



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA RELATIVA DA ALBACORA
BANDOLIM (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) NO ATLÂNTICO OESTE
TROPICAL.**

APRIGIO MARQUES DE SOUSA NETO

Recife, PE
Agosto, 2009



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

**A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA RELATIVA DA ALBACORA
BANDOLIM (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) NO ATLÂNTICO OESTE
TROPICAL.**

APRIGIO MARQUES DE SOUSA NETO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Travassos

Recife, PE
Agosto, 2009

Ficha catalográfica

S725i Sousa Neto, Aprígio Marques de
A influência de fatores ambientais sobre a distribuição
e abundância relativa da albacora bandolim (*Thunnus
obesus*, Lowe 1839) no Atlântico oeste tropical / Aprígio
Marques de Sousa Neto. -- 2009.
46 f. : il.

Orientador: Paulo Travassos.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Pesca, Recife, 2009.
Inclui referências e anexo.

1. Variabilidade ambiental 2. CPUE 3. *Thunnus
obesus* 4. Atlântico I. Travassos, Paulo II. Título

CDD 639

**A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR SOBRE A
DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA RELATIVA DA ALBACORA BANDOLIM
(*Thunnus obesus*, Lowe 1839) NO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL.**

APRIGIO MARQUES DE SOUSA NETO

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura

E aprovada em 21/08/2009 pelo Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura em sua forma final.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Travassos - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Pedro Castilho – Membro Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Vanildo Oliveira - Membro Externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme V. de Oliveira - Membro Interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Fabio Hazin – Membro Interno (suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedicatória

Dedico aos meus pais Luiz Feitosa e Gilma Maria e a minha avó Otília de Sousa (in memoriam), que são os maiores merecedores de mais essa vitória, devido ao amor, confiança e principalmente apoio em todas as horas em que foi preciso no decorrer dessa caminhada.

Agradecimentos

A Universidade Federal Rural de Pernambuco na pessoa do Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes, coordenador do Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, vinculado ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq);

Ao orientador Prof. Dr. Paulo Travassos, o qual esteve presente em todas as etapas desta dissertação, foi altamente prestativo e fundamental nessa etapa da minha vida profissional. Aos professores Nivaldo Piorski, Paulo de Paula, Emiko Mendes, Alfredo Olivera, Fábio Hazin e Humberto Hazin, pelos conhecimentos prestados.

Aos colegas de laboratório, Natália, Fernanda, Paloma, Walter, Hudson, Cezar, Bruno, Carla, Mariana, Catarina, Arley, Igor, Ariana, Arthur, Francisco, Diogo e Patrícia, que dividiram comigo os momentos tranquilos e complicados nessa empreitada. Aos amigos de turma, destacando em antemão a Maurício Pessoa, Reginaldo Junior, Elaine Cristina, Renata Akemi, Virgínia Pedrosa, Magda Simone, Dijaci Ferreira, Aline Rocha, Mirela Assunção, Rodrigo Barreto e Tereza Santos pelo companheirismo proporcionado. A todos meus amigos do coração que adquiri nesta cidade (Recife-PE) no decorrer desses dois anos de mestrado e aos amigos/irmãos que deixei em minha terra natal (São Luís-MA), que mesmo eu estando longe sempre recebi muito o apoio deles. À secretária da pós-graduação Selma, por estar sempre disposta a ajudar no que fosse possível.

A meus irmãos Alessandro, Michell e Christiany que de várias formas me incentivaram nesta jornada. Aos meus sobrinhos e afilhados Otilia, Alessandra, João Luís, Beatrice, Lucas, Letícia, Rafael, Jhonatan e João Gabriel pela felicidade que me proporcionam pelo simples fato de existirem.

A todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para o desfecho deste trabalho.

RESUMO

Nos últimos anos, com o advento das mudanças climáticas globais, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos no intuito de melhor compreender às variações do ambiente pelágico oceânico e seus efeitos sobre os principais recursos pesqueiros explorados nos três oceanos. O presente estudo teve como objetivo avaliar as influências da variabilidade ambiental sobre a CPUE da albacora bandolim (*Thunnus obesus*) capturada pela frota espinheleira brasileira no período de 1978 à 2008. Para isto, foram analisados os dados referentes aos lançamentos, sazonalidade, área de pesca, esforço, captura, tempo de imersão, número de anzóis/samburá e turno de pesca, e alguns dados ambientais, como a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a Profundidade da Camada de Mistura (PCM) e o Índice de Iluminação da Lua (IIL). Foi realizada uma análise de cluster com o objetivo de categorizar o esforço de pesca associando-o as capturas de diferentes espécies e, em seguida, uma análise com Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) com o intuito de avaliar a relação entre estes fatores e a CPUE da albacora bandolim. Os resultados obtidos mostraram que no que se refere a variável latitude, os maiores valores de CPUE ocorreram no entorno do equador. Se tratando do índice mês sobre a CPUE, observou-se os maiores valores entre outubro e abril. Já o índice de iluminação lunar sobre a CPUE apresentou uma tendência crescente de lua nova para quarto-crescente. A TSM mostrou uma tendência positiva com maiores valores ocorrendo entre 26° e 30°C sobre a CPUE. No efeito da PCM, as CPUEs mais elevadas ocorreram em áreas onde a termoclina encontra-se mais próxima da superfície, entre 40 e 70 m. Em relação à variável ano, efeitos positivos só foram observados a partir de 2000. Estes resultados estão provavelmente associados à atividade reprodutiva da espécie, que se concentra ao largo da costa brasileira para desova.

Palavras-chave: Variabilidade Ambiental, CPUE, *Thunnus obesus*, Atlântico

ABSTRACT

In recent years, with the advent of global climate change, several studies have been developed in order to better understand the changes in the pelagic ocean environment and its effects on the main fishing resources explored in the three oceans. This present study was to evaluate the influences of environmental variability on the CPUE of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) caught by Brazilian longline fleet in the period from 1978 to 2008. For this, we analyzed the data on settings, seasonality, fishing areas, effort, catch, time of immersion, number of hooks / Basket and fishing time, and some environmental data such as sea surface temperature (SST), the depth of the layer of mixture (PCM) and the rate of illumination of the moon (IIL). We performed a cluster analysis with the aim of categorizing the fishing effort associated with the catches of different species, then an analysis with generalized additive models (GAMS) in order to assess the relationship between these factors and the CPUE from big eye tuna. The results showed that as regards the variable latitude, the higher values of CPUE occurred around the equator. The case of the month on the CPUE index, we observed the highest values between October and April. Already the level of lunar illumination on the CPUE showed an increasing trend of the new moon to crescent. The SST showed a positive trend with higher values occurring between 26 and 30° C on CPUE. The effect of PCM, highest CPUEs occurred in areas where the thermocline is closer to the surface, between 40 and 70 m. In relation to the variable year, positive effects were only observed from 2000. These results are probably related to the reproductive activity of the specie, which is focused off the Brazilian coast for spawning.

Keywords: Environmental Variability, CPUE, *Thunnus obesus*, Atlantic

SUMÁRIO

RESUMO	06
ABSTRACT	07
LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE FIGURAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. ARTIGO CIENTÍFICO A influência de fatores ambientais sobre a distribuição e abundância relativa da albacora bandolim (<i>Thunnus obesus</i>, Lowe 1839) no Atlântico oeste tropical	21
Resumo	22
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	25
Resultados	28
Discussão	33
Referências	35
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
6. ANEXOS	44

LISTA DE TABELAS

Artigo

Tabela 01.	Percentagem das capturas das espécies por clusters no período de 1978 a 2008, para a frota espinheleira brasileira (arrendadas e nacionais)	26
Tabela 02.	Coeficiente de correlação (r) entre as séries temporais de CPUE no período de 1978 a 2008	27
Tabela 03.	Resultado do modelo mostrando os efeitos relativos das variáveis independentes sobre a CPUE da albacora bandolim	28

LISTA DE FIGURAS

Dissertação

Figura 01	Albacora bandolim (<i>Thunnus obesus</i> , Lowe, 1839). Fonte: FISHBASE.....	15
Figura 02	Distribuição geográfica de <i>Thunnus obesus</i> (área vermelha). Fonte: FAO, 2000.....	16

Artigo

Figura 01	Distribuição do esforço de pesca da frota atuneira brasileira que opera com espinhel	25
Figura 02	Relação entre o número de variáveis incluídas no modelo final e o $pseudo-r^2$	29
Figura 03	Efeitos do fator Latitude na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	29
Figura 04	Efeitos do fator Longitude na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	30
Figura 05	Efeitos do fator Mês na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	30
Figura 06	Efeitos do fator Ano na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	31
Figura 07	Efeitos do fator Iluminação Lunar na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	31
Figura 08	Efeitos do fator Temperatura da Superfície da água do Mar na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	32
Figura 09	Efeitos do fator Profundidade da Camada de Mistura na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008	32

1. INTRODUÇÃO

A captura de atuns e espécies afins no oceano Atlântico em larga escala teve início a partir de 1956, quando embarcações japonesas, baseadas no porto do Recife, passaram a pescar em zonas oceânicas com embarcações de grande porte e autonomia de mar, usando o espinhel pelágico como método de pesca (LEE, 1957; TRAVASSOS, 1999).

Inicialmente, as espécies-alvo dessa pescaria eram, por ordem de importância, a albacora-laje (*Thunnus albacares*) e a albacora branca (*Thunnus alalunga*) (TRAVASSOS, 1999). Essas espécies foram bastante capturadas com o espinhel tradicional, com cinco a seis anzóis por samburá, até 1980, quando os japoneses introduziram no Atlântico tropical o espinhel profundo, desenvolvido com o objetivo específico de capturar a albacora bandolim (*Thunnus obesus*). Este modelo de espinhel tem como principal característica o uso de 12 a 15 anzóis por samburá, atingindo, portanto, camadas mais profundas, de maior concentração da espécie, propiciando maiores capturas (TRAVASSOS, 2001).

A partir de então, houve um novo crescimento da pesca de atuns com espinhel no Atlântico, com a maior parte das frotas passando a dirigir suas operações para a captura da albacora bandolim com espinhel profundo, em decorrência do aumento da demanda pela espécie no mercado japonês de *sashimi*, devido ao seu maior teor de gordura (TRAVASSOS, 1999; JOUNG & HSU, 2005). O desenvolvimento desta pescaria, por sua vez, só foi possível graças à tecnologia de super congelamento a bordo (-60°C), desenvolvida na década de 70, a qual permitiu manter a excelente qualidade do pescado após seu descongelamento (FONTENEAU et al., 2005).

De vasta distribuição geográfica, a albacora bandolim é capturada no oceano Atlântico de 50°N a 45°S (MIYAKE, 1990). Entretanto, a espécie apresenta uma distribuição espacial que varia de acordo com as diferentes fases do seu desenvolvimento e também com as

estações do ano. Este padrão de distribuição, tal como aparece na análise das capturas realizadas por diferentes artes de pesca, sugerem migrações oceânicas de grande amplitude para os indivíduos adultos da espécie e concentrações de juvenis em áreas mais restritas, próximas à costa. Esta distribuição diferenciada de juvenis e adultos faz com que a pescaria da espécie apresente também uma dinâmica espaço-temporal característica. Assim, as pescarias tropicais de superfície, realizadas com rede de cerco e vara e isca-viva, incidem sobre indivíduos juvenis ao largo da costa africana, associados aos processos de ressurgência aí existentes, enquanto a pesca de espinhel ocorre em todo o Atlântico, explorando, na sua grande maioria, a parcela adulta do estoque (PEREIRA, 1995; TRAVASSOS, 1999).

Neste contexto, a pesca atuneira no oceano Atlântico apresenta como característica principal uma variação bem definida no tempo e no espaço, a qual está diretamente associada à forte variabilidade de suas condições ambientais (FONTENEAU, 1998; SCHAEFER E FULLER, 2002). É esta heterogeneidade espaço-temporal do meio ambiente que condiciona a concentração das principais espécies de atuns em um determinado setor durante uma determinada época do ano, quando as condições oceanográficas são favoráveis à reprodução ou à alimentação dessas espécies (STÉQUERT E MARSAC, 1989; FONTENEAU, 1998; TRAVASSOS, 1999).

