



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

**MARINA BEZERRA FIGUEIREDO**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DA ALBACORA BANDOLIM**  
***Thunnus obesus* (Lowe, 1839) NO OCEANO ATLÂNTICO OESTE**  
**TROPICAL**

**RECIFE/PE**  
**Fevereiro-2007**

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

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DA ALBACORA BANDOLIM**  
***Thunnus obesus* (Lowe, 1839) NO OCEANO ATLÂNTICO OESTE**  
**TROPICAL**

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

**MARINA BEZERRA FIGUEIREDO**

**ORIENTADOR: D.Sc. Paulo Travassos.**  
Depto. de Pesca e Aquicultura, UFRPE.

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

F475b Figueiredo, Marina Bezerra  
Bióloga reprodutiva da albacora bandolim *Thunnus obesus* (Lowe, 1839) no Atlântico oeste tropical / Marina Bezerra Figueiredo. -- 2007.  
62 f. : il.

Orientador : Paulo Eurico Pires Travassos  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüi – cultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura.  
Inclui anexo e bibliografia

CDD 639.3

1. Albacora bandolim
  2. *Thunnus obesus*
  3. Biologia reprodutiva
  4. Oceano Atlântico
  5. Brasil
- I. Travassos, Paulo Eurico Pires
  - II. Título

PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

Parecer da comissão examinadora da defesa de dissertação de mestrado de

**MARINA BEZERRA FIGUEIREDO.**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA, DISTRIBUIÇÃO E ABUNDÂNCIA  
RELATIVA DA ALBACORA BANDOLIM *Thunnus obesus* (Lowe, 1839)  
NO OCEANO ATLÂNTICO OESTE TROPICAL**

Área de concentração: **Recursos Pesqueiros**

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do orientador, considera a candidata **MARINA BEZERRA FIGUEIREDO** como aprovada.

Recife, 23 de fevereiro de 2007.

---

Prof. D.Sc. Paulo Travassos (UFRPE)  
**ORIENTADOR**

---

Prof. D.Sc. Fábio Hissa Hazin (UFRPE)  
**Membro interno**

---

Dr. Humberto Gomes Hazin (UFRPE)  
**Membro externo**

---

Dr. Athiê Jorge Guerra (UFRPE)  
**Membro interno**

---

Prof. Dr. Vanildo Oliveira (UFRPE)  
**Membro suplente**

*Dedico este trabalho aos meus dois grandes amores:  
Minha filha Lara e meu marido Ícaro.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me permitir realizar, tudo que esteve ao meu alcance.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq), e ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura pelo apoio na minha pós graduação.

Ao CNPq pela bolsa concedida durante o período do mestrado.

Ao meu orientador Prof. D.Sc. Paulo Travassos, por todo esse período de acompanhamento e ensinamentos, sempre estando disposto a tudo que solicitei.

Aos companheiros dos laboratórios de Oceanografia Pesqueira (LOP) e de Ecologia Marinha (LEMAR), em especial a Regina, Bruno, Lays, Arthur e Patrícia.

Aos companheiros de turma do mestrado, que sempre se mostraram dispostos a me ajudar quando mais precisei.

A Goretti e Carol, pela suas grandes contribuições para um melhor andamento desse trabalho.

Aos membros da banca examinadora, por terem aceito o convite para a comporem.

Às funcionárias do DEPAq, Selma, Telma, Eliane e Socorro pela atenção e ajuda que sempre me deram ao longo desses anos.

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio e dedicação.

Ao meu marido e grande companheiro, Ícaro, por estar comigo e me apoiar por todo este período.

A todos aqueles, que não citei, mas me apoiaram nessa caminhada e difícil fase da minha vida.

# SUMÁRIO

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABELAS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>   | 11            |
| <b>2. OBJETIVOS</b>  | 13            |
| 2.1. Geral   | 13            |
| 2.2. Específicos   | 13            |
| <b>3. REVISÃO DA LITERATURA</b>  | 13            |
| 3.1. Taxonomia   | 13            |
| 3.2. Identificação e características morfológicas  | 14            |
| 3.2.1. Característica de distinção do gênero <i>Thunnus</i>  | 14            |
| 3.2.2. Características distintas da espécie <i>Thunnus obesus</i>  | 14            |
| 3.3. Distribuição geográfica, habitat e comportamento  | 15            |
| 3.4. Alimentação   | 17            |
| 3.5. Reprodução  | 18            |
| 3.6. Tamanho e crescimento   | 18            |
| 3.7. Estrutura do estoque  | 19            |
| <b>4.1. ARTIGO CIENTÍFICO 1:</b> Desenvolvimento ovariano da albacora bandolim, ( <i>Thunnus obesus</i> ) no Atlântico Oeste tropical.       | 20            |
| <b>4.2. ARTIGO CIENTÍFICO 2:</b> Biologia reprodutiva da albacora bandolim ( <i>Thunnus obesus</i> Lowe, 1839), no Atlântico Oeste tropical. | 32            |
| <b>5. COMENTÁRIOS FINAIS</b>   | 50            |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   | 51            |
| <b>7. ANEXOS</b>   |               |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| <b>REVISÃO LITERÁRIA</b>  |        |
| <b>Figura 1:</b> Albacora bandolim ( <i>Thunnus obesus</i> )  | 15     |
| <b>Figura 2:</b> Distribuição geográfica de <i>Thunnus obesus</i> (área vermelha).  | 17     |
| <b>ARTIGO CIENTÍFICO 1:</b> Desenvolvimento ovariano e testicular da albacora bandolim, <i>Thunnus obesus</i> , (Scombridae), no Atlântico Oeste tropical.  |        |
| <b>Figura 1:</b> Observações histológicas de ovócitos de <i>Thunnus obesus</i>  | 27     |
| <b>ARTIGO CIENTÍFICO 2:</b> Biologia reprodutiva da albacora bandolim ( <i>Thunnus obesus</i> Lowe, 1839), no Atlântico Oeste tropical.   |        |
| <b>Figura 1:</b> Distribuição de frequência de comprimento zoológico para machos e fêmeas de albacora bandolim capturados durante o período de julho de 2004 a junho de 2006.   | 35     |
| <b>Figura 2:</b> Proporção sexual mensal da albacora bandolim.  | 36     |
| <b>Figura 3:</b> Variação mensal do IG (média $\pm$ desvio padrão) de fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 36     |
| <b>Figura 4:</b> Variação do IG (média $\pm$ desvio padrão) por classe de comprimento zoológico para fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.                                   | 37     |
| <b>Figura 5:</b> Variação mensal do IG (média $\pm$ desvio padrão) de machos de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 38     |
| <b>Figura 6:</b> Variação do IG (média $\pm$ desvio padrão) por classe de comprimento zoológico de machos de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.                                     | 38     |
| <b>Figura 7:</b> Variação mensal do IG (valores médios) para machos e fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 39     |
| <b>Figura 8:</b> Variação mensal em frequência relativa dos estágios maturacionais para fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 39     |
| <b>Figura 9:</b> Variação mensal em frequência relativa dos estágios maturacionais para machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 40     |
| <b>Figura 10:</b> Distribuição espaço-temporal dos estágios maturacionais de fêmeas de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.   | 41     |
| <b>Figura 11:</b> espaço-temporal dos estágios maturacionais de machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.  | 42     |
| <b>Figura 12:</b> Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas para os diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas da albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (n=522).  | 43     |
| <b>Figura 13:</b> Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas para os diferentes estágios de maturação gonadal para machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (n=351). | 43     |
| <b>Figura 14:</b> Curva logística para a determinação do L <sub>50</sub> para fêmeas de albacora bandolim.  | 44     |
| <b>Figura 15:</b> Curva logística para a determinação do L <sub>50</sub> para machos de albacora bandolim.  | 44     |

