variáveis consideradas foram avaliadas pelos testes de Shapiro-Wilk (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998) e Bartlett (ZAR, 2009), respectivamente.

O teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste *a posteriori* de Comparações Múltiplas de medianas após o Kruskal-Wallis (Kruskal MC) (SIEGEL e CASTELLAN, 1988), foi utilizado para analisar a variação dos três parâmetros físicos das embarcações (potência do motor - hp, comprimento - m e arqueação bruta AB), além de testar também os padrões de operação (dias efetivos de pesca e dias de mar), DPUE das diferentes categorias

consideradas e rendimento econômico por viagem, por dia de mar e por dia de pesca ao longo dos anos. No caso de variações significativas, o teste de Mann-Whitney foi aplicado para comparar os valores entre os períodos (Antes das APAMs e Depois das APAMs).

Para a análise da variação dos locais de pesca, foram calculados por período os valores de esforço em dia de pesca, por quadrado estatístico de 10 milhas náuticas de lado.

Para as categorias de pescado que apresentaram alterações significativas entre os períodos foram estimadas tendências ao longo do tempo com valores mensais de DPUE através da análise de série temporal.

O método de BISEAU (1998) foi utilizado para classificar as categorias como alvos ou acessórias da pescaria. Ele verifica direcionamento da pescaria através da contribuição de cada espécie nas descargas das viagens. Baseia-se no princípio de que uma espécie alvo é aquela que contribui majoritariamente nas capturas.

Para avaliar o estado de conservação do recurso na área, foram plotados os valores de descargas anuais das viagens realizadas dentro das APAMs por todas as frotas que atuaram na mesma. Foram selecionadas as sete categorias de pescado que mais contribuíram com a receita da frota de parelhas. Para facilitar a visualização, todas as frotas de diferentes tipos de emalhes foram agrupadas, assim como as frotas de arrasto. O restante das frotas foi agrupado na categoria “outras”, englobando artes como cerco de traineira, espinhel de fundo, espinhel de superfície e diversas artes bem costeiras e estuarinas como cerco fixo, caceio, arrasto-de-praia, linha-de-mão,

rede-boeira entre outras. Para essa análise, foram considerados dados de 2008 a 2012, período em que se constatou a maior diversidade de frotas atuantes. Para determinar a intensidade e direção das alterações nos valores de descarga das diferentes categorias calculou-se o coeficiente de correlação de Spearman e o coeficiente de variação dado pela fórmula:  $V = s/\bar{X} * 100$ , em que  $s$  representa o desvio padrão e  $\bar{X}$  a média (ZAR, 2009). A frota que apresentou maiores valores de descarga dessas categorias de pescado, o emalhe, foi submetida a uma análise de esforço da frota, representado pelo número de viagens e número de unidades produtivas ao longo dos anos.

Todas as análises foram realizadas com o pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013), acrescentando-se o pacote *pgirmess* (GIRAUDOUX, 2013).

## Resultados

No período analisado foram contadas 44 embarcações que atuaram compondo 25 parselhas diferentes. Essas unidades produtivas realizaram 1296 viagens no total, descarregaram uma captura de 32 550 t, cujo valor estimado foi de 112,1 milhões de reais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resumo descritivo da atividade da pesca com parselhas em São Paulo. AAPAM=Período Antes das Áreas de Proteção Ambiental Marinha. DAPAM=Período Depois das Áreas de Proteção Ambiental Marinha.

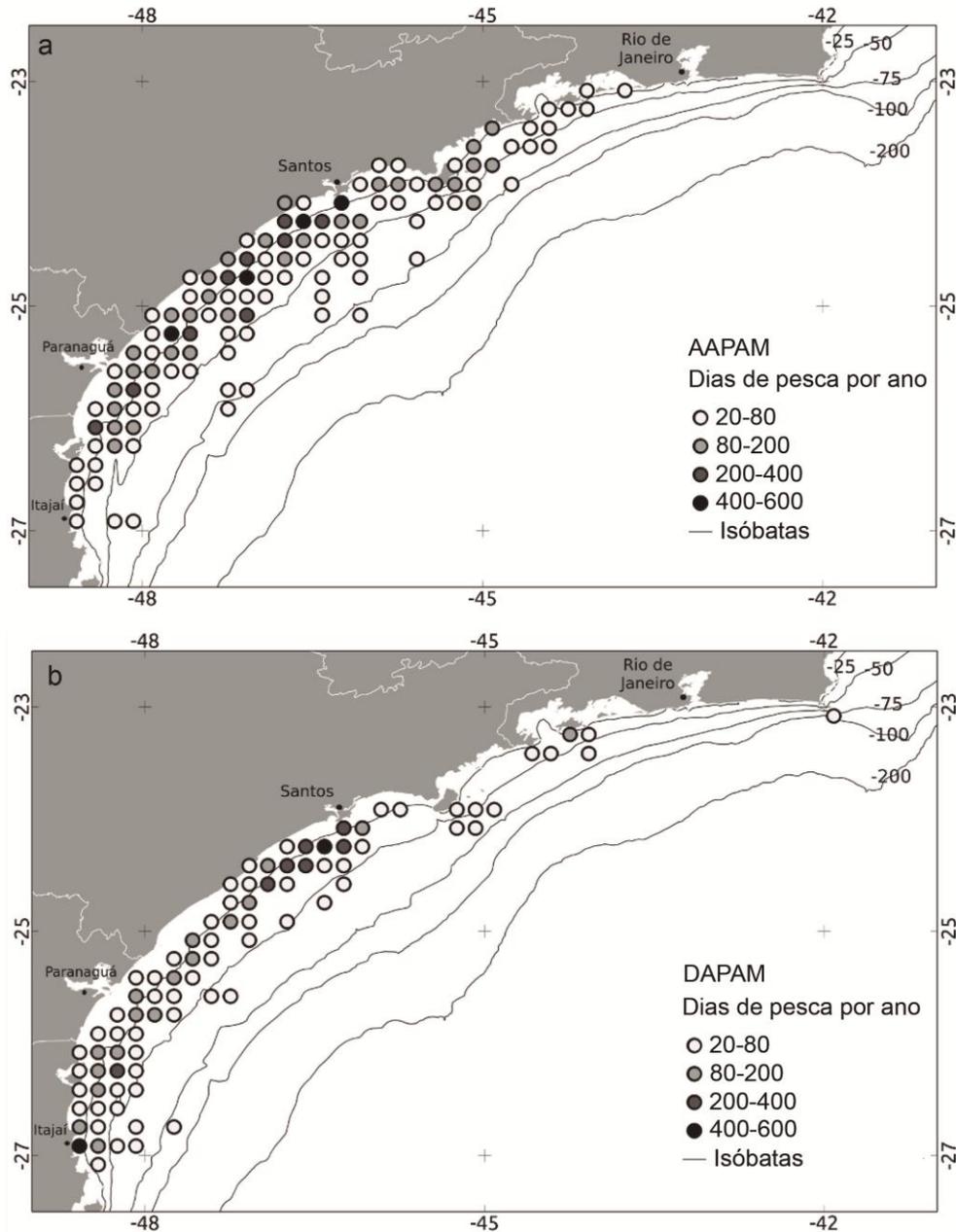
	Ano	Viagens	Embarcações	Parselhas	Captura (t)	Rendimento (milhões de R\$)
AAPAM	2005	228	32	17	5478,3	19,68
	2006	208	35	19	5140,4	19,18
	2007	207	28	15	5418,4	19,97
	2008	203	28	14	5072,4	16,80
DAPAM	2010	159	22	14	4186,9	14,07
	2011	157	18	11	4004,8	12,14
	2012	134	16	8	3251,8	10,24

Todas as variáveis seguiram uma distribuição não normal e heterocedástica ( $p < 0,05$ ), sendo selecionados, portanto, métodos não paramétricos para as análises.

Não foi constatada diferença significativa dos parâmetros físicos das embarcações nas viagens da frota ao longo dos anos (HP:  $p = 0,7$ ; comprimento:  $p = 0,8$  e AB:  $p = 0,9$ ). A potência dos motores variou entre 150 e 420 hp, com mediana em 290 hp; os comprimentos, de 9,5 a 23,6 m, com mediana em 20,2 m e AB, entre 13,7 e 93,9, com mediana em 61,0 t.

A duração de cada viagem diminuiu significativamente entre os anos 2007 e 2012 ( $p = 0,007$ ), entretanto, não apresentou diferença significativa entre os períodos ( $p = 0,5$ ). As viagens duraram de 1 a 23 dias, com mediana em 11. Os dias efetivos de pesca realizados por viagem não diferiram significativamente entre os anos ( $p = 0,05$ ). As viagens tiveram de 1 a 19 dias de pesca, com mediana em 10.

Com a implantação das APAMs, as áreas preferenciais de pesca da frota se deslocaram para maiores profundidades no litoral do estado de São Paulo e também para áreas costeiras de outros estados, principalmente Santa Catarina, onde a pesca com parelhas é permitida em menores profundidades. Houve uma concentração da pesca próxima aos portos de descarga, nas regiões de Santos e de Itajaí (Figura 2).



**Figura 2.** Variação espacial da média de dias de pesca por ano (a) Antes das Áreas de Proteção Ambiental Marinha (AAPAM) e (b) Depois das Áreas de Proteção Ambiental Marinha (DAPAM) por quadrado estatístico de 10 minutos latitude/longitude.

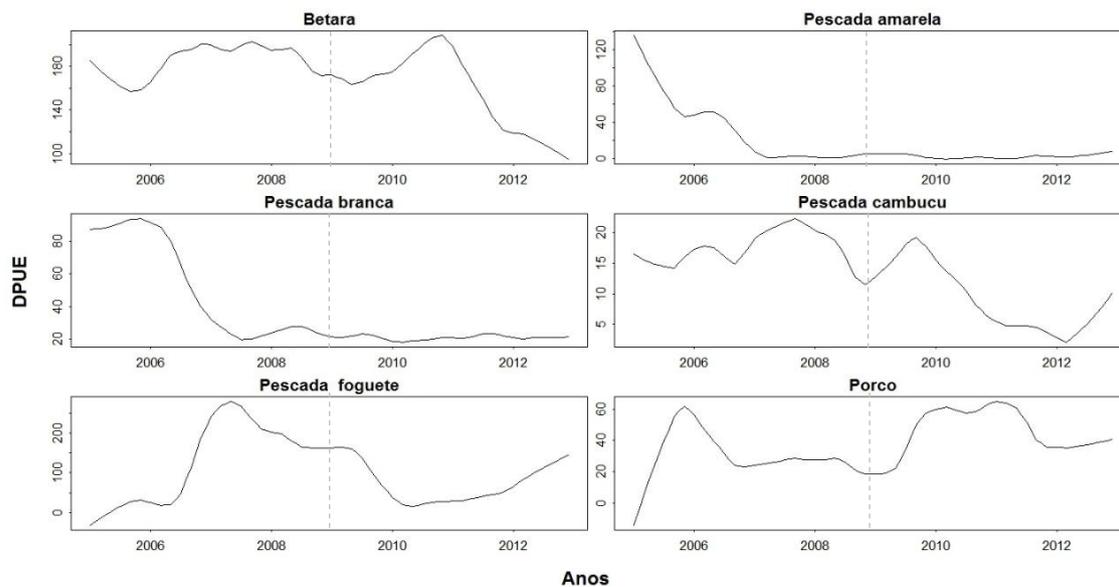
Foram registradas 89 categorias de pescado descarregadas no período, sendo as 11 principais consideradas para análise. Dessas, apenas a corvina, espada, goete, linguado e bagre não apresentaram diferença significativa dos

valores de DPUE entre os anos analisados, com p-valores de 0,061, 0,222, 0,325 e 0,545, respectivamente. Do restante, todas as categorias apresentaram diferença entre os períodos. Os valores totais de DPUE por período também não apresentaram alterações significativas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teste de Mann-Whitney da descarga (kg) por unidade de esforço (dia de mar) (DPUE) entre os períodos para as categorias que apresentaram diferença significativa de DPUE ao longo dos anos. AAPAM= Valores das medianas antes das áreas de proteção ambiental marinha; DAPAM= Valores de mediana depois das áreas de proteção ambiental marinha; U= estatística do teste; ns= não significativo; s= significativo.

Categoria	AAPAM	DAPAM		U	p	
Bagre	18,6	22,1	+18,8%	15 734,50	$1,31 \times 10^{-1}$	ns
Betara	176,8	146,0	-17,4%	49 456,0	$5,05 \times 10^{-5}$	s
Pescada-amarela	0,0	0,0	-	488,0	$9,93 \times 10^{-4}$	s
Pescada-branca	40,6	18,4	-54,7%	24 586,5	$1,02 \times 10^{-5}$	s
Pescada-cambucu	11,8	4,4	-62,7%	16 054,5	$2,74 \times 10^{-5}$	s
Pescada-foguete	54,2	28,7	-47,2%	30 264,5	$3,51 \times 10^{-12}$	s
Peixe-porco	21,4	34,0	+58,9%	24 249,5	$2,51 \times 10^{-3}$	s
Total	2 299,8	2 326,8	+1,2%	184 201,0	$6,32 \times 10^{-1}$	ns

As tendências resultantes das séries temporais das categorias de pescado que apresentaram diferenças significativas na DPUE entre os períodos são apresentadas na Figura 3. As categorias que apresentaram diminuição de valores de descarga mensais por unidade de esforço indicando uma influência da implantação das APAMs foram pescada-cambucu, pescada-foguete e betara. Já o peixe-porco foi a única espécie que apresentou aumento de rendimento após a medida de gestão. O restante, não demonstrou uma tendência clara ou já demonstrava uma tendência antes da medida de gestão, não se podendo relacionar a mudança das capturas à implantação das APAMs.