Dentre os fatores ambientais que exercem influência na distribuição e abundância de grandes peixes pelágicos como os atuns, a temperatura da água do mar é considerada como um dos mais importantes. Segundo Travassos (1999), as variações sazonais das principais espécies de atuns e espécies afins são relativamente bem conhecidas no Atlântico e estão associadas, na sua maior parte, ao ciclo anual da temperatura da superfície do mar. Nas regiões tropicais esta influência pode ser menos importante em consequência dos gradientes térmicos mais reduzidos observados nas zonas oceânicas dos oceanos tropicais. Ainda assim, a TSM desempenha um papel importante na delimitação de áreas propícias à reprodução de

algumas espécies e, desta forma, sobre as migrações sazonais realizadas entre áreas de alimentação e desova (TRAVASSOS 1999).

Entretanto, estudos realizados sobre as principais espécies de atuns capturadas por diversas artes de pesca neste oceano comprovaram que a variabilidade ambiental afetou não apenas o recrutamento dessas espécies, mas igualmente suas distribuição e capturas (CAYRÉ E FARRUGIO, 1986; FONTENEAU, 1987). Desta forma, pesquisas têm sido realizadas no mundo inteiro com o objetivo de melhor compreender os efeitos desta variabilidade ambiental sobre a distribuição e abundância de grandes peixes pelágicos, como os atuns.

Nestes casos, diversos outros parâmetros climáticos e oceanográficos têm sido usados para melhor avaliar esta influência das variações do meio-ambiente sobre as espécies. Além da TSM, informações sobre direção e velocidade de ventos e correntes, salinidade, concentrações de clorofila e oxigênio dissolvido, profundidade e características da termoclina, épocas e áreas de pesca, entre outros, incluindo dados inerentes às próprias operações de captura, vêm sendo empregados para melhor compreender as flutuações nos índices de abundância dos principais recursos pesqueiros.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é o de avaliar a influência de fatores ambientais sobre a distribuição e abundância relativa da albacora bandolim (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) no Atlântico oeste tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A albacora bandolim (*Thunnus obesus*) é uma espécie pertencente à ordem Perciformes e à família Scombridae, cuja classificação taxonômica encontra-se discriminada abaixo (COLLETTE & NAUEN, 1983):

- Filo: Chordata
- Subfilo: Vertebrata
- Superclasse: Gnathostomata
- Classe: Osteichthyes
- Ordem: Perciformes
- Família: Scombridae
- Sub-família: Scombrinae
- Gênero: *Thunnus*
- Espécie: *Thunnus obesus* (Lowe, 1839)

Os nomes populares mais utilizados para a espécie são albacora bandolim (Brasil), bigeye tuna (EUA), patudo (Espanha), thon obèse (França) e Mebachi (Japão) (FROESE e PAULY, 2006).

A albacora bandolim possui o corpo com um contorno arredondado e uma coloração azul metálico na região dorsal e metálica na região ventral e no abdome. A primeira nadadeira dorsal é amarelo escuro e a segunda dorsal e a anal apresentam um tom de amarelo mais claro. Já as pínulas, são amarelas com a extremidade preta (Fig. 01) (COLLETTE & NAUEN, 1983). A primeira dorsal possui de 11 a 14 espinhos e a segunda de 12 a 16 raios, com a nadadeira peitoral sendo moderadamente longa, representando de 22 a 31% do comprimento furcal (indivíduos adultos) e apresentando de 30 a 36 raios. A nadadeira anal possui 14 raios relativamente curtos (MIYAKE, 1990). Outra característica da albacora bandolim, a qual a

distingue das demais espécies, é o diâmetro do olho, bem maior que na albacora branca (*Thunnus alalunga*) ou na albacora laje (*Thunnus albacares*) (MIYAKE, 1990; ICCAT, 2006).

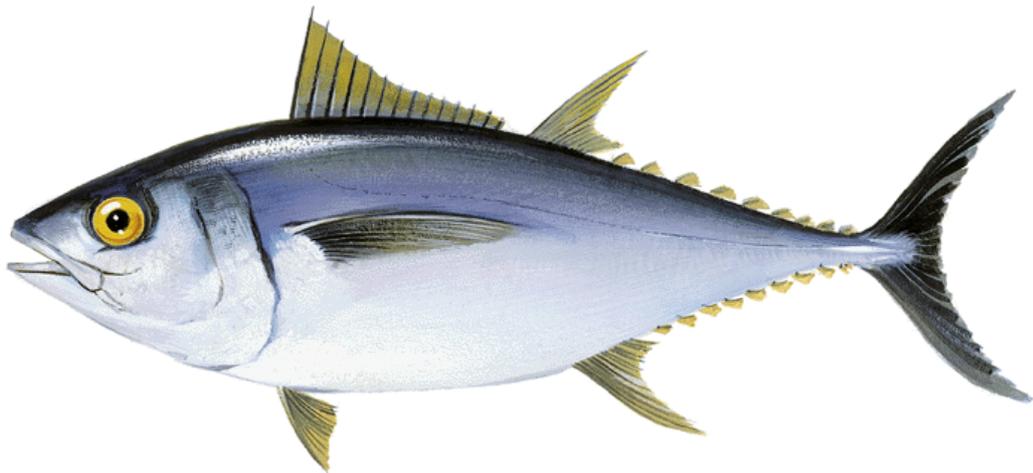


Figura 01. Albacora bandolim (*Thunnus obesus*, Lowe, 1839) (Fonte: FISHBASE).

A albacora bandolim é uma das maiores espécies de atuns, atingindo um tamanho máximo de 250 cm de comprimento furcal, pesando 210 kg, embora raramente ocorram capturas de indivíduos com mais de 180 cm. O tamanho normalmente observado nas capturas varia de 40 cm a 170 cm de comprimento furcal. A longevidade da espécie está estimada em 15 anos, embora a idade máxima registrada seja de 11 anos (FROESE e PAULY, 2006; FONTENEAU e MARCILLE, 1991; FRIMODT 1995; REINER, 1996).

A albacora bandolim possui uma vasta distribuição geográfica, ocorrendo nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico em águas tropicais e subtropicais, entre as latitudes de 50°N e 45°S (COLLETTE e NAUEN, 1983). Os adultos são explorados principalmente pela pesca de espinhel, entre 15°N e 15°S no Atlântico tropical, sendo esta a principal zona de pesca oceânica da espécie neste oceano (Fig. 02) (ICCAT, 1994, 1995).

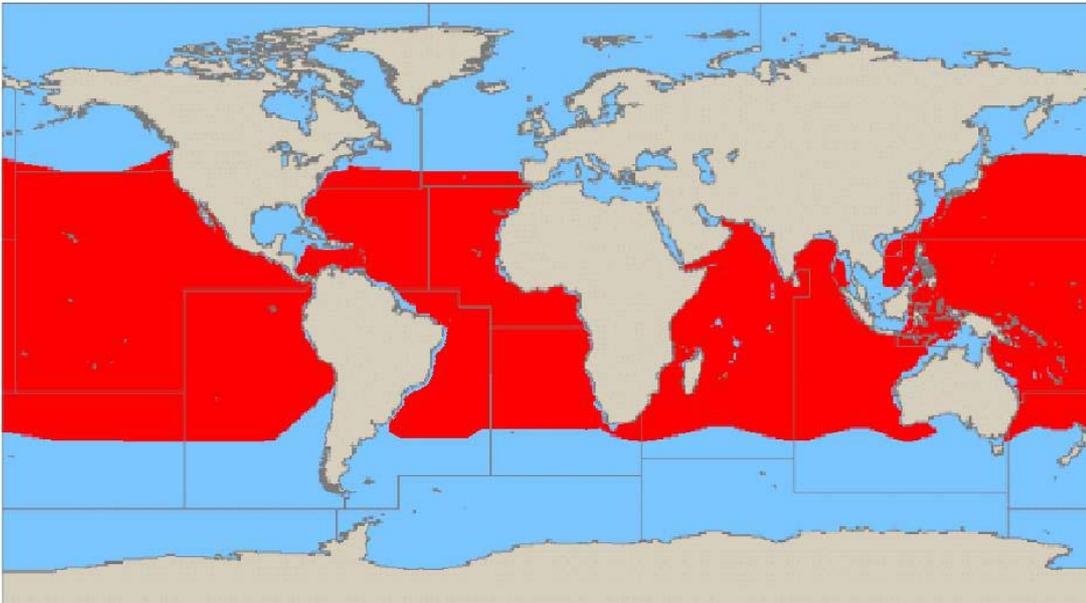


Figura 02. Distribuição geográfica de *Thunnus obesus* (área vermelha) (Fonte: FAO, 2000).

Trabalhando com a distribuição geográfica e migrações da albacora bandolim no Atlântico, Pereira (1995) observou que ao longo da vida, a espécie tem acesso a distintos habitats, desde as águas equatoriais, no caso dos juvenis, até as temperadas quando adultas. Este comportamento migratório e a distribuição diferenciada entre os juvenis e adultos fazem com que as diferentes frotas e artes de pesca que a exploram apresentem áreas de atuação e gamas de tamanho característicos. Assim, as pescarias tropicais de superfície (rede de cerco e vara e isca-viva) capturam quase exclusivamente juvenis, enquanto que o espinhel explora o estoque adulto.

Nakamura (1969), estudando a migração e distribuição de atuns, descreveu dois tipos de movimentos migratórios: um que ele considera passivo, isto é, em resposta às condições locais (bióticas ou abióticas), e outro ativo, que responde pelos movimentos entre diferentes habitats, o qual é motivado pelas necessidades de alimentação e reprodução da espécie. Esse movimento migratório foi descrito por vários autores e para várias espécies como o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*) (GAULDIE e SHARP, 1996), a albacora branca (*Thunnus alalunga*) (OTSU e UCHIDA, 1962; LAURS e LYNN, 1977; KIMURA et al., 1997), a

albacora azul do sul (*Thunnus maccoyi*) (MURPHY e MAJKOWSKI, 1981), albacora azul do atlântico (*Thunnus thynnus*) (MATHER, 1980; SUZUKI, 1991) e a albacora bandolim (*Thunnus obesus*) (SCHAEFER e FULLER, 2002).

Embora o conhecimento acerca da reprodução de uma espécie seja extremamente importante para a gestão das pescarias e conservação dos estoques, há ainda uma escassez de informações sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim, principalmente sobre sua maturação, época e área de desova (MATSUMOTO & MIYABE, 2002; HASHIMOTO et al., 2003; SUN et al., 2006). A espécie possui ovos e larvas pelágicos e sua fecundação é externa, com a desova podendo ocorrer a cada um ou dois dias por muitos meses, ao longo de todo o ano em águas tropicais (KAILOLA et al., 1993; NIKAIDO et al., 1991). Em estudo publicado por Fonteneau et al. (2005), foi observado que no Oceano Atlântico a proporção entre machos e fêmeas são semelhantes em indivíduos de até 130 cm de comprimento furcal, com um ligeiro domínio dos machos a partir de 135 centímetros. Outros autores também observaram essa predominância de machos em relação às fêmeas, à medida que ocorre um aumento no comprimento dos peixes (FIGUEIREDO, 2007; MATSUMOTO e MIYABE, 2002; SUN et al., 2006; NIKAIDO et al. 1991). No que se refere ao tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) de fêmeas e machos, trabalho realizado no Atlântico oeste tropical estimou valores de 92,8 cm e 82,1 cm respectivamente (FIGUEIREDO, 2007). Segundo Figueiredo (2007), neste mesmo estudo, os maiores valores do índice gonadal para ambos os sexos ocorreram no primeiro trimestre do ano, oscilando em torno de 20, sugerindo que neste período ocorra uma maior atividade reprodutiva no Atlântico oeste tropical, embora a espécie pareça desovar ao longo de todo o ano em área próxima ao Equador (2°N a 2°S). Os resultados obtidos com os estágios maturacionais também indicam que a espécie parece desovar o ano inteiro, embora tenha sido encontrada uma maior frequência de indivíduos em estágio avançado no primeiro trimestre. Resultados semelhantes a este foram encontrados por outros autores (SUN et al., 2006; HAZIN, 1993; STÉQUERT et al., 2001).

