

**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**

**CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS POR SATÉLITE E A  
CAPTURA DE PEIXES-DE-BICO PELA PESCA ESPORTIVA NO SUDESTE DO BRASIL**

Mariana Rodrigues Villas Bôas

Orientador: Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

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

Santos  
Agosto -2020

**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**

**CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS POR SATÉLITE E A  
CAPTURA DE PEIXES-DE-BICO PELA PESCA ESPORTIVA NO SUDESTE DO BRASIL**

Mariana Rodrigues Villas Bôas

Orientador: Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

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

Santos  
Agosto - 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

V776 Villas Bôas, Mariana Rodrigues  
Correlação entre variáveis ambientais medidas por satélite e a captura de peixes-de-bico pela pesca esportiva no sudeste do Brasil  
IV, 29f.; fig.; tab.

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

Orientador: Alberto Ferreira Amorim

1. *Istiophoridae*, 2.TSM, 3. Clorofila, 4. Pesca esportiva  
I. Amorim, Alberto Ferreira. II. Título.

CDD 639.3

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

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


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**“CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS  
POR SATÉLITE E A CAPTURA DE PEIXES-DE-BICO PELA  
PESCA ESPORTIVA NO SUDESTE DO BRASIL”**

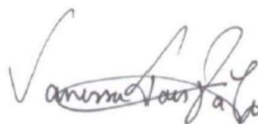
**AUTORA: MARIANA RODRIGUES VILLAS BOAS**

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

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



Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

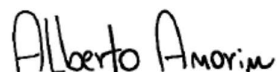


Profa. Dra. Vanessa Paes da Cruz



Prof. Dr. Rodrigo Rodrigues Domingues

Data da realização: 4 de setembro de 2020



Presidente da Comissão Examinadora  
Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim

**Aos meus pais Cecy e João e à minha irmã Beatriz**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família por sempre me apoiar, ajudando de todas as maneiras possíveis, inclusive entendendo minhas ausências durante esses dois anos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alberto Ferreira de Amorim pelo suporte, dedicação e entusiasmo durante o desenvolvimento deste trabalho. O senhor é o tipo de profissional que inspira, fazendo com que seus alunos queiram crescer cada vez mais.

Outra profissional inspiradora é a Profa. Dra. Cláudia Maris Ferreira. Foi maravilhoso ter aula com você e, principalmente, muito obrigada pela torcida e toda ajuda, nunca vou esquecer.

À Profa. Dr. Olga Tiemi Sato do IO-USP por todo o tempo dispendido e pelo profissionalismo ao me passar seus conhecimentos. Não tenho palavras para descrever o quanto você foi importante no desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas amigas Karen e Mari, meninas sem vocês eu não teria chegado até aqui. Vocês sempre foram meu apoio desde o primeiro dia, aliás desde a faculdade. Sou completamente grata por ter vocês em minha vida. E nunca será suficiente meus agradecimentos. Amo vocês demais!

Ao Ocimar, obrigada por toda a ajuda e sempre me informar sobre matérias novas que apareciam. Você ajudou muito essa aluna de agenda e comunicação complicadas, principalmente quando os professores tentavam entrar em contato comigo e não conseguiam.

## SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Sumário.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Introdução Geral.....	01
Pesca esportiva oceânica e medidas de conservação dos agulhões.....	02
Sensoriamento Remoto.....	03
Referências.....	04
<b>Capítulo 1.....</b>	<b>06</b>
Resumo.....	07
Introdução.....	09
Material e Métodos. ....	12
Área de estudo.....	12
Dados pesqueiros.....	13
Dados de sensoriamento remoto.....	13
Resultados.....	15
Pesca.....	15
Temperatura Superficial do Mar (TSM).....	18
Clorofila- $\alpha$ .....	20
Discussão.....	22
Pesca.....	22
Sensoriamento remoto.....	23
Considerações Finais.....	26
Referências.....	27

## RESUMO GERAL

Feições superficiais do oceano, como temperatura, concentração de clorofila e ventos são importantes na determinação das áreas de pesca, porém os parâmetros ideais variam de espécie para espécie. As três principais espécies capturadas na pesca esportiva do litoral Sudeste do Brasil são o agulhão-negro *Makaira nigricans*, agulhão-branco *Kajikia albida* e agulhão-vela *Istiophorus platypterus*. Estão presentes em toda costa brasileira, concentrando-se nas regiões da Bahia (BA), Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Ilhabela (SP), entre os meses de outubro e março (período reprodutivo). Os objetivos do trabalho são analisar a captura das três espécies de agulhões e sua correlação com a temperatura superficial do mar (TSM) e concentração de clorofila, medidos por satélite entre 1998 e 2018. Para isso, os dados de captura foram coletados em torneios de pesca dos iates clubes da Bahia (BA), Espírito Santo (ICES), Rio de Janeiro (ICRJ) e Ilhabela (YCI). As imagens termais e de clorofila mensais foram geradas através dos projetos Copernicus e Glob Colour, respectivamente. O Glob Colour utiliza dados SeaWiFS e MODIS AQUA, enquanto o Copernicus utiliza dados do sensor AVHRR. Dados mostraram que o agulhão-negro foi o mais capturado na região de Ilhabela (SP), enquanto o agulhão-vela, na do Rio de Janeiro (RJ) e o agulhão-branco, em Vitória (ES). Nos primeiros seis anos (1998-2003), a espécie mais capturada foi o agulhão-negro, em média, 195 peixes por torneio. A partir de 2004, houve queda para 37 exemplares. A partir de 2002, o agulhão-vela passou a ser o mais capturado, mantendo a média de 233 peixes por torneio. Em relação aos dados de TSM, as três espécies estudadas demonstraram estar fortemente associadas a essa variável, sendo capturadas com maior intensidade a partir dos 23°C. O agulhão-branco foi o mais restritivo quanto à TSM, apresentando picos de captura em temperaturas próximas a 25,5°C. Quanto à clorofila, os três agulhões apresentaram a mesma tendência de maiores capturas em baixa concentração de clorofila (entre 0,05 e 0,4 mg/m<sup>3</sup>). Visto que pouco se sabe acerca da biologia pesqueira dos peixes-de-bico e sua importância para o ecossistema marinho, existe necessidade de entender melhor a dinâmica de seus estoques no Oceano Atlântico. Nesse cenário, o uso do sensoriamento remoto aparece como uma solução prática e confiável na geração de dados, visando ao manejo sustentável das espécies.

**Palavras-chave:** Istiophoridae, TSM, clorofila, pesca esportiva



## ABSTRACT

Ocean surface features such as temperature, chlorophyll concentration and winds are important to determine fishing areas, but ideal parameters vary from species to species. The three main species caught in sport fishing off the southeastern coast of Brazil are blue-marlim *Makaira nigricans*, white-marlim *Kajikia Albida* and sailfish *Istiophorus platypterus*. They are present throughout the Brazilian coast, most frequent in the regions of Bahia (BA), Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) and Ilhabela (SP), from October to March (reproductive period). The objectives of the study were to analyze the capture of the three billfish species and their correlation with surface sea temperature (SST) and chlorophyll concentration measured by satellites between 1998 and 2018. For this, the capture data was collected from the fishing tournaments of yacht clubs in Bahia (BA), Espírito Santo (ICES), Rio de Janeiro (ICRJ) and Ilhabela (YCI). The monthly thermal and chlorophyll images were generated through the Copernicus and Glob Color projects, respectively. Glob Color uses data from SeaWiFS and MODIS AQUA, while Copernicus uses data from AVHRR sensor. Blue-marlim was the most captured in front of Ilhabela (SP), while sailfish in front of Rio de Janeiro (RJ) and the white-marlim in the region of Vitória (ES). In the first six years of tournaments (1998-2003) the most captured species was the blue-marlim, with an average catch of 195 fish per tournament, in 2004 there was a drop to 37 specimens during the tournament. From 2002 sailfish became more caught, keeping the average of 233 fish per tournament. Regarding SST data, the three studied species showed to be strongly associated with the variable, being captured with greater intensity above 23°C. White-marlim was the most restrictive in terms of SST, presenting peaks of capture at temperatures close to 25.5°C. Analyzing chlorophyll, the three billfish present the same trend of higher catches in low chlorophyll concentration (between 0.05 and 0.4 mg / m<sup>3</sup>). As little is known about the fishing biology of billfish and its importance for the marine ecosystem, is needed to better understand the dynamics of their stocks in the Atlantic Ocean. In this scenario, the use of remote sensing appears as a practical and reliable solution in the generation of data, aiming at the sustainable management of species.

**Keyword:** Istiophoridae, SST, chlorophyll, sport fishing

## INTRODUÇÃO GERAL

Os grandes peixes pelágicos de interesse comercial e/ou esportivo (albacoras, bonito, espadarte, marlins, entre outros) são migratórios e possuem ampla distribuição no Oceano Atlântico. Em águas brasileiras, são encontrados na região de quebra da Plataforma Continental, no limite Oeste da Corrente do Brasil (CB), principal corrente de migração dessas espécies. Dentre elas destacam-se, nas pescarias esportivas oceânicas brasileiras, o agulhão-negro *Makaira nigricans* (Lacèpede, 1802), agulhão-vela *Istiophorus platypterus* (Shaw e Nodder, 1792) e agulhão-branco *Kajikia albida* (Poey, 1860) (Amorim, 2011).