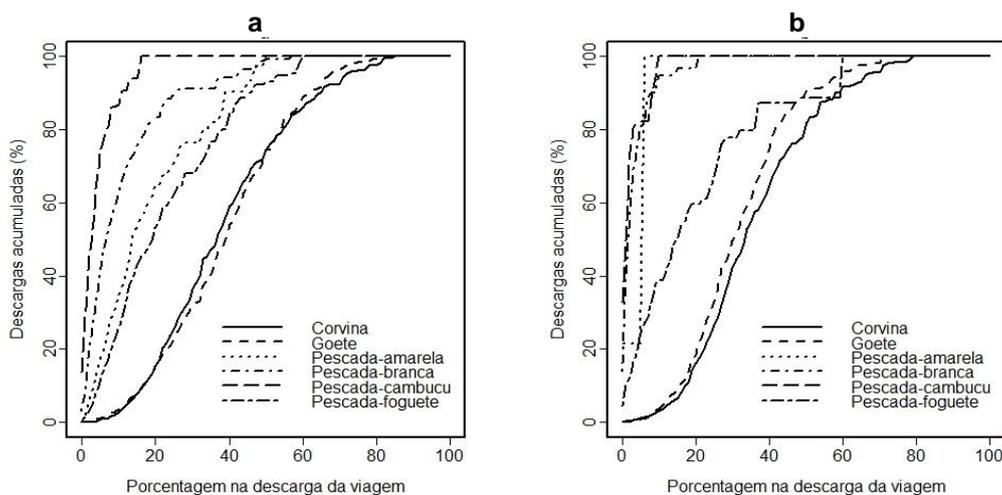
**Figura 3.** Tendências da descarga (kg) por unidade de esforço (dia de mar) (DPUE) obtidas pela decomposição das séries temporais das categorias que apresentaram diferenças significativas entre os períodos antes e depois das APAMs. Tracejado vertical representa a criação das APAMs.

A Tabela 3 mostra a participação das principais categorias de pescado nos diferentes períodos, bem como sua importância econômica. Corvina e goete foram as que mais contribuíram para a receita da frota. Essas categorias, somadas à pescada-foguete e betara, representaram 67,6% do rendimento no período de antes das APAMs e 74,5% depois das APAMs. A categoria que aumentou mais sua contribuição na receita foi a corvina e quem apresentou maior diminuição foi a pescada-amarela.

**Tabela 3.** Contribuição relativa das diferentes categorias de pescado na descarga (%D) no rendimento econômico (%R\$) e frequência de ocorrência (%FO) nos períodos de Antes das Áreas de Proteção Ambiental Marinha e Depois das Áreas de Proteção Ambiental Marinha.

Categorias	AAPAM			DAPAM		
	%D	%R\$	%FO	%D	%R\$	%FO
Corvina	29,0	33,5	96,6	29,6	43,9	96,9
Goete	26,2	12,5	88,4	25,0	15,9	96,9
Betara	8,4	9,6	82,0	7,1	8,0	92,9
Pescada-foguete	5,3	12,0	49,4	2,3	6,7	47,8
Pescada-branca	2,3	4,5	49,6	1,0	2,9	53,8
Espada	2,1	1,5	66,3	2,8	2,3	90,4
Pescada-amarela	1,5	6,3	16,2	0,0	0,2	1,3
Peixe-porco	1,4	1,3	49,8	2,3	2,4	81,1
Bagre	1,4	1,7	46,8	1,3	1,9	61,1
Pescada-cambucu	0,8	2,6	40,2	0,3	1,4	30,9
Linguado	0,4	1,7	35,8	0,5	2,3	53,3
TOTAL	78,8	87,2	-----	72,2	87,9	-----

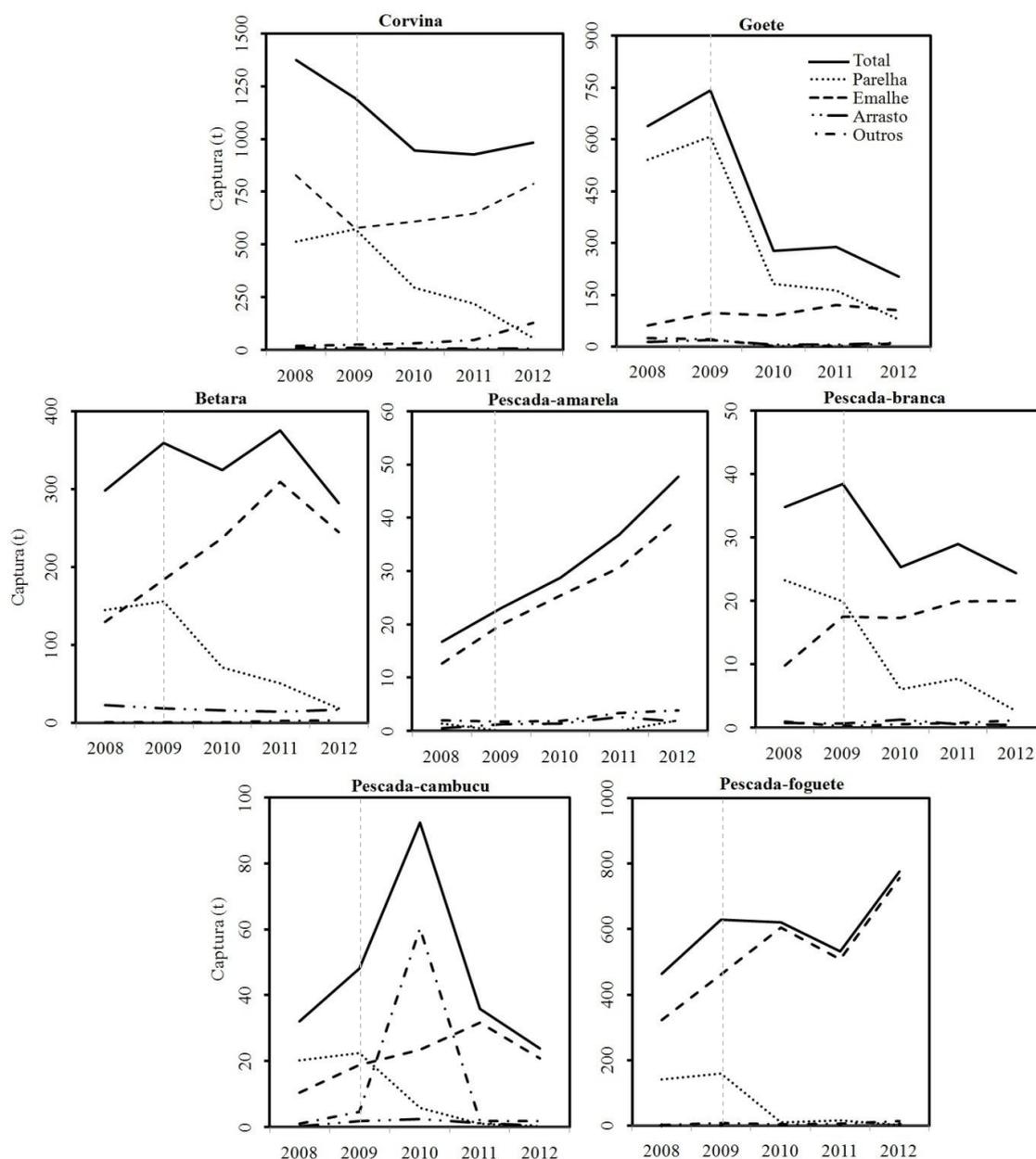
A Figura 4 mostra que as categorias que mais sofreram alterações no direcionamento da pescaria entre os períodos foram a pescada-amarela e a pescada-branca, sendo estas alterações no sentido de diminuição no direcionamento.



**Figura 4.** Frequência acumulada da participação relativa nas descargas antes (a) e depois (b) da implantação das APAMs.

Verificou-se que o rendimento econômico por viagem da pescaria apresentou diferenças significativas ao longo dos anos ( $p=4,91 \times 10^{-5}$ ;  $K=29,4$ ) e entre os períodos ( $p=4,41 \times 10^{-4}$ ,  $U=180\,763,0$ ), com uma diminuição na receita. No período AAPAM os valores variaram de R\$ 2 311,20 a R\$ 273 629,30 com mediana em R\$ 85 790,90; e no período DAPAM o valor mínimo foi R\$ 7 842,10, máximo R\$ 277 470,00 com mediana em R\$ 76 670,10. O rendimento por dia de mar também variou significativamente ao longo dos anos ( $p=2,23 \times 10^{-12}$ ;  $K=66,4$ ) e diminuiu entre os períodos ( $p=3,41 \times 10^{-5}$ ;  $U=184\,115,0$ ). O valor mínimo encontrado para AAPAM foi R\$ 807,80 e o máximo foi R\$ 36 451,70, com mediana em R\$ 8 174,30. E para DAPAM o mínimo foi R\$ 871,30, o máximo R\$ 23 790,40 e mediana em R\$ 7 058,90. Em relação ao rendimento por dia de pesca houve diferença significativa entre os anos ( $p=4,54 \times 10^{-12}$ ;  $K=64,9$ ) e entre os períodos ( $p=3,60 \times 10^{-6}$ ;  $U=187\,121,0$ ) em que AAPAM a mediana do rendimento era em R\$ 9 087,00, com mínimo em R\$ 881,20 e máximo em R\$ 36 451,70, e passou a apresentar mediana em R\$ 7 790,10, variando de R\$ 2 614,00 a R\$ 29 091,20 no período DAPAM.

A Figura 5 e a Tabela 4 mostram como se comportaram as descargas das viagens realizadas apenas dentro das APAMs pelas frotas que atuaram na área. As descargas totais de corvina, goete e pescada-branca por todas as viagens que atuaram no interior das APAMs apresentaram tendências de queda. Os valores de descarga total de betara e pescada-cambucu não apresentaram uma tendência pronunciada no período. Já para as categorias de pescada-amarela e pescada-foguete houve aumento nos valores de descarga total (Figura 5 e Tabela 4).



**Figura 5.** Descarga de viagens realizadas dentro das APAMs em toneladas ao longo dos anos das categorias que mais contribuíram com a receita da frota de parelhas. Tracejado vertical representa a criação das APAMs.

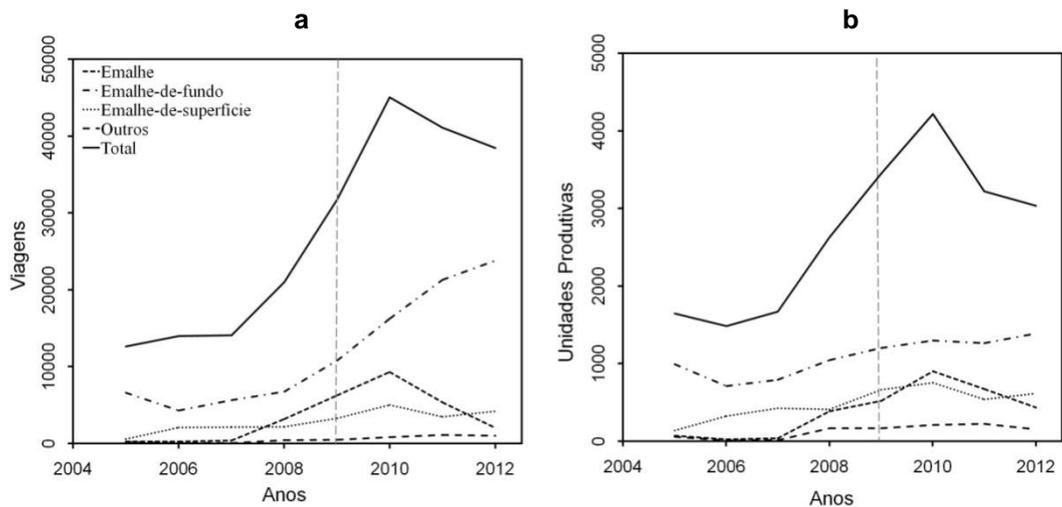
A frota de emalhe já apresentava uma tendência de aumento para a maioria das categorias de pescado, entretanto passou a capturar mais intensamente a pescada-amarela, a pescada-foguete, a betara e a pescada-cambucu. O arrasto aumentou principalmente sua captura de pescada-foguete e pescada-amarela. O restante das frotas agrupadas na categoria “outros”

apresentou aumento principalmente nas descargas de corvina, betara e pescada-foguete e uma diminuição de goete (Figura 5 e Tabela 4). Essa mesma categoria foi responsável por um aumento pronunciado nos valores de descarga de pescada-cambucu logo após a implantação das APAMs, com uma queda intensa no ano seguinte (Figura 5).

**Tabela 4.** Resultados do coeficiente de variação e do coeficiente de correlação de Spearman (s) para os valores de captura (t) das espécies para cada aparelho de pesca ao longo dos anos 2008 a 2012.

	Betara		Corvina		Goete		Pescada-amarela		Pescada-branca		Pescada-cambucu		Pescada-foguete	
	CV	s	CV	s	CV	s	CV	s	CV	s	CV	s	CV	s
Arrasto	19,4	-0,7	8,7	-0,5	55,7	-0,5	52,0	0,9	50,4	-0,7	67,1	0,1	67,1	0,9
Emalhe	30,6	0,9	16,0	0,0	23,4	0,8	40,2	1,0	24,6	0,9	36,5	0,7	30,7	0,9
Parelha	68,5	-0,9	63,9	-0,9	77,1	-0,9	141,1	0,2	76,4	-0,9	105,6	-0,9	118,0	-0,8
Outros	63,0	0,9	86,4	1,0	90,8	-0,6	37,2	0,7	47,8	0,4	185,2	0,2	76,8	0,7
TOTAL	12,0	-0,1	17,8	-0,7	56,6	-0,8	39,4	1,0	20,0	-0,8	58,3	-0,3	19,5	0,6

As características da frota de pesca de emalhe foram detalhadas na Figura 6, apresentando aumento progressivo no número de viagens realizadas, bem como no número de unidades produtivas atuantes a partir de 2007, apresentando uma queda após 2010. A frota que apresentou um aumento mais pronunciado e contínuo de viagens a partir de 2009 foi o emalhe-de-fundo. O emalhe apresentou um aumento a partir de 2007 no número de viagens e de unidades produtivas, com queda a partir de 2010. A média anual do número total de viagens no período antes da implantação das APAMs era 15 411, realizadas por 1 857 embarcações; depois, essas médias cresceram para 41 513 viagens e 3 489 embarcações.



**Figura 6.** Número de viagens (a) e número de unidades produtivas (b) por ano das diferentes categorias da frota de emalhe. Tracejado vertical representa a criação das APAMs.

## Discussão

Diversos trabalhos na literatura defendem que uma conservação efetiva do ambiente marinho só é possível através da implantação de áreas de exclusão de pesca, chamadas de reservas marinhas (ROBERTS *et al.*, 2005). Devido a isso, a *American Association for the Advance of Science* recomendou que todas as atividades de pesca sejam proibidas em 20% dos mares até o ano 2020. Essa recomendação foi referendada pelo acordo de Durban, no V Congresso Mundial de Parques da IUCN em 2003, no qual o Brasil esteve presente e nas recomendações do *Technical Advice on the Establishment and Management of a National System of Marine and Coastal Protected Areas* (CBD, 2004).