No que diz respeito ao hábito alimentar da albacora bandolim, observa-se que a espécie é predadora oportunista, com sua dieta variando de forma espaço-temporal, de acordo com seus deslocamentos em diferentes escalas. Segundo Dhaussy et al. (2000), o micronécton é o maior componente da dieta dos atuns oceânicos, com a albacora bandolim alimentando-se principalmente de comunidades mesopelágicas oceânicas (migratórias e não migratórias). Logo, sua dieta é menos afetada pela latitude ou pela distância da costa, quando comparada a outros atuns (BERTRAND et al. 2002, DAGORN et al. 2000). Em estudos sobre a biologia da albacora bandolim no Atlântico realizado por Collette (1995), Bertrand et al. (2002) e Liming et al. (2004), observou-se que a alimentação da albacora bandolim é bem diversificada, sendo composta principalmente de cefalópodes, peixes e crustáceos. Dentre os peixes que compõem a dieta da albacora bandolim, vale ressaltar as espécies *Brama caribbea*, *Alepisaurus ferox*, *Omosudis lowei* e *Gempiylus serpens*, juntamente com espécies de cefalópodes das famílias Cranchiidae, Histioteuthidae e Chiroteuthidae, mostrando que a albacora bandolim realiza movimentos verticais entre as camadas epi e mesopelágica, alimentando-se de um amplo espectro de organismos, sem discriminação (BARBOSA, 2005).

Resultados de vários trabalhos científicos desenvolvidos nas últimas décadas têm mostrado que os movimentos de pequena escala dos atuns coincidem, de uma maneira geral, com os movimentos de suas presas, como lulas e peixes mesopelágicos, os quais realizam deslocamentos verticais circadianos diferenciados. Esta associação dos deslocamentos verticais entre presa e predador é coerente com o comportamento da albacora bandolim, que explora profundidades entre 200 e 600 m durante o dia, dependendo da área geográfica em que se encontrem, preferindo as camadas superficiais dos oceanos durante a noite (BERTRAND et al., 1999; DAGORN et al., 2000; MARCINEK et al., 2001; LONGHURST, 1976; MARCHAL & LEBOURGES, 1996).

Adaptações fisiológicas e morfológicas permitem à espécie o acesso ao alimento em águas mais profundas e frias, abaixo da termoclina, onde a competição com outras espécies pela busca de alimentos é bem mais reduzida. Dentre essas adaptações, as mais importantes são o sistema termorregulador mais eficiente, o maior teor de gordura corpórea, a capacidade de resistência a águas com baixos teores de oxigênio dissolvido e o diâmetro do olho (COLLETTE e NAUEN, 1983; SCHAEFER & FULLER, 2002; MUSYL et al., 2003).

Como todos os atuns, a albacora bandolim é uma espécie altamente ativa. Os atuns diferem de todos os outros peixes pela sua capacidade de reter calor metabólico no músculo vermelho e em outras áreas do corpo, tais como cérebro, olhos e vísceras, apresentando uma alta taxa metabólica. Estas características permitem aos atuns expandir a sua distribuição espacial, tanto a nível horizontal, ocupando habitats tropicais e temperados, como vertical, acessando profundidades consideráveis no oceano (GRAHAM & DICKSON 2004; DICKSON & GRAHAM 2004). Os atuns, incluindo a albacora bandolim, possuem um sistema circulatório altamente desenvolvido que inclui um sistema circulação de contracorrente dos vasos sanguíneos (*rete mirabilis*), que reduz a perda de calor gerado pelo músculo e melhora a eficiência da troca de oxigênio (SHARP e PIRAGES 1978; GRAHAM e DIENER 1978).

É em decorrência da elevada eficiência desta termoregulação que a albacora bandolim exhibe padrões comportamentais característicos no que se refere à ocupação vertical do habitat pelágico oceânico. A espécie é capaz de efetuar mergulhos bastante profundos, a mais de 500 m, ocupando camadas mais profundas e frias durante o dia e distribuindo-se mais superficialmente durante a noite (DAGORN et al. 2000; GUNN e BLOCK 2001). A camada de temperatura ótima para a espécie (CTO) está delimitada pelas isotermas de 15°C e 10°C (HANAMOTO, 1987), onde a mesma se concentra a maior parte do tempo.

A albacora bandolim é capaz também de suportar águas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, sendo mais resistente que qualquer outra espécie de atum. Assim, águas profundas, onde concentrações de oxigênio são em $1,5 \text{ mL}^{-1}$ não são restritivas à ocorrência da espécie (STEQUERT e MARSAC, 1989; CAYRÉ 1987).

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Os resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação foi descrito no artigo intitulado “A influência de fatores ambientais sobre a distribuição e abundância relativa da albacora bandolim (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) no Atlântico oeste tropical”.

1 *A INFLUÊNCIA DE FATORES AMBIENTAIS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA*
 2 *RELATIVA DA ALBACORA BANDOLIM (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) NO ATLÂNTICO*
 3 *OESTE TROPICAL*

4 *THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS ON DISTRIBUTION AND*
 5 *RELATIVE ABUNDANCE OF BIGEYE TUNA (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) IN THE WEST*
 6 *TROPICAL ATLANTIC*

7
 8 Aprigio Marques de SOUSA NETO¹, Paulo TRAVASSOS², Humberto Gomes HAZIN³, Fábio
 9 Hissa Vieira HAZIN⁴

10
 11 **RESUMO**

12
 13 O presente estudo teve como objetivo avaliar as influências da variabilidade ambiental sobre
 14 a CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheleira brasileira no período de 1978
 15 à 2008. Para isto, foram analisados os dados referentes à distribuição espaço-temporal do
 16 esforço de pesca e das capturas associados a dados ambientais, como a temperatura da
 17 superfície do mar (TSM), a profundidade da camada de mistura (PCM) e o índice de
 18 iluminação da lua (IIL). Foi realizada uma análise de cluster com o objetivo de categorizar o
 19 esforço de pesca associando-o às capturas de diferentes espécies e, em seguida, uma análise
 20 com Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) com o intuito de avaliar a relação entre estes
 21 fatores e a CPUE da albacora bandolim. O modelo final, que considerou as variáveis
 22 independentes ano, mês, latitude/longitude, TSM, PCM e IIL, explicou 42% do total da
 23 variância, com todas as variáveis apresentando diferenças altamente significantes ($p < 0.001$).
 24 Os resultados obtidos mostraram que as CPUEs mais elevadas ocorreram no entorno do
 25 equador, durante o verão austral, quando as temperaturas encontram-se mais elevadas e
 26 onde a profundidade da camada de mistura é mais rasa.

27
 28 Palavras-chave: variabilidade ambiental, CPUE, *Thunnus obesus*, Atlântico

29
 30 **ABSTRACT**

31
 32 This study aimed to evaluate the influence of environmental variability on the mandolin
 33 CPUE of yellowfin caught by Brazilian longline fleet from 1978 to 2008. For this, we analyzed
 34 the data on spatial-temporal distribution of fishing effort and catches associated with

1. Depto de pesca e aquíicultura/UFRPE. Av. Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos. Recife/PE, Brasil 55-98-8805-6065 (aprigio_bio@hotmail.com), 2. 55-81-3320-6511 (p.travassos@depac.ufrpe.br), 3. 55-81-3320-6500 (fhvhazin@terra.com.br) 4. 55-87-8838-1975 (hghazin@hotmail.com)

35 environmental data, such as temperature sea surface (SST), depth of mixed layer (PCM) and
36 the index of lighting moon (IIL). We performed a cluster analysis in order to categorize the
37 effort associating it with the catch of different species and then an analysis with generalized
38 additive models (GAMs) in order to assess the relationship between these factors and the
39 CPUE of the bigeye tuna. The final model, which considered the independent variables year,
40 month, latitude / longitude, SST, PCM and IIL, explained 42% of the total variance, with all
41 variables showing highly significant differences ($p < 0.001$). The results showed that the
42 CPUE highest occurred in the vicinity of the equator during the austral summer, when
43 temperatures are highest and where the depth of the mixed layer is shallower.

44

45 Palavras-chave: Environmental Variability, CPUE, *Thunnus obesus*, Atlantic

46

47 *Introdução*

48

49 A albacora bandolim (*Thunnus obesus*) é uma espécie amplamente distribuída no
50 oceano Atlântico, ocorrendo desde 50°N a 45°S, sendo explorada em toda sua área de
51 distribuição por diferentes frotas e artes de pesca (MIYAKE, 1990). No Atlântico tropical,
52 onde ocorre a maioria das capturas (ICCAT, 2008), ela é a espécie-alvo das frotas atuneiras
53 que operam com espinhel e rede de cerco, as quais incidem, respectivamente, sobre
54 espécimes adultos e jovens do estoque.

55 Como no Pacífico e no Índico, a pesca atuneira no Atlântico apresenta como
56 característica principal uma variação bem definida no espaço e no tempo, a qual está
57 diretamente associada à forte variabilidade de suas condições climáticas e oceanográficas. É
58 esta variabilidade espaço-temporal do meio ambiente que condiciona a concentração das
59 principais espécies de atuns e afins em determinados setores do oceano e época do ano. De
60 uma maneira geral, estas concentrações ocorrem quando as condições oceanográficas são
61 favoráveis à reprodução ou à alimentação dessas espécies (FONTENEAU, 1998).

62 Nestes casos, vários fatores bióticos e abióticos interferem, isoladamente ou em
63 sinergia, na distribuição espaço-temporal das principais espécies. Entretanto, provavelmente
64 o fator que mais exerce influência nos padrões de distribuição e abundância é a temperatura
65 da superfície do mar (TSM). Diversos trabalhos têm relacionado à TSM com a distribuição e
66 abundância de espécies pelágicas, dentre elas os atuns, sendo este parâmetro, portanto,
67 amplamente empregado no setor pesqueiro mundial para identificar áreas prováveis de
68 maior concentração das espécies-alvo das pescarias, de forma a maximizar o rendimento

69 pescueiro. Investigações científicas para se avaliar a relação entre a TSM e a pesca de
70 tunídeos têm sido realizadas e os resultados são satisfatórios, tanto dos projetos
71 experimentais, como na Austrália e no Chile, assim como no Japão, onde esta tecnologia é
72 sistematicamente utilizada (POWER & MAY, 1991; BARBIERI et al., 1989).

73 No entanto, as influências destas variações ambientais sobre a atividade pesqueira
74 não se restringem unicamente à variação sazonal. Flutuações interanuais são igualmente
75 observadas no Atlântico tropical, muitas das quais ocorrem como consequência direta do
76 fenômeno climático “El Niño-Southern Oscillation” (ENSO) (ENFIELD & MAYER, 1997;
77 NICHOLSON, 1997). Um exemplo desta conexão pode ser dado pela modificação das
78 condições climáticas e oceanográficas observadas em 1984 em consequência do ENSO-
79 1982/1983. Além do aquecimento anômalo da temperatura da superfície, as alterações na
80 estrutura da termoclina, na intensidade dos ventos e na velocidade das correntes, foram
81 indicadores evidentes do caráter excepcional deste evento climático (PHILANDER, 1986;
82 WEISBERG & COLIN, 1986; HISARD et al., 1986). Estudos realizados sobre as principais
83 espécies de atuns capturadas por diversas artes de pesca neste oceano comprovaram que a
84 variabilidade hidroclimática afetou não apenas o recrutamento dessas espécies, mas
85 igualmente suas distribuição e capturas (FONTENEAU, 1987; MARSAC, 1999; TRAVASSOS,
86 1999).

87 Outros fatores ambientais, como as fases da lua, e também fatores operacionais, como
88 os atratores luminosos, associados diretamente à atividade de pesca, têm sido igualmente
89 utilizados para se avaliar seus efeitos sobre as capturas de grandes peixes pelágicos (HAZIN,
90 2006; PACHECO, 2007).

91 As avaliações de estoque dos grandes peixes pelágicos, tais como a albacora
92 bandolim, são geralmente baseadas em séries temporais de Captura Por Unidade de Esforço
93 (CPUE), em decorrência da maior disponibilidade de dados de captura e esforço de pesca em
94 longas séries temporais. É importante ressaltar, entretanto, que embora a CPUE seja
95 geralmente considerada como uma variável que aponta mudanças na abundância relativa
96 dos estoques como resultado da atividade pesqueira que incide sobre os mesmos ao longo do
97 tempo, outros fatores influenciam nestas mudanças, como as condições do meio-ambiente e
98 as associadas às operações de pesca (HAZIN, 2007). Para melhor avaliar estas influências nas
99 séries temporais de CPUE, Modelos Lineares Generalizados (GLM) têm sido utilizados para
100 padronizar estas séries, levando em consideração estes efeitos (MCCULLAGH E NELDER,
101 1989). Além disso, métodos de agrupamento de informações vêm sendo usados na análise de
102 dados de pesca, com o objetivo de classificar as pescarias de acordo com as proporções das

103 capturas de várias espécies (ALEMANY E ÁLVAREZ, 2003; HAZIN et al., 2007). Desta
 104 forma, é possível identificar, de uma maneira geral, a estratégia adotada nas pescarias
 105 através do uso do índice de participação nas capturas de uma única espécie, usando-se
 106 apenas as séries de CPUE nas quais a espécie de interesse apresentou elevada participação.