## LISTA DE TABELAS

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| <b>REVISÃO LITERÁRIA</b>   |               |
| <b>Tabela 1:</b> Nomes comuns da albacora bandolim por país.   | 14            |
| <b>ARTIGO CIENTÍFICO 1:</b> Desenvolvimento ovariano e testicular da albacora bandolim, <i>Thunnus obesus</i> , (Scombridae), no Atlântico Oeste tropical.                             |               |
| <b>Tabela 1:</b> Distribuição mensal de amostras dos ovários da albacora bandolim coletados no Atlântico Oeste tropical no período de julho de 2004 a junho de 2006.                   | 23            |
| <b>Tabela 2:</b> Diâmetro (média $\pm$ desvio padrão) das células germinativas dos estágios maturacionais em fêmeas de <i>T. obesus</i> capturadas no Oceano Atlântico Oeste tropical. | 26            |
| <b>ARTIGO CIENTÍFICO 2:</b> Biologia reprodutiva da albacora bandolim ( <i>Thunnus obesus</i> Lowe, 1839), no Atlântico Oeste tropical.  |               |
| <b>Tabela 1:</b> Distribuição mensal das gônadas de albacora bandolim coletadas durante o período de julho de 2004 a junho de 2006, no Oceano Atlântico Oeste Tropical.                | 33            |
| <b>Tabela 2:</b> Total de fêmeas analisadas de <i>Thunnus obesus</i> para estimativa da fecundidade.   | 46            |

## RESUMO

O presente estudo fez um levantamento sobre as características reprodutivas da albacora bandolim (*Thunnus obesus*). Para isso, foi obtido um total de 1082 amostras de gônadas da presente espécie no Atlântico Oeste Tropical entre julho de 2004 e junho de 2006. Foram realizados 873 (522 fêmeas e 351 machos) cortes histológicos e observações dos ovócitos presentes, analisados microscopicamente para a determinação das fases de desenvolvimento gonadal. Para as fêmeas foram determinados 5 estágios maturacionais: imaturo, maturação inicial e avançada, desovado e em repouso. O comprimento zoológico dos exemplares variou de 62 a 210 cm, e a proporção sexual foi de 1,46 fêmeas para um macho. A relação entre o Índice Gonadal e exemplares em maturação avançada mostrou que a albacora bandolim parece possuir maior atividade reprodutiva no primeiro trimestre do ano. O tamanho de primeira maturação sexual para fêmeas foi de 92,8 cm, já para os machos esse valor foi menor, 82,1 cm. A fecundidade média estimada através da contagem de ovócitos hidratados para a presente espécie foi de 3.971.328,13 ovócitos.

Palavras chave: *Thunnus obesus*, reprodução, distribuição, Oceano Atlântico

## ABSTRACT

The study presents information about the reproductive characteristics of bigeye tuna (*Thunnus obesus*). Were obtained 1082 samples of this species in the tropical Western Atlantic between July of 2004 and June of 2006. Were realized 873 (522 females and 351 males) histological cuts and observations of the present oocytes, analyzed with microscopy to determine the stage of gonadal development. For the females were determined 5 maturational stages: immature, initial and advanced maturation, spawning and resting. The fork length of the samples varied from 62 to 210 cm, and the sexual ratio was 1.46:1 (female: male). The females of bigeye tuna with high values of Gonadosomatic Index associated with advanced maturation were found during the first trimester, suggesting that this species has bigger reproductive activity in this period. The  $L_{50}$  for females was 92.8 cm and the males 82.1 cm. The estimate mean fecundity through hydrated oocytes counting for this species was 3,971,328 oocytes.

**Keywords:** *Thunnus obesus*, reproduction, distribution, Atlantic Ocean.

## 1. INTRODUÇÃO

A pesca de atuns e afins com o uso de espinhel no Atlântico e, conseqüentemente, no Brasil, iniciou em 1956, quando embarcações japonesas, baseadas no porto de Recife, iniciaram suas atividades, sendo a maior parte das capturas composta de albacora-laje (*Thunnus albacares*) (LEE, 1957). Esta atividade perdurou até 1964, quando foi suspensa em conseqüência de problemas de ordem político-econômica, apesar dos excelentes resultados obtidos (PAIVA e LE GALL, 1975). Após 12 anos, a pesca de atuns na região Nordeste foi retomada, com o arrendamento de barcos coreanos que, apesar do curto período de operação, encerrado em 1977, forneceu subsídios adicionais importantes no que diz respeito à participação específica nas capturas. Apenas na década de 80 é que a pesca de atuns e afins voltou a ser praticada na região, a partir da utilização de embarcações nacionais adaptadas para a pesca com espinhel de multifilamento (HAZIN, 1986).