Uma das maiores espécies de peixes-de-bico, o agulhão-negro ou marlim azul (*M. nigricans*) é epipelágico de mar aberto, ocorrendo em locais com temperaturas superficiais entre 26-31°C (Graves *et al.*, 2002; Kerstetter *et al.*, 2003). Geralmente os indivíduos adultos são encontrados nos trópicos, associados à isoterma de 24°C (Holland *et al.*, 1990). De acordo com dados de migração obtidos através de *Pop-up Archival Tags* (PAT) e *Pop-up Satellite Archival Tags* (PSAT), a espécie permanece, a maior parte do tempo, próximo à superfície e em profundidades de até 25m. Espécimes marcados na costa do Havá passaram entre 50% e 80% do seu tempo em profundidades de até 10m, tendo suas movimentações verticais limitadas principalmente pela temperatura (Block *et al.*, 1992).

Espécie de médio porte, o agulhão-vela (*I. platypterus*) é a menos oceânica das três mencionadas, ocorrendo em águas costeiras e geralmente encontrada acima da termoclina (Martinez-Rincon, 2015). Esse peixe tem preferência por águas com temperaturas em torno de 28°C, apresentando migração sazonal ligada a essa isoterma (Mourato, 2014). Quanto à profundidade, estudos têm mostrado que o agulhão-vela passa a maior parte do tempo em águas quentes superficiais entre 10-20 m, realizando rápidas migrações verticais até 200-250m (Mourato, 2014). De acordo com Mourato *et al.* (2008), a migração reprodutiva dessa espécie se inicia na costa Nordeste do Brasil em meados de setembro, seguindo para o Sudeste onde os peixes permanecem até o início de março.

Dados de captura indicam que a distribuição geográfica do agulhão-branco (*K. albida*) varia entre 45°N e 45°S no Oceano Atlântico (Nakamura, 1985). A espécie é mais comum em locais com variação da temperatura superficial entre 24-29°C (Horodysky, 2007). Quanto à profundidade, é encontrada em águas entre 100-200m, porém, a fim de se alimentar, realiza migração vertical diária de curta duração até 300m, encontrando águas em torno de 8°C. Segundo Gonzalez e Gaertner (1990) as maiores Capturas Por Unidade de Esforço (CPUEs) de

agulhão-branco e agulhão-vela no Caribe foram encontradas em anzóis localizados entre 105 e 125m de profundidade.

### **Pesca esportiva oceânica e medidas de conservação dos agulhões**

Os torneios de pesca esportiva oceânica no Brasil iniciaram-se em 1963 e ocorrem principalmente nos estados do Rio Grande do Norte (Natal e arquipélago de Fernando de Noronha), Bahia (Salvador, Comandatuba e Canavieiras), Espírito Santo (Vitória), Rio de Janeiro (Rio de Janeiro e Cabo Frio), São Paulo (Ilhabela) e Santa Catarina (Florianópolis). Eles são praticados com vara e molinete em currículo de superfície, utilizando iscas naturais e artificiais (Arfelli e Amorim, 1981). No Sudeste a atividade é praticada nos meses quentes (entre novembro e fevereiro), quando ocorre a migração reprodutiva das espécies alvo dos torneios (Arfelli e Amorim, 1981; Arfelli *et al.*, 1994).

Mesmo não sendo o foco das pescarias comerciais, que privilegiam atuns *Tunnus sp.* e espadarte *Xiphias gladius*, os agulhões acabam sendo capturados acidentalmente e em grande quantidade no espinhel pelágico. Essa é considerada a fonte de maior mortalidade dessas espécies (Nakamura, 1985). O início dos anos 2000 foram marcados pela queda abrupta dos estoques pesqueiros, sobretudo dos agulhões negro e branco. Segundo o Comitê Permanente para Pesquisa e Estatística da *International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna* (ICCAT; 2001, 2003), a biomassa de *M. nigricans* no Oceano Atlântico encontrava-se 40% abaixo do necessário para o rendimento máximo sustentável da espécie, enquanto a biomassa de *K. albida* poderia ser menor que 12%.

Tendo em vista o declínio acentuado do estoque dessas espécies, acarretar evidências de sobre-exploração e intensa pressão pesqueira tanto comercial quanto esportiva, é fundamental sugerir recomendações científicas para um manejo sustentável, através de estudos sobre dinâmica populacional, comportamental e biológica das espécies. No Brasil a pesca e comercialização dos agulhões negro e branco está atualmente proibida. A instrução normativa SEAP N°-1, de 14 de julho de 2005, estabelece normas para os procedimentos de captura de agulhão-negro e agulhão-branco. Informam que todos os peixes capturados e com vida nas águas jurisdicionais brasileiras, devem ser devolvidos e, quando mortos, necessitam ser beneficiados e eviscerados, sem que haja o corte das primeiras nadadeiras dorsal e anal. Após o desembarque, esses indivíduos deverão ser doados à instituições científicas, hospitalares, penais e outras com fins beneficentes (Brasil, 2005).

### **Sensoriamento remoto**

Dada a importância dos estudos acerca da biologia pesqueira dos peixes-de-bico e da necessidade de aplicação de medidas mais consistentes para um manejo sustentável dessas espécies, faz-se necessária a utilização de ferramentas cada vez mais precisas para o refinamento de dados, garantindo maior confiabilidade dos resultados. Uma dessas abordagens correlaciona temperatura superficial da água e clorofila- $\alpha$  obtidas através de sensores de satélites e dados de captura dos grandes pelágicos.

Os primeiros registros da utilização de sensoriamento remoto na pesca brasileira datam do final de 1970, com trabalhos que relacionavam dados oceanográficos históricos a dados de satélites, com o objetivo de identificar áreas propícias à pesca de sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* na costa Sudeste do Brasil (Maluf, 1979). Posteriormente, Abdon (1983) utilizou dados semelhantes para três espécies de atuns: *Tunnus albacares*, *Tunnus alalunga* e *Tunnus obesus*, determinando a relação entre a ocorrência dessas espécies com feições oceanográficas superficiais, tais como ventos, correntes superficiais, temperatura, concentração de clorofila e outros.

Estudos mais recentes demonstraram a influência da temperatura superficial e outros fatores oceanográficos na ocorrência de outras espécies de peixes, bem como o comportamento de seus estoques em relação à modificação de padrões existentes (Andrade e Garcia, 2001; Yáñez *et al.*, 2001; Bigelow e Boggs, 2002; Leitão *et al.*, 2018; Khan *et al.*, 2020). Assim, observa-se que a localização de determinada espécie de peixe depende principalmente da temperatura superficial da água do mar e da concentração de clorofila-a.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdon, M. de M. 1983. Maps of Favourable Areas for Tuna Fishing in The Southwestern Atlantic Prepared from Satellite Data. Collect of scientific papers Interernational Comission for Conserve of Atlantic Tunas, Madrid, p. 0-0.

Amorim, A.F. de; Pimenta, E.G.; Amorim, M.C.C. de. 2011. Peixes-de-bico do Atlântico. Prol editora gráfica. 108p.

Andrade, H.A.; Garcia, C.A.E. 2001. Skipjack tuna fishery in relation to sea surface temperature off the southern Brazilian coast. Fisheries Oceanography. Vol. 4 p. 245-254.

Arfelli, C.A.; Amorim, A.F. 1981. Estudo biológico-pesqueiro do agulhão-vela, *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791), no sudeste e sul do Brasil (1971 a 1980). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 8 (único): 9-22 p.

Arfelli, C.A.; Amorim, A.F.; Graça-Lopes, R. 1994. Billfish sport fishery off Brazilian coast. Report of Second ICCAT Billfish Workshop, Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, Madrid (41): 214-17 p.

Bigelow, K.A.; Boggs, C.H. 2002. Environmental effects on swordfish and blue shark catch rates in the US North Pacific longline fishery. Fisheries Oceanography. Vol. 8 p. 178-198.

Block, B.A.; Booth, D.T.; Carey, F.G. 1992. Depth and temperature of the blue marlin, *Makaira nigricans*, observed by acoustic telemetry. *Marine Biology* 114:175-183.

Brasil, 2005. Instrução Normativa SEAP N<sup>o</sup>- 12, de 14 de julho de 2005.

Gonzalez, N.; Gaertner, D. 1990. Distribucion vertical de los atunes y especies de pico y su abundancia en al Mar Caribe. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 32:39-47.

Graves, J.E.; Luckhurst, B.E.; Prince, E.D. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating post release survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) from a recreational fishery. *Fisheries Bulletin* 100:134-142.