As áreas marinhas protegidas (AMPs) criadas no estado de São Paulo representam um avanço no cumprimento dessa medida pelo país, mesmo que não sejam áreas de exclusão de todas as artes de pesca em sua totalidade. Dessa forma, o entendimento dos impactos gerados com a implantação dessas

AMPs pelos envolvidos é importante para que se compreenda a realidade de cada segmento, fazendo com que todos se sintam responsáveis pela conservação do recurso e que, com a integração dos atores, a gestão seja mais participativa e eficaz (SANCHIRICO *et al.*, 2002).

Diante da restrição da área de atuação implantada pelo governo do estado de São Paulo, a frota de parelha se viu obrigada a modificar a dinâmica da pescaria em geral.

Os parâmetros físicos das embarcações mantiveram-se relativamente homogêneos ao longo de todo o período analisado, provavelmente porque as mesmas embarcações da frota se mantêm na atividade por muitos anos. Porém, a área de abrangência da frota aumentou, atingindo locais de maior profundidade e mais distantes dos locais de descarga. Após a implantação das APAMs, apesar de ter ocorrido um aumento na área de atuação das parelhas no sentido latitudinal, houve uma redução das áreas preferenciais de pesca e, conseqüentemente, o esforço da frota concentrou-se em determinadas áreas como as regiões de Santos e de Itajaí. KAISER *et al.* (2002) observou que é relativamente frequente o fato das frotas de arrasto se distribuírem em forma de manchas (“*patch*”) e que a implantação de áreas marinhas protegidas pode aumentar esse comportamento da frota, provavelmente prejudicando de forma mais intensa o recurso nas áreas mais arrastadas do que se a distribuição do esforço fosse mais homogênea. Esta concentração também pode ter sido influenciada pela proximidade ao porto de descarga, diminuindo os custos de viagem (GRAÇA-LOPES *et al.*, 2002). Especificamente no caso das parelhas, a atuação próxima a Santos é devido à possibilidade de trabalhar a partir de 23,6m na APAM Centro e a partir de 25 m na APAM Sul.

A frota evidenciou no período uma diminuição de seu rendimento econômico. Entretanto, a queda foi mais intensa por dia de mar do que por viagem, indicando que está havendo menos dias de pesca por viagem, ou seja, estão viajando mais tempo sem que ocorra lances. Além disso, a queda do rendimento por dia de pesca também foi significativa, evidenciando uma diminuição na captura de espécies mais rentáveis após as APAMs. Apesar de pequena, a alteração na receita se mostra significativa economicamente para a pescaria, uma vez que a mesma já vinha nas últimas décadas apresentando um rendimento limite (CASTRO *et al.*, 2001). Além disso, se os pontos de pesca se deslocaram para mais longe, provavelmente houve aumento de gastos com combustível.

Devido à homogeneidade que as características da frota no período apresentaram, torna-se mais adequado analisar e comparar valores de descarga por unidade de esforço no período, uma vez que a capacidade de pesca se manteve ao longo dos anos (CASTRO e TUTUI, 2007).

Após a implantação das APAMs, a frota se ressentiu da redução da participação de espécies mais costeiras na composição de captura, como a pescada-cambucu, a pescada-foguete e a betara (MENEZES e FIGUEIREDO, 1980; HAIMOVICI *et al.*, 1996; FISCHER *et al.*, 2011). Provavelmente, a diminuição na captura dessas espécies no estado de São Paulo levou a frota a buscá-las no litoral de outros estados, visto que estas são categorias de pescado que contribuem de forma relevante com o rendimento econômico da atividade.

Os valores de DPUE do peixe-porco aumentaram significativamente entre os dois períodos. Isso ocorreu, provavelmente, devido à distribuição relativamente ampla da espécie, de 6 a 100 metros de profundidade, mas principalmente até os 60 metros, desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, com maior abundância na costa dos estados do Espírito Santo a São Paulo, o que teria permitido o aumento de captura com a mudança da área de atuação (AIKEN, 1983; HAIMOVICI *et al.*, 1996; FISCHER *et al.*, 2011). Outra explicação seria que, diante de uma diminuição de espécies costeiras nas capturas, aumentou-se o direcionamento e o aproveitamento da espécie. Isso já foi observado por CASTRO (2001), em que, nos meses de outono e inverno, quando a captura de espécies mais rentáveis é menor, a pescaria voltou os esforços para o peixe-porco.

Mesmo se a AMP for implantada visando especificamente à gestão pesqueira, para alguns autores não há evidências práticas suficientes na literatura para afirmar que há benefícios tangentes às pescarias, permanecendo apenas em teoria (WARD *et al.*, 2001). Entretanto, existe a possibilidade de que a exclusão de todas ou algumas artes de pesca de determinadas áreas aumente as taxas de captura das pescarias que atuam ao redor da área, mas isso é o que se espera em longo prazo. Na maioria dos casos, percebe-se uma diminuição nas capturas logo após a exclusão, em uma escala de tempo de aproximadamente cinco anos (GELL e ROBERTS, 2003), podendo chegar a mais de dez anos em alguns casos (MCCLANAHAN e MANGI, 2001). É importante, com isso, manter o monitoramento das pescarias, para verificar as consequências da medida de gestão para as mesmas ao longo do tempo

Foi verificado na distribuição espacial da pescaria um fenômeno conhecido como "*fishing-the-line*", em que a frota atuou majoritariamente exatamente nos limites das APAMs, o que pode indicar uma potencial exportação de biomassa ("*spillover*") de algumas espécies das áreas marinhas protegidas para as áreas adjacentes (GELL e ROBERTS, 2003). Entretanto, nesse caso, principalmente diante do curto período de vigência das áreas de proteção ambiental, esse fenômeno pode ter ocorrido também em decorrência da procura por ambientes mais rasos possíveis devido à distribuição das espécies almejadas.

Mesmo que no presente estudo a restrição tenha sido para apenas uma arte de pesca, se isso acarretar em uma diminuição da retirada de biomassa da área, há a possibilidade de ocorrer uma melhoria nos estoques e até um possível "*spillover*" de algumas espécies em longo prazo. Para se verificar esse fato se faz importante um monitoramento dos estoques, acrescentando-se estudos sobre a exportação de biomassa e larvas para áreas adjacentes. Com isso, se houver um aumento dos estoques e uma exportação de biomassa significativa com a retirada de apenas uma arte de pesca, existe a possibilidade de realizar uma gestão pesqueira mais direta, restringindo menos e causando menos impactos aos envolvidos.

A literatura mostra que a exclusão de uma arte de pesca em uma área pode resultar em um aumento do esforço de outras artes (MCCLANAHAN e MANGI, 2001; MANGI *et al.*, 2011). Das frotas que continuaram atuando, emalhe é a mais expressiva. Essa frota já vinha apresentando uma tendência de aumento em número de embarcações, número de viagens e de captura de algumas espécies antes da criação das APAMs. Entretanto essa tendência

continuou e foi acentuada no caso de números de viagens e de valores de captura de pescada-amarela, pescada-cambucu e pescada-foguete. Mesmo que essa arte de pesca apresente maior nível de seletividade regulada pelo tamanho da rede (HOVGÅRD e LASSEN, 2000), bem como atue de forma passiva causando menos impacto no substrato quando comparada à pesca de arrasto, sua influência sobre os estoques deve ser considerada.

Por outro lado, os valores de descarga total de corvina, goete e pescada-branca capturados dentro das APAMs diminuíram, indicando que esses recursos estão sendo menos retirados da área pela frota sediada em São Paulo, o que, por sua vez, pode apontar em uma contribuição para a preservação dos mesmos e para uma possível melhora futura na captura dessas categorias de pescado pelas parelhas que atuam no entorno das APAMs. Isto teria que ser verificado especificamente, visto que frotas de outros estados, principalmente arrasto-de-portas de Santa Catarina (BENINCÁ, 2013) e do Rio de Janeiro (TOMÁS e CORDEIRO, 2007), arrasto com parelhas (PEREZ e PEZZUTO, 2001) e cerco de Santa Catarina (SCHWINGEL e OCCHIALINI, 2007), também atuaram frequentemente na área estudada e suas capturas não foram abordadas no presente estudo.

A captura total de pescada-amarela e pescada-foguete na área atingiu valores maiores do que era observado quando a pesca com parelhas ainda era permitida, provavelmente porque a retirada das parelhas abriu mais oportunidades de áreas de pesca para outras frotas. Nesse caso, não se pode afirmar que os estoques foram preservados na área marinha protegida, porque se observou um aumento nas descargas e uma preocupante possível sobreexploração. Inclusive a pescada-foguete já se encontra na lista nacional

de espécies de peixes sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração (BRASIL, 2004). Os dados da pesca permitem inferir um status de conservação da população na área, entretanto, para se verificar os efeitos de fato da implantação das APAMs nas populações fazem-se necessários estudos relativos à abundância, tamanho, biomassa e a taxa reprodutiva das espécies exploradas (GELL e ROBERTS, 2003).

A pescada-cambucu provavelmente foi alvo de intensa pescaria após a implantação da área de preservação, apresentando um grande aumento nos valores de captura causado principalmente por descargas da frota de cerco. A queda registrada no ano seguinte atingiu valores abaixo do que era capturado quando as parelhas ainda atuavam. Esse fato pode ser preocupante para a espécie, pois aponta para uma possível sobreexploração do estoque na área.

Para algumas categorias de pescado como betara, pescada-branca e pescada-cambucu, ocorreu uma transferência de captura da frota de parelha para as outras frotas, principalmente emalhe, seguido por uma intensificação da exploração. Esse fato indica uma indispensável regulamentação também para a frota de emalhe dentro das APAMs se há o objetivo de restabelecimento dos estoques. Também por esse motivo, em 2012 e 2013, foram publicadas normativas federais limitando o comprimento e altura da panagem da rede, o tamanho de malha e a área de atuação da frota de pesca de emalhe na região Sudeste-Sul do Brasil (BRASIL, 2012; 2013c). Ficou proibida, então, a pesca de emalhe para embarcações com arqueação bruta (AB) maior que 20 (vinte) a partir da linha de costa até a distância de 3 milhas náuticas, bem como a operação dessas embarcações entre os dias 15 de maio e 15 de junho. Torna-se importante continuar monitorando a atividade para que se possa avaliar as

consequências de tais medidas tanto para os estoques quanto para as frotas. Com a retirada das embarcações de parelha e de emalhe de maior porte, espera-se um melhor rendimento futuro nas capturas e maior área de atuação para frota de menor porte da região.

Conflitos entre artes passivas e artes ativas de pesca são bem documentados na literatura (BLYTH *et al.*, 2002). No caso tratado neste estudo, a pesca com parelhas costumava ser alvo de conflito e por isso foi limitada a sua atuação na área. Como essa arte de pesca é considerada de relativo grande porte, era indicada como uma das responsáveis por reduzir a área de pesca de outras artes costeiras, as quais alegam não possuir a capacidade de pesca e de navegação que as embarcações de parelhas detêm. Como apenas a frota de parelhas teve sua área de atuação limitada, essa restrição causou um descontentamento nos envolvidos com a pescaria, existindo uma possibilidade do conflito desta frota com outras artes se agravar devido a um aumento de insatisfação por entender que o ambiente marinho é um recurso de uso comum e que o acesso a ele deveria ser garantido a todos. O descontentamento exacerbado não é desejável em gestão pesqueira, pois é necessário o envolvimento dos atores para o efetivo estabelecimento de uma AMP, além de ser considerado um elemento importante para adoção de uma abordagem ecossistêmica (JONES, 2001).

Segundo BAELDE (2005), é preciso se ter claro o objetivo de uma AMP, para saber que tipos de benefícios devem ser esperados. O objetivo pode ser manter a atividade de pesca atuante e rentável ou preservar a biodiversidade da área. Cada objetivo traz consigo diferentes designs e distintas necessidades de pesquisa. A AMP implantada no estado de São Paulo teve como objetivo

ordenar o uso para preservar o recurso. Torna-se necessário, portanto, evidenciar os benefícios às pescarias nos anos que seguem a criação da medida, que podem ser demonstrados por meio da manutenção de um programa de monitoramento pesqueiro. Além de proporcionar um processo de gestão adaptativa, em que o monitoramento auxilia em uma avaliação da efetividade dos planos de manejo.

Em áreas costeiras, as reservas marinhas, ou áreas de total exclusão de pesca, de poucos a algumas dezenas de quilômetros quadrados têm se mostrado efetivas na recuperação de habitats e estoques (GELL e ROBERTS, 2003). Portanto, talvez seja mais efetivo, em termos de conservação, restringir todas as artes de pesca em algumas áreas na região costeira, ou talvez apenas ao redor de estuários. Em sequência, implantar uma área de amortecimento (“buffering area”), onde fossem permitidas artes de pesca passivas e então, a partir disso, permitir as artes móveis. Além disso, transformar grandes áreas de restrição em muitas áreas pequenas talvez aumente a eficácia e diminua o descontentamento por parte dos pescadores (ROBERTS *et al.*, 2005).

## **Conclusão**

A frota de pesca com parelhas do estado de São Paulo apresentou alterações na sua dinâmica após a implantação das APAMs, pressionada por uma provável redução dos lucros devido à diminuição da captura das espécies mais rentáveis e em consequência da procura por novos locais de pesca. Além disso, as pescarias que permaneceram atuando na área aumentaram seus

esforços e valores de descarga, indicando a necessidade de também regulamentar as outras artes de pesca, principalmente o emalhe, para que os estoques na área sejam preservados. O presente estudo nos fornece subsídios para entender os efeitos iniciais da implantação das APAMs sobre as pescarias envolvidas e continuar o processo estimulando a participação dos atores na elaboração da gestão pesqueira na área.

### Referências bibliográficas

- AGARDI, M.T. 1994 Advances in marine conservation: the role of marine protected areas. *Tree*, 9(7): 267-270.
- AIKEN, K.A. 1983 The biology, ecology and bioeconomics of the Triggerfishes, Balistidae. In: MUNRO, J.L. *Caribbean Coral Reef Fishery Resources*. ICLARM Studies and Reviews, Phillipines 7. p.191-205.
- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999 Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Controle Estatístico de Produção Pesqueira Marítima - ProPesq. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA,11.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA,1., Recife, Brasil, 17-21/out/1999. *Anais...v.2*: 824-832.
- BAELDE, P. 2005 Interactions between the implementation of marine protected areas and right-based fisheries management in Australia. *Fisheries Management and Ecology*, 12: 9-18.
- BENINCÁ, E.M. 2013 *As pescarias industriais de arrasto-duplo em Santa Catarina - Brasil: dinâmica versus permissionamento*. Itajaí. 95p. (Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí, UNIVALI). Disponível em: <<http://siaibib01.univali.br/pdf/Erica%20Mastella%20Beninca.pdf>> Acesso em: 18 jul. 2014.
- BISEAU, A. 1998 Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impacts on stock assessments. *Aquatic Living Resources*, Paris, 11(3): 119-136.
- BLYTH, R.; KAISER, M.; EDWARDS-JONES, G.; HART, P. 2002 Voluntary management in an inshore fishery has conservation benefits. *Environmental Conservation*, 29: 493-508.
- BRASIL 1989 IBAMA. Portaria 445, 10/08/1989.