Apesar do sucesso desta iniciativa de pesca com barcos nacionais, o Brasil nunca deixou de arrendar embarcações atuneiras como forma de adquirir novas tecnologias e aumentar as capturas destes recursos. Desta forma, em 1996, foi possível, com o arrendamento de barcos Norte-americanos, introduzir a tecnologia de pesca com espinhel de monofilamento, a qual se disseminou rapidamente entre os barcos nacionais, promovendo a substituição do espinhel de multifilamento, até então empregado. De acordo com Travassos e Hazin (2006), a frota espinheira brasileira em 2005 era composta por 99 embarcações, apresentando um aumento de 11,2% em relação ao ano anterior.

Inicialmente, as espécies alvo da pesca atuneira 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 seis a sete linhas secundárias por samburá, até 1980, quando os japoneses introduziram no Atlântico tropical o espinhel profundo, desenvolvido com o objetivo específico de capturar a albacora bandolim. Este modelo de espinhel tinha como principal característica o uso de 12 a 13 linhas secundárias por samburá, atingindo, portanto, camadas mais profundas, de maior concentração da espécie, propiciando maiores capturas (TRAVASSOS, 2001). Com isso, a partir dos anos 80, houve um novo crescimento da pesca de atuns e afins com espinhel no Atlântico, causado pelo aumento da demanda por albacora bandolim no mercado japonês de *sashimi*, com a maior parte da frota espinheira em atuação no Atlântico passando a dirigir suas operações para a captura desta espécie com espinhel profundo. O desenvolvimento desta pescaria, por sua vez, só foi possível graças à tecnologia de congelamento a bordo (-60°C), ocorrida na década de 70, permitindo a conservação do pescado congelado para a utilização

como *sushi* e *sashimi* e sua conseqüente exportação para o mercado asiático (FONTENEAU et al., 2005).

No que diz respeito às espécies de atuns e afins capturadas, as albacoras laje (*Thunnus albacares*), branca (*T. alalunga*), bandolim (*T. obesus*) e o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*), representam atualmente 68% da produção mundial (FAO, 2006), e cerca de 70% no Atlântico (ICCAT, 2006). Em 2004, foram capturadas 567.817 t de atuns e afins no Oceano Atlântico, tendo o Brasil participado com apenas 38.666 t, representando cerca de 7% das capturas, colocando o país na 6ª posição do *ranking* de produção desta pescaria (TRAVASSOS e HAZIN, 2006).

A captura mundial de *T. obesus* cresceu de 11.651 t em 1950 para 445.860 t em 2002, apresentando um declínio a partir deste ano até 2004, quando atingiu 405.337 t (FAO, 2006). A captura brasileira começou a ser registrada no ano de 1971, produzindo apenas 37 t, sendo incrementada até o ano de 1977 com 1.183 t. Seu maior registro foi no ano de 2000 com 2.768 t se encontrando em declínio até o ano de 2005 com 1.081 t (ICCAT, 2006).

Essa espécie é capturada basicamente por três artes de pesca: espinhel, rede de cerco e vara e isca viva. A modalidade de pesca mais atuante em ambos os lados do Oceano Atlântico é o espinhel, na região que se estende de 50°N a 45°S (MIYAKE, 1990), com produção de 35.724 t em 2005 (ICCAT, 2006). Os tamanhos dos peixes capturados variam de acordo com o tipo de pesca atuante: indivíduos de médio a grande porte (45-50 kg) na pesca de espinhel, pequeno a médio (20-30 kg) em barcos de vara e isca viva, e pequenos (3-4 kg) na pesca com cerco e com vara e isca viva (ICCAT, 2005a).

Do ponto de vista biológico, a albacora bandolim, *Thunnus obesus* (LOWE, 1839), é uma espécie pelágica da família Scombridae, que se distribui nos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, em águas tropicais e subtropicais (FAO, 1981), sendo encontrada em toda a costa brasileira. Apesar de ser uma das espécies de atuns mais capturadas, pouco se conhece sobre algumas características da biologia da albacora bandolim, principalmente no que se refere aos seus aspectos reprodutivos. Para isso, a ICCAT criou, em 1997, o Projeto BETYP (Bigeye Tuna Year Program) com o objetivo de avaliar o estado do estoque da albacora bandolim no Atlântico, bem como promover o aumento dos conhecimentos sobre a biologia da espécie (distribuição e abundância, migração, reprodução, genética, ocupação do habitat, entre outros) (ICCAT, 2005b).

A realização do presente trabalho é de grande importância para o uso sustentável deste importante recurso pesqueiro, agregando novas informações sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim, reduzindo a carência atualmente existente e contribuindo com o aporte de

novas informações àquelas geradas pelo Programa BETYP da ICCAT, subsidiando a gestão e controle da pesca deste recurso pesqueiro.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral aprofundar os conhecimentos científicos sobre a biologia da albacora bandolim (*Thunnus obesus*) no Atlântico Oeste tropical, principalmente no que se refere às características reprodutivas, contribuindo, assim, para a conservação e o manejo desse importante recurso pesqueiro do Oceano Atlântico.

### 2.2. Objetivos específicos

- ◆ Definir uma classificação de maturação sexual para machos e fêmeas;
- ◆ Determinar o tamanho médio de primeira maturação sexual;
- ◆ Estimar a fecundidade da presente espécie;
- ◆ Calcular o Índice Gonadal (IG)
- ◆ Determinar o período, tipo e área de desova.

## 3. REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1. Taxonomia

A albacora bandolim (*Thunnus obesus*) pertence à ordem Perciformes, na qual está inserida a família Scombridae, onde se encontram espécies de atuns, cavalas e agulhões. Em sua família também são encontradas grandes espécies de albacoras como a laje (*Thunnus albacares*), a azul (*T. thynnus*) e a branca (*T. alalunga*). A albacora bandolim está classificada taxonomicamente da seguinte forma:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Superclasse: Gnathostomata

Classe: Osteichthyes

Ordem: Perciformes

Família: Scombridae

Sub-família: Scombrinae

Gênero: *Thunnus*

Espécie: *Thunnus obesus* (Lowe, 1839)

Os nomes mais utilizados em alguns países encontram-se destacados na tabela 1.

Tabela 1: Nomes comuns da albacora bandolim por país.

| País          | Nome comum                   |
|---------------|------------------------------|
| Canadá        | Bigeye tuna e Thon ventru,   |
| Espanha       | Patudo                       |
| França        | Thon obèse                   |
| Japão         | Mebachi                      |
| Coréia        | Nun-da-raeng-i               |
| Portugal      | Patudo                       |
| África do Sul | Bigeye tunny e Grootoog tuna |
| Taiwan        | Tha um we                    |
| EUA           | Bigeye tuna                  |

Fonte: MIYAKE, 1990.