Holland, K.; Brill, R.; Chang, R.K.C. 1990. Horizontal and vertical movements of Pacific blue marlin captured and released using sport fishing gear. *Fisheries Bulletin* 88:397-402.

Horodysky, A.Z.; Kerstetter, D.W.; Latour, R.J.; Graves J.E. 2007. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in the western North Atlantic Ocean: inferences from short duration pop-up archival satellite tags. *Fisheries Oceanography* 16:3, 240-256p.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). 2001. Report of marlin stock assessment meeting. Collective Volume of Scientific Pappers ICCAT 53:1-375.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). 2003. Report of the 2002 white marlin stock assessment meeting. Collective Volume of Scientific Pappers ICCAT 55:350-452.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). 2005. Report of the Standing Committee on Research and Statistics. Int. Comm. Cons. Atl. Tunas, Madrid, Spain, 224 p.

Kerstetter, D.W.; Luckhurst, B.E.; Prince, E.D.; Graves, J.E. 2003. Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. Fisheries Bulletin 101:939-948.

Khan, A.M.A.; Nasution, A.M.; Purba, N.P.; Rizal, A.; Zahidah; Hamdani, H.; Dewanti, L.P.; Junianto; Nurruhwati, I.; Sahidin, A.; Supriyadi, D.; Herawati, H.; Apriliani, I.M.; Ridwan, M.; Gray, T.S.; Jiang, M.; Arief, H.; Mill, A.C.; Polunin, N.V.C. 2020. Oceanographic characteristics at fish aggregating device sites for tuna pole-and-line fishery in eastern Indonesia. Fisheries research. Vol. 225.

Leitão, F.; Maharaj, F.F.; Vieira, V.M.N.C.S.; Teodósio, A.; Cheung, W.W.L. 2018. The effect of regional sea surface temperature rise on fisheries along the Portuguese Iberian Atlantic coast. Aquatic conservation. Vol 28 p. 1351-1359.

Maluf, S. 1979. Cartas de Pesca: um modelo de cartas de pesca utilizando dados oceanográficos e de sensoriamento remoto, aplicado à sardinha (*Sardinella brasiliensis*). Dissertação de mestrado em Sensoriamento remoto. São José dos campos, INPE (INPE-3471-PRE/714).

Martinez-Rincon, R.O.; Ortega-Garcia, S.; Vaca-Rodriguez, J.G.; Griffiths, S.P. 2015. Development of habitat prediction models to reduce by-catch of sailfish (*Istiophorus platypterus*) within the purse-seine fishery in the eastern Pacific Ocean. Marine and Freshwater Research, vol. 66, 644-653.

Mourato, B.L.; Amorim, A.F.; Arfelli, C.A.; Hazin, H.G.; Hazin, F.H.V.; Wor, C. 2008. Standardized CPUE of atlantic sailfish (*Istiophorus Platypterus*) caught by the recreational fishery in southern brazil (1996-2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64 (6): 1941-1950.

Mourato, B.L.; Carvalho, F.; Musyl, M.; Amorim, A. F.; Pacheco, J.C.; Hazin, H.; Hazin, F. 2014. Short-term movements and habitat preferences of sailfish *Istiophorus platypterus* (Istiophoridae) along the Southeast coast of Brazil. Neotr. Ichthyol. 12(4): 861-870.

Nakamura, I. 1985. FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. Na annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes and swordfishes known to date. FAO Fish. Synop. 125(5):65p. Rome: FAO.

Yáñez, E.; Barbieri, M.A.; Silva, C.; Nieto, K.; Espíndola, F. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. Progress in Oceanography. Vol. 49 p.581-596.

## **CAPÍTULO 1**

### **SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À CAPTURA DE *ISTIOPHORIDAE* NO SUDESTE DO BRASIL (1998-2018)**

# Sensoriamento remoto aplicado à captura de *Istiophoridae* no sudeste do Brasil (1998-2018)

*Mariana Rodrigues Villas Bôas<sup>1</sup> e Alberto Ferreira de Amorim<sup>1</sup>*

- 1- Centro Avançado de Pesquisas Tecnológicas do Agronegócio do Pescado Marinho. Instituto de Pesca, Av. Bartolomeu de Gusmão, 192, Ponta da Praia, CEP: 11030-906, Santos, SP, Brasil. E-mail: mariana.r.villasboas@gmail.com, [prof.albertoamorim@gmail.com](mailto:prof.albertoamorim@gmail.com)

## RESUMO

As três principais espécies capturadas na pesca esportiva do litoral Sudeste do Brasil são o agulhão-negro *Makaira nigricans*, o agulhão-branco *Kajikia albida* e o agulhão-vela *Istiophorus platypterus*. Eles estão presentes em toda costa brasileira, concentrando-se nas regiões de Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Ilhabela (SP), entre os meses de outubro e março (período reprodutivo). As feições superficiais como temperatura superficial do mar (TSM), concentração de clorofila e ventos são importantes na determinação das áreas de pesca, porém os parâmetros ideais variam de acordo com a espécie. Os objetivos do presente trabalho são analisar a captura das três espécies de agulhões e a correlação entre esse fator, a temperatura superficial do mar (TSM) e concentração de clorofila entre 1998 e 2018. Para isso, os dados de captura foram coletados nos torneios de pesca dos iates clubes da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Ilhabela. As imagens termais e de clorofila mensais foram geradas através dos sites dos projetos Copernicus e Glob Colour, respectivamente. O Glob Colour utiliza dados SeaWIFS e MODIS AQUA, enquanto o Copernicus utiliza dados do sensor AVHRR. Nos primeiros seis anos (1998-2003), a espécie mais capturada foi o agulhão-negro, em média, 195 peixes por torneio. A partir de 2004, houve queda na captura do agulhão-negro e o agulhão-vela passou a ser o mais capturado, com média de 233 peixes por torneio. Em relação a TSM, as três espécies estudadas demonstraram estar fortemente associadas a essa variável, sendo capturadas com maior intensidade a partir dos 23°C. O agulhão-branco foi o mais restritivo



quanto à TSM, sendo capturado em locais com temperaturas superficiais entre 23,5°C e 25,5°C. Quanto à clorofila, as três espécies apresentaram a mesma tendência, apresentando maiores capturas em baixa concentração de clorofila (entre 0,05 e 0,4 mg/m<sup>3</sup>). Assim, se conhecendo os limites e preferências da espécie em relação as variáveis ambientais, pode-se determinar tanto locais propícios à pesca quanto à preservação da espécie.

**Palavras-chave:** Istiophoridae, TSM, clorofila, pesca esportiva

## INTRODUÇÃO

Dentre os grandes peixes pelágicos de interesse comercial e esportivo, os peixes-de-bico (marlins e espadartes) são um dos focos principais nas pescarias esportivas oceânicas brasileiras (Mourato et al., 2016). Em relação a essas espécies, destacam-se o agulhão-negro *Makaira nigricans* (Lacèpede, 1802), o agulhão-vela *Istiophorus platypterus* (Shaw e Nodder, 1792) e o agulhão-branco *Kajikia albida* (Poey, 1860). Estes organismos possuem grande importância biológica, devido serem predadores de topo da cadeia alimentar, eles colaboram com a manutenção do equilíbrio do ecossistema marinho (Hoese e Moore, 1998). Habitam a zona epipelágica e apresentam ampla distribuição, principalmente no Oceano Atlântico, entre 45°N e 45°S. Estão presentes em toda costa brasileira, na região de quebra da Plataforma Continental se concentrando nas cidades de Vitória (ES), Rio de Janeiro (RJ) e Ilhabela (SP), entre os meses de outubro e março, período reprodutivo (Arfelli e Amorim, 1981; Arfelli et al., 1994).

Uma das maiores espécies de peixes-de-bico, o agulhão-negro ou marlim-azul é preferencialmente encontrado em temperaturas superficiais entre 26°C e 31°C, sendo os adultos associados à isoterma de 24°C (Graves et al., 2002; Kerstetter et al., 2003). Segundo Block et al. (1992) suas migrações verticais são determinadas de acordo com a temperatura.

Considerada uma espécie de médio porte, o agulhão-vela ou sailfish (*I. platypterus*) é a espécie menos oceânica dos peixes-de-bico, geralmente encontrada mais próximo à costa e na região acima da termoclina (Nakamura, 1985). Possuem preferência por águas mais quentes, entre 21°C e 28°C (Mourato, 2014).

*K. albida* são mais comumente encontrados em águas entre 100 e 200m de profundidade, com temperatura superficial variando de 24°C a 29°C (Nakamura, 1985).

Apesar de passarem mais de 48% do tempo em águas superficiais mais aquecidas, Horodysky (2007) mostrou que a espécie, para se alimentar, realiza migrações verticais de curta duração em profundidades de até 300m, encontrando águas mais frias (8°C).