107 Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é o de avaliar a influência de fatores
 108 ambientais sobre a distribuição e abundância relativa da albacora bandolim (*Thunnus obesus*)
 109 no Atlântico oeste tropical e seus efeitos sobre a pesca deste importante recurso pesqueiro.

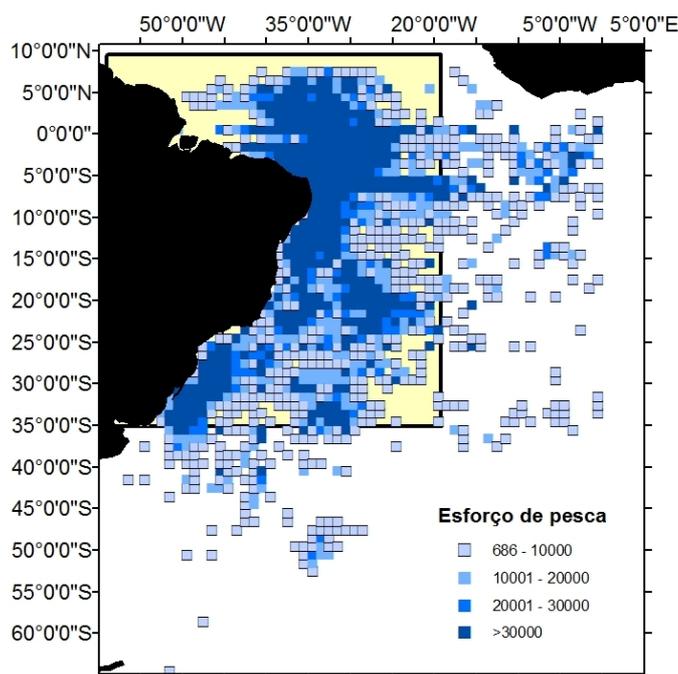
110

111 *Material e Métodos*

112

113 No presente trabalho foram analisados os dados de captura e esforço de pesca
 114 provenientes da frota brasileira que opera com espinhel (arrendadas e nacionais) entre 10°N
 115 e 35°S, do lado oeste da bacia Atlântica, no período compreendido entre 1978 e 2008 (*Figura*
 116 *01*).

117



118

119

120 *Figura 1* - Distribuição do esforço de pesca da
 121 frota atuneira brasileira que opera com espinhel.

122 Os dados referentes às operações de pesca, como data, área (latitude/longitude),
 123 esforço e captura foram obtidos a partir dos mapas de bordo de cada campanha de pesca
 124 efetuada neste período e agregados em quadrados de 1°. No período estudado, foram

125 analisados 60.000 lançamentos do espinhel, com cerca 25 espécies reportadas nos mapas de
126 bordo.

127 Além dos dados espaço-temporais das capturas, os dados ambientais usados no
128 presente estudo foram a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a profundidade da
129 camada de mistura (PCM) e o índice de iluminação da lua (IIL). A TSM e o PCM foram
130 obtidos através do “Physical Oceanography Distributed Active Archive Center”, do “Jet
131 Propulsion Laboratory”, da NASA (PODAAC, 2009) e do “Geophysical Fluid Dynamics Lab”
132 (GFDL, 2009), do IFREMER. Estes dados, cuja resolução espacial original é de 0,5° x 0,5°,
133 foram agregados para constituir uma base com resolução de 1°x1°, por dia, mês, ano e
134 indexados pela latitude e longitude, sendo, em seguida, incorporados ao banco de dados de
135 pesca. O índice de iluminação da lua (IL) foi estimado por dia, com base nas fases da lua,
136 para esta mesma resolução espacial, utilizando-se o algoritmo astronômico proposto por
137 Meeus (1991), no qual os valores variam entre 0 (Lua Nova) e 1 (Lua Cheia).

138 Foi realizada uma análise de cluster com o objetivo de categorizar o esforço de pesca,
139 minimizando os efeitos dos fatores operacionais da pesca, uma vez que estas informações
140 são muitas vezes omitidas nos mapas de bordo (HAZIN, 2006). Esta análise permitiu
141 igualmente identificar os lances de pesca direcionados à espécie em estudo (*Tabela 1*).

142

143 *Tabela 1*- Percentagem das capturas das espécies por clusters no período
144 de 1978 a 2008, para a frota espinheleira brasileira (arrendadas e
145 nacionais).

<i>Espécies/Cluster</i>	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>	<i>Cluster 4</i>	<i>Cluster 5</i>	<i>Cluster 6</i>
<i>Albacora laje</i>	54.3%	8.8%	6.6%	3.5%	11.7%	6.1%
<i>Albacora branca</i>	12.3%	6.4%	74.6%	0.2%	7.6%	7.1%
<i>Albacora bandolim</i>	8.5%	6.8%	4.4%	0.5%	58.9%	3.6%
<i>Espadarte</i>	6.1%	58.1%	2.5%	6.1%	9.6%	8.6%
<i>Agulhão vela</i>	1.7%	1.7%	1.2%	1.1%	0.9%	2.4%
<i>Agulhão branco</i>	0.9%	1.1%	0.6%	0.4%	0.8%	1.2%
<i>Agulhão negro</i>	1.2%	2.0%	0.5%	0.3%	1.1%	1.0%
<i>Outros agulhões</i>	0.1%	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.9%
<i>Cavala</i>	1.7%	0.3%	0.7%	0.0%	0.5%	2.8%
<i>Dourado</i>	0.7%	1.2%	0.3%	0.2%	0.5%	3.5%
<i>Tubarão azul</i>	1.7%	6.6%	1.1%	3.8%	2.0%	19.1%
<i>Tubarão martelo</i>	0.2%	0.3%	0.0%	0.7%	0.1%	1.4%
<i>Tubarão raposa</i>	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
<i>Mako</i>	0.2%	0.6%	0.2%	0.3%	0.1%	1.7%
<i>Carcharinus SP</i>	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
<i>Outros tubarões</i>	2.3%	1.6%	2.2%	1.0%	2.8%	5.2%
<i>Outros teleósteos</i>	7.5%	2.1%	2.8%	0.4%	2.8%	14.6%
<i>Lançamentos de pesca</i>	10885	10386	11703	664	8225	16297

146

147 Em seguida, as séries temporais de CPUE foram calculadas para as principais
 148 espécies, em número de indivíduos por 1000 anzóis, por cluster, mês e ano e comparadas, em
 149 seguida, através da Correlação de Pearson (SNEDECOR E COCHRAN, 1980), de forma a
 150 averiguar correlações existentes entre agrupamentos de clusters (*Tabela 02*).

151
 152
 153

Tabela 2- coeficiente de correlação (r) entre as séries temporais de CPUE no período de 1978 a 2008.

<i>Espécies/Cluster</i>	<i>C1,2</i>	<i>C1,3</i>	<i>C1,5</i>	<i>C2,3</i>	<i>C2,5</i>
<i>Albacora Laje</i>	0.2				
<i>Albacora Bandolim</i>			0.45**		
<i>Albacora Branca</i>		0.15			
<i>Espadarte</i>				0.31	0.28

154
 155

**p<0.01

156 Modelos Aditivos Generalizados (GAMs) foram utilizados com o intuito de analisar a
 157 relação entre os fatores ambientais e a CPUE da albacora bandolim. Estes modelos consistem
 158 em generalizações não-paramétricas de técnicas de regressão lineares múltiplas, sendo
 159 menos restritivos quanto à distribuição de probabilidades dos dados (HASTIE E
 160 TIBSHIRANI, 1990). A principal diferença entre os modelos lineares e os GAMs reside na
 161 substituição da função linear pela função suavizadora no modelo (BIGELOW et al., 1999). Os
 162 efeitos não lineares do modelo foram ajustados por funções suavizadoras “Loess” (*Locally*
 163 *weighted polynomial scatter plot smoother*) (CLEVELAND E DELVIN, 1988), usando o pacote
 164 estatístico S-Plus (Venables e Ripley, 1999). Segundo Neter et al. (1989), a função “Loess”
 165 atua de forma equivalente a uma regressão polinomial local, ou seja, a partir de um
 166 determinado nível da variável independente, define-se um conjunto de pontos (vizinhança
 167 ou “spans”), o qual será utilizado para o ajuste da regressão local, e os pesos que serão
 168 fornecidos a cada um dos pontos deste conjunto, proporcionais ao cubo da distância ao
 169 ponto central. A fórmula geral do GAM utilizada é expressa da seguinte forma:

170

$$CPUE = a + lo1(x1) + lo(xi,xj) \dots + e.$$

171

172 onde “a” é uma constante, lo1 é o efeito da função suavizadora (*Loess*) para a variável
 173 independente x1, lo(xi,xj) é o aditivo da função suavizadora para duas variáveis
 174 independentes e “e” é o erro aleatório da função.

175

176 A função GAMAIC (MCCRACKEN, 2004) foi utilizada para selecionar o conjunto de
 177 variáveis a serem incluídas no modelo. Esta função consiste numa forma modificada do AIC
 178 convencional (*Akaike's information criterion*, (AKAIKE, 1973), o qual incorpora o logaritmo de
 179 "Likelihood", de forma que a magnitude dos seus efeitos não interfira na seleção das
 180 variáveis no modelo final (BURNHAM E ANDERSON, 1998; MCCRACKEN, 2004). O
 181 critério usado para incluir/excluir uma variável no modelo foi definido pelos menores
 182 valores de AIC. O ajuste final foi analisado com base no pseudo-coeficiente de determinação
 183 (*pseudo-r²*), definido como a fração da variância total explicada pelo modelo e da variância
 184 residual (MAURY et al., 2001). Poisson composto (*Compoused Poisson*) foi utilizado como erro
 185 da distribuição devido a quantidade razoável de zeros nos dados (35% dos lançamentos de
 186 pesca), com a função de ligação *log* (SHONO, 2008).

187 Os gráficos dos resíduos parciais foram analisados de forma a encontrar a natureza
 188 da relação entre as variáveis usadas no modelo, identificando, assim, o efeito relativo das
 189 variáveis independentes (espaço-temporais e ambientais) sobre a variável dependente
 190 (CPUE).

191

192 **Resultados**

193

194 O modelo final, que considerou todas as variáveis independentes, explicou 42% do
 195 total da variância, com todas as variáveis apresentando diferenças altamente significantes
 196 ($p < 0.001$). As variáveis Ano (27%), Latitude/Longitude (23,4%), Profundidade da Camada
 197 de Mistura (15,8%) e a Temperatura da Superfície da Água do Mar (14.5%) foram as que
 198 mais contribuíram para a variância explicada (*Tabela 3*).

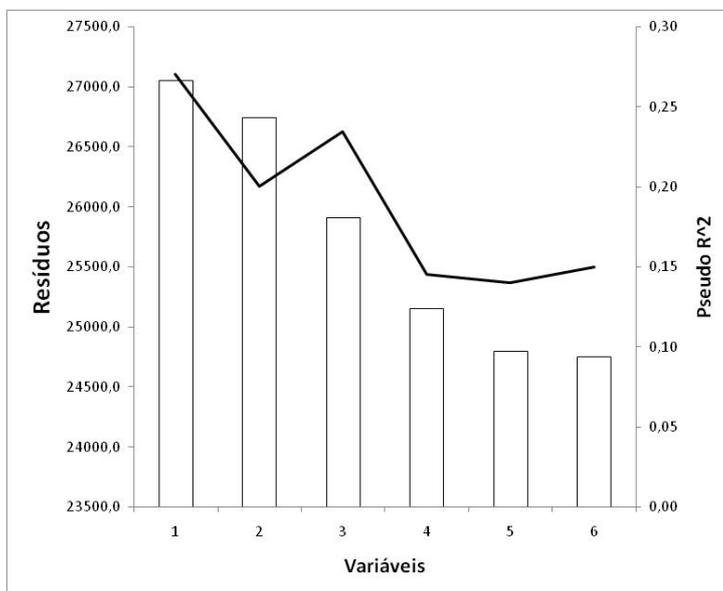
199

200 **Tabela 3-** Resultado do modelo mostrando os efeitos relativos das variáveis
 201 independentes sobre a CPUE da albacora bandolim.