## 3.2. Identificação e características morfológicas

### 3.2.1. Características de distinção do gênero *Thunnus*

O gênero *Thunnus* se distingue por possuir corpo coberto por pequenas escamas, não possuindo manchas pretas pelo corpo. Sua parte posterior é caracterizada por ser azul escuro sem padrão listrado. Possui de 30 a 36 raios na nadadeira peitoral (COLLETTE & NAUEN, 1983).

### 3.2.2. Características distintas da espécie *Thunnus obesus*

A albacora bandolim (Figura 1) é caracterizada por ser uma espécie de grande porte, possuindo de 23 a 31 rastros branquiais no primeiro arco. Suas nadadeiras peitorais são moderadamente longas, representando de 22 a 31% do comprimento zoológico (CZ) em grandes indivíduos (acima de 110 cm de CZ). A nadadeira peitoral nos indivíduos adultos pode se estender após a segunda nadadeira dorsal, mas não ultrapassa a segunda pínula dorsal (MIYAKE, 1990). Em indivíduos pequenos, essas nadadeiras podem ser maiores

(COLLETTE & NAUEN, 1983). Os raios da segunda nadadeira dorsal e da anal são relativamente curtos, possuindo 18 vértebras na nadadeira pré-caudal e 21 na caudal. Possui 13 a 14 espinhos e 14 a 15 raios na nadadeira dorsal, e 14 raios na anal (MIYAKE, 1990).

Sua coloração na parte dorsal é azul escuro metálico (MIYAKE, 1990). A albacora bandolim é caracterizada por ser esbranquiçada prateada mais ventralmente e na região do abdome; azul iridescente na região lateral; amarelo-escuro na primeira nadadeira dorsal; amarelo mais claro na segunda dorsal e anal, e amarelo com preto nas extremidades das pínulas (COLLETTE & NAUEN, 1983). Os exemplares jovens possuem manchas brancas na parte ventral (MIYAKE, 1990).

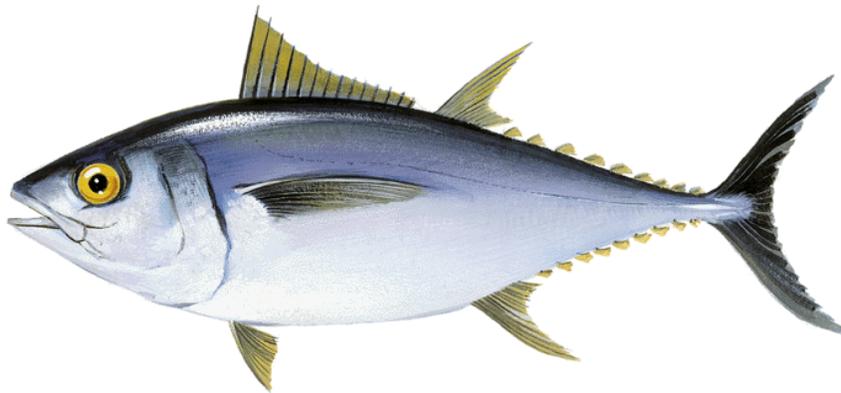


Figura 1: Albacora bandolim (*Thunnus obesus*). Fonte: FISHBASE.

Os exemplares imaturos da albacora-laje (*Thunnus albacares*), da albacora-branca (*T. alalunga*) e da albacorinha (*T. atlanticus*) possuem olhos de tamanho comparável com exemplares jovens da albacora bandolim e as nadadeiras peitorais dos exemplares jovens desta espécie são tão compridas quanto da albacora-branca (MIYAKE, 1990).

A albacora bandolim é capturada frequentemente junto com a albacora-laje com artes de pesca de superfície, principalmente rede de cerco. Esses exemplares jovens se parecem muito e são confundidos facilmente. Na albacora-laje, as linhas brancas são normalmente curvadas até áreas em direção à parte ventral, enquanto que na bandolim permanecem geralmente retas. Estes raios estão formados por linhas ininterruptas e alinhadas de pontos alternadamente na albacora laje e unicamente por linhas ininterruptas na albacora bandolim. A albacora laje possui mais de 10 raios, enquanto que a bandolim menos de oito (MIYAKE, 1990).

### 3.3. Distribuição geográfica, habitat e comportamento

A albacora bandolim é uma espécie epipelágica e mesopelágica, ocorrendo da superfície até 600 m de profundidade (DAGORN et al. 2000). Sua distribuição abrange os Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Figura 2) em águas tropicais e subtropicais (COLLETTE & NAUEN, 1983), onde a temperatura e a profundidade da termoclina são os fatores predominantes para a sua distribuição vertical e horizontal. No Atlântico, ocorre entre 50° N e 45° S (MIYAKE, 1990), distribuindo-se em toda a costa brasileira, onde é principalmente capturada com espinhel. Em águas tropicais do Oeste e central do Pacífico são encontradas maiores concentrações de *T. obesus*, associadas mais com a variação da termoclina do que com a quantidade de fitoplâncton na superfície (COLLETTE & NAUEN, 1983).

Segundo Brill et al. (2005), esta espécie possui distribuições de profundidade e padrões de movimento vertical característicos, permanecendo na região superficial, de temperatura uniforme, durante a noite podendo alcançar profundidade superior a 500 metros ao amanhecer. Por isso, a albacora bandolim é encontrada em regiões com temperaturas que são até 20° C mais frias que a temperatura da camada superficial e com concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 1,5 mg.L<sup>-1</sup>. Assim, esta espécie é mais tolerante a baixas temperaturas e concentrações de oxigênio dissolvido do que outras de atuns, e tende a ocupar águas mais profundas, na porção inferior da termoclina ou abaixo dela (STEQUERT & MARSAC, 1989), efetuando amplos movimentos verticais.

Os exemplares jovens podem ser encontrados na superfície, em pequenos grupos ou em conjunto com outras espécies de atuns como a albacora laje e o bonito listrado, também, podendo estar associados a objetos flutuantes. Porém, esses exemplares somente foram observados em águas tropicais (KAILOLA et al., 1993), sugerindo que à medida que esses indivíduos se desenvolvem, ocorre uma migração para águas mais frias (temperadas) e o desenvolvimento de hábitos individuais.