- BRASIL 2004 MMA. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa MMA nº 05, de 21 de maio de 2004. Anexo II - Lista Nacional das espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreexploração. Seção 1, nº 102, Circular no 32.
- BRASIL 2012 MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura Instrução Normativa Interministerial nº 12, de 22 de agosto de 2012.
- BRASIL 2013a ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/>>. Acesso em 23 set.2013.
- BRASIL 2013b MMA. Ministério do Meio Ambiente. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/>> Acesso em 08 out.2013.
- BRASIL 2013c MPA/MMA. Ministério da Pesca e Aquicultura/ Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 5, de 3 de dezembro de 2013.
- BRASIL 2014 MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Registro Geral de Pesca (RGP). Disponível em: < <http://sinpesq.mpa.gov.br>> Acesso em 02 fev.2014.
- CASTRO, L.A.B de; PETRERE Jr, M.; COMUNE, A.E. 2001 A bio-economic appraisal of pair trawl fisheries off southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 49(1/2): 39-48.
- CASTRO, P.M.G. de 2001 Estrutura e dinâmica da frota de parramas do estado de São Paulo e aspectos biológicos dos principais recursos demersais costeiros do sudeste do Brasil (23º - 29º S). *Notas Técnicas da FACIMAR*, 5: 59-92.
- CASTRO, P.M.G. de; CARNEIRO, M.H.; SERVO, G.J.M.; MUCINHATO, C.M.D; SOUZA, M R. 2007 Dinâmica da frota de arrasto de parramas do estado de São Paulo, In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; CERGOLE M. C. *Dinâmica das frotas pesqueiras comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p. 60-103.
- CASTRO, P.M.G. de e TUTUI, S.L. 2007 Frota de parrama do estado de São Paulo – Caracterização física e operacional e suas variações temporais. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, São Luis, 2(2): 13-31.
- CBD 2004 Convention on Biological Diversity. Technical Advice on the Establishment and Management of a National System of Marine and Coastal Protected Areas. *CBD Technical Series*, 13. 40p.
- DAY, J.; DUDLEY, N.; HOCKINGS, M.; HOLMES, G.; LAFFOLEY, D.; STOLTON, S. & WELLS, S. 2012 *Guidelines for applying the IUCN Protected Area Management Categories to Marine Protected Areas*. Gland, Switzerland: IUCN. 36p.

- DIEGUES, A. C. 2008 *Marine Protected Areas and Artisanal Fisheries in Brazil*. International Collective in Support of Fishworkers. Nagaraj and Company Pvt Ltd, Chennai, India. 54p.
- FAO 1996 *Precautionary approach to capture fisheries and species introduction*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO. 54p.
- FAO 2009 *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Electronic Publishing Policy and Support Branch, Communication Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO. 176 p.
- FAO 2011 *Review of the state of world marine fishery resources*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Marine and Inland Fisheries Service. Fisheries and Aquaculture Resources Use and Conservation Division. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO. 336 p.
- FISCHER, L.G.; PEREIRA, L.E.D; VIEIRA, J.P. 2011 *Peixes estuarinos e costeiros*. 2<sup>a</sup> ed. Rio Grande: Luciano Gomes Fischer. 131p.
- GELL, F.R e ROBERTS, C.M. 2003 *The fishery effects of marine reserves and fishery closures*, Washington: WWF-US. 89p.
- GIRAUDOUX, P. 2013 *pgirmess*: Data analysis in ecology. R package version 1.5.7. Disponível em: <<http://CRAN.R-project.org/package=pgirmess>> Acesso em 24 fev.2014.
- GRAÇA-LOPES, R. da ; TOMÁS, A.R.G.; TUTUI, S.L.S.; SEVERINO-RODRIGUES, E.S., PUZZI, A. 2002 Comparação da dinâmica de desembarques de frotas camaroeiras do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 28(2): 163-171.
- HAIMOVICI, M.; MARTINS, A.S; VIEIRA, P.C. 1996 Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a plataforma continental do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(1): 27-50.
- HOVGÅRD, H. e LASSEN, H. 2000 *Manual on estimation of selectivity for gillnet and longline gears in abundance surveys*. FAO Fisheries Technical Paper, n° 397. Food and Agriculture Organization of United Nations. Roma: FAO. 84p.
- JONES, P.J.S. 2001 Marine protected area strategies: Issues, divergences and the search for middle ground. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11: 197-216.
- KAISER, M.J.; COLLIE, J.S.; HALL, S.J.; JENNINGS, S.; POINER, I.R. 2002 Modification of marine habitats by trawling activities: prognosis and solutions. *Fish and Fisheries*, 3: 114-136.

- LAUCK, T.; CLARK, C.W.; MANGEL, M.; MUNRO, G.R. 1998 Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecological Applications*, 8(1): 72-78.
- LEGENDRE, P e LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2<sup>nd</sup> english ed. Netherlands: Elsevier Science B.V. 853p.
- MANGI, S.C.; RODWELL, L.D.; HATTAM, C. 2011 Assessing the impacts of establishing MPAs on fisherman and fish merchants: the case of Lyme Bay, UK. *A Journal of the Human Environment – AMBIO*, 40: 457-468.
- MCCLANAHAN, T.R. e MANGI, S. 2000 Spillover of exploitable fishes from a marine park and its effect on the adjacent fishery. *Ecological Applications*, 10 (6): 1792-1805.
- MCCLANAHAN, T.R. e MANGI, S. 2001 The effect of a closed area and beach seine exclusion on coral reef fish catches. *Fisheries Management and Ecology*, 8: 107-121.
- MCCONNAUGHEY, R.A.; MIER, K.L.; DEW, C. B. 2000 An examination of chronic trawling effects on soft-bottom benthos of the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1377–1388.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1980 *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*, IV. Teleostei (3). São Paulo: Museu de Zoologia. 96p.
- PEREZ, A.A. e PEZZUTO, P.R. 2001 Análise da dinâmica da pesca de arrasto do Sudeste e Sul do Brasil, entre 1997 e 1999, a partir de desembarques realizados no porto de Itajaí – SC. *Notas Técnicas da FACIMAR*, 5: 59-92.
- R CORE TEAM 2013 *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 24 fev.2014.
- ROBERTS, C.M.; HAWKINS, J.P.; GELL, F.G. 2005 The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 360: 123–132.
- SANCHIRICO, J.N.; COCHRAN, K.A.; EMERSON, P.M. 2002 Marine Protected Areas: Economic and Social Implications. Resources for the Future. Discussion Paper. p.02–26.
- SÃO PAULO 2008 Decretos nº 53.525, 53.526 e 53.527 de 08 de outubro de 2008. Diário Oficial do estado de São Paulo de 09 de outubro de 2008.
- SÃO PAULO 2014 Estatística pesqueira. Instituto de Pesca de São Paulo. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/estatistica/index.php>>. Acesso em 17 jul.2014.
- SECKENDORFF, R.W. e AZEVEDO, V.G. 2007 A atuação de grandes embarcações pesqueiras na região costeira: o conflito de uso no litoral norte do estado de São Paulo. *Série Relatórios Técnicos - Instituto de Pesca/APTA/SAA*, 31: 1-6.

- SIEGEL, S. e CASTELLAN, N.J. 1988 *Nonparametric statistics for the behavioural sciences*. New York: MacGraw Hill Int. p.213-214.
- SCHWINGEL, P.R. e OCCHIALINI, D.S. 2007 Descrição e dinâmica da frota de traineiras no porto de Itajaí (SC) entre 1997 e 1999. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; CERGOLE M. C. *Dinâmica das frotas pesqueiras comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p.218-247.
- TOMÁS, A.R.G. e CORDEIRO, R. de A. 2007 Dinâmica da frota de arrasto de portas do estado do Rio de Janeiro. In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; CERGOLE M. C. *Dinâmica das frotas pesqueiras comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p.17-40.
- WARD, T.J.; HEINEMANN, D.; EVANS, N. 2001 *The role of marine reserves as fisheries management tools: a review of concepts, evidence and international experience*. Department of Agriculture, Fisheries and Forestry – Australia. Canberra: Bureau of Rural Sciences. 192p.
- WATSON, R. e PAULY, D. 2001 Systematic distortions in world fisheries catch trends. *Nature*, 414: 534-536.
- WILEN, J.E. 2006 Why Fisheries management fails: treating symptoms rather than cause. *Bulletin of Marine Science*, 78(3): 529-546.
- ZAR, J.H. 2009 *Biostatistical Analysis*, 5<sup>a</sup> ed., New Jersey: Pearson Prentice Hall. 944p.

## **CAPÍTULO 2**

### **INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM DESCARGAS DE PESCARIAS COMERCIAIS: O ARRASTO COM PARELHAS EM SÃO PAULO, BRASIL**

## Resumo

### **INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM DESCARGAS DE PESCARIAS COMERCIAIS: O ARRASTO COM PARELHAS EM SÃO PAULO, BRASIL**

Diante de uma realidade de sobreexploração de grande parte dos estoques pesqueiros mundiais e de mudanças climáticas, o entendimento das relações entre as populações e as variáveis ambientais se torna crucial. O presente trabalho procurou descrever a influência de variáveis operacionais e ambientais na descarga das principais categorias de pescado pela frota de pesca com parelhas do estado de São Paulo, Brasil. A abundância das espécies nas capturas por viagem da frota apresentou uma alta heterogeneidade no período de 2003 a 2011. As características das embarcações não explicaram essa variação, a qual esteve relacionada principalmente à latitude de captura, temperatura da superfície do mar e concentração de clorofila. As variáveis ambientais provavelmente influenciaram na capturabilidade dos estoques, alterando principalmente seu padrão de distribuição.

**Palavras-chave:** série temporal, sensoriamento remoto, cluster, defasagem de tempo, pescaria multiespecífica, TSM.

## **Abstract**

### **INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND OPERATIONAL VARIABLES IN COMMERCIAL FISHERIES LANDINGS: THE CASE OF PAIR TRAWLERS IN SÃO PAULO STATE, BRAZIL**

Faced with a reality of overexploitation of many of the world fish stocks and climate change, understanding the relationships between populations and environmental variables becomes crucial. This study aimed to describe the correlations between operational and environmental variables in landings of the main categories of fish by the pair trawl fisheries of São Paulo State, Brazil. Species catch composition by trip of the fleet showed high heterogeneity between 2003 and 2011. The characteristics of the vessels did not explain this variation, which turned to be related mainly to capture latitude, sea surface temperature and chlorophyll concentration. Environmental variables most likely influenced the stocks catchability, primarily by changing their distribution pattern.

**Keywords:** temporal series, remote sensing, cluster, time lag, multispecific fisheries, SST.

## Introdução

A complexidade em diagnosticar a condição de um estoque pesqueiro e determinar os mecanismos que o controlam é extremamente alta, pois quando se trata do oceano, trata-se de um ambiente aberto não controlado, com influência de inúmeros fatores simultaneamente (SPARRE e VENEMA, 1992).

A maior parte das séries temporais de dados disponíveis para fazer inferências sobre os estoques é oriunda de descargas de pescarias comerciais e, portanto, são informações dependentes da pesca. Dessa forma, não só as variáveis ambientais naturais estão influenciando nos valores de captura, mas também variáveis operacionais. Com isso, faz-se importante levar em conta esses fatores para que se possa administrar amostras enviesadas e fazer inferências de maneira mais representativa sobre a condição e os mecanismos controladores dos estoques (SPARRE e VENEMA, 1992).

Diversas variáveis ambientais têm apresentado relações com a distribuição de estoques e também devem ser consideradas em modelos de manejo pesqueiro (SHARP *et al.*, 1983). Fatores como a temperatura da superfície do mar, clorofila, velocidade do vento e fases da lua apresentam potencial de influenciar as taxas de captura das pescarias para diversos organismos (BIGELOW *et al.*, 1999, DAWE *et al.*, 2007; HOBDAE e TEGNER, 2002). Para peixes demersais há evidências de que o aumento de temperatura aumenta a produtividade da pesca do bacalhau (*Gadus morhua*) na Noruega (GODØ, 2003) e de corvina (*Micropogonias undulatus*) na costa leste dos Estados Unidos (HARE e ABLE, 2007). Além disso, também foi estudada a influência de fatores ambientais na descarga de outros organismos demersais,

como o polvo (CHÉDIA *et al.*, 2010, ASSUNÇÃO, 2012) e camarão (BENCHOUCHA *et al.*, 2008).

Condições ambientais podem influenciar a distribuição e a abundância dos organismos marinhos, controlando tanto indiretamente por meio de competição, predação e disponibilidade de recursos, como diretamente em sua fisiologia (JENNINGS *et al.*, 2001). A temperatura, por exemplo, mostrou-se influente no recrutamento do linguado (*Limanda ferruginea*) na costa nordeste dos Estados Unidos (SULLIVAN *et al.*, 2005) e do bacalhau (*Gadus morhua*) no norte da Europa (DIPPNER e OTTERSEN, 2001). PORTNER *et al.* (2001) registraram a influência da temperatura no crescimento, fecundidade e recrutamento de bacalhau (*Gadus morhua*) e *Zoarces viviparus*.

Na maioria dos peixes ósseos a maior taxa de mortalidade, aproximadamente 99%, ocorre entre a fertilização do ovo e o recrutamento (JENNINGS *et al.*, 2001), e nessas fases os fatores ambientais desempenham um papel importante no sucesso da população (PAULY, 1980; HOUDE, 1989; PEPIN, 1991). Além disso, as migrações quando adultos são também influenciadas pelas condições do ambiente por estarem relacionadas à desova, alimentação e época do ano; e por serem guiadas por pistas químicas, visuais ou físicas (JENNINGS *et al.*, 2001). Mudanças no comportamento das espécies podem ser causadas por alterações no ambiente, alterando, com isso, inclusive a capturabilidade do estoque. MAYNOU e SARDÀ (2001), por exemplo, atribuíram o aumento da intensidade de luz que atinge o fundo ao aumento de vulnerabilidade do lagostim *Nephrops norvegicus* à pesca de arrasto.