<i>Variáveis</i>	<i>Diferença Residual</i>	<i>Df</i>	<i>Desvio</i>	<i>Pr(Chi)</i>	<i>Pseudo-R²</i>	<i>Variância explicada</i>
<i>Nulo</i>	35231.2					
<i>Profundidade da Camada de Mistura</i>	27051.5	4	1656.0	0.000	15.8%	33.0%
<i>Temperatura da Superfície do Mar</i>	26742.3	4	1524.0	0.000	14.5%	34.3%
<i>Ano</i>	25910.8	4	2832.0	0.000	27.0%	37.7%
<i>Latitude/Longitude</i>	25152.1	9	2456.0	0.000	23.4%	40.7%
<i>Mês</i>	24799.9	3	1102.0	0.000	10.5%	42.1%
<i>Índice de Iluminação Lunar</i>	24751.5	3	910.0	0.000	8.7%	42.3%

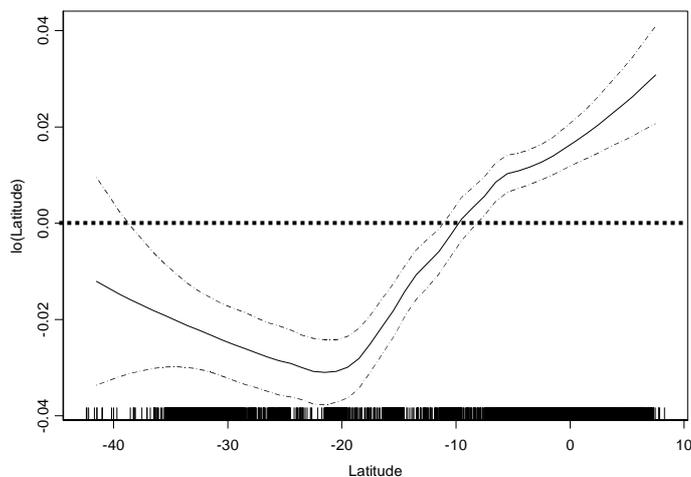
202

203 A relação entre o número de variáveis significativas incluídas no modelo final e o
 204 $pseudo-r^2$, mostra uma tendência de estabilização do coeficiente de correlação (*Figura 2*),
 205 indicando que a adição de novas variáveis não contribuiria mais para o aumento do valor do
 206 pseudo-coeficiente nem para a redução da variância.
 207

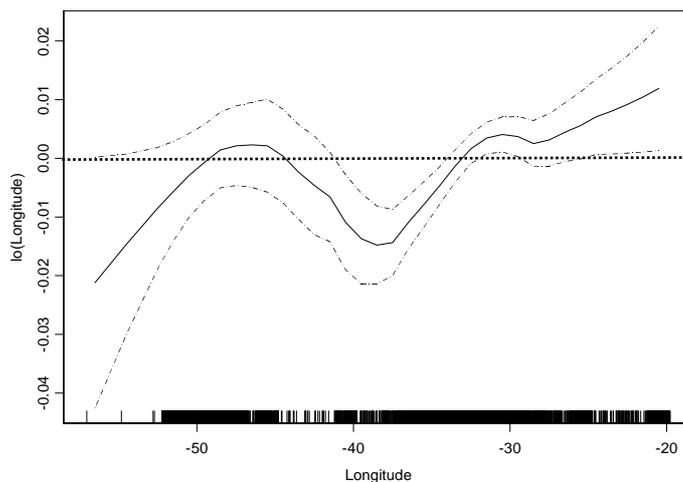


208
 209 *Figura 2* - Relação entre o número de variáveis incluídas
 210 no modelo final e o $pseudo-r^2$.
 211

212 No que se refere à variável latitude/longitude, os maiores valores de CPUE foram
 213 observados entre 10°N e 10°S e 20° e 50°W, com uma queda no entorno dos 40°W (*Figuras 3 e*
 214 *4*).
 215



216
 217 *Figura 3* - Efeitos do fator Latitude na CPUE da albacora
 218 bandolim capturada pela frota espinheleira brasileira
 219 (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008.

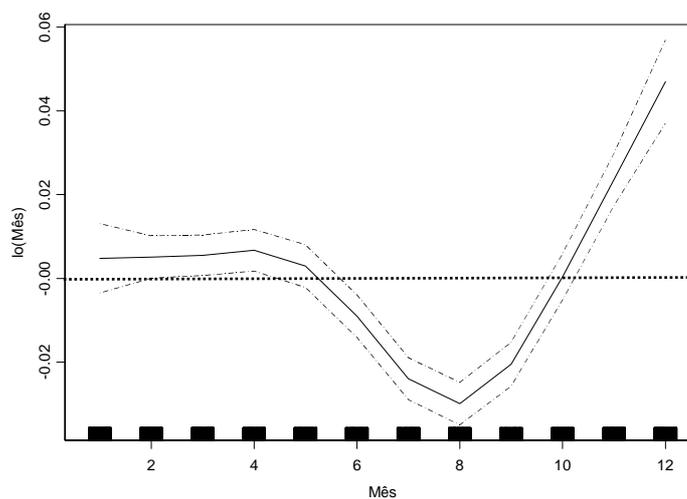


220
221
222
223
224
225

Figura 4 - Efeitos do fator Longitude na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008.

226 Do ponto de vista temporal, o efeito do fator *mês* sobre a CPUE da albacora bandolim
227 mostrou-se importante, observando-se uma marcada sazonalidade, com os maiores valores
228 ocorrendo entre os meses de novembro e abril, destacando-se os meses de novembro e
229 dezembro (*Figura 5*). Entre os meses de maio e outubro, foram observados os menores
230 índices de CPUE.

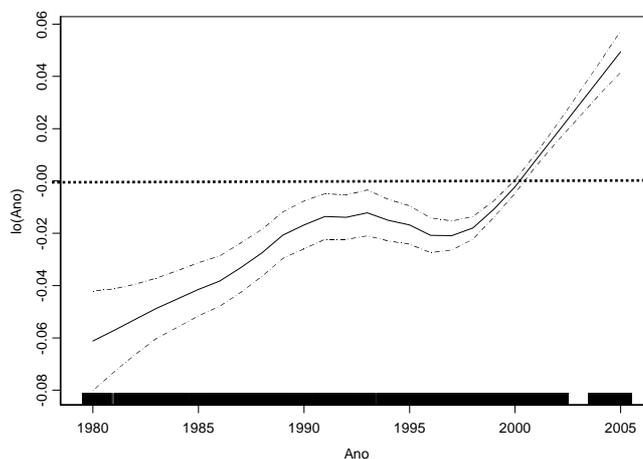
231



232
233
234
235
236

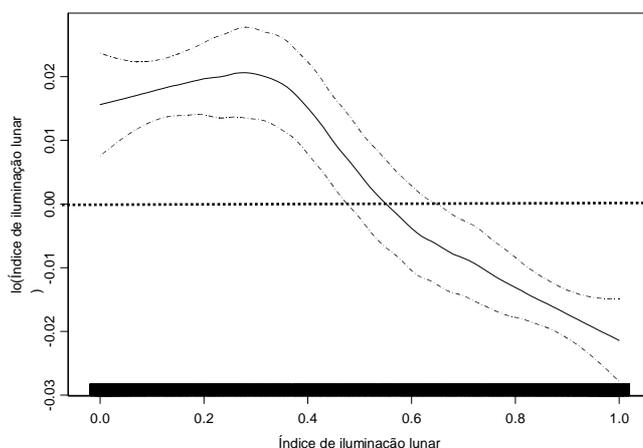
Figura 5 - Efeitos do fator Mês na CPUE da albacora bandolim capturada pela frota espinheira brasileira (arrendadas e nacionais), no período de 1978 a 2008.

237 Em relação à variável ano, observou-se um aumento importante da CPUE ao longo
 238 do período estudado, com efeitos positivos sendo observados a partir de 2000, quando então
 239 uma tendência de crescimento linear bastante acentuado foi registrada (*Figura 6*).
 240



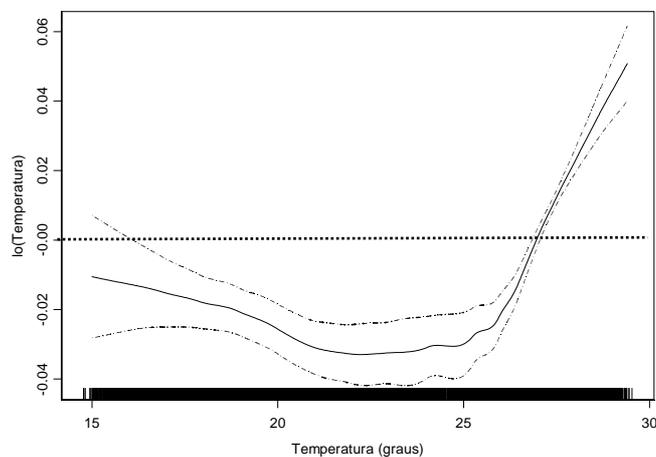
241
 242 *Figura 6* - Efeitos do fator Ano na CPUE da
 243 albacora bandolim capturada pela frota
 244 espinheleira brasileira (arrendadas e nacionais), no
 245 período de 1978 a 2008.
 246

247 Quanto aos efeitos dos fatores ambientais, o IIL apresentou uma tendência crescente
 248 do valor 0,0 ao valor 0,4, correspondente à passagem das fases de lua nova para quarto-
 249 crescente e de minguante para lua nova, a partir da qual observou-se um decréscimo gradual
 250 da CPUE à medida que a lua cheia se aproxima (1,0) (*Figura 7*).
 251



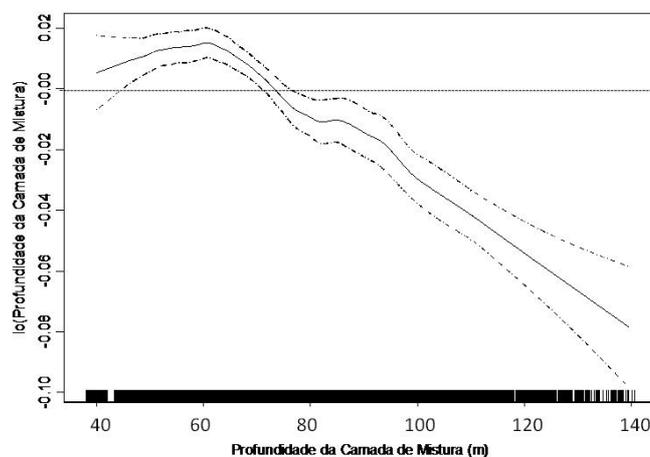
252
 253 *Figura 7* - Efeitos do fator Iluminação Lunar na
 254 CPUE da albacora bandolim capturada pela frota
 255 espinheleira brasileira (arrendadas e nacionais), no
 256 período de 1978 a 2008.

257 No que se refere ao efeito da TSM sobre a CPUE da albacora bandolim, observou-se
 258 uma tendência positiva, com maiores valores ocorrendo entre 26° e 30°C, mostrando uma
 259 maior captura da espécie em águas mais quentes (*Figura 8*), da zona tropical.
 260



261
 262 *Figura 8* - Efeitos do fator Temperatura da
 263 Superfície da água do Mar na CPUE da albacora
 264 bandolim capturada pela frota espinheira
 265 brasileira (arrendadas e nacionais), no período de
 266 1978 a 2008.
 267

268 Quanto ao efeito da PCM, as CPUEs mais elevadas ocorreram em áreas onde a
 269 termoclina encontrava-se mais próxima da superfície, variando entre 40 e 70 m. A partir
 270 desta profundidade, observou-se uma queda acentuada dos valores de CPUE até os 140 m,
 271 onde os menores índices foram observados (*Figura 9*).
 272



273
 274 *Figura 9* - Efeitos do fator Profundidade da Camada
 275 de Mistura na CPUE da albacora bandolim capturada
 276 pela frota espinheira brasileira (arrendadas e
 277 nacionais), no período de 1978 a 2008.