Estudo realizado por Fonteneau et al. (2005) revelou que indivíduos jovens da albacora bandolim são capturados por rede de cerco em águas superficiais na zona equatorial, devido a estes tenderem a ficar em região quente pouco profunda pelo fato de possuírem habilidade termorregulatória limitada e, deste modo, dificultando a alimentação em regiões mais profundas. Também são encontrados exemplares jovens e adultos em período de alimentação em águas frias com albacora branca em idade imatura (MIYAKE, 1990). Os indivíduos adultos são encontrados em águas profundas, e estudos mostram que sua distribuição está estreitamente relacionada com a isoterma de 15 °C durante o dia (KAILOLA et al., 1993). Durante a noite esta espécie se move para águas mais quentes, em torno de 50 m da

superfície, onde é capturada junto com as albacoras laje e branca de idade adulta em águas temperadas e equatoriais (MIYAKE, 1990).

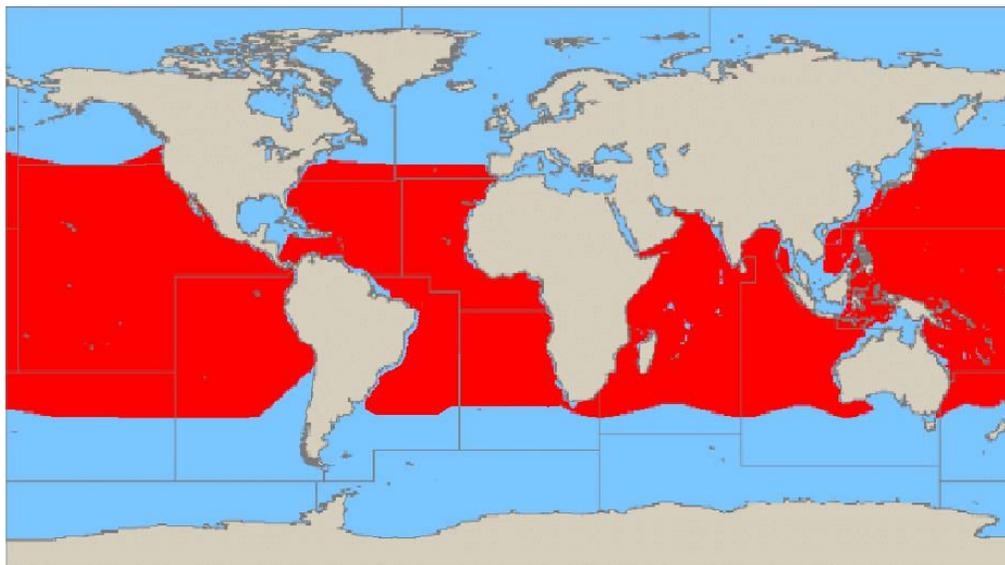


Figura 2: Distribuição geográfica de *Thunnus obesus* (área vermelha). Fonte: FAO, 2000.

### 3.4. Alimentação

Os atuns são peixes oportunistas, com a sua dieta, portanto, variando espacial e temporalmente (BERTRAND et al. 2002). A albacora bandolim alimenta-se durante o dia e a noite, sendo composta por uma variedade de peixes, cefalópodos e crustáceos (COLLETTE, 1995). De acordo com Bertrand et al. (2002) sua alimentação é composta, por ordem de volume, por peixes, seguidos de cefalópodos e por fim crustáceos. Estudo realizado na região sudoeste equatorial do Oceano Atlântico entre novembro de 2004 e julho de 2005 mostrou que a dieta alimentar para a esta espécie é composta por peixes como *Brama caribbea*, *Alepisaurus ferox*, *Omosudis lowei* e *Gempylus serpens* (BARBOSA, 2005). Dentre os itens observados é importante destacar a presença de peixes mesopelágicos como *B. caribbea*, *A. ferox*, *O. lowei*, *Dirtemus argenteus* e *G. Serpens*, juntamente com espécies de cefalópodos como Cranchiidae, Histioteuthidae e Chiroteuthidae, mostrando que essa espécie realiza movimentos verticais entre epi e mesopelágico, alimentando-se de um amplo espectro de organismos sem discriminação (BARBOSA, 2005). O mesmo autor também afirma que a atividade alimentar dessa espécie é realizada entre poucos metros da superfície até cerca de 600 metros de profundidade, fato mostrado pela presença constante de presas que não se encontram em profundidade menor que 400 metros.

De acordo com Bertrand et al. (2002), embora essa espécie explore comunidades mesopelágicas (migratória e não-migratória), sua composição alimentar é pouco influenciada

pela latitude ou distância da costa, sendo composta por espécies que realizam grandes movimentações verticais como gempylídeos e paralepídeos. Isto reforça a teoria de que esta espécie realiza grandes migrações verticais que varia de 200 a 600 metros durante o dia (DAGORN et al. 2000).

### **3.5. Reprodução**

Atualmente, existem vários estudos sobre reprodução realizados com diferentes espécies de atuns, porém, há uma escassez de trabalhos voltados nesta área para a albacora bandolim, principalmente no que se refere a informações sobre sua maturação, época e área de desova (MATSUMOTO & MIYABE, 2002; HASHIMOTO et al., 2003; SUN et al., 2006). De acordo com Nikaido et al. (1992), sua fecundação é externa, com desova podendo ocorrer a cada um ou dois dias por muitos meses, em períodos de lua cheia, ao longo de todo o ano em águas tropicais. Kailola et al. (1993) afirmam que os ovos e as larvas dessa espécie são pelágicos.

Matsumoto e Miyabe (2002) examinaram a maturidade e estimaram o horário e a frequência de desova da espécie no Oceano Atlântico Central, observando que sua desova ocorre a partir das 18 horas seguindo pela noite, em quase todos os dias quando se encontra em época de reprodução.

A quantidade de trabalhos realizados ao longo do Oceano Pacífico é maior que no Atlântico, como estudo realizado por Hashimoto et al. (2003) que avaliou a saúde reprodutiva e contaminação com disfunções endócrinas desta espécie. Sun et al. (2006) determinaram a época e frequência de desova para a albacora bandolim no Pacífico, baseado em características histológicas dos ovários. No Oeste do Pacífico algumas desovas são encontradas entre 10°N e 10°S ao longo do ano, com pico de abril a setembro no hemisfério Norte e entre janeiro e março no Sul (KUME *apud* COLLETTE E NAUEN, 1983). O mesmo autor observou correlação entre a ocorrência de inatividade sexual desta espécie com a queda na temperatura da superfície do mar abaixo de 23 ou 24°C e que indivíduos maduros desovam duas vezes ao ano, com número de ovócitos por desova estimado entre 2,9 e 6,3 milhões.