Devido a intensa pressão pesqueira que essas espécies sofrem, seus estoques encontram-se em estado crítico desde o início de 2000 e continuam a decrescer (Collette *et al.*, 2011). O Comitê Permanente para Pesquisa e Estatística da International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT; 2001, 2003) avaliou que a biomassa do agulhão-negro no Oceano Atlântico encontrava-se 40% abaixo do necessário para o desenvolvimento sustentável da espécie, enquanto a biomassa do agulhão-branco poderia ser menor que 12%. Mesmo com esses indicativos, poucas são as medidas mitigadoras para ordenamento pesqueiro dessas espécies no Brasil. A única normativa existente no país é a SEAP Nº-1, de 14 de julho de 2005, com duração de 20 anos, e que estabelece normas para procedimentos de captura dos agulhões negro e branco (Brasil, 2005).

É fundamental que existam recomendações de manejo pesqueiro e que estas venham através de estudos sobre dinâmica populacional, comportamental e biológica das espécies, utilizando ferramentas importantes para o refinamento de dados, garantindo maior confiabilidade nos resultados e, conseqüentemente, melhoria nas tomadas de decisões para manejo sustentável dessas espécies. Uma das ferramentas utilizadas para tal, diz respeito ao uso de sensoriamento remoto através de dados de satélites de temperatura superficial da água, correntes oceânicas, ventos na superfície do oceano, clorofila- $\alpha$ , entre outras.

A determinação de parâmetros físicos obtidos por sensores acoplados aos satélites gera informações importantes tanto para a frota comercial quanto para a pesca esportiva, no que diz respeito à identificação de zonas de elevada probabilidade de captura, considerando as características biológicas da espécie e importância da manutenção dos estoques pesqueiros.

A utilização do sensoriamento remoto na pesca brasileira teve seu início no final dos anos 70, com trabalhos que uniam dados oceanográficos e de satélite na tentativa de identificar áreas propícias à pesca da sardinha-verdadeira *Sardinella brasiliensis* na costa Sudeste do Brasil (Maluf, 1980). Posteriormente, Abdon (1983) utilizou dados de satélite para identificação de áreas de pesca de três espécies de atum: *Thunnus albacares*, *Thunnus alalunga* e *Thunnus obesus*. E, desde então, diversos trabalhos foram realizados, a fim de estabelecer correlação entre a ocorrência de tunídeos com dados ambientais, como ventos, correntes superficiais, temperatura superficial, concentração de clorofila, etc. (Sund *et al.*, 1981, Andrade e Garcia, 1999, Santos *et al.* 2007, Chassot *et al.*, 2011, Reygondeau *et al.* 2012).

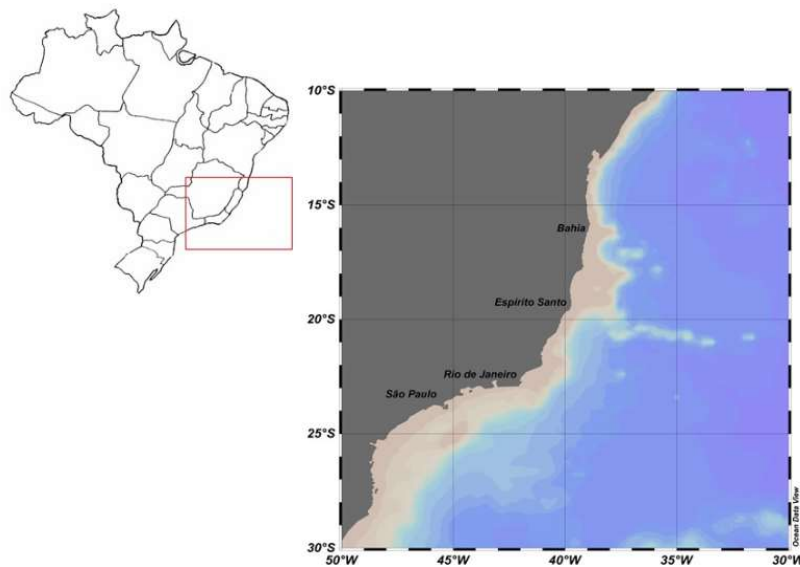
Dada a importância de se conhecer a biologia pesqueira dos peixes-de-bico, bem como o uso de sensoriamento remoto aplicado a esses dados, visando ao manejo sustentável dessas espécies, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as áreas de pesca esportiva dos peixes-de-bico *Makaira nigricans*, *Kajikia albida* e *Istiophorus platypterus* através dos torneios realizados nos Iate Clubes da Bahia (ICB), Rio de Janeiro (ICRJ), Espírito Santo (ICES) e Ilhabela (YCI), relacionando dados de captura dessas espécies à temperatura superficial do mar (TSM) e concentração de clorofila- $\alpha$ , obtidos através de satélite, entre 1998 e 2018.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Área de Estudo*

A área de estudo (Figura 1) está localizada no litoral Sudeste do Brasil, entre as latitudes 10°S e 30°S e as longitudes 30°W e 50°W, na área de atuação da pesca esportiva dos iates clubes da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Ilhabela (SP) (ICB, ICES, ICRJ e YCI, respectivamente), durante as temporadas (outubro a fevereiro) de 1998 a 2018.

Segundo Mourato *et al.* (2008) a pesca esportiva oceânica ocorre, aproximadamente, a 90 milhas náuticas da costa, na região do litoral Leste brasileiro sob influência da Corrente do Brasil que flui a partir da bifurcação da Corrente do Equador, de Nordeste para Sudoeste ao longo da costa brasileira (Silveira, 2000).



**Figura 1.** Mapa do Brasil. Em destaque a área de estudo, abordando a principal região de pesca esportiva do país.

### ***Dados Pesqueiros***

As informações sobre a captura das espécies *M. nigricans*, *I. platypterus* e *K. albida* foram obtidos através do banco de dados do Instituto de Pesca de Santos (SP), dados fornecidos pelos iates clubes ICB, ICES, ICRJ e YCI.

As informações foram fornecidas via rádio, através da comunicação entre os barcos de pesca esportiva e as salas de comunicação dos iates clubes, correspondentes ao período de 1998 a 2018, contendo as seguintes informações: data, hora, latitude e longitude da captura, esforço de pesca (número de lanchas) e captura em número de peixes por espécie. Tais dados foram organizados de acordo com a espécie, mês e ano de captura.

É importante ressaltar que os dados obtidos durante as temporadas de pesca esportivas são sazonais, uma vez que as etapas dos torneios ocorrem entre os meses de novembro e fevereiro na costa Leste brasileira. E, para garantir uma base de dados consistente, é necessário que cada iate clube se responsabilize por disponibilizar seus dados de captura e informar os participantes do torneio sobre tal necessidade, embora isso nem sempre seja possível. Ocorre que, alguns anos de torneio não apresentaram dados ou foram inconsistentes, como o caso da temporada de 2008-2009, excluída das análises por falta de repasse dos dados do torneio ao Instituto de Pesca.

### ***Dados de Sensoriamento Remoto***

As imagens, entre 1998 e 2018, de Clorofila-*a* e TSM, ambas com resolução temporal mensal, foram obtidas através dos sites dos projetos Glob Colour e Copernicus, respectivamente. O Glob Colour utiliza dados dos sensores Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (Sea-WiFIS – em funcionamento de setembro de 1997 a dezembro de 2010), e Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS AQUA que entrou em funcionamento em

julho de 2002) além de dados *in situ* para gerar os mapas globais de clorofila, com resolução espacial de 4km. Já o Copernicus utiliza dados do sensor Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR - em funcionamento desde 1981) e dados *in situ*, com resolução espacial de 5,5km.

Os mapas de temperatura superficial e de concentração de clorofila são globais e representam a média mensal de cada variável, por esse motivo os mesmos foram processados para que representem apenas a área de estudo. Todo processamento de imagens e análise de dados foram realizados utilizando o software Matlab.

## RESULTADOS

### *Pesca*

A distribuição das capturas dos três agulhões realizadas pelos iates clubes da Bahia (ICB), Espírito Santo (ICES), Rio de Janeiro (ICRJ) e Yacht Clube de Ilhabela (YCI) entre 1998 e 2018 está demonstrada na Figura 2. De acordo com o gráfico, 61% das capturas foram realizadas pelo iate clube do Rio de Janeiro.

Inicialmente apenas os iates clubes de Ilhabela e da Bahia (YCI e ICB) reportavam anualmente as capturas de *Istiophoridae*. A partir da temporada de 2001-2002, o ICRJ passou, também a reportá-las.