278 *Discussão*

279

280 Embora os grandes peixes migradores, como os atuns, possuam uma elevada
281 capacidade de suportar as variações ambientais, suas migrações, distribuição e abundância
282 estão diretamente associadas à variabilidade das características do meio em que vivem.
283 Assim, a elevada heterogeneidade espaço-temporal do meio ambiente pelágico apresenta um
284 efeito importante sobre a concentração das principais espécies de atuns em áreas e épocas do
285 ano, de acordo com suas necessidades fisiológicas, principalmente no que às atividades
286 reprodutivas e alimentar (FONTENEAU, 1998; TRAVASSOS, 1999). Desta forma, embora
287 apresente uma vasta distribuição geográfica, ocorrendo no oceano Atlântico de 50°N a 45°S
288 (MIYAKE, 1990), a albacora bandolim é encontrada em maiores concentrações nas regiões
289 tropicais, onde é capturada em grandes quantidades pela pesca com espinhel pelágico.

290 No presente trabalho, observou-se que os índices de abundância mais elevados
291 ocorreram no entorno do equador, principalmente no período que se estende de novembro a
292 abril, com menores CPUE sendo observadas de maio a outubro. Resultados similares foram
293 obtidos por Zagaglia (2003), que estudando a mesma espécie, observou índices de
294 abundância relativa mais elevados na faixa equatorial do Atlântico oeste tropical nos meses
295 de janeiro a março, com as menores valores ocorrendo de maio a agosto. Estas concentrações
296 mais elevadas da espécie em águas tropicais estão diretamente associadas à atividade
297 reprodutiva, a qual, de uma maneira geral, ocorre em temperaturas elevadas, superiores a
298 26°C (PEREIRA, 1995).

299 De acordo com Travassos (1999), a TSM desempenha um papel de grande
300 importância na distribuição espaço-temporal da albacora bandolim, principalmente no que
301 se refere à delimitação das áreas de desova. Cayré et al. (1987), a partir de estudos realizados
302 sobre a biologia da espécie, apresentou um esquema indicativo de áreas propícias à atividade
303 reprodutiva, no qual duas importantes zonas, situadas ao norte e ao sul do equador e ao
304 largo da costa brasileira, foram identificadas. Ainda segundo estes autores, estas zonas
305 estariam inseridas numa vasta área oceânica onde a TSM apresenta valores acima de 24°C.
306 Pallarès e Fonteneau (1997) também obtiveram resultados similares, demonstrando que a
307 albacora bandolim possui duas importantes áreas de desova no Atlântico tropical, ao norte e
308 ao sul do equador, as quais estariam delimitadas pela isoterma de 27°C. Figueiredo (2007),
309 em estudo sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim no Atlântico oeste tropical ao
310 largo da costa brasileira, corrobora com estes resultados, mostrando que a espécie apresenta

311 atividade reprodutiva na região, principalmente durante o primeiro trimestre do ano,
312 quando a TSM é mais elevada.

313 No presente trabalho, os maiores valores de CPUE ocorreram entre 26° e 30°C,
314 mostrando uma maior captura da espécie em águas mais quentes no entorno do equador,
315 nos meses de verão austral. Conforme descrito acima, este resultado mostra que a maior
316 abundância da albacora bandolim nas águas tropicais ao largo da costa brasileira, estaria
317 diretamente associada à reprodução da espécie.

318 No que se refere à profundidade da camada de mistura (PCM), sabe-se que este
319 parâmetro desempenha um papel fundamental na pesca de atuns e afins com espinhel.
320 Sendo esta uma pescaria passiva, na qual os anzóis se distribuem verticalmente na coluna
321 d'água, geralmente entre 50m e 300m, atravessando a termoclina, a profundidade de
322 operação do espinhel pode determinar a maior ou menor captura de uma espécie, de acordo
323 com as suas preferências termo-batimétricas. No presente estudo, a CPUE da albacora
324 bandolim foi mais elevada nas áreas onde a PCM encontrava-se mais próxima da superfície,
325 com valores variando entre 40 e 70 m de profundidade. Entretanto, como os dados de
326 distribuição vertical dos anzóis do espinhel não são coletados durante os cruzeiros de pesca
327 comercial de atuns, não foi possível avaliar com segurança o efeito deste parâmetro na CPUE
328 da albacora bandolim. Por outro lado, de acordo com Travassos (1999), a região equatorial
329 entre 10°N e 10°S e 20°O e 40°O é caracterizada por apresentar uma PCM mais rasa,
330 comparada àquela observada em latitudes mais elevadas no Atlântico tropical oeste, ao largo
331 da costa brasileira. Como as maiores CPUE da espécie foram observadas nesta região
332 durante o verão austral, quando as temperaturas são mais elevadas e adequadas à desova,
333 que ocorre na camada de mistura, o uso do espinhel tradicional, mais raso (5 a 7
334 anzóis/samburá), usado pela frota atuneira nacional seria mais eficiente neste zona de
335 termoclina mais rasa. As CPUE mais baixas observadas ao sul, onde a PCM é mais profunda,
336 em torno dos 100 a 140 m, estaria associada à menor abundância da espécie nesta zona, não
337 propícia à reprodução, e não necessariamente à PCM de forma isolada, uma vez que a
338 albacora bandolim é capturada em grandes quantidades em camadas profundas, abaixo da
339 termoclina, com o uso do espinhel profundo (Travassos, 1999).

340 No que diz respeito ao efeito do índice de iluminação lunar sobre a CPUE da albacora
341 bandolim, de uma maneira geral, de acordo com os conhecimentos dos próprios pescadores,
342 as maiores capturas ocorrem em noites escuras, entre as luas de quarto (de minguante à
343 crescente). Os resultados aqui obtidos corroboram com esta informação, tendo em vista que a
344 CPUE da espécie apresentou valores mais elevados quando o índice de iluminação lunar

345 variou entre 0,0 e 0,4. Entretanto, em decorrência da escassez de pesquisas científicas que
 346 avaliem com maior precisão os efeitos deste parâmetro sobre as capturas de grandes peixes
 347 pelágicos como os atuns, estudos com este objetivo devem ser realizados.

348 Em relação à variável ano, efeitos positivos só foram observados a partir do ano 2000,
 349 quando um crescimento bastante acentuado da CPUE da albacora bandolim foi registrado.
 350 Este resultado pode estar associado à evolução da pesca de atuns e afins no Brasil nas
 351 últimas décadas. Entre 1980 e 1992, se observou um período estável das capturas, as quais
 352 variaram de 350 t a 950 t, seguido de um período de oscilações anuais, entre 1993 e 1999,
 353 quando as capturas variaram de 560 t a 2.025 t. Só a partir de 2000 é que as capturas
 354 aumentaram de forma significativa, em decorrência da política adotada pelo Departamento
 355 de Pesca e Aquicultura, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que
 356 incentivou o arrendamento de barcos atuneiros estrangeiros para a pesca com espinhel. Parte
 357 desta frota arrendada dirigiu suas capturas para as albacoras bandolim e laje, obtendo, pela
 358 sua maior eficiência, CPUE mais elevadas destas espécies. Entretanto, os resultados da
 359 última avaliação de estoque da albacora bandolim realizada pela ICCAT (*International*
 360 *Commission for the Conservation of Atlantic Tuna*) em 2007, mostraram uma tendência geral de
 361 queda nos índices de abundância da espécie nos últimos anos (ICCAT, 2007).

362

363 REFERÊNCIAS

364

365 ALEMANY F. and ALVAREZ F. 2003 Determination of effective fishing effort on hake
 366 *Merluccius merluccius* in a Mediterranean trawl fishery, *Sci Mar* 67, pp. 491-499.

367

368 BARBIERI, M.A., E. YÁÑEZ, M. FARÍAS & R. AGUILERA 1989 Determination of probable
 369 fishing areas for the albacore (*Thunnus alalunga*) in Chile's central zone. *In: Quantitative*
 370 *Remote Sensing: An Economic Tool for the Nineties. IGARSS '89, Vol 4, 2447-2450.*

371

372 BIGELOW, K. A.; BOGGS, C. H.; HE, X. 1999 Environmental effects on swordfish and blue
 373 shark catch rates in the US North Pacific longline fishery. *Fish. Oceanogr.* 8, 3, 178-198

374

375 BURNHAM K. P., ANDERSON D. R. 2002 Model Selection and Inference a Practical
 376 Information-Theoretic Approach. 2nd edn. *New York: Springer.* 488.

377

378 CAYRE, P. 1987 L'oxygène dissous et la répartition des thons (albacore, listao et patudo)
 379 dans l'océan Atlantique. *La Pêche Maritime*, 1306 : 92-95.

380

381 ENFIELD D.B., MAYER D.A. 1997 Tropical Atlantic sea surface temperature variability and
 382 its relation to the El Niño-Southern Oscillation. *J Geophys Res* 102(C1):929-945

383

384 FIGUEIREDO, M. B. ; SANTOS, A. G. ; TRAVASSOS, P. ; TORRES, C. M. ; HAZIN, F. H. V. ;
 385 COELI, R. ; MAGALHAES, B. R. 2008 Oocyte organization and ovary maturation of the

- 386 bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the equatorial and southwestern Atlantic. Collective Volume
387 of Scientific Papers. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, v. 62, p.
388 579-585.
- 389
390 FONTENEAU, A. 1987 Surface versus longline tropical fisheries in the Atlantic Ocean: what
391 interactions? Expert Consultation on Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean, 4-8
392 December 1986, Colombo, Sri Lanka. *Collect. Vol. Indo-Pac. Tuna Dev. Mgt. Programme*: 191-
393 216.
- 394
395 FONTENEAU A., GASCUEL D., PALLARES P. 1998 Vingt-cinq ans d'évaluation des
396 ressource thonières dans l'Atlantique : quelques réflexions méthodologiques. *Proc. ICCAT*
397 *Tuna Symposium*, Madrid, pp. 523-561.
- 398
399 Halpern, D. 2001 Monthly Mean Global Surface Ocean Variables. NASA JPL Physical
400 Oceanography DAAC, Pasadena, CA. Disponível em: <http://podaac.jpl.nasa.gov/>. Acesso
401 em: 23/06/2009.
- 402
403 HASTIE AND TIBSHIRANI 1990 T. Hastie and R. Tibshirani, Exploring the nature of
404 covariate effects in the proportional hazards model, *Biometrics* **46** (1990), pp. 1005-1016.
- 405
406 HAZIN, H. G. 2006 *Influência das variáveis oceanográficas na dinâmica populacional e pesca do*
407 *espadarte, Xiphias gladius Linnaeus 1758, capturados pela frota brasileira*. Faro, 202p. (Tese de
408 doutoramento. Universidade do Algarve Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente).
- 409
410 HAZIN, H.G., F.H.V. HAZIN, P. TRAVASSOS, F.C. CARVALHO AND K. ERZINI. 2007
411 Standardization of swordfish CPUE series caught by Brazilian longliners in the Atlantic
412 Ocean, by GLM, using the targeting strategy inferred by cluster analysis. *Collect Vol. Sci. Pap.*
413 *ICCAT*, 60(6): 2039-2047.
- 414
415 HISARD, P., HENIN, C., HOUGHTON, R., PITON, B. AND RUAL, P. 1986 Oceanic
416 conditions in the tropical Atlantic during 1983 and 1984. *Nature* **322**, pp. 243-245.
- 417
418 ICCAT 2007 (International commission for the Conservation of Atlantic Tunas) Report the
419 Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) Spain.
- 420
421 ICCAT 2008 (International commission for the Conservation of Atlantic Tunas) Report the
422 Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) Spain.
- 423
424 MARSAC, F. 1999 Changements hydroclimatiques observés dans l'Atlantique depuis les
425 années 50 et impacts sur quelques stocks de thons et leur exploitation. *Collective Volume of*
426 *Scientific Papers ICCAT*. 49; pp. 346-370.
- 427
428 MCCULLAGH, PETER; NELDER, JOHN 1989 *Generalized Linear Models*. London:
429 Chapman and Hall. ISBN 0-412-31760-5.
- 430
431 MIYAKE, N. 1990 Manual de operaciones para estadísticas y muestreo de los túnidos y
432 especies afines em El Océano Atlántico. 3° ed. *Comisión Internacional para La Conservación del*
433 *Atún Atlántico*. Madrid, España.
- 434
435 NICHOLSON, S. E., AND KIM, J. 1997 The relationship of El Niño-Southern Oscillation to
436 African rainfall. *Int. J. Climatol.*, 17, 117-135.