### **3.6. Tamanho e crescimento**

De acordo com Miyabe et al. (2005) esta espécie alcança tamanho máximo de 200 cm de comprimento zoológico (CZ), correspondendo a cerca de 10 anos ou mais. O mesmo autor afirma que esta espécie possui um crescimento relativamente rápido, alcançando 100 cm de CZ com cerca de três anos. O indivíduo mais pesado registrado no Pacífico possuía 197,3 kg tendo sido capturado em Cabo Blanco, em 1957. Esse peixe possuía 236 cm, embora não

tenha sido especificado se era CZ ou comprimento total (CT). Para o Atlântico, o maior indivíduo capturado possuía 170,3 kg com 206 de CZ em Ocean City, Maryland, EUA em 1977. Sua maturidade parece ser alcançada entre 100 e 130 cm de CZ no Pacífico Leste e no Oceano Índico, e em torno de 130 no Pacífico Central (COLLETTE & NAUEN, 1983).

Através de estudo realizado com otólitos e marcação no Atlântico leste se determinou uma nova curva de crescimento adotada pela ICCAT, a qual indica que esta espécie possui um crescimento relativamente rápido (HALLIER et al, 2005), podendo alcançar a maturidade com aproximadamente três anos e meio, não sendo mencionado seu comprimento. Comparações entre diversas curvas de crescimento revelaram que esta espécie possui tendências de crescimento similares em diferentes oceanos. Seu recrutamento ocorre com cerca de 30 cm, na idade de aproximadamente seis meses (FONTENEAU et al. 2005).

### **3.7. Estrutura do estoque**

Estudos genéticos, de distribuição espaço-temporal e deslocamentos de indivíduos marcados apontam a existência de um único estoque no Oceano Atlântico. Essa teoria é atualmente a mais aceita pela ICCAT, não descartando, porém a hipótese da existência de dois estoques, ao Norte e ao Sul.

De acordo com ICCAT (2006) as estimações do limite máximo sustentável obtidas por diversos modelos de produção oscilaram entre 93.000 e 114.000 t. Entre os anos de 1993 e 1999 houve uma redução na biomassa do estoque devido à captura total haver superado o limite superior das estimações de seu rendimento máximo sustentável, estabilizando-se posteriormente na medida em que se diminuía as capturas. Miyabe et al. (2005) afirmam que a biomassa atual está situada acima da biomassa máxima sustentável, mas a mortalidade por pesca recente é ligeiramente superior à captura máxima sustentável, sugerindo que seu estoque está sendo levemente sobre-explotado. Ou seja, embora a sobrepesca esteja ocorrendo, o estoque não se encontra sobrepescado. Miyabe et al. (2005) afirmam que anualmente cerca de 173 milhões de peixes desta espécie são recrutados.

**4. ARTIGO CIENTÍFICO 1****Desenvolvimento ovariano da albacora bandolim  
(*Thunnus obesus*) no Atlântico Oeste Tropical**

*Artigo a ser submetido ao Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*

**RESUMO**

O presente estudo objetivou descrever o desenvolvimento ovariano da albacora bandolim (*Thunnus obesus*) através de observação macro e microscópica das gônadas. Foram analisadas 522 amostras de ovários de exemplares capturados na região Oeste do oceano Atlântico Tropical, com comprimento zoológico variando de 62 a 190 cm. Através de cortes histológicos e posterior observação microscópica (40x e 100x), foi possível caracterizar diferentes tipos, tamanho e quantidade de células encontradas em cada estágio maturacional, com posterior correlação com as características macroscópicas de cada fase. Baseados nesses resultados, foram definidos microscopicamente cinco estágios maturacionais: imaturo, maturação inicial, maturação avançada, desovado e em repouso. O estágio imaturo foi caracterizado por possuir ovogônias com tamanho médio de 41,88  $\mu\text{m}$ . Nos ovários em maturação inicial foram observadas células em estágio de ovócito I (média de 159,2  $\mu\text{m}$ ). Já no estágio em maturação avançada foram encontrados ovócitos II, com diâmetro médio de 266,1  $\mu\text{m}$ . Em ovários desovados foram observados folículos vazios e por fim, para os ovários em repouso, observou-se atresia folicular e reabsorção celular. A relação entre observações macro e microscópica dos estágios maturacionais das gônadas mostrou-se um importante procedimento para facilitar a determinação de desenvolvimento ovariano para a albacora bandolim. Espera-se com este trabalho contribuir para o aumento dos conhecimentos sobre a biologia reprodutiva da espécie, assim como para a conservação e manejo deste recurso pesqueiro.

Palavras-chave: *Thunnus obesus*, reprodução, ovócitos

## ABSTRACT

The present study aimed to describe the ovarian development stages of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) through the combined observation of histological and visual characteristics of the gonads. A total of 522 samples of gonads were analyzed from specimens caught in the Tropical West Atlantic Ocean with fork length ranged from 62 to 190 cm. Through histological observations (40x and 100x) and macroscopic characteristics was possible to characterize different kinds, size and amount of cells for each maturational stage. According these results, five maturational stages were defined: immature, initial and advanced maturation, spawning and resting. The immature stage was characterized to have oogonies with middle diameter of 41.88  $\mu\text{m}$ . In ovaries with initial maturation were observed cells in stage oocyte I (mean 159.2  $\mu\text{m}$ ). However, in the advanced maturation stage were found oocytes II, with mean diameter 266.1  $\mu\text{m}$ . In the spawning ovaries, empty follicles were observed, and finally, to the ovaries in resting atretic follicles and cellular resorbing were observed. The macro and microscopic observations of the maturational stages showed an important procedure to facilitate the determination of the ovarian development of the bigeye tuna. The results obtained in this study will contribute to increase the knowledge on reproductive biology of this species and to the conservation and management of this fishery resource.

**Keywords:** *Thunnus obesus*, reproduction, oocytes, ovarian development.

## INTRODUÇÃO

A albacora bandolim, *Thunnus obesus* (LOWE, 1839) é uma espécie pelágica oceânica da família Scombridae, que se distribui nos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Essa espécie habita águas tropicais e subtropicais (COLLETTE e NAUEN, 1983), efetuando amplos movimentos verticais (COLLETTE e NAUEN, 1983; STEQUERT e MARSAC, 1989; FONTENEAU et al., 2005), alcançando, em algumas ocasiões, até 600 metros de profundidade (BRILL et al., 2005).