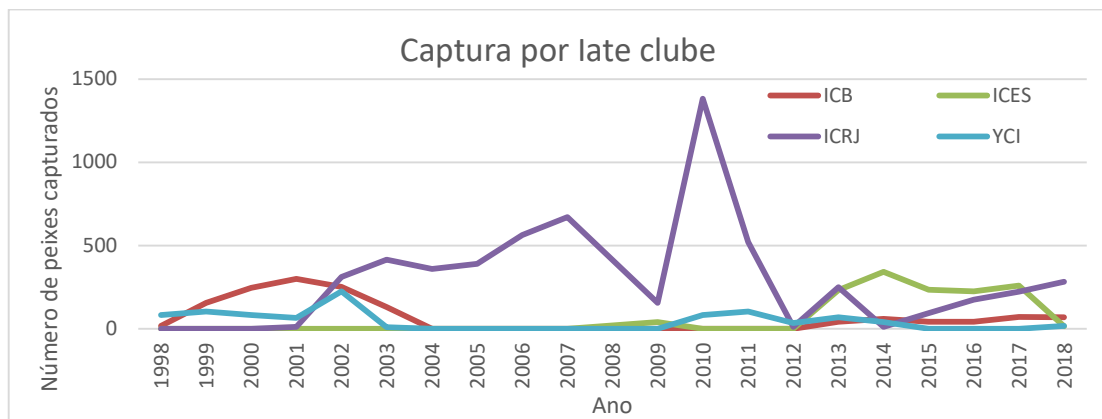
O Rio de Janeiro apresentou aumento de capturas entre 2001 e 2010, chegando a 1383 peixes capturados e soltos na temporada 2010-2011. Mesmo não informando capturas para os quatro primeiros anos de torneio, o ICRJ ainda apresentou a maior média no período estudado (291 peixes/torneio).

Somente a partir da temporada de 2009-2010, o Espírito Santo (ICES) passou a enviar seus dados de captura, deixando de reportá-los nas quatro temporadas seguintes e retomando apenas em 2013-2014 de forma consistente. Mesmo com essa falta de dados, a média de captura ficou em 67 peixes por temporada, acima do YCI (Figura 2).

Embora seja um dos primeiros clubes a iniciar o reporte anual de capturas, o YCI obteve a menor média, 46 peixes por temporada.

De 1997 a 2003, ICB reportou a média de 197 peixes por torneio. De 2004 a 2012 não houve reporte, retomando as atividades na temporada de 2013, com média de 55 peixes, pouco acima do que o relatado por Ilhabela. (Figura 2).



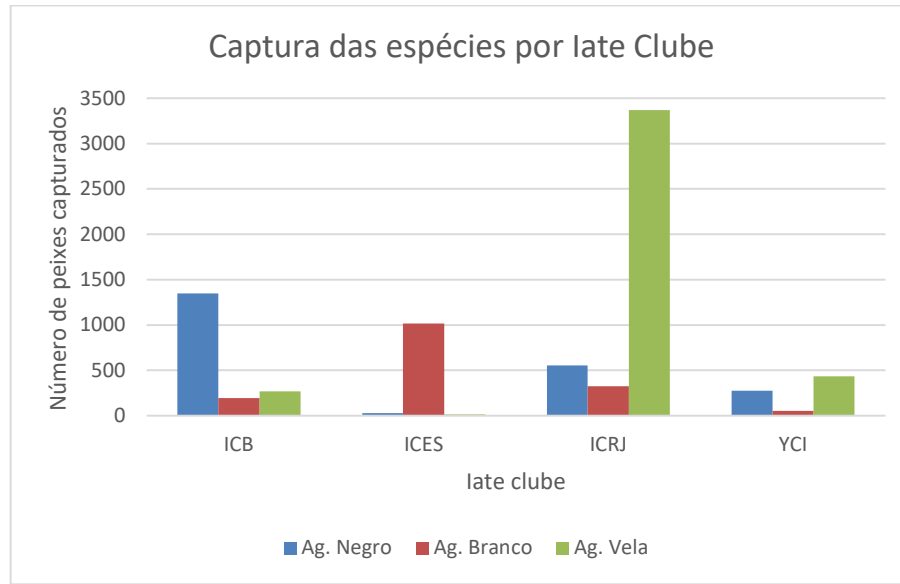


**Figura 2.** Captura anual das três espécies de agulhões (negro, branco e vela) no período de 1998 a 2018, separadas por iate clube. ICB – Iate Clube da Bahia, ICES- Iate Clube do Espírito Santo, ICRJ – Iate Clube do Rio de Janeiro, YCI – Yacht Clube Ilhabela.

A variação na captura das três espécies de *Istiophoridae* por iate clube no período analisado está apresentada na Figura 3. Em relação ao período total estudado, agulhão-vela foi a espécie mais capturada, com 4087 indivíduos. A segunda mais capturada foi o agulhão-negro - 2204 indivíduos, seguida pelo agulhão-branco - 1590 indivíduos.

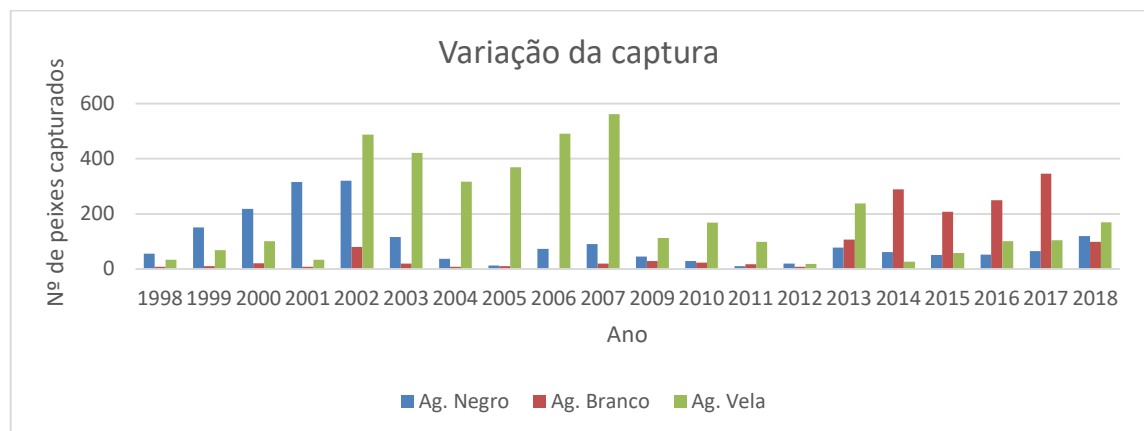
Inicialmente, a espécie mais capturada nos torneios foi o agulhão-negro, com captura média de 195 peixes por torneio. A partir de 2004-2005 houve queda considerável dessa espécie para apenas 37 exemplares, atingindo a média de 53 peixes a partir de 2006 (Figura 4).

A partir de 2002, com a queda nas capturas do agulhão-negro, o agulhão-vela passou a ser a espécie mais capturada, com 488 exemplares (Figura 4). Nesse mesmo ano, o ICRJ o clube que mais capturou esta espécie (Figura 3), começou a reportar seus dados de maneira efetiva: 3369 exemplares (82% do total).



**Figura 3.** Distribuição das capturas de agulhões negro (*M. nigricans*), branco (*K. albida*) e vela (*I. platypterus*) por iate clube, no sudeste do Brasil. ICB - Iate Clube da Bahia, ICES- Iate Clube do Espírito Santo, ICRJ - Iate Clube do Rio de Janeiro, YCI - Yacht Clube Ilhabela.

O agulhão-branco, *K. albida*, foi a espécie menos capturada no período todo, apresentando valores maiores entre 2013 a 2018, com média de 216 peixes/torneio (Figura 4).

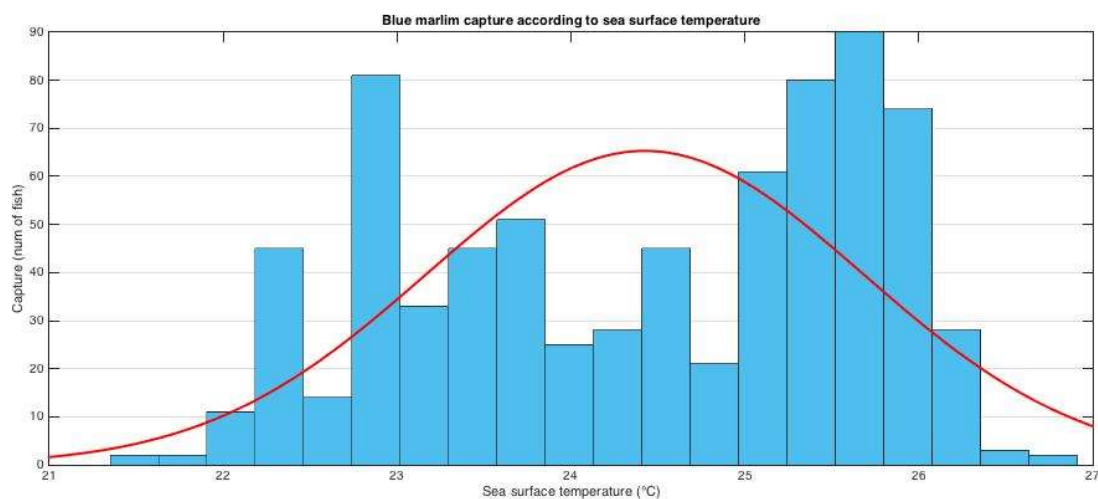


**Figura 4.** Distribuição das capturas de agulhões negro (*M. nigricans*), branco (*K. albida*) e vela (*I. platypterus*) entre 1998 e 2018, no sudeste do Brasil.