Variáveis operacionais da pesca também se mostraram influentes em taxas de captura. Na captura de espadarte (*Xiphias gladius*), por exemplo, espinhéis com anzóis mais profundos, mais grossos e mais resistentes com atrativos luminosos apresentaram capturas significativamente maiores (DAMALAS *et al.*, 2007). Outro exemplo seria do estudo de ROSE e NUNNALLEE (1998), em que a largura da rede de arrasto alterou a taxa de captura de linguado e de polaca.

A pesca de arrasto com parelhas foi o método de pesca utilizado nesse estudo para investigar essas influências operacionais e ambientais sobre as capturas. Esta é uma importante pescaria industrial no estado de São Paulo, apresentando altas taxas de descarga de peixes demersais. Caracteriza-se por ser uma pesca multiespecífica que captura, em sua maior parte, peixes da família Sciaenidae, como a corvina (*Micropogonias furnieri*), o goete (*Cynoscion jamaicensis*), a betara (*Menticirrhus spp.*) e diversas pescadas (*Cynoscion spp* e *Macrodon atricauda*), como também o peixe-porco (*Balistes capriscus*), diversas espécies de bagres (Ariidae) e linguados (Paralichthyidae) (CASTRO *et al.*, 2007).

As embarcações operam de forma relativamente constante em relação a dias de pesca, número de lances por dia, duração dos lances e características do aparelho de pesca (CASTRO *et al.*, 2007), entretanto, ao analisar uma série histórica da pescaria, foi encontrada uma mudança ao longo dos anos na potência, tamanho e arqueação bruta nos barcos, o que também poderia influenciar na produtividade e nos valores de descarga da frota (CASTRO e TUTUI, 2007).

Faz-se importante entender os fatores que influenciam nas descargas da pesca comercial para que seja possível fazer inferências sobre os mecanismos controladores dos estoques e, se junto a isso, a dinâmica da pescaria também for compreendida, se faz possível propor ferramentas de manejo mais adequadas e eficazes. Além disso, em uma realidade de mudanças climáticas, é indispensável compreender como variáveis ambientais se correlacionam com os estoques pesqueiros, e poder fazer previsões não só relacionadas à biologia das espécies no caso de alterações no clima, mas também como isso poderia afetar os aspectos sociais e econômicos da atividade.

## **Objetivo**

Em vista disso, o presente estudo investigou as descargas por viagem da pesca com parelhas com o objetivo de identificar padrões específicos em termos de composição e abundância de espécies capturadas, e avaliar quais fatores operacionais se correlacionaram com esses padrões. Além disso, foi verificado se a variação de abundância das principais espécies segue padrões de variação sazonal e se esta está relacionada a fatores ambientais.

## **Material e métodos**

### **a. Área de estudo**

No período de 2003 a 2011, as parelhas atuaram desde o norte do estado do Rio de Janeiro (21° 26' S) até a região central do Rio Grande do Sul (30° 49' S). As viagens selecionadas para as análises foram aquelas que ocorreram do sul de Ilha Bela (SP) (23° 56' S) ao sul de Florianópolis (SC) (27°

43' S) até aproximadamente a isóbata de 60 m, devido à maior homogeneidade de características oceanográficas encontradas nessa região, abrangendo 85% das viagens no período.

A área é caracterizada por uma plataforma continental ampla, com cerca de 200 km de largura, atingindo maiores valores em frente a Santos (SP), com aproximadamente 250 km (CASTRO *et al.*, 2006). O fundo da plataforma é relativamente homogêneo, apresentando fundo de areia e lama (FIGUEIREDO e MADUREIRA, 2004).

A plataforma continental da região de estudo é principalmente influenciada pelos ventos, pela ação da Corrente do Brasil e pelas marés. As massas de água presentes são apenas a Água Tropical (AT), a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e uma terceira chamada de Água Costeira (AC) a qual é composta por uma mistura da descarga de águas continentais com as águas da plataforma. A parte mais interna da plataforma, ou seja, até a isóbata de 70 metros aproximadamente, é ocupada pela AC. Durante o verão, a ACAS penetra em direção à costa na camada mais profunda, algumas vezes atingindo a parte mais interna da plataforma. Já no inverno a termoclina erode, alargando a banda costeira ocupada pela AC (CASTRO *et al.*, 2006).

#### **b. Dados das viagens**

Os dados operacionais utilizados no estudo (número de lances, profundidade de atuação e área de pesca) e de valores de descarga por categoria de pescado de cada viagem do ano 2003 a 2011 foram obtidos junto

ao Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira (PMAP) do Instituto de Pesca de São Paulo. Essas informações são coletadas por método censitário através de entrevistas na ocasião da descarga nos principais portos do estado de São Paulo (ÁVILA-DA-SILA *et al.*, 1999). Os valores da potência dos barcos foram obtidos junto ao PMAP e ao Registro Geral de Pesca (RGP) do Ministério da Pesca e Aquicultura.

### **c. Dados ambientais**

Foram obtidos para o período de análise os valores dos seguintes parâmetros ambientais:

- 1) Médias mensais de temperatura na superfície do mar (TSM em °C), obtidos no *Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC)* da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*); com resolução de 9 km, medidas no período diurno; por meio do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) com o satélite AQUA,
- 2) Médias mensais de concentração de clorofila na superfície do mar (CSM em mg/m<sup>3</sup>), obtidos a partir da base de imagens *Ocean Color Web* da NASA; com resolução de 4 km, também através do sensor MODIS com o satélite AQUA,
- 3) Valores bimestrais do Índice Climático Multivariado do El Niño (*Multivariate Enso Index – MEI*) obtidos no *Earth System Research Laboratory* da NOAA e
- 4) Valores mensais do Índice de Oscilação Antártica (*Antarctic Oscillation Index – AAO*) obtidos no *Climate Prediction Center* da NOAA.

#### d. Análise dos dados

Para as análises, foram selecionadas as 23 categorias de pescado que tiveram maior participação nas descargas das viagens tanto em quantidade quanto em frequência de ocorrência (Tabela 1). Os valores de descarga por unidade de esforço (DPUE) foram determinados calculando-se a quantidade de cada categoria de pescado em quilograma por lance de pesca, ou seja, por arrasto.

**Tabela 1** Lista das categorias de pescado utilizadas no estudo com o nome popular e o nome científico.

Categoria	Nome científico	Família
Bagre	-----	Ariidae
Betara	<i>Menticirrhus</i> spp.	Sciaenidae
Bicuda	<i>Sphyraena</i> spp.	Sphyraenidae
Cabrinha	<i>Prionotus punctatus</i>	Triglidae
Corvina	<i>Micropogonias furnieri</i>	Sciaenidae
Espada	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae
Peixe-galo	<i>Selene</i> spp.	Carangidae
Goete	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	Sciaenidae
Gordinho	<i>Peprilus paru</i>	Stromateidae
Guaivira	<i>Oligoplistes</i> spp.	Carangidae
Linguado	-----	Paralichthyidae
Lula	<i>Doryteuthis</i> spp.	Loliginidae
Maria-mole	<i>Cynoscion guatucupa</i>	Sciaenidae
Olho-de-cão	<i>Priacanthus arenatus</i>	Priacanthidae
Oveva	<i>Larimus breviceps</i>	Sciaenidae
Pescada-amarela	<i>Cynoscion acoupa</i>	Sciaenidae
Pescada-branca	<i>Cynoscion leiarchus</i>	Sciaenidae
Pescada-cambucu	<i>Cynoscion virescens</i>	Sciaenidae
Pescada-foguete	<i>Macrodon atricauda</i>	Sciaenidae
Peixe-porco	<i>Balistes capriscus</i>	Balistidae
Robalo	<i>Centropomus</i> spp.	Centropomidae
Roncador	<i>Conodon nobilis</i>	Haemulidae
Viola	<i>Rhynobatus</i> spp.	Rhinobatidae

A matriz de DPUE das diferentes categorias de pescado por viagem foi logaritmizada ( $\log(x+1)$ ) e submetida a uma análise multivariada de agrupamento hierárquico aglomerativo (Cluster), agrupando aquelas com semelhantes composições de captura. Para calcular a matriz de dissimilaridade foi utilizado o método de Bray-curtis, por ignorar duplas ausências (ZUUR *et al.*, 2007), e o método de variância mínima de Ward foi empregado para a

formação do cluster. A consistência do agrupamento foi avaliada pelo coeficiente de correlação cofenética, o qual é o coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ) entre as matrizes de distância e a matriz cofenética. A significância dos grupos formados foi verificada pela análise de similaridades (ANOSIM) (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998).

Os grupos foram descritos de acordo com características das viagens, apresentando a variação encontrada entre os valores do primeiro quartil e do terceiro quartil. As variáveis utilizadas foram profundidade média (profundidade máxima + profundidade mínima da viagem/2) e latitude, bem como características físicas das embarcações, como potência (HP), arqueação bruta (AB em t) e comprimento (m) da menor embarcação da parelha. Para as variáveis categóricas, mês, ano e trimestre, foi observada a porcentagem de participação em cada grupo, e utilizado na descrição aqueles com maiores valores, completando até 50% das viagens. A normalidade e homocedasticidade das variáveis numéricas foram verificadas pelo teste de Shapiro-Wilk (LEGENDRE e LEGENDRE, 1998) e Bartlett (ZAR, 2009), respectivamente. A significância da variação desses fatores em função do grupo selecionado pelo cluster foi quantificada pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste de múltiplas comparações de Kruskal (Kruskal MC) (SIEGEL e CASTELLAN, 1988).

O método de análise de espécies indicadoras (*Indicator Value – IndVal*) (DUFRENE e LEGENDRE, 1997) foi utilizado para selecionar as categorias de pescado indicadoras de cada grupo formado pelo cluster. Esse índice é determinado através do produto da fidelidade e especificidade da categoria ao grupo.

As informações espaciais de temperatura foram recortadas apenas para a área de interesse pelo programa computacional Quantum GIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2014), versão 2.4, com a utilização do sistema de coordenadas de referência SIRGAS 2000. Já as imagens de clorofila foram processadas e também recortadas para a área pelo programa SeaDAS (BAITH *et al.*, 2001), versão 7.0.2. Em seguida, os valores mínimo, máximo e médio dessas variáveis na área foram determinados.

As séries temporais de DPUE e das variáveis ambientais foram analisadas pela aplicação de funções de autocorrelação com o objetivo de detectar sazonalidade, verificando os padrões de variação. Além disso, funções de correlação cruzada entre as variáveis ambientais e de DPUE com as variáveis ambientais foram aplicadas, visando verificar as correlações no período, considerando defasagens de tempo de até dois anos. Essas funções se baseiam no coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2$ ), medindo a força da relação linear entre duas variáveis (ZUUR *et al.*, 2007). Para essa análise, foram selecionadas apenas as categorias de pescado que foram espécies indicadoras significativas dos grupos formados pelo cluster. Quando o grupo apresentou mais de uma categoria indicadora, apenas as mais abundantes foram consideradas, totalizando onze categorias.

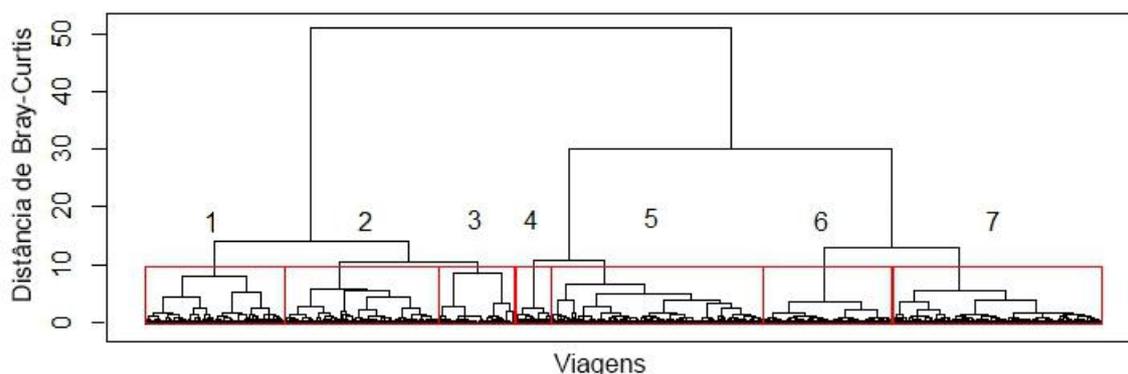
Todas as análises foram realizadas com o pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013), acrescentando-se os pacotes *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2013), *labdsv* (ROBERTS, 2013) e *pgirmess* (GIRAUDOUX, 2014).

## Resultados

### a. Padrões operacionais e de captura

Foram realizadas 1 782 viagens da pesca com parselhas no período de 2003 a 2011, 1 514 delas ocorreram na área de estudo e 1 379 foram utilizadas nas análises por conterem todas as informações necessárias, totalizando, portanto, 77,4% das viagens no período. A média de lances por dia de viagem foi de 4,2, com mínimo em 1 e máximo em 8. Cada lance trouxe em média 643,7 kg de pescado, com mínimo em 29,6 kg e máximo em 1 855,8 kg.

O cluster formado com a DPUE de cada categoria de pescado por viagem (Figura 1) demonstrou uma baixa homogeneidade da composição de captura das viagens realizadas pela frota no período. O coeficiente de correlação cofenética do dendrograma foi 0,35. Sete grupos foram determinados de acordo com a composição de captura, apresentando diferença significativa entre eles ( $r=0,48$ ;  $p=0,001$ ). A Tabela 2 sintetiza os resultados da descrição de cada grupo e a significância da variação dessas características por grupo. Todas as variáveis apresentaram distribuição não normal ( $p<0,05$ ) e, exceto para os valores de potência das embarcações e trimestre, as variâncias das variáveis entre os grupos se mostrou heterocedástica ( $p<0,05$ ).



**Figura 1** Dendrograma do cluster dos valores de DPUE por categoria de pescado por viagem. Em destaque o nível de corte selecionando sete grupos para análise exploratória.

**Tabela 2** Características referentes a 50% das viagens de cada grupo formados pelo método de agrupamento hierárquico (cluster); o resultado do teste de Kruskal-Wallis e o resultado do método de análise de espécies indicadoras (*IndVal*) . *K*= estatística do teste.