Embora a espécie seja capturada em grande quantidade pelas frotas atuneiras nos três oceanos, em decorrência do seu elevado valor no mercado internacional (FONTENEAU et al., 2005), pouco se conhece sobre a biologia da albacora bandolim em comparação com as outras espécies de atuns, principalmente no que se refere aos seus aspectos reprodutivos.

Estudos sobre biologia reprodutiva da espécie foram realizados recentemente nos oceanos Pacífico e Atlântico (MATSUMOTO & MIYABE, 2002; HASHIMOTO et al., 2003; SUN et al., 2006). Entretanto, há ainda uma carência de informações sobre a atividade reprodutiva da espécie, particularmente em relação à descrição macro e microscópica das gônadas femininas, de extrema importância como padrão comparativo e referência para estudos realizados em diferentes oceanos ou regiões.

Trabalhos realizados com outras espécies do gênero *Thunnus* enfocaram as características microscópicas das gônadas como da albacora laje (ALBARET, 1977), da albacora branca (BARD, 1981) e da albacora azul (SUSCA et al., 2001; CORRIERO et al., 2003), havendo efetivamente uma carência sobre este tipo de informação para a albacora bandolim.

Neste contexto, na expectativa de suprir esta lacuna sobre tão importante recurso pesqueiro, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar a análise e descrição macro e microscópica das gônadas de exemplares de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste Tropical, definindo o desenvolvimento dos estágios dos ovócitos e do ovário e propondo uma classificação de maturação sexual para a espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Coleta das amostras*

No período de julho de 2004 a junho de 2006, um total de 522 amostras de ovários da albacora bandolim foram coletados (tabela 1), através de observadores do Programa de Observador de Bordo (PRO-BORDO), da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, em

convênio com a UFRPE (Departamento de Pesca e Aqüicultura - DEPAq). As amostras foram coletadas a bordo de embarcações da frota atuneira brasileira (embarcações estrangeiras arrendadas) que operaram com espinhel no Atlântico Oeste tropical, entre 06°45'N e 24°09'S e entre 017°09'W e a costa brasileira, baseadas nos portos de Recife, Natal e Cabedelo. Após a medição do comprimento zoológico dos exemplares amostrados, as gônadas foram etiquetadas e congeladas para posterior análise em laboratório, onde foram medidas (comprimento e largura em cm), pesadas (g) e fixadas em solução de formol a 10%.

**Tabela 1.** Distribuição mensal de amostras dos ovários da albacora bandolim coletados no Atlântico Oeste Tropical no período de julho de 2004 a junho de 2006.

|     | 2004 | 2005 | 2006 | Total |
|-----|------|------|------|-------|
| Jan | -    | 36   | 26   | 62    |
| Fev | -    | 3    | 38   | 41    |
| Mar | -    | 8    | 26   | 34    |
| Abr | -    | 20   | 34   | 54    |
| Mai | -    | 11   | 9    | 20    |
| Jun | -    | 22   | 18   | 40    |
| Jul | 35   | 12   | -    | 47    |
| Ago | 92   | 20   | -    | 112   |
| Set | 12   | 14   | -    | 26    |
| Out | 8    | 23   | -    | 31    |
| Nov | 0    | 34   | -    | 34    |
| Dez | 5    | 16   | -    | 21    |
|     | 152  | 219  | 151  | 522   |

### *Classificação macro e microscópica dos estágios maturacionais das gônadas*

Os estágios de maturação das gônadas foram determinados através das análises macroscópicas e histológicas das mesmas. Para tanto, foram realizados cortes em suas porções medianas, os quais foram preparados através do método da inclusão em parafina, obtendo-se seções de 6 µm em micrótomo (BEHMER et al., 1976). Em seguida, os cortes foram fixados e corados com Hematoxilina/Eosina e posteriormente examinados em microscópio óptico (40x e 100x). A partir das associações entre as observações macro e microscópicas das gônadas, assim como utilizando-se referências bibliográficas sobre o tema (ALBARET, 1977; VAZZOLLER, 1996; ALMEIDA, 2001; MATSUMOTO & MIYABE, 2002; CORRIERO et al., 2005), foi possível descrever em detalhes as características de cada estágio de maturação sexual da albacora bandolim. Imagens dos diferentes estágios maturacionais foram digitalizadas a fim de permitir-se a análise, através do software ImageTool versão 2.0 para Windows (The University of Texas Health Science Center in San Antonio, TX, USA) do tamanho e frequência dos tipos de ovócitos em cada fase de desenvolvimento gonadal. Os estágios maturacionais foram classificados de acordo com a

presença de ovócitos no estágio mais avançado. Os tamanhos de cada tipo de ovócitos para cada estágio, foram comparados estatisticamente através de ANOVA, seguido pelo teste de Duncan ( $P=0,05$ ), de forma a determinar diferenças significativas.

## RESULTADOS

### *Descrição macroscópica dos ovários*

O comprimento zoológico (CZ) dos indivíduos amostrados variou de 62 a 190 cm com média de 126,3 cm.

As gônadas são caracterizadas por serem estruturas pares, alongadas, localizadas na cavidade celomática, encontrando-se unidas em uma de suas extremidades pelo oviduto e sendo envolvidas por uma fina membrana. Sua coloração é rosada e seu tamanho, forma e densidade variam de acordo com o estágio de desenvolvimento maturacional. No presente trabalho, os ovários variaram de 3,1 a 40,0 cm de comprimento, de 0,6 a 11,6 cm de largura e de 5 a 2.192 g de peso. Os estágios maturacionais foram divididos macroscopicamente em 4 tipos, como segue:

**Estágio I – Ovário Imaturo:** estrutura pequena, com comprimento variando de 3,5 a 28,5 cm (média de 17,5 cm), largura de 0,6 a 7,4 cm (média de 2,7 cm) e peso entre 5,0 e 411,0 g (média de 119,1). Sua coloração é rosa pálido. Neste estágio não há presença de ovócitos nem vascularizações visíveis a olho nu. Os indivíduos que apresentaram ovários nesse estágio possuíam de 62,0 a 150,0 cm, com média de 112,6 cm de CZ.