### *Temperatura Superficial do Mar (TSM)*

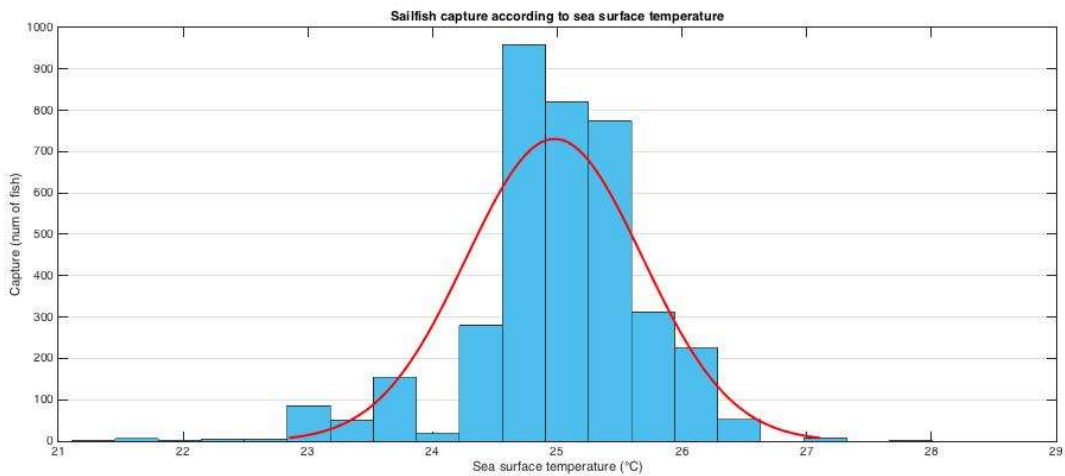
A relação entre a captura de agulhão-negro, agulhão-vela e agulhão-branco, e a TSM para o período estudado, estão apresentadas nas Figuras 5, 6 e 7 respectivamente. Em relação à TSM, as três espécies estudadas demonstraram forte associação a essa variável, sendo capturadas com maior intensidade a partir dos 23°C.

Na Figura 5 (relação do agulhão-negro com a TSM), é possível observar que a espécie se encontra distribuída entre 22 e 26°C, sendo encontrada mais frequentemente em 25°C e 26°C.



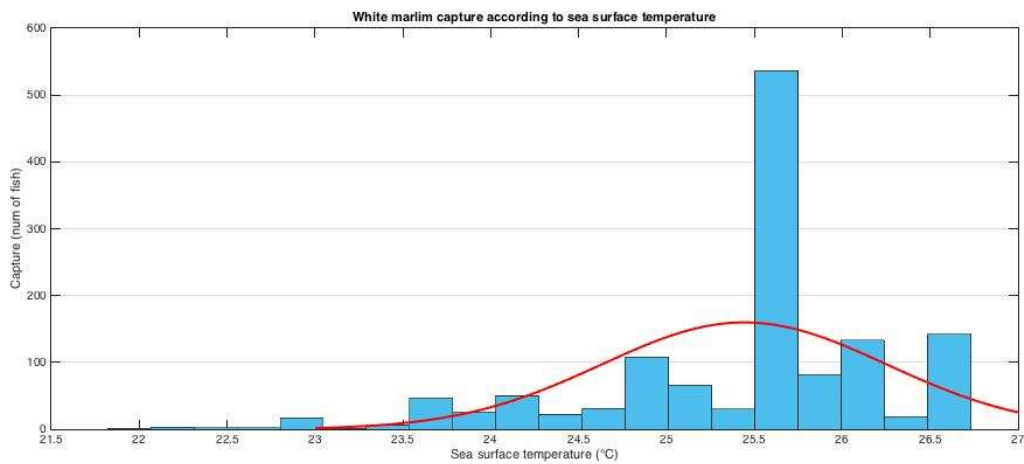
**Figura 5.** Captura de agulhão-negro, *Makaira nigricans* com relação a TSM, no sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.

O agulhão-vela apresentou maior captura quando a TSM variou entre 24,5°C e 25,5°C (Figura 6).



**Figura 6.** Captura de agulhão-vela, *Istiophorus platypterus* com relação a TSM, no sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.

Dentre as três espécies estudadas, a captura de agulhão-branco apresentou menor variação da TSM, ocorrendo em locais com temperaturas acima de 23,5°C, com pico próximo a 25,5°C (Figura 7).

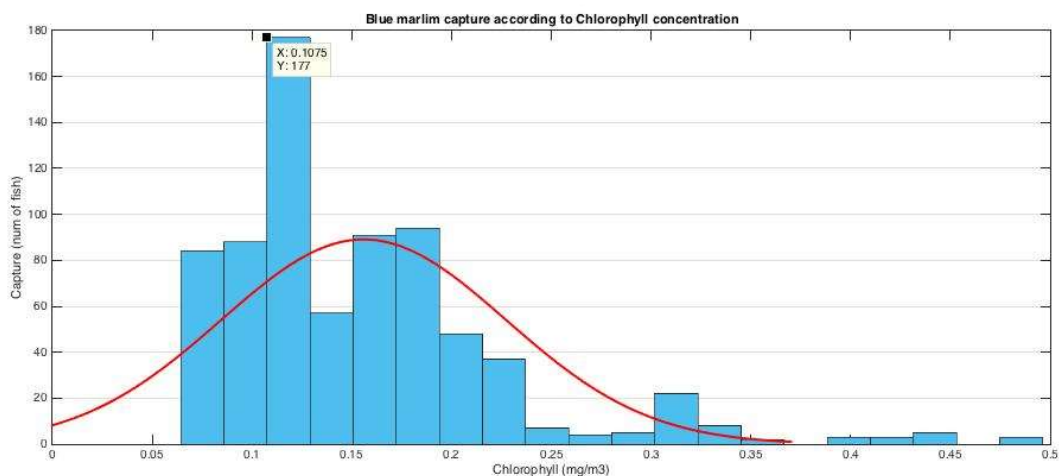


**Figura 7.** Captura de agulhão-branco, *Kajikia albida* com relação a TSM, no sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.

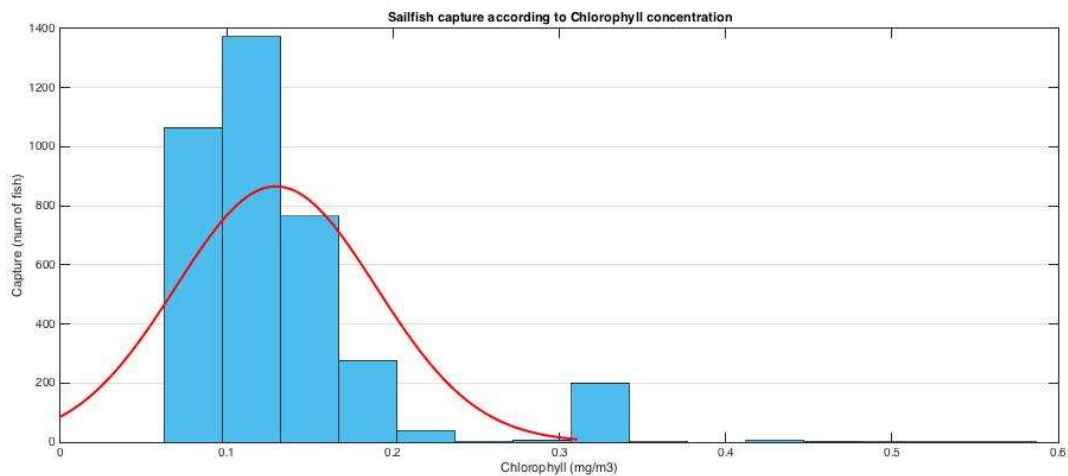
## Clorofila-a

A relação entre a captura das três espécies de agulhões e a concentração de clorofila- $\alpha$  estão apresentadas nas Figuras 8-10. De acordo com as figuras, as três espécies mostram tendência semelhante, com as maiores capturas ocorrendo em baixa concentração de clorofila.