- 437
438 PACHECO J. C. 2007 *Análise das capturas do anzol "circular" em relação ao anzol "J" em*
439 *embarcações com espinhel pelágico no oceano Atlântico*. Recife-PE, 37p (Dissertação de mestrado.
440 Universidade Federal Rural de Pernambuco).
- 441
442 PEREIRA, J. A. G. 1995 A pesca do atum nos Açores e o atum patudo (*Thunnus obesus*, Lowe
443 1839) do Atlântico. Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores,
444 Horta, Azores, Horta, Azores, Arquivos do DOP, Série Estudos 1/95, 330 pp.
- 445
446 PHILANDER, S. G. H. 1986 Unusual conditions in the tropical Atlantic Ocean in 1984.
447 *Nature*, 322,236-238.
- 448
449 POWER, J.H. AND MAY, L.N. 1991 Satellite observed sea-surface temperatures and
450 yellowfin tuna catch and effort in the Gulf of Mexico. *Fish. Bull.* 89:429-439.
- 451
452 TRAVASSOS, P. 1999 *L'étude des relations thons-environnement dans l'océan Atlantique*
453 *intertropical ouest : cas de l'albacore (*Thunnus albacares*, Bonnaterre 1788), du germon (*Thunnus**
454 *alalunga*, Bonnaterre 1788) et du thon obèse (*Thunnus obesus*, Lowe 1839). Paris 6, 255 p. (Tese
455 de Doutorado. Université Peirre et Marie Curie).
- 456
457 Vecchi, G. A. 2006 Ocean/atmosphere dynamics and coupling. NOAA/GFDL, Princeton.
458 Disponível em: <http://www.gfdl.noaa.gov/>. acesso em 23/06/2009.
- 459
460 WEISBERG, R. AND COLIN, C. 1986 Equatorial Atlantic Ocean temperature and current
461 variations during 1983 and 1984. *Nature* 322, pp. 240-243.
- 462
463 ZAGAGLIA, C. R. 2003 Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à pesca de atuns no
464 Atlântico oeste equatorial / C. R. Zagaglia. - São José dos Campos: INPE. 180 p. - (INPE-
465 9862-TDI/869).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a pesca em larga escala de atuns e afins no oceano Atlântico tenha se iniciado no Brasil em 1956, o país ainda pesca muito pouco estes recursos pesqueiros. Só a partir de 1998, com a criação do Departamento de Pesca e Aquicultura (DPA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), e mais recentemente, em 2003, com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), hoje Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), é que a pesca de atuns e afins no Brasil tem recebido uma atenção especial por parte do governo federal.

Desta forma, é importante ressaltar o desenvolvimento de pesquisas voltadas para promover o aumento dos conhecimentos técnicos e científicos sobre esta pescaria, sem os quais o País não teria condições de praticá-la de forma sustentável.

Dentre as pesquisas realizadas nos últimos anos no Brasil, destacam-se aquelas nas quais os efeitos da variabilidade climática e oceanográfica sobre a distribuição e abundância de espécies de grandes peixes pelágicos como os atuns, têm sido considerados como principal objetivo. O presente trabalho é, portanto, parte integrante deste esforço dirigido ao aumento dos conhecimentos sobre a ecologia destes importantes recursos pesqueiros.

Neste contexto, a partir dos resultados aqui obtidos, pôde-se concluir que as variações do meio ambiente condicionam sobremaneira a distribuição espaço-temporal da albacora bandolim no Atlântico tropical oeste, ao largo da costa brasileira. As CPUEs mais elevadas foram observadas na zona equatorial, durante os meses de verão, em temperaturas da superfície do mar variando de 26°C a 30°C e com profundidades da camada de mistura em torno dos 60 m. Embora o índice de iluminação lunar tenha também influenciado a CPUE da

albacora bandolim, propiciando valores mais elevados entre as fases minguante e crescente, pouco se sabe sobre os reais efeitos desta variável nas capturas da espécie.

No que se refere às ferramentas estatísticas empregadas, consideramos que as mesmas se prestaram de forma adequada à análise dos dados utilizados. A classificação do esforço de pesca e espécies-alvo baseada na análise de cluster mostrou-se eficaz na eliminação dos efeitos operacionais das pescarias, gerando séries temporais de CPUE mais consistentes. O uso posterior destas séries a partir do emprego de GLM ou outros modelos estatísticos capazes de avaliar as flutuações anuais de índices de abundância demonstrou eficiência e praticidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, T. M.; VASKE JR, T.; TRAVASSOS, M.; TRAVASSOS, P. E. 2005. Alimentação da albacora-bandolim (*Thunnus obesus*, Lowe, 1939) na região sudoeste equatorial do Oceano Atlântico. Anais do XV Encontro de Zoologia do Nordeste. Salvador BA p. 331.

BERTRAND A., F. X. Bard & E. Josse. 2002. Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia. *Marine Biology*, 140: 1023-1037.

BERTRAND, A., JOSSE, E., MASSÉ, J., 1999. In situ acoustic target-strength measurement of bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by coupling split-beam echosounder observations and sonic tracking. *ICES J. Mar. Sci* 56, 51–60.

CAYRÉ, P. 1987. L'oxygène dissous et la répartition des thons (albacore, listao et patudo) dans l'océan Atlantique. *La Pêche Maritime*, 1306 : 92-95.

CAYRÉ and FARRUGIO, 1986. Cayré, P., Farrugio, H., 1986. Biologie de la Reproduction du Listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'Océan Atlantique. *Proc. ICCAT Conf. Intern. Skipjack Year Prog.*, pp. 253–272.

COLETTE, B. B. AND C. E. NAUEN 1983. *FAO species catalogue*, vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish. Synop.*, (125) Vol. 2:137 p.

COLLETTE, B. B. 1995. Scombridae. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc...p. 1521-1543, In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E.

Carpenter & V. Niem (Eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome.

DAGORN, L., P. Bach & E. Josse. 2000. Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.* 136 (2): 361-371.

DHAUSSY, L. A., E. MARCHAL, C. MENKÈS, G. CHAMPALBERT, AND B. BIESSY. 2000. Vinciguerria nimbaria (micronecton) environment and tuna, their relationships in Eastern. Tropical Atlantic. *Oceanologica Acta* 23:515-528.

DICKSON K. A. & J. B. Graham. 2004. Evolution and consequences of endothermy in fishes. *Physiological and Biochemical Zoology* 77 (6): 998-1018.

FIGUEIREDO, M. B. ; SANTOS, A. G. ; TRAVASSOS, P. ; TORRES, C. M. ; HAZIN, F. H. V. ; COELI, R. ; MAGALHAES, B. R. . Oocyte organization and ovary maturation of the bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the equatorial and southwestern Atlantic. Collective Volume of Scientific Papers. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, v. 62, p. 579-585, 2008.

FONTENEAU, A. 1987. Surface versus longline tropical fisheries in the Atlantic Ocean: what interactions? Expert Consultation on Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean, 4-8 December 1986, Colombo, Sri Lanka. *Collect. Vol. Indo-Pac. Tuna Dev. Mgt. Programme*: 191-216.

FONTENEAU, A. & J. Marcille Eds. 1991. Recursos, pesca y biología de los túnidos tropicales del Atlántico centro-oriental. CICAA, 423 pp.

FONTENEAU A., Gascuel D., Pallares P., 1998, Vingt-cinq ans d'évaluation des ressource thonières dans l'Atlantique : quelques réflexions méthodologiques. Proc. ICCAT Tuna Symposium, Madrid, pp. 523-561.

FONTENEAU, A., J. Ariz, A. Delgado de Molina, P. Pallarés & R. Pianet. 2005. A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. *Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT*, 57 (2): 41-66.

FRIMODT, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England, 215 pp.

FROESE, R. & D. Pauly. Editors. 2006. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2006).

GAULDIE, R. W., and SHARP, G. D. 1996. Skipjack velocity, dwell time and migration. *Fish. Oceanogr.* 5: 100-113.

GRAHAM J. B. & Diener, D. R. 1978. Comparative morphology of the central heat exchangers in the skipjacks *Katsuwonus* and *Euthynnus*, In G.D. Sharp & A.E. Dizon, (Eds.), *The physiological ecology of tunas*. Academic press, New York: 113-133.

GRAHAM, J. B. & K. A. Dickson. 2004. Tuna comparative physiology. *The Journal of Experimental Biology* 207: 4015-4024.

GUNN, J. & B. A. BLOCK. 2001. Advances in acoustic, archival and pop-up satellite tagging of tunas. Tunas: ecological physiology and evolution. Academic Press, San Diego, C.A.: 167-224.

HANAMOTO, E. 1987. Effect of oceanographic environment on bigeye tuna distribution. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceanogr. 51(3): 203-216.

HASHIMOTO, S.; Kurihara, R., STRÜUSSMANN, C.A.; YAMASAKI, T., SOYANO, K.; AKIHIKO, H.; SHIRAIISHI, H.; MORITA, M. 2003. Gonadal histology and serum vitellogenin levels of bigeye tuna *Thunnus obesus* from the Northern Pacific Ocean – absence of endocrine disruption bio- indicators. Marine Pollution Bulletin 46: 459-465 p.

HAZIN, F.H.V. 1993. Fisheries oceanographical study of tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. University of Fisheries, Tokyo.

ICCAT 1994/1995 (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) Report the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) Spain.

ICCAT 2006. (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) Report the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) Spain. 92.

JOUNG, S.J. & H.H. HSU. 2005. Reproduction and embryonic development of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, in the northwestern Pacific. Zoological Studies 44: 487-496.

KAILOLA, P.J.; WILLIAMS, M.J.; STEWART, P.C.; REICHEL, R.E.; MCNEE, A.; GRIEVE, C. 1993. Australian fisheries resources. Pp. 384–386. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.

KIMURA, S., MUNENORI, N. AND SUGIMOTO, T. 1997. Migration of albacore, *Thunnus alalunga*, in the North Pacific Ocean in relation to large oceanic phenomena. Fish. Oceanogr. 6:51±57.

LAURS, M. & R. J. LYNN, R.J. 1977. Seasonal migration of north pacific albacore, *Thunnus alalunga*, into North American coastal waters: distribution, relative abundance, and association with transition zone waters. Fish. Bull. 75(4):795-823.

LEE, R.E.K.D, 1957. Report to the Government of Brazil on tuna fisheries development : Northeastern coast of Brazil. FAO, Expanded Technical Assistance Program, Report no. 739, 47 p.

LIMING S., X. Liuxiong, C. Xinjun. 2004. Preliminary analysis of the biological characteristics of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) sampled from China tuna longlining fleet in central Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58 (1): 283-291.

LONGHURST, A. R. 1976. Interactions between zooplankton and phytoplankton profiles in the eastern tropical Pacific Ocean. Deep Sea Res. 23: 729-754.

MARCHAL, E. AND A. LEBOURGES. 1996. Acoustic evidence for unusual diel behaviour of a mesopelagic fish (*Vinciguerra nimbaria*) exploited by tuna. ICES Journal of Marine Science 53:443-447.

MARCINEK, D.J., BLACKWELL, S., DEWAR, H., FREUND, E.V., FARWELL, C., DAU, D., SEITZ, A.C. AND BLOCK, B.A. 2001. Muscle temperature and behavior of Pacific bluefin measured with ultrasonic and popup satellite transmitters. 138: 869-881.

MATHER, F.J. 1980. A preliminary note on migratory tendencies and distributional patterns of Atlantic bluefin tuna based on recently acquired and cumulative tagging results. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. IX: 478-491 (SCRS/79/76).

MATSUMOTO, T. & N. Miyabe. 2002. Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Central Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 54 (1): 246-260.

MIYAKE, N., 1990. Manual de operaciones para estadísticas y muestreo de los túnidos y especies afines em El Océano Atlántico. 3° ed. Comisión Internacional para La Conservación del Atún Atlántico. Madrid, España.