	1	2	3	4	5	6	7	<i>K</i>	p-valor
Profundidade (m)	20,8-27,5	22,5-28	21,5-29	24,8-44	20-25	20-26	25-30	225,07	$2,20 \times 10^{-16}$
Potência (HP)	267-340	230-340	250-340	230-340	230-291	230-291	240-320	50,13	$4,41 \times 10^{-9}$
Arqueação Bruta (t)	55-88	55-88	55-70	50-61	55-70	55-70	55-88	24,50	$4,21 \times 10^{-4}$
Comprimento (m)	19-22	19-22	19-21	19,5-22	19-21	20-21	19-22	20,10	$2,66 \times 10^{-3}$
Latitude (°S)	24,2-25,5	24-25	24,1-25,2	23,9-24,8	24,1-25,5	24,2-25,3	24,2-26	123,67	$2,20 \times 10^{-16}$
Mês	jan a mai	ago a nov	set a nov e fev	dez a fev e mai	dez a abr	jan a mai	set a dez		
Trimestre	1 e 2	3 e 4	3 e 4	1 e 4	1 e 4	1 e 2	3 e 4		
Estação	Ver/Out	Inv/Prim	Inv/Prim	Prim/Ver	Prim/Ver	Ver/Out	Inv/Prim		
Ano	2005 e 2006	2005 e 2006	2003 e 2005	2003, 2004 e 2007	2007 a 2009	2008 e 2009	2010-2011		
Espécies indicadoras	Lula, Pescada-amarela	Pescada-branca	Goete	Corvina, Maria-mole	Pescada-foguete	Peixe-porco, Bagre, Peixe-galo, Pescada-cambucu, Viola, Oveva, Gordinho, Robalo, Guaivira e Bicuda	Betara, Cabrinha, Roncador, Espada, Olhete e Linguado		$p < 0,05$

Todas as 23 categorias de pescado foram significativamente indicadoras de grupos formados pelo cluster ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

A maior parte dos grupos é característica de lugares costeiros (20-30 m), sendo o quinto grupo o mais costeiro (20 a 25 m), representado pela pescada-

foguete. Já o grupo quatro ocorreu dos 25 aos 44 metros de profundidade, apresentando mediana em 34 m, abrangendo, portanto, lugares mais profundos e capturando mais frequentemente corvina e maria-mole.

Os grupos cinco e seis possuíram viagens realizadas com embarcações de potência significativamente menor (mediana em 230 e 255 HP, respectivamente) do que os demais (mediana em 290 HP), entretanto 50% das viagens ocorreram com embarcações de potências muito semelhantes em todos os grupos. Em relação à tonelagem de arqueação bruta, as viagens que apresentaram embarcações menores foram pertencentes ao grupo quatro com baixa variação. E as embarcações apresentaram comprimentos menores nos grupos três e cinco, mas novamente variando pouco.

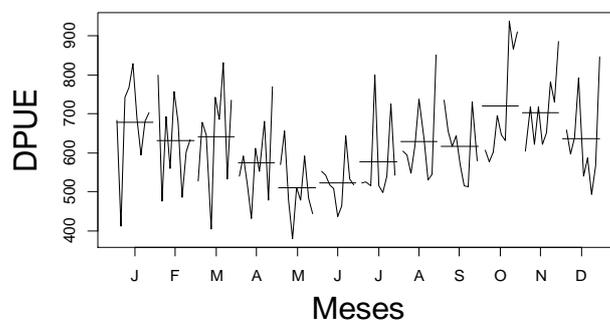
Todos os grupos apresentaram viagens que atuaram em latitudes semelhantes, entretanto, o grupo quatro atuou mais frequentemente em latitudes menores (mediana em 24° 48' S), enquanto o grupo sete em latitudes maiores (mediana em 26°S).

Os grupos quatro e cinco correspondem à uma captura mais de primavera/verão. Já os grupos um e seis ocorreram mais no verão/outono. E os grupos dois, três e sete foram mais frequentes no inverno/primavera.

O único grupo que apresentou a maior parte de suas viagens a partir de 2009 foi o sete, sendo que o restante dos grupos ocorreu mais frequentemente até 2009, caracterizando duas distintas composições de pescado ao longo dos anos.

## b. Padrões sazonais

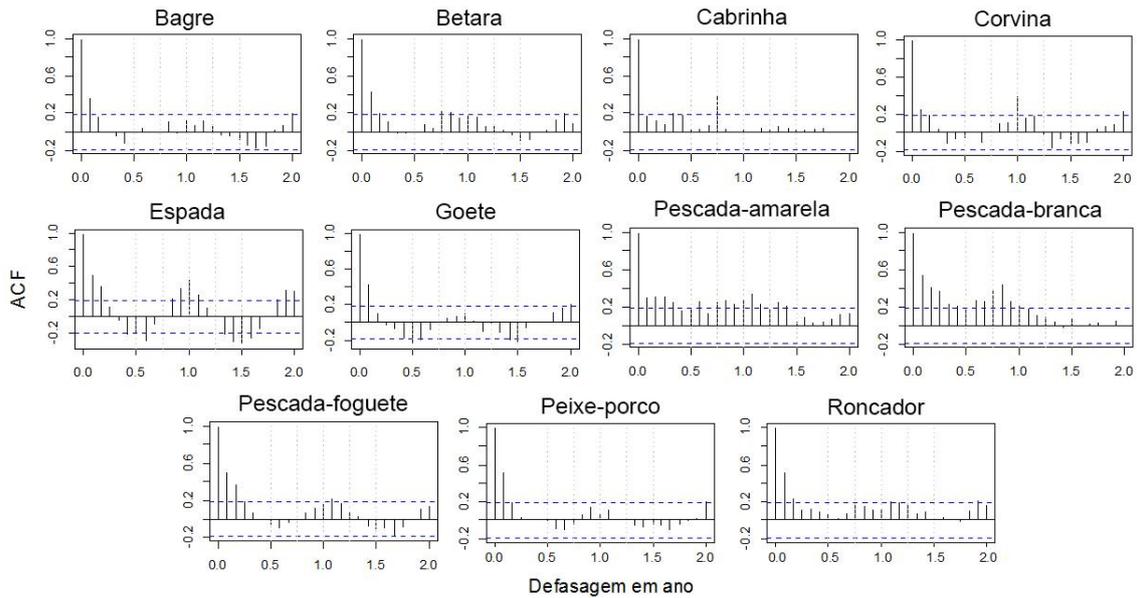
De maneira geral, as maiores taxas de captura total da frota da pesca com parelhas aconteceram nos períodos de primavera e verão (Figura 2).



**Figura 2** Variação mensal dos valores de DPUE (kg/lance) total da frota de parelhas, com a variação anual e média por mês de 2003 a 2011. Os traços horizontais e as linhas irregulares representam respectivamente a média mensal e a os valores anuais de 2003 a 2011.

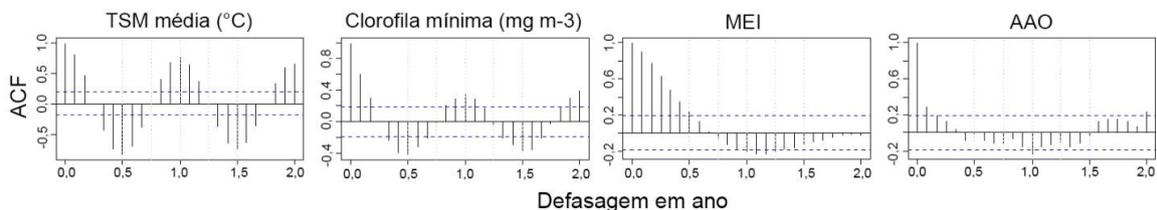
Para a análise de sazonalidade por categoria de pescado, apenas onze foram selecionadas por serem espécies indicadoras ou pela alta abundância dentro dos grupos. São elas: bagre, betara, cabrinha, corvina, espada, goete, pescada-amarela, pescada-branca, pescada-foguete, peixe-porco e roncadador.

Dessas, a espada foi que apresentou a mais forte auto-correlação, com uma tendência anual de variação. A corvina demonstrou uma auto-correlação positiva significativa com um ciclo anual com uma alta constância também. O bagre, a pescada-foguete, o peixe-porco e o roncadador exibiram uma auto-correlação pouco significativa, apresentando também uma tendência anual, porém com alta variabilidade de ano pra ano. A betara e o goete mostraram uma tendência anual com picos mais discretos. Já a cabrinha, a pescada-amarela e a pescada-branca não apresentaram um padrão sazonal definido, não sendo possível prever a captura para os anos seguintes (Figura 3).



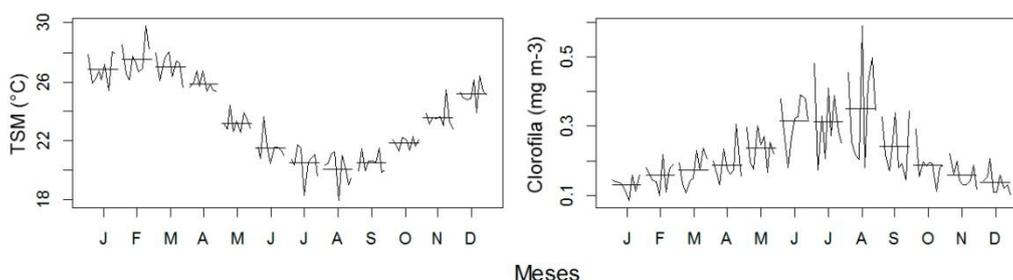
**Figura 3** Funções de auto-correlação (ACF) das espécies indicadoras dos grupos formados pelo cluster. As linhas pontilhadas horizontais representam intervalo de confiança a 95%.

As variáveis ambientais temperatura média, mínima e máxima e clorofila mínima foram aquelas que demonstraram as mais fortes auto-correlações, apresentando uma tendência anual de variação. A temperatura média e a clorofila mínima, então, foram as variáveis adotadas para a correlação cruzada com os valores de DPUE das diferentes categorias de pescado. O índice de El Niño não exibiu um ciclo definido para o período. Já o Índice de Oscilação Antártica apresentou um ciclo bienal para o período analisado (Figura 4).



**Figura 4** Funções de autocorrelação (ACF) das variáveis ambientais TSM (temperatura da superfície do mar) média (°C), concentração de clorofila mínima ( $\text{mg m}^{-3}$ ), MEI (Índice do El Niño) e AAO (Índice de Oscilação Antártica). As linhas pontilhadas horizontais representam o intervalo de confiança a 95%.

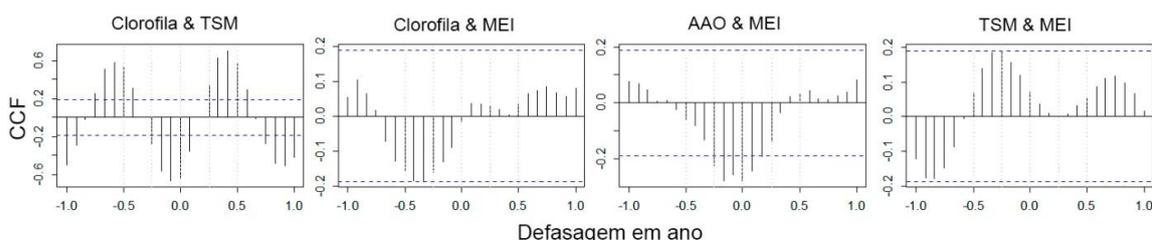
A temperatura da superfície do mar apresentou seus maiores valores no mês de fevereiro, com valores mais baixos em julho e agosto. Já a clorofila exibiu menores concentrações em janeiro e maiores em agosto (Figura 5).



**Figura 5** Gráfico da variação mensal das variáveis ambientais temperatura média e clorofila na área de estudo. Os traços horizontais e as linhas irregulares representam respectivamente a média mensal e a os valores anuais de 2003 a 2011.

### c. Variáveis ambientais x DPUE

A clorofila mostrou uma alta correlação inversa com a temperatura com uma defasagem de um mês. AAO se correlacionou significativamente apenas com MEI com dois meses de defasagem, não demonstrando uma sazonalidade. O MEI apresentou correlação com quatro meses de defasagem com a clorofila e com três meses de defasagem com a temperatura, também não demonstrando uma sazonalidade (Figura 6).



**Figura 6** Correlação cruzada entre as variáveis ambientais TSM (temperatura da superfície do mar) média ( $^{\circ}\text{C}$ ), concentração mínima de clorofila ( $\text{mg m}^{-3}$ ),

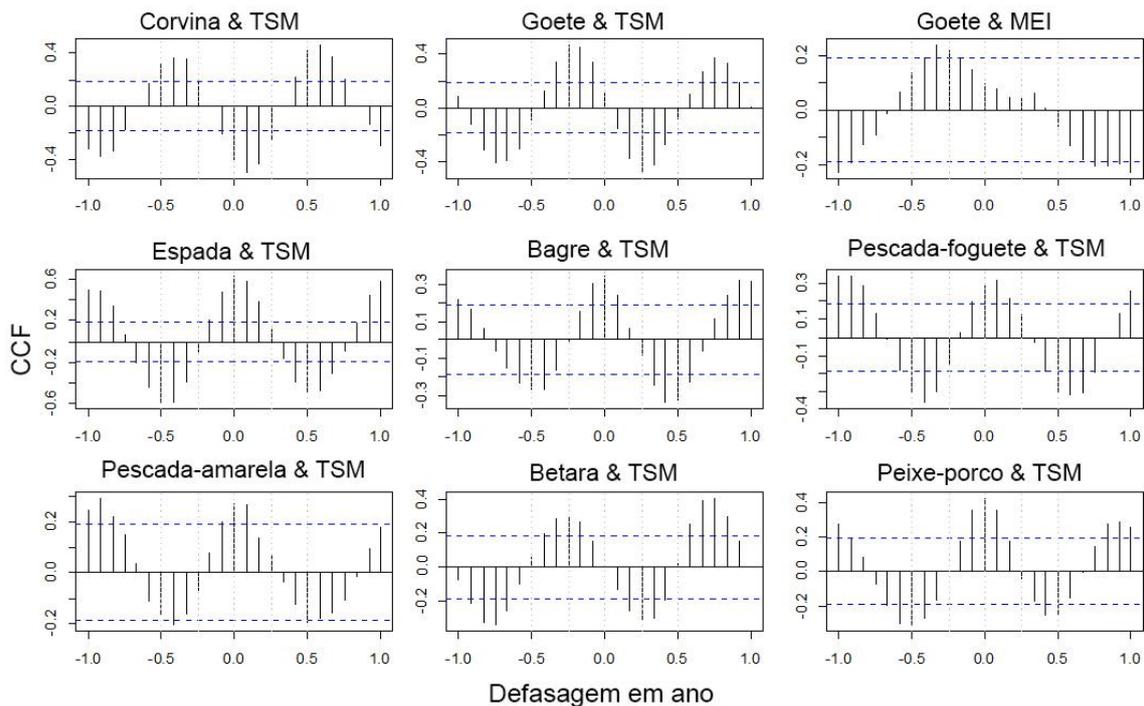
AAO (Índice de Oscilação Antártica) e MEI (Índice de El Niño). As linhas pontilhadas horizontais representam intervalo de confiança a 95%.