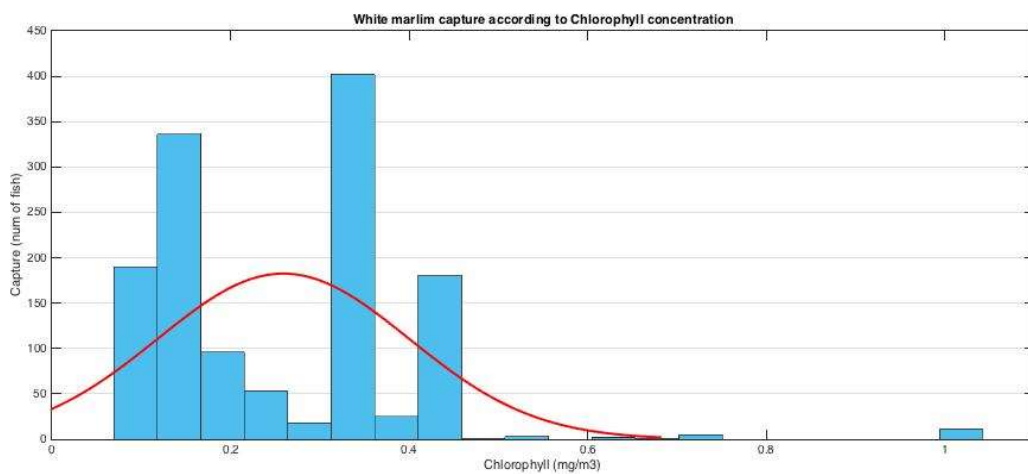
Observou-se que *M. nigricans* apresentou a maior taxa de captura (177 peixes) em concentração acima de 0,1 mg/m<sup>3</sup> (Figura 8); *I. platypterus* em concentrações entre 0,1 e 0,2 mg/m<sup>3</sup> (Figura 9); e *K. albida*, aproximadamente 400 indivíduos, entre 0,3 e 0,4 mg/m<sup>3</sup> (Figura 10).



**Figura 8.** Captura de agulhão-negro, *Makaira nigricans* com relação a concentração de clorofila- $\alpha$  na região Sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.



**Figura 9.** Captura de agulhão-vela, *Istiophorus platyterus* com relação a concentração de clorofila- $\alpha$ , no Sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.



**Figura 10.** Captura de agulhão-branco, *Kajikia albida* com relação a concentração de clorofila- $\alpha$ , no Sudeste do Brasil (1998-2018). Com linha de tendência das capturas em vermelho.

## DISCUSSÃO

### *Pesca*

Para garantia da confiabilidade e consistência dos resultados, vale destacar a importância do repasse e armazenamento dos dados de forma precisa e efetiva. Como observado, alguns dados não puderam seguir tal recomendação, sendo, por essa razão, excluídos, dificultando o processo de avaliação dos dados.

Em relação aos dados de captura dos agulhões, observou-se que a espécie mais capturada foi o agulhão-vela *I platypterus*. De acordo com Nakamura (1985), essa espécie apresenta sua distribuição mais próximo da costa, local de ocorrência dos torneios de pesca esportiva até 2014, ano no qual os torneios passaram a ocorrer mais longe se aproximando das plataformas de petróleo da Bacia de Campos (Mourato et al, 2018). Quando considerada a captura por região, Rio de Janeiro e São Paulo capturaram respectivamente 83% e 10,7% de todos os agulhões-vela do período estudado enquanto o agulhão-negro foi mais capturado na Bahia (61,2%) e o agulhão-branco na região do Espírito Santo, sendo que 63,9% de todos os agulhões-brancos capturados no período estudado foram oriundos dessa região, em seu trabalho de 2006 Amorim et al. observou o mesmo padrão de capturas sendo Rio de Janeiro e São Paulo áreas mais propícias a captura do agulhão-vela enquanto Espírito Santo e Bahia foram mais produtivas para o agulhão-branco e o agulhão-negro.

A partir do ano de 2002 foi observada queda significativa na captura do agulhão-negro *M nigricans*, juntamente com o agulhão-branco *K albida*. De acordo com a avaliação da ICCAT (2001,2003) que reportou a intensa pressão pesqueira dessas espécies pelas frotas comerciais, viu-se a necessidade de uma medida protecionista antes que o estoque atingisse níveis

preocupantes. A partir de 2005, a normativa SEAP-12 (Brasil, 2005) entrou em vigor, proibindo a captura comercial dessas espécies.

Observou-se no presente trabalho a tendência de queda das duas espécies mencionadas a partir de 2002 e aumento na captura do agulhão-vela. Mourato et al 2016 também observou o mesmo aumento na captura nominal do agulhão-vela a partir de 2002. Notou-se também um ligeiro aumento na do agulhão-negro e do agulhão-branco a partir de 2013, sugerindo provável recuperação do estoque dessas espécies. Vale ressaltar que, segundo Mourato *et al.* (2018), essa elevação na taxa de captura do agulhão-negro, a partir de 2014, deve ser interpretada com cuidado, pois poderia estar relacionada a mudanças no campo de pesca, com as embarcações operando próximas a plataformas de petróleo, sobretudo na região do Rio de Janeiro, resultando em um aumento não usual nas capturas dessa espécie.

Schirripa (2019) avaliando o estoque de agulhão-branco no oceano atlântico observou a queda dos índices de mortalidade da espécie, fato que poderia ser um indicativo de que as medidas de gerenciamento adotadas para o estoque estão sendo efetivas, entretanto também foi observado um aumento não tão expressivo na taxa de desova e biomassa da espécie para o mesmo período, fato que indica recuperação mais lenta do que o necessário para a espécie em questão.

### ***Sensoriamento remoto***

Embora existam estudos correlacionando os peixes-de-bico com variáveis ambientais (Holland *et al.*, 1990; Block *et al.*, 1992; Graves *et al.* 2002; Kerstetter *et al.*, 2003; Hazin *et al.*, 2008), estes se utilizam de frotas comerciais em sua avaliação e, portanto, não foram encontrados trabalhos que avaliassem diretamente a pesca esportiva de *Istiophidae* na costa brasileira e a relacionasse com variáveis ambientais, tais como temperatura superficial do mar



e concentração de clorofila. Tal fato sugere que este é um trabalho inédito para a região estudada.

No presente estudo os peixes-de-bico foram capturados com TSM acima de 23°C. Diversos autores mostraram a preferência desses peixes por águas mais quentes (Graves *et al.* 2002; Kerstetter *et al.*, 2003; Horodsky *et al.*, 2007; Hazin *et al.*, 2008).

Trabalhos anteriores sugeriram que o agulhão-negro era capturado em temperaturas entre 17 e 31°C, apresentando preferência por águas acima de 24°C (Holland *et al.*, 1990; Block *et al.*, 1992; Graves *et al.*, 2002). Tais resultados corroboraram com o observado no presente estudo, com as maiores taxas de captura em temperaturas superficiais entre 25°C e 26°C.

O agulhão-vela foi mais capturado apenas quando a TSM se encontrava entre 23°C e 26,5°C, apresentando maiores índices entre 24,5°C e 25,5°C. Por outro lado, Hazin (2008) afirmou que essa espécie está distribuída em um intervalo maior de TSM (entre 25°C e 30°C).

Estudando o comportamento e migração vertical de 4 exemplares de agulhão-vela na costa Sudeste brasileira com PSATs, Mourato *et al.* (2014) observaram que esses exemplares passaram a maior parte do tempo em águas com temperatura entre 25°C e 28°C, com a média variando entre 23,48°C e 25,36°C.

Horodsky *et al.* (2007), estudando a movimentação vertical e o habitat do agulhão-branco no Oceano Atlântico Noroeste, verificou que a espécie é fortemente relacionada a temperaturas superficiais elevadas, sendo encontrada em uma faixa limitada entre 24 e 29°C e, no Atlântico Sudeste, a espécie também apresentou padrão restritivo, apresentando picos de captura quando a TSM se encontrava próxima de 25,5°C.

Entre os parâmetros oceanográficos abordados no presente estudo, a temperatura superficial do mar é, possivelmente, o fator que exerceu maior influência na distribuição dos *Istiophoridae*.

Quanto à clorofila- $\alpha$ , as três espécies apresentaram tendência semelhante de capturas, com os maiores valores associados à baixa concentração de clorofila (entre 0,05 e 0,4 mg/m<sup>3</sup>). Martinez-Rincon *et al.* (2015) encontraram maiores valores de captura de agulhão-vela quando a concentração de clorofila estava próxima de 0,25 mg/m<sup>3</sup>.

Como dito anteriormente, por serem predadores de topo, essas espécies estão distantes dos produtores e consumidores primários (base da cadeia alimentar clássica), sendo estes, os primeiros a surgirem após um aumento na produção primária de determinado local. Logo, nota-se um atraso entre a ocorrência de um pico na concentração de clorofila e um outro na captura de agulhões. Stretta (1991) encontrou um intervalo de 4 a 6 semanas entre um aumento na produção primária e o aumento na captura de atuns, espécie com hábito alimentar similar ao dos agulhões.

Deve ser considerado também, o fato de os agulhões serem predadores que usam, predominantemente, a visão durante a caça, preferindo águas claras para se alimentar (Lam *et al.*, 2016; Carlisle *et al.*, 2017). Um aumento na concentração de clorofila pode ocasionar aumento na turbidez da água, acarretando dificuldade de visualização da presa, e, conseqüentemente, o processo de alimentação dessas espécies.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível observar que para cada espécie de peixe, existe uma faixa de temperatura ótima para seu metabolismo e que a localização de determinada espécie depende principalmente da temperatura da água do mar. A definição de áreas com temperaturas adequadas à ocorrência e concentração das espécies alvo contribui, de forma significativa, no incremento da captura dessas espécies, tornando a atividade pesqueira mais eficiente e rentável sem perder a sustentabilidade dos estoques explorados, quando se tratam de espécies foco da pesca comercial.