MURPHY, G.I. AND MAJKOWSKI, J. 1981. State of the southern bluefin tuna population: Fully exploited. Aust. Fish. 40:20±23.

MUSYL, MK, RW BRILL, CH BOGGS, DS CURRAN, MP SEKI AND TK KAZAMA. 2003. Vertical movements of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) associated with islands, buoys, and seamount of the Hawaiian Archipelago from archival tagging data. Fisheries Oceanography 12, 152-169.

NAKAMURA, H. 1969. Tuna Distribution and Migration. London: Fishing News (Books) Ltd.

NIKAIDO, H., N. MIYABE AND S. UEYANAGI. 1991. Spawning time and frequency of bigeye tuna, *Thunnus obesus*. Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish., 28: 47-73.

OTSU, T. and UCHIDA, R.N. (1962) Model of the migration of albacore in the north Pacific Ocean. Fish. Bull. US 63:33±44.

PEREIRA, J. A. G., 1995. A pesca do atum nos Açores e o atum patudo (*Thunnus obesus*, Lowe 1839) do Atlântico. Department of Oceanography and Fisheries, University of the Azores, Horta, Azores, Horta, Azores, Arquivos do DOP, Série Estudos 1/95, 330 pp.

REINER, F. 1996. Catálogo dos peixes do Arquipélago de Cabo Verde. Publicações avulsas do IPIMAR No. 2, 339 pp.

SCHAEFER K.M., D.W. Fuller. 2002. Movements, behavior, and habitat selection of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern equatorial Pacific, ascertained through archival tags. Fish. Bull. 100:765-788.

SHARP, G. D. & PIRAGES, S. 1978. The distribution of red and white swimming muscles, their biochemistry, and the biochemical phylogeny of selected scombrid fishes. Pp. 41-78, In G.D. Sharp & A.E. Dizon, eds. The physiological ecology of tunas. Academic press, New York.

STEQUERT, B. & F. Marsac. 1989. Tropical tuna - surface fisheries in the Indian Ocean. FAO Fish. Tech. Pap., No 282, Rome, FAO, 238 pp.

STÉQUERT, J.N. RODRIGUEZ, B. CUISSETC and F. 2001. Le Mennc, Gonadosomatic index and seasonal variations of plasma sex steroids in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the western Indian Ocean. *Aquat. Living Resour.* 14 5, pp. 313–318

SUN, C. L.; CHU S. L., YEH, S. Z., 2006. The Reproductive Biology of Female Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) in the West Pacific. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Scientific Committee Second Regular Session. Manila, Philippines.

SUZUKI, Z., and Y. ISHIZUKA. 1991. Comparison of population characteristics of world bluefin stocks, with special reference to the West Atlantic bluefin stock. Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT Recl. Doc. 35(2): 240-245.

TRAVASSOS, P., 1999. L'étude des relations thons-environnement dans l'océan Atlantique intertropical ouest : cas de l'albacore (*Thunnus albacares*, Bonnaterre 1788), du germon (*Thunnus alalunga*, Bonnaterre 1788) et du thon obèse (*Thunnus obesus*, Lowe 1839). Tese de Doutorado, Université Peirre et Marie Curie, Paris 6, 255 p.

TRAVASSOS, P., 2001. La pêche du thon obèse (*Thunnus obesus*) et les conditions hydroclimatiques dans l'océan atlantique intertropical. ICCAT Collective Volume Of Scientific Papers, Madrid, v. 52, p. 1233-1240.

6. ANEXOS

6.1. Normas da Revista

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

O *BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA* tem por objetivo a divulgação de trabalhos científicos inéditos, relacionados a Pesca, Aqüicultura e Limnologia. É publicado 01 volume por ano, com o necessário número de tomos.

Os trabalhos publicados no *Boletim do Instituto de Pesca* são: Artigo Científico, Nota Científica, Artigo de Revisão ou Relato de Caso. Podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol e devem conter os seguintes itens:

TÍTULO: Deve ser claro e conciso, **redigido em português e inglês e, se for o caso, também em espanhol**. Havendo necessidade de título longo, recorrer a subtítulo. **Deve ser apresentado em letras maiúsculas, alinhamento centralizado**. No caso de recebimento de auxílio para a execução do trabalho, informar como nota de rodapé, na primeira página, por meio de asterisco, também apostado ao final do título.

NOME(s) DO(s) AUTOR(es): Deve(m) ser apresentado(s) por extenso, na ordem direta (prenome e sobrenome) e em letras maiúsculas apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s). A filiação do(s) autor(es), bem como o endereço completo para correspondência e o e-mail, deverão ser colocados como nota de rodapé na primeira página, sendo identificados por números arábicos separados por vírgula quando necessário.

RESUMO + Palavras-chave: É obrigatório em qualquer tipo de trabalho. O Resumo deve conter concisamente o que foi feito, os resultados obtidos e a conclusão. Número máximo de palavras: **no resumo** - para Artigo Científico e Artigo de Revisão, 250 (duzentas e cinquenta); para Nota Científica e Relato de Caso, 150 (cento e cinquenta); **em palavras-chave**, no máximo de 6 (seis) palavras, incluindo nomes científicos, se necessário. **Resumo + Palavras-chave em português e inglês (Abstract + Key words) são obrigatórios**, independente do idioma em que o trabalho esteja redigido.

INTRODUÇÃO: Contém revisão da literatura relativa ao tema do trabalho e objetivo do mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS : Descrição dos mesmos.

RESULTADOS: Podem ser apresentados sob a forma de tabelas e/ou figuras, quando necessário. Tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pela respectiva legenda; os dados apresentados nesta não devem ser repetidos em gráfico, a não ser quando absolutamente necessário. Gráficos, desenhos, mapas, fotografias etc., nunca ultrapassando as medidas 16x21 cm, devem ser encaixados no texto, citados como figura e numerados, consecutivamente, com algarismos arábicos, com título autoexplicativo abaixo. Desenhos, mapas e fotografias devem ser apresentados no original e em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital "tiff". Ex.: *nome do arquivo.tif*. Figuras coloridas poderão ser incluídas somente em casos estritamente necessários.

DISCUSSÃO: Resultados e Discussão podem constituir um capítulo único.

CONCLUSÃO(ões): Discussão e Conclusão também podem constituir capítulo único.

AGRADECIMENTOS: É opcional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1 - NO TEXTO

- Usar o sistema Autor/Data, ou seja, o sobrenome do(s) autor(s) (em letras maiúsculas) seguido(s) do ano em que a obra foi publicada. Assim: Para um autor: MIGHELL (1975) observou...; Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...; Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973).

- Para dois autores: ROSA JÚNIOR e SCHUBART (1980), pesquisando... (Se o artigo do autor (s) que está submetendo o trabalho estiver **redigido** em português usar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver **redigido** em inglês ou espanhol usar “and” ou “y”, respectivamente).

- Para três ou mais autores: O sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “*et al.*”. Assim: SOARES *et al.* (1978) constataram... ou Tal fato foi constatado na África (SOARES *et al.*, 1978).

- Para o mesmo autor em anos diferentes respeitar a ordem cronológica, separada por vírgula. Ex : SILVA (1980, 1985).

- Para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por “;”.

Assim:nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIAMAS e BARBIERI, 2002).

- Ainda, quando for absolutamente necessário referenciar um autor citado em trabalho consultado, o nome desse autor será referido apenas no texto (em letras minúsculas), indicando-se, entre vírgulas e precedido da palavra latina *apud*, o nome do autor do trabalho consultado, o qual irá figurar na lista de referências. Ex.: “Segundo Gulland, *apud* SANTOS (1978), os coeficientes...”.

2 - NA LISTAGEM BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Documentos impressos* – Para dois autores, relacionar os artigos referidos no texto, com os nomes de todos os autores do trabalho separados por “e”, “and” ou “y”, **se o texto for redigido** em português, inglês ou espanhol, respectivamente.

Se mais de dois autores, separá-los por ponto e vírgula. As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo último sobrenome do autor. Havendo mais de uma obra com a mesma entrada, considera-se a ordem cronológica e, em seguida, a alfabética do terceiro elemento da referência.

Exemplos:

a) Artigo de periódico

BARBIERI, G. e SANTOS, E.P. dos 1980 Dinâmica da nutrição de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824), na represa do Lobo, Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 32(1): 87-89.

WOHLFARTH, G.W.; MOAY, R.; HULATA, G. 1983 A genotype-environment interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 33: 187-195.

b) Dissertação, tese, trabalho apresentado para obtenção de Bacharelado, etc.

GODINHO, H.M. 1972 Contribuições ao estudo do ciclo reprodutivo de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Pisces, Siluroidei) associado a variações morfológicas do ovário e a fatores abióticos. São Paulo. 94p. (Tese de Doutorado. Instituto de Ciências Biomédicas, USP).

EIRAS, A.C. 1991 Células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos de 13 espécies de teleósteos do rio Paraná - PR. São Paulo. 95p. (Trabalho para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas. Organização Santamarense de Educação e Cultura).

c) Livro, folheto, etc.

GOMES, F.P. 1978 *Curso de estatística experimental*. 8a ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de

Queiroz”. 430p. ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. 1991 *Long-run economic relationship: readings in cointegration*. New York: Oxford University Press. 301p.

d) Capítulo de livro, publicação em obras coletivas, anais de congresso, reunião, seminário, etc.

MACKINNON, J.G. 1991 Critical values for cointegration tests. In: ENGLE, R.F. e GRANGER, C.W.J. *Long-run economic relationship: readings in cointegration*. New York: Oxford University Press. p.267-276.

AMORIM, A.F. e ARFELLI, C.A. 1977 Contribuição ao conhecimento da biologia e pesca do espadarte e agulhões no litoral sulsudeste do Brasil. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 1., São Paulo, 5-9/set./1977. *Anais...* São Paulo: Associação de Engenheiros Agrônomos. p.197-199.

ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999 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, 17-21/out./1999. *Anais...* v.2, p.824-832.

2.2. *Informações eletrônicas* (Documentos consultados *online*, em CD-ROM, etc.)

- Utilizar as normas de referência de *documentos impressos*, acrescentando o endereço eletrônico em que o documento foi consultado.

Exemplos:

FLORES, S.A. y HIRT, L.M. 2002 Ciclo reproductivo y fecundidad de *Pachyurus bonariensis* (Steindachner, 1879), Pisces, Scianidae. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 28(1): 25-31. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/publicações.html>. Acesso em: 26 ago. 2004.

CASTRO, P.M.G. (sem data) *A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais*. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>. Acesso em: 3 set. 2004.

SILVA, R.N. e OLIVEIRA, R. 1996 Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., Recife, 1996. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm> Acesso em: 21 jan. 1997.

TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de *Achatina fulica* (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55., Recife, 14-18 jul./2003. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.

OBSERVAÇÕES:

1. Os manuscritos de trabalhos devem ser digitados em Word/Windows, fonte Book Antiqua, tamanho 11, espaçamento 1,5 entre linhas. Importante as **linhas devem ser numeradas seqüencialmente da primeira a última página**, e não ultrapassar 20 páginas em tamanho A4, incluindo figura(s) e/ou tabela(s).

2. O trabalho deve ser enviado em uma via impressa, e o(s) arquivo(s) do mesmo em CD-ROM com identificação.

3. O trabalho será analisado pelo Comitê Editorial do Instituto de Pesca (CEIP), segundo a ordem cronológica de recebimento, e por revisores científicos da área. Em seguida, caso necessário, retornará ao(s) autor(es) para modificações.

O prazo de retorno do trabalho do(s) autor(es) ao CEIP será de 30 (trinta) dias, após o qual o trabalho será automaticamente cancelado.

4. Os originais de trabalho não aceito para publicação serão devolvidos ao(s) autor(es).

5. Os autores receberão, ao todo, 20 (vinte) separatas. Havendo interesse por maior número, as despesas correrão por conta do autor.

6. Os trabalhos não originários do Instituto de Pesca deverão ser encaminhados ao Comitê Editorial do Instituto de Pesca: Av. Francisco Matarazzo, 455 - CEP: 05001-900 - São Paulo-SP-Brasil - Tel./Fax: (0xx11) 3871-7525.

e-mail: ceip@pesca.sp.gov.br / página: www.pesca.sp.gov.br

7. Trabalho, cuja apresentação não seguir estritamente estas normas, será devolvido ao(s) autor(es).