Quase todas as espécies tiveram correlação com a temperatura, as exceções foram pescada-branca e cabrinha. Já com a clorofila, apenas cabrinha não apresentou correlação significativa. Com o AAO, apenas bagre, espada e pescada-foguete mostraram correlação sem uma sazonalidade clara, e com o MEI apenas a corvina, peixe-porco e pescada-foguete não tiveram correlação significativa (

Tabela 3). A Figura 7 descreve as correlações entre DPUE das categorias e variáveis ambientais que apresentaram as mais fortes sazonalidades. O goete foi a única categoria que apresentou sazonalidade com MEI.

Tabela 3 Valores máximos de correlação e a defasagem respectiva em meses da série temporal de DPUE (kg/lance) de cada categoria em relação às variáveis ambientais. AAO= Índice de Oscilação Antártica; MEI= Índice do El Niño; \*= Correlação significativa.

	Temperatura Média		Clorofila Mínima		AAO		MEI	
	CCF	Defasagem	CCF	Defasagem	CCF	Defasagem	CCF	Defasagem
Corvina	-0,50*	1	0,56*	2	-0,14	1	-0,16	-2
Goete	-0,49*	3	-0,47*	-1	0,12	10	0,24*	-4
Betara	0,41*	9	0,39*	4	-0,19	-6	0,23*	4
Bagre	0,35*	0	0,33*	-5	-0,31*	-3	-0,24*	2
Cabrinha	-0,11	2	0,10	-11	0,19	-2	-0,20*	9
Espada	0,64*	0	0,52*	-5	-0,28*	-7	0,23*	-5
Peixe-porco	0,43*	0	0,42*	-5	-0,18	2	0,14	8
Pescada-foguete	-0,37*	-5	0,40*	-5	-0,33*	-4	0,12	-12
Pescada-amarela	0,30*	-11	-0,24*	-5	-0,19	-10	0,32*	-7
Pescada-branca	0,19	-12	-0,20*	1	-0,18	1	0,26*	-5



**Figura 7** Correlação cruzada entre variáveis ambientais e DPUE de diferentes categorias de pescado. TSM = Temperatura na superfície do mar (°C); MEI = Índice de El Niño.

Os valores de DPUE do bagre, da espada e do peixe-porco apresentaram uma correlação direta com a temperatura sem nenhum período de defasagem, ou seja, no mesmo mês que houve aumento de temperatura houve também aumento da DPUE dessas espécies. A corvina e a pescada-foguete apresentaram uma correlação com a temperatura com um período de defasagem de um mês, entretanto a primeira exibiu uma relação inversa e a última uma relação direta. A pescada-amarela apresentou correlação direta com um mês de defasagem com a temperatura.

O goete e a betara apresentaram uma defasagem de três meses na correlação inversa com a temperatura. O goete mostrou uma correlação inversa com o MEI com quatro meses de defasagem.

## Discussão

A parelha é uma arte de pesca de elevado poder de captura e altamente multi-específica, sem espécie-alvo determinada, mas que apresenta, por sua vez, algumas categorias que compõem a grande parte da sua captura, sendo em sua maioria peixes da família Scianidae (CASTRO *et al.*, 2007). Segundo os resultados do cluster, as viagens da frota se mostraram não homogêneas em relação à sua composição de captura no período analisado, conferindo diferentes padrões de abundância de espécies que podem estar relacionados a variáveis ambientais e/ou operacionais.

No caso dos principais cianídeos tratados no presente trabalho, que precisam de cerca de 1 a 2 anos para recrutar, e apresentam longevidade de pelo menos 8 anos (CERGOLE *et al.*, 2005), a resposta no tamanho do estoque adulto à uma alteração ambiental ocorre com um período longo de defasagem. Portanto, o presente trabalho avalia as variáveis que se correlacionaram com a variação de abundância das capturas, investigando a interferência dessas variáveis na dinâmica populacional e/ou na capturabilidade do estoque.

O agrupamento mostrou que as características físicas das embarcações mostraram-se heterogêneas nas viagens da frota, entretanto, a variação é pequena, em que a maior parte das viagens é realizada por embarcações de médio porte (19 a 22 m; 230 a 340 HP), o que provavelmente não acarreta em uma diferença na capacidade de pesca da frota, não sendo, portanto, uma explicação para a diferença nas composições de captura.

Houve uma mudança na composição de captura após 2009, em que, a partir desse ano, as viagens agrupadas pelo cluster foram realizadas mais frequentemente em maiores latitudes ( $24^{\circ}11'-26^{\circ}S$ ) e maiores profundidades (25-30 m), havendo maior frequência/abundância de betara, espada e linguado e menor de bagre, peixe-porco e pescadas. Isso pode estar relacionado com a implantação de Áreas de Proteção Ambiental Marinha que ocorreu no litoral do estado de São Paulo no mesmo ano (SÃO PAULO, 2008), em que as parelhas foram restritas da parte mais costeira onde normalmente atuavam, sendo obrigadas a atuar em maiores profundidades e procurar locais de pesca mais costeiros nos outros estados, principalmente mais ao sul (ROLIM *et al.*, 2013), acarretando em uma mudança de composição de captura.

A temperatura da superfície do mar se mostrou menor nos meses de inverno (20 e  $21^{\circ}C$ ) e maior nos meses de verão (27 e  $28^{\circ}C$ ). Essa dinâmica concorda com a descrita por CASTRO *et al.* (2006) para a plataforma continental sudeste brasileira. Já a temperatura do fundo não foi abordada no presente trabalho, mas é importante destacar que, segundo os mesmos autores, a mesma apresenta uma dinâmica diferente, em que os menores valores ocorrem no verão ( $<18^{\circ}C$ ), e estão relacionados à penetração da chamada Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na região durante esse período do ano, conferindo grandes gradientes horizontais. Essa massa de água traz consigo nutrientes, atraindo cardumes e, por esse motivo, conferiu maiores rendimentos à frota de parelhas na primavera/verão. Tal dinâmica também fora descrita para a pescaria na década anterior (CASTRO, 2001).

A concentração de clorofila e a temperatura no oceano estão altamente ligadas, pois o aumento de produtividade primária está relacionado a

afloramentos de águas frias e ricas em nutrientes (CASTRO *et al.*, 2006). Os resultados do presente estudo corroboram essa afirmação, apresentando uma forte correlação inversa dessas variáveis com um ciclo anual, em que no verão as temperaturas de superfície do mar são altas e a concentração de clorofila baixa e o inverso ocorre no inverno.

Apesar de a ACAS chegar até a plataforma interna da região no verão (CASTRO *et al.*, 2006), a concentração de clorofila no presente estudo se mostrou mais alta no inverno. Isso ocorreu pois, além da ACAS não apresentar fortes ressurgências na área em questão (CASTRO *et al.*, 2006), nessa época do ano há um deslocamento da confluência entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas (convergência subtropical) para o norte (ZAVIALOV *et al.*, 1998). Esse deslocamento transporta massas de água superficiais frias, ricas em nutrientes (BRANDINI *et al.*, 2000) e de baixa salinidade originárias de águas subantárticas da corrente das Malvinas e de águas provindas do complexo estuarino Lagoa dos Patos-Lagoa Mirim e Rio da Prata (ZAVIALOV *et al.*, 1998). Esse movimento é impulsionado para o norte pelas frentes frias de inverno e pelo gradiente de pressão do próprio complexo estuarino (SOARES, 2003 *apud* CASTRO *et al.*, 2006), o que diminui a temperatura da superfície do mar e aumenta a produção primária na região.

Oscilações sazonais de DPUE são frequentemente documentadas na literatura, e diversas delas foram correlacionadas a variáveis ambientais e operacionais da pesca (BIGELOW *et al.*, 1999; HOBDAEY e TEGNER, 2002, DAMALAS *et al.* 2007; DAWE *et al.*, 2007). No presente trabalho, as variáveis ambientais que apresentaram as correlações mais fortes com a captura de espécies foram temperatura da superfície do mar e clorofila. De fato, estágios

de vida mais avançados, como juvenis e adultos, apresentam o potencial de responder a mudanças no ambiente, podendo exibir, inclusive, preferência ativa por determinadas faixas de temperatura (COUTANT, 1977; CLARK e GREEN, 1991). Além disso, altas concentrações de clorofila podem atuar como forças de aglomeração de cardumes por proporcionarem fonte de alimento, tanto diretamente, em que peixes planctófagos são atraídos, como indiretamente, em que peixes predadores se atraem para se alimentar destes (MANN, 1993).

O entendimento da relação entre a distribuição dos estoques e as variáveis ambientais é indispensável, pois essas informações possibilitam a construção de um mapa de habitats, o qual fornece uma descrição do ecossistema tanto no espaço quanto no tempo, e auxilia, com isso, a gestão pesqueira e o manejo dos estoques (STUART *et al.*, 2011).

A corvina é, em volume, a espécie demersal mais descarregada na região Sudeste/Sul do Brasil (CARNEIRO *et al.*, 2005). Esses organismos apresentam uma ampla distribuição geográfica e são registrados para uma grande variação de temperatura (11 a 31,6°C) (VAZOLLER *et al.*, 1999), entretanto no presente estudo, o rendimento da espécie mostrou uma correlação inversa com a temperatura, aumentando sua participação nas descargas após um mês de temperatura de superfície baixa e após dois meses de alta concentração de clorofila, acompanhando, portanto as águas frias e ricas em nutrientes do inverno. Além disso, é nessa época do ano, no inverno, que a espécie apresenta maior atividade reprodutiva (CARNEIRO *et al.*, 2005), indicando um agrupamento da espécie na área no período de reprodução.

Já os valores de DPUE do bagre, pescada-amarela e pescada-foguete acompanharam as maiores temperaturas de superfície da primavera-verão. Mesmo havendo a penetração de águas frias da ACAS nesses meses do ano, isso ocorre na subsuperfície e não atinge a região bem costeira, abaixo dos 25 m de profundidade (CASTRO *et al.*, 2006). Portanto, essas espécies demersais de distribuição mais restrita às proximidades da costa (MENEZES e FIGUEIREDO, 1980) provavelmente são atraídas, de fato, pelas águas mais quentes em toda coluna d'água da primavera-verão. Essa época do ano também ocorre o período de reprodução e recrutamento da pescada-foguete (CERGOLE *et al.*, 2005) e os picos de desova de pescada-amarela (ALMEIDA, 2008).

O peixe-espada também apresentou alto rendimento relacionado a altas temperaturas de superfície, entretanto, diferentemente das espécies acima citadas, essa espécie apresenta um hábito demerso-pelágico com uma ampla distribuição geográfica (até a isóbata de 300 m). Dessa forma, não fica evidenciada uma preferência apenas por águas quentes, pois a espécie entra em contato com as águas nutritivas e frias da ACAS, coincidindo com um dos picos de reprodução e recrutamento da espécie (BELLINI, 1980; CERGOLE *et al.*, 2005).

O goete apresentou um pico de DPUE três meses após os menores valores de temperatura, e quatro meses após os maiores valores de clorofila, com dois picos de captura anuais (novembro e fevereiro). Nesse período ambas as variáveis ambientais estão em valores intermediários, e é registrado em outros estudos que a espécie acompanha águas relativamente quentes

(FIGUEIREDO, 1981), o que provavelmente está relacionado à sua época de desova (novembro e março) (CASTRO *et al.*, 2002).

CASTRO (2001) observou que as capturas do peixe-porco se acentuavam nos meses de outono/inverno quando caía a captura das espécies de maior valor comercial. Esse fato não foi observado no presente estudo, em que o peixe-porco teve correlação positiva com a temperatura, sendo mais capturado nos meses de verão e outono, período em que também é alta a captura de corvina e pescada-foguete, por exemplo, que são importantes descargas da frota. A alta DPUE no verão coincide com a reprodução da espécie (BERNARDES e DIAS, 2000), em que os indivíduos se agrupam em cardume para desovar (CASTRO *et al.*, 2005).

Ambos os índices climáticos são padrões de escala de variabilidade climática. O Índice de El Niño, ou *Multivariate Enso Index* (MEI) diz respeito às variações na interação oceano-atmosfera nas menores latitudes do oceano Pacífico e é importante de ser levado em conta nas análises por apresentar influências climáticas mundiais e nas escalas interanuais de tempo. Nesse índice, os valores positivos representam a fase quente do El Niño; e os valores negativos representam a fase fria ou La Niña (WOLTER e TIMLIN, 2011).

Já o Índice de Oscilação Antártica (AAO), ou modo anular do hemisfério sul, refere-se a uma alternância de grande escala da massa atmosférica entre a pressão de superfície das latitudes médias e altas (GONG e WANG, 1999). Os modos anulares, tanto do hemisfério sul como do hemisfério norte, descrevem variações no fluxo da atmosfera que não são explicados sazonalmente. Diversos estudos relacionaram história de vida de peixes ao

modo anular do hemisfério norte (Oscilação Ártica), o qual, por sua vez apresentou correlação com a temperatura (DIPPNER e OTTERSEN, 2001; HARE e ABLE, 2007). No presente estudo o modo anular do hemisfério sul, ou oscilação antártica (AAO), apresentou correlação apenas com o MEI, em que os picos inversos foram relacionados sem uma sazonalidade. Apesar de eventos de El Niño estarem relacionados com aumento de temperatura no Atlântico Sul (ENFIELD e MAYER, 1997), no presente estudo, o índice apresentou pico três meses depois do pico de temperatura e quatro meses depois do pico de concentração de clorofila, portanto, os índices climáticos aparentemente não apresentaram uma influência nessas variáveis em um período de dois anos na região estudada.

Como os organismos marinhos são sensíveis a variações ambientais, mudanças na dinâmica climática têm o potencial de influenciar as populações tanto direta como indiretamente. Se estas já estiverem em estado de sobrepesca, a situação se intensificaria por aumentar a susceptibilidade e diminuir a capacidade de recomposição da população. Para mitigar isso propondo medidas de gestão eficazes na preservação dos estoques, se faz necessário um contínuo monitoramento das pescarias, além de amostragens de larvas e juvenis para entender melhor o ciclo de vida das espécies em exploração.