Quando as espécies em questão são capturadas como fauna acompanhante, sendo alvo apenas da pesca esportiva na modalidade pesque e solte, como no caso dos agulhões, ainda assim, encontram-se ameaçadas devido à sobrepesca. Tais informações agregam conhecimento biológico e ecológico possibilitando a tomada de decisões mais assertivas acerca do manejo para recuperação do estoque.

Os dados de clorofila indicaram áreas de maior produção primária, onde há concentração de peixes dos quais as espécies alvo do estudo se alimentam, se mostrando um parâmetro importante, porém há um intervalo de tempo entre o aumento da concentração de clorofila e o aparecimento dos agulhões. Sendo assim, se faz necessária a determinação desse intervalo temporal para definir a correlação entre a captura dos agulhões e a concentração de clorofila.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdon M. de M. 1983. Maps of Favourable Areas for Tuna Fishing in The Southwestern Atlantic Prepared from Satellite Data. Collect of scientific papers Interernational Comission for Conserve of Atlantic Tunas, Madrid, p. 0-0.

Amorim, A.F.; Aandrade, H.A.; Lins, J.E. 2006. Assessment of billfish abundance based on Brazilian sport fishing catches. *Bulletin of Marine Science*, 79: 659-666.

Andrade, H.A.; Garcia, C.A.E. 1999. Skipjack Tuna Fishery in Relation to Sea Surface Temperature of the Southern Brazilian Coast. *Fisheries Oceanography*, v.8, n.4, p. 245-254.

Arfelli, C.A.; Amorim, A.F. 1981. Estudo biológico-pesqueiro do agulhão-vela, *Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1791), no sudeste e sul do Brasil (1971 a 1980). *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 8 (único): 9-22 p.

Arfelli, C.A.; Amorim, A.F.; Graça-Lopes, R. 1994. Billfish sport fishery off Brazilian coast. Report of Second ICCAT Billfish Workshop, Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, Madrid (41): 214-17 p.

Block, B.A.; Booth, D.T.; Carey, F.G. 1992. Depth and temperature of the blue marlin, *Makaira nigricans*, observed by acoustic telemetry. *Marine Biology* 114:175-183.

Brasil, 2005. Instrução Normativa SEAP N° 12, de 14 de julho de 2005.

Carlisle, A.B.; Kochevar, R.E.; Arostegui, M.C.; Ganong, J.E.; Schratwieser, J.; Block, B. A. 2017. Influence of temperature and oxygen on the distribution of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the Central Pacific. *Fisheries Oceanography*, 26: 34-48.

Chassot, E.; Bonhommeau, S.; Reygondeau, G.; Nieto, K.; Polovina, J.J.; Huret, M.; Dulvy, N.K.; Demarcq, H. 2011. Satellite remote sensing for an ecosystem approach to fisheries management. *Journal of Marine Science*. Vol. 68(4), 651-666.

Collette, B.; Acero, A.; Amorim, A.F.; Boustany, A.; Canales Ramirez, C.; Cardenas, G.; Carpenter, K.E.; de Oliveira Leite Jr. N.; Di Natale, A.; Die, D.; Fox, W.; Fredou, F.L.; Graves, J.; Guzman-Mora, A.; Viera Hazin, F.H.; Hinton, M.; Juan Jorda, M.; Minte Vera, C.; Miyabe, N.; Montano Cruz, R.; Nelson, R.; Oxenford, H.; Restrepo, V.; Salas, E.; Schaefer, K.; Schratwieser, J.; Serra, R.; Sun, C.; Teixeira Lessa, R.P.; Pires Ferreira Travassos, P.E.; Uozumi, Y.; Yanez, E. 2011. *Makaira nigricans*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2011: e.T170314A6743776. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2011-2.RLTS.T170314A6743776.en>. Downloaded on 15 August 2020.

Graves, J.E.; Luckhurst, B.E.; Prince, E.D. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating post release survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) from a recreational fishery. *Fisheries Bulletin* 100:134-142.

Hazin, H.G.; Wor, C.; Mourato, B.L.; Hazin, F.H.V.; Travassos, P.; Arfelli, C.A.; Amorim, A.F. 2008. Catch probabilities of sailfish (*Istiophorus platypterus*) based on

environmental factors in southwestern atlantic ocean. Report of the Standing Committee on Research and Statistics. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, 49 p.

Hoese, H. D.; Moore, R. H. 1998. Fishes of Gulf of Mexico. Texas A&M University Press, College Station, Texas, USA. Edition 2: 422p.

Holland, K.; Brill, R.; Chang, R.K.C. 1990. Horizontal and vertical movements of Pacific blue marlin captured and released using sport fishing gear. Fisheries Bulletin 88:397-402.

Horodysky, A.Z.; Kerstetter, D.W.; Latour, R.J.; Graves J.E. 2007. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in the western North Atlantic Ocean: inferences from short duration pop-up archival satellite tags. Fisheries Oceanography 16:3, 240-256p.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). 2001. Report of marlin stock assessment meeting. Collective Volume of Scientific Pappers ICCAT 53:1-375.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). 2003. Report of the 2002 white marlin stock assessment meeting. Collective Volume of Scientific Pappers ICCAT 55:350-452.

Kerstetter, D.W.; Luckhurst, B.E.; Prince, E.D.; Graves, J.E. 2003. Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. Fisheries Bulletin 101:939-948.

Lam, C.H.; Galuardi, B.; Mendillo, A.; Chandler, E.; Lutcavage, M.E. 2016. Sailfish migrations connect productive coastal areas in the west Atlantic Ocean. Scientific Reports, 6: 38163.

Maluf, S. 1980. O sensoriamento remoto aplicado a um modelo de cartas de pesca. Brazilian Journal of Oceanography. Vol.29.

Martinez-Rincon, R.O.; Ortega-Garcia, S.; Vaca-Rodriguez, J.G.; Griffiths, S.P. 2015. Development of habitat prediction models to reduce by-catch of sailfish (*Istiophorus platypterus*) within the purse-seine fishery in the eastern Pacific Ocean. Marine and Freshwater Research, vol. 66, 644-653.

Mourato, B.L.; Amorim, A.F.; Arfelli, C.A.; Hazin, H.G.; Hazin, F.H.V.; Wor, C. 2008. Standardized CPUE of atlantic sailfish (*Istiophorus Platypterus*) caught by the recreational fishery in southern brazil (1996-2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64 (6): 1941-1950.

Mourato, B.L.; Carvalho, F; Musyl, M; Amorim, A. F; Pacheco, J. C; Hazin, H; Hazin, F. 2014. Short-term moviments and habitat preferences of sailfish *Istiophorus platypterus* (Istiophoridae) along the Southeast coast of Brazil. Neotr. Ichthyol. 12(4): 861-870.

Mourato, B.L.; Hazin, H.; Hazin, F.; Carvalho, F.; Amorim, A.F. 2016. Assessing atlantic sailfish catch rates based on brazilian sport fishing tournaments (1996-2014). *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 42(3): 625-634.

Mourato, B.L.; Hazin, H.; Travassos, P.; Hazin, F.; Amorim, A. F. 2018. Assessing Blue Marlin catch rates based on brazilian sport fishing tournaments (1996 - 2018) using a generalized linear model with tweedie distribution. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 75 (5): 889-898.

Nakamura, I. 1985. *FAO species catalogue. Vol. 5. Billfishes of the world. Na annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes and swordfishes known to date.* *FAO Fish. Synop.* 125(5):65p. Rome: FAO.

Reygondeau, G.; Maury, O.; Beaugrand, G.; Fromentin, J.M.; Fonteneau, A.; Cury, P. 2012. Biogeography of tuna and billfish communities. *Journal of Biogeography*. Vol. 39, 114-129.

Santos, A.M.P.; Fiúza, A.F.G.; Laurs, R.M. 2007. Influence of SST on catches of swordfish and tuna in the Portuguese domestic longline fishery. *International Journal of Remote Sensing*. Vol. 27, 3131-3152.

Schirripa, M. 2020. Current status of the white marlin (*kajikia albida*) stock in the atlantic ocean 2019: predecisional stock assesement model. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76(4): 265-292.

Silveira, I.C.A. da; Schmidt, A.C.K.; Campos, E.J.D.; Godoi, S.S. de; Ikeda, Y. 2000. Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Revista brasileira de oceanografia*. Vol. 48(2):171-A.

Stretta, J.M. 1991. Forecasting models for tuna fishery with aerospatial remote sensing. *International Journal of Remote sensing*, Vol. 12, no. 4771-4779.

Sund, P.N.; Blackburn, M.; Williams, F. 1981. Tunas and their Environment in the pacific Ocean: A Review. *Oceanography and Marine Biology Ann. Ver.*, 19:443-512.