De maneira geral, portanto, as descargas da frota de pesca com parelhas apresentaram uma sazonalidade com maior rendimento nos meses de primavera e verão. No primeiro semestre do ano, nos meses de verão e outono, foi verificada maior abundância de peixe-porco, bagre, pescada-cambucu e pescada-foguete e no segundo semestre, nos meses de inverno e

primavera, principalmente nesta última, houve maiores descargas de goete, corvina, espada, pescada-branca, betara, cabrinha e roncador. As principais influências na capturabilidade dos estoques foram a temperatura e a concentração de clorofila, apresentando relação com o padrão de distribuição e atividade reprodutiva desses organismos.

### Referências bibliográficas

- ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999 Sistema Gerenciador de Banco de Dados de Controle Estatístico de Produção Pesqueira Marítima - ProPesq. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA,11.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA,1., Recife, Brasil, 17-21/out/1999. *Anais...v.2*: 824-832.
- ALMEIDA, Z. da S. 2008 *Os recursos pesqueiros marinhos e estuarinos do Maranhão: biologia, tecnologia, socioeconomia, estado da arte e manejo*. Belém. 286p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará). Disponível em: <<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3426>> Acesso em: 18 jul. 2009.
- ASSUNÇÃO, R. 2012 *Análise da influência das variáveis pesqueiras e ambientais na abundância do polvo-comum, Octopus vulgaris (Cuvier, 1797), descarregado no estado de São Paulo entre 2003-2011*. Santos. 85p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca de São Paulo, APTA). Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpesca/DissertaRenataAssuncao2012.pdf>> Acesso em: 25 jul. 2014.
- BAITH, K.; LINDSAY, R.; FU, G.; MCCLAIN, C.R. 2001 *SeaDAS, a data analysis system for ocean-color satellite sensors*. EOS Trans. AGU, 82. 202p.
- BELLINI, A.T. 1980 *Biologia e bionomia de Trichiurus lepturus (Linnaeus, 1758) (Trichiuridae, Perciformes, Teleostei), da costa brasileira, entre Cabo Frio (23 00'S) e Torres (29 21'S)*. São Paulo. 97p. (Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências).
- BENCHOUCHA, S.; BERRAHO, A.; BAZAIRI, H.; KATARA, I.; BENCHRIFI, S.; VALAVANIS, V.D. 2008 Salinity and temperature as factors controlling the spawning and catch of *Parapenaeus longirostris* along the Moroccan Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 612: 109-123.

- BERNARDES, R.A. e DIAS, J.F. 2000 Aspectos da reprodução do peixe-porco, *Balistes capricus* (Gmelin) (Actinopterygii, Tetraodontiformes, Balistidae) coletado na costa sul do estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 17(3): 687-696.
- BIGELOW, K.; BOGGS, H.; HE, X. 1999 Environmental effects on swordfish and blue shark catch rates in the US North Pacific longline fishery. *Fisheries oceanography*, 8(3): 178-198.
- BRANDINI, F.P.; BOLTOVSKOY, D.; PIOLA, A.; KOČMUR, S.; ROTTGERS, R.; ABREU, P.C.; LOPES, R.M. 2000 Multiannual trends in fronts and distribution of nutrients and chlorophyll in the southwestern Atlantic (30-60°S). *Deep-Sea Research I*, 47: 1015-1033.
- CHÉDIA, J.; WIDIEN, K; AMINA, B. 2010. Role of sea surface temperature and rainfall in determining the stock and fishery of the common octopus (*Octopus vulgaris*, Mollusca, Cephalopoda) in Tunisia. *Marine ecology*, 31: 431-438.
- CARNEIRO, M.H.; CASTRO, P.M.G. de; TUTUI, S.L.S.; BASTOS, G.C.C. 2005 *Micropogonias furnieri*. In: CERGOLÉ, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p.94-100.
- CASTRO, B.M.; LORENZZETTI, J.A.; SILVEIRA, I.C.A.; MIRANDA, L.B. 2006 Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B; MADUREIRA, L.S.P. *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p.11-120.
- CASTRO, P.M.G. de 2001 Estrutura e dinâmica da frota de paelhas do estado de São Paulo e aspectos biológicos dos principais recursos demersais costeiros do sudeste do Brasil (23° - 29° S). *Notas Técnicas da FACIMAR*, 5: 59-92.
- CASTRO, P.M.G. de; MAGRO, M.; MUCINHATO, C.M.D; BASTOS, C.M. 2002 Estrutura da população e aspectos reprodutivos de *Cynoscion jamaicensis* (Goete) captura na costa sudeste do Brasil entre 23°S e 28°S. In: *Resumos do I Simpósio Brasileiro de Oceanografia*, IOUSP, São Paulo.
- CASTRO, P.M.G. de; BERNARDES, R.A.; CARNEIRO, M.H, SERVO, A.J.M. *Balistes Capricus*. 2005. In: CERGOLÉ, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p.29-34.
- CASTRO, P.M.G. de; CARNEIRO, M.H.; SERVO, G.J.M.; MUCINHATO, C.M.D; SOUZA, M R. 2007 Dinâmica da frota de arrasto de paelhas do

- estado de São Paulo, In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; BERNARDES, R.A.; CERGOLE M. C. *Dinâmica das frotas pesqueiras comerciais da Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. p.60-103.
- CASTRO, P.M.G. de e TUTUI, S.L. 2007 Frota de parelha do estado de São Paulo – Caracterização física e operacional e suas variações temporais. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, São Luis, 2(2): 13-31.
- CERGOLE, M. C.; ÁVILA-DA-SILVA, A. O.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 2005 *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul.
- CLARK, D. e GREEN, J.M. 1991 Seasonal variation in temperature preference of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*), with evidence supporting an energetic basis for their diel vertical migration. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1302-1307.
- COUTANT, C. 1977 Compilation of temperature preference data. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 34: 739-745.
- DAMALAS, D.; MEGALOFONOU, P.; APOSTOLOPOULOU, M. 2007 Environmental, spatial, temporal and operational effects on swordfish (*Xiphias gladius*) catch rates of eastern Mediterranean Sea longline fisheries. *Fisheries Research*, 84: 233–246.
- DAWE, E.G.; HENDRICKON, L.C.; COLBOURNE, E.B.; DRINKWATER, K.F.; SHOWELL, M.A. 2007 Ocean climate effects on the relative abundance of shortfinned (*Illex illecebrosus*) and long-finned (*Loligo pealeii*) squid in the northwest Atlantic Ocean. *Fisheries Oceanography*, 16(4): 303–316.
- DIPPNER, J.W. e OTTERSEN, G. 2001 Cod and climate variability in the Barents Sea. *Climate Research*, 17: 73-82.
- DUFRENE, M. e LEGENDRE, P. 1997 Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3): 345-366.
- ENFIELD, D.B. e MAYER, D.A. 1997 Tropical Atlantic sea surface temperature variability and its relation to El Niño-Southern Oscillation. *Journal of Geophysical Research*, 102: 929-945.
- FIGUEIREDO, J. L. 1981. *Estudo das distribuições endêmicas de peixes da província Zoogeográfica Marinha Argentina*. São Paulo. 121p. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências).
- FIGUEIREDO, A.G. e MADUREIRA, S.P.L. 2004 *Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na Região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. Série Documentos Revizee: Score Sul. 64p.

- GIRAUDOUX, P. 2014. *pgirmess*: Data analysis in ecology. R package version 1.5.9. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/pgirmess/pgirmess.pdf>> Acesso em 01 jul.2014.
- GODØ, O.R. 2003. Fluctuation in stock properties of north-east Arctic cod related to long-term environmental changes. *Fish and Fisheries*, 4: 121-137.
- GONG, D.E WANG, S. 1999 Definition of Antarctic oscillation index. *Geophysical Research Letters*, 26 (4): 459-462.
- HARE, J.A. e ABLE, K.W. 2007 Mechanistic links between climate and fisheries along the east coast of the United States: explaining population outbursts of Atlantic croaker (*Micropogonias undulatus*). *Fisheries Oceanography*, 16(1): 31–45.
- HOBDAY, A.J. e TEGNER, M.J. 2002 The warm and the cold: influence of temperature and fishing on local population dynamics of red abalone. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 43: 74-96.
- HOUDE, E.D. 1989 Subtleties and episodes in the early life of fishes. *Journal of Fish Biology* 35 (Supplement A): 29-38.
- JENNINGS, S.; KAISER, M. J.; REYNOLDS, J. D. 2003 *Marine fisheries ecology*. UK: Alden Press. 417p.
- LEGENDRE, P e LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. Second English edition. Netherlands: Elsevier Science B.V. 853p.
- MANN, K. H. 1993 Physical oceanography, food chain and fish stocks: a review. *ICES Journal of Marine Science*, 50: 105-119.
- MAYNOU, F. e SARDÀ, F. 2001 Influence of environmental factors on commercial trawl catches of *Nephrops norvegicus*. *ICES Journal of Marine Science*, 58: 1318–1325.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1980 *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*, II e IV. Teleostei (1 e 3). São Paulo: Museu de Zoologia. 96p.
- OKSANEN, F.J.; BLANCHET, G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P.R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G.L.; SOLYMOS, P; STEVENS, M.H.H.; WAGNER, H. 2013 *vegan*: Community Ecology Package. R package version 2.0-10. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>> Acesso em 01.jul.2014.
- PAULY, D. 1980 On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer*, 39(2): 175-192.

- PEPIN, P. 1991 Effect of Temperature and Size on Development, Mortality and survival rates of the pelagic early life history stages of marine fish. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 503-518.
- PORTNER H.O.; BERDAL, B.; BLUST, R.; BRIX, O.; COLOSIMO, A.; WACHTER, B. De.; GIULIANI, A.; JOHANSEN, T.; FISCHER, T.; KNUST, R.; LANNIG, G.; NAEVDAL, G.; NEDENES, A.; NYHAMMER, G.; SARTORIS, F.J.; SERENDERO, I.; SIRABELLA, P.; THORKILDSEN, S.; ZAKHARTSEV, M. 2001 Climate induced temperature effects on growth performance, fecundity and recruitment in marine fish: developing a hypothesis for cause and effect relationships in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and common eelpout (*Zoarces viviparus*). *Continental Shelf Research*, 21: 1975–1997.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2014 *QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project*. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org>>. Acesso em 01.jul.2014.
- R CORE TEAM 2013 *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 01.jul.2014.
- ROBERTS, D. W. 2013 labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.6-1. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/labdsv/labdsv.pdf>> Acesso em 01.jul.2014.
- ROLIM, F.A.; SEVERINO-RODRIGUES, E.; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; BASTOS, G.C. 2013 Variação espacial na área de atuação da frota de parramas com a criação das áreas de proteção ambiental marinha no estado de São Paulo, Brasil. *Anais... XI Reunião Científica do Instituto de Pesca*. São Paulo.
- ROSE, G.C. e NUNNALLEE, E.P. 1998 A study of changes in groundfish trawl catching efficiency due to differences in operating width, and measures to reduce width variation. *Fisheries Research*, 36: 139-137.
- SÃO PAULO 2008 Decretos nº 53.525, 53.526 e 53.527 de 08 de outubro de 2008. Diário oficial do estado de São Paulo de 09 de outubro de 2008.
- STUART, V.; PLATT, T.; SATHYENDRANATH, S. 2011 The future of fisheries science in management: a remote-sensing perspective. *ICES Journal of Marine Science*, 68: 644–650.
- SHARP, G.D.; CSIRKE, J.; GARCIA, S. 1983 Modelling fisheries: what was the question? In *Proceedings of the Expert Consultation to Examine Changes in Abundance and Species Composition of Neritic Fish Resources*. San Jose, Costa Rica. FAO Fisheries Reports 291(3): 1177-1224.
- SIEGEL, S. e CASTELLAN, N.J. 1988 *Nonparametric statistics for the behavioural sciences*. New York: MacGraw Hill. 312p.

- SOARES, I. 2003 The southern Brazilian shelf buoyancy-driven currents. 100p. (Tese de Doutorado, University of Miami).
- SPARRE, P. e VENEMA, S.V. 1992 *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part I – Manual. FAO Fisheries Technical Paper, 306(1). 376p.
- SULLIVAN, M. C.; COWEN, R.K.; STEVES, B.P. 2005 Evidence for atmosphere–ocean forcing of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) recruitment in the Middle Atlantic Bight. *Fisheries Oceanography*, 14(5): 386–399.
- VAZOLLER, A.E.A. de M.; SOARES, L.S.H; CUNNINGHAM, P.T.M. 1999. Ictiofauna da costa brasileira. In: LOWE-McCONNEL, R.H. *Estudos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Ed. Edusp (Coleção Base). p.424-467.
- WOLTER, K. e TIMLIN, M.S. 2011 El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI.ext). *International Journal of Climatology*, 31: 1074-1087.
- ZAR, J.H. 2009 *Biostatistical Analysis*, 5<sup>a</sup> ed., New Jersey: Pearson Prentice Hall. 944p.
- ZAVIALOV, P.O.; GHISOLFI, R.D.; GARCIA, C.A.E. 1998 An inverse model for seasonal circulation over the southern brazilian shelf: near-surface velocity from the heat budget. *Journal of Physical Oceanography*, 28: 545-562.
- ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; SMITH, G.M. 2007 *Analysing Ecological Data*. Statistics for biology and health. Heidelberg, Germany: Springer. 672p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesca com parelhas é uma importante pescaria comercial do estado de São Paulo e captura grandes quantidades de organismos demersais. Diante do seu poder de pesca, essa arte foi pauta de discussões em diversos setores de gestão no país, resultando na proibição da atuação da frota na zona costeira do estado de São Paulo pela criação de Áreas de Proteção Ambiental Marinhas. Em decorrência disso, a frota teve sua área de atuação alterada, pescando em locais de maior profundidade no próprio estado ou recorrendo a menores profundidades em estados vizinhos à procura de espécies costeiras que apresentam maiores rendimentos econômicos à pescaria. Com a retirada das parelhas, o esforço de outras frotas, principalmente emalhe, bem como os valores de captura de algumas espécies, aumentou, indicando uma necessidade de gestão também das outras pescarias da área.

As descargas da frota apresentaram um padrão sazonal, em que os maiores rendimentos foram na primavera e no verão. A composição de captura em termos de abundância de algumas espécies esteve correlacionada com a temperatura da superfície do mar e concentração de clorofila, indicando uma influência desses fatores na capturabilidade da maioria das categorias de pescado analisados no presente estudo. Esses resultados permitem, portanto, um mapeamento de hábitat das espécies em questão, podendo tanto direcionar as pescarias para um maior rendimento quanto propor restrições de atuação em áreas e/ou épocas do ano. Diante disso, é importante que futuros modelos de previsão de captura, de avaliação de estoques e de gestão na região incorporem essas relações entre os organismos e os fatores ambientais.