**Estágio II – Ovário em maturação inicial:** estrutura em tamanho maior que na fase anterior, com comprimento variando de 5,5 a 36,0 cm (média de 20,4 cm), largura de 1,2 a 6,4 cm (média de 3,7 cm) e peso variando de 16,0 a 556,5 (média de 209,5 g). É caracterizados por possuir coloração rosada, mais escura que na fase anterior, sendo possível visualizar pequenos ovócitos, assim como pequenos vasos sanguíneos e ovócitos na superfície do ovário. O comprimento dos indivíduos que foram observados neste estágio variou de 80,0 cm a 175,0 cm, com média de 122,8 cm.

**Estágio III – Ovário em maturação avançada:** seu tamanho é maior, variando de 14,0 a 40,0 cm (média de 25,3 cm) de comprimento, com largura de 2,8 a 11,6 cm e peso de 54,5 a 2.192,0 (média de 565,3 g). O ovário apresenta-se túrgido, ocupando de 2/3 a quase totalidade da cavidade celomática e com ovócitos translúcidos de fácil visualização. Os indivíduos

observados neste estágio apresentaram CZ variando de 104,0 a 185,0 cm, com valor médio de 136,1 cm.

**Estágio IV – Ovário desovado ou em repouso:** estrutura grande, flácida e com sinais de hemorragia. Seu comprimento variou de 17,0 a 39,0 cm (média de 26,8 cm), com largura entre 3,3 e 9,1 cm (média de 5,8 cm) e peso de 79,0 a 1.458,7 (média de 416,9 g). Os indivíduos que foram observados nesse estágio apresentaram CZ variando de 102,0 a 170,0, com CZ médio de 143,3 cm.

#### ***Descrição microscópica dos ovários***

A caracterização microscópica das gônadas foi realizada com auxílio de microscópio óptico com aumento de 40x e 100x, permitindo a elaboração de uma escala de maturação com 5 diferentes estágios reprodutivos, como segue:

**Estágio I – Ovário Imaturo:** caracterizado pela presença de ovogônias, representadas por células pequenas e organizadas em pequenos ninhos dentro de lamelas ovígeras. Apresentam núcleo grande, ocupando quase todo o volume celular. Essas células são caracterizadas pela presença de nucléolos esféricos e basófilos, apresentando formas triangulares, ovais ou retangulares (Fig. 1a e 1b). As ovogônias nessa fase apresentaram diâmetro variando de 12,19 a 140,21  $\mu\text{m}$ , com um valor médio de 41,88  $\mu\text{m}$ . Os indivíduos que se encontraram nessa fase representaram 24,4% do total analisado.

**Estágio II – Ovário em Maturação Inicial:** há a presença de ovogônias, como aquelas encontradas na fase anterior. Nessa fase também são encontrados ovócitos I, que se caracterizam pela posição dos nucléolos na periferia do núcleo e pela natureza basófila do citoplasma. O volume nuclear é ainda proporcionalmente grande em relação ao citoplasma. Suas células são esféricas e ainda nessa fase começa a surgir a membrana vitelínica, que fica situada entre os ovócitos e o envoltório folicular. Essa membrana é delgada e acelular (Fig. 1c e 1d). Essas células possuíam diâmetro médio de 159,2  $\mu\text{m}$ . Os indivíduos que se encontraram neste estágio representaram 34,1% do total analisado.

**Estágio III – Ovário em Maturação Avançada:** nesse estágio há a presença de ovócitos II, que são células grandes e com citoplasma bastante granuloso, com diâmetro médio em torno de 266,0  $\mu\text{m}$ . O núcleo, quando presente, apresenta-se de forma indefinida, com membrana vitelínica bastante espessa e apresentando estriações. Essa fase caracteriza-se ainda pela

presença abundante de vacúolos lipídicos (Fig. 1e e 1f). Os indivíduos que se encontraram neste estágio representaram 28,6 % do total analisado.

**Estágio IV – Ovário Desovado (IV):** essa fase se caracteriza por apresentar folículos vazios, onde antes se encontravam os ovócitos. A estrutura residual mostra a desorganização da camada folicular e, posteriormente, a sua perda, com o lúmen reduzido e apresentando restos celulares. Nesse estágio também foram encontradas células descritas para as fases anteriores (Fig. 1g). Os indivíduos encontrados nesse estágio representaram 5,9% do total analisado.

**Estágio V – Ovário em Repouso (V):** caracteriza-se por apresentar atresia folicular e reabsorção celular. Nessa fase o ovário começa a reduzir seu tamanho e novamente apresenta o aumento das células germinativas de reserva (ovogônias), caracterizando, assim, o reinício do ciclo (Fig. 1h). Os indivíduos que se encontraram neste estágio representaram 6,8% do total analisado.

Células em estágio de ovogônia foram observadas em todos os estágios maturacionais descritos acima, embora em maior quantidade nos estágios imaturo (I) e em repouso (V). As células em fase de ovócito I e II foram encontrados nos estágios de maturação inicial, avançada e desovado. No estágio de repouso somente foram observadas células em estágio de ovogônia e atresia folicular (Tabela 2).

**Tabela 2.** Diâmetro (média  $\pm$  desvio padrão em  $\mu\text{m}$ ) das células germinativas dos estágios maturacionais em fêmeas de *T. obesus* capturadas no Oceano Atlântico Oeste Tropical.

| Estágios    | I                              | II                               | III                             | IV                              | V                              |
|-------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Ø Ovogônia  | 41,88 $\pm$ 14,44 <sup>a</sup> | 68,61 $\pm$ 33,25 <sup>d</sup>   | 51,21 $\pm$ 22,75 <sup>b</sup>  | 58,87 $\pm$ 23,27 <sup>c</sup>  | 50,71 $\pm$ 17,36 <sup>b</sup> |
| Ø Ovócito 1 | Ausente                        | 91,71 $\pm$ 23,42 <sup>a</sup>   | 143,45 $\pm$ 27,09 <sup>b</sup> | 139,72 $\pm$ 20,47 <sup>b</sup> | Ausente                        |
| Ø Ovócito 2 | Ausente                        | 219,29 $\pm$ 27,10 <sup>a</sup>  | 272,41 $\pm$ 58,70 <sup>b</sup> | 253,85 $\pm$ 52,27 <sup>b</sup> | Ausente                        |
| Ø AF        | Ausente                        | 323,31 $\pm$ 156,03 <sup>b</sup> | 312,28 $\pm$ 60,52 <sup>b</sup> | 363,83 $\pm$ 79,77 <sup>b</sup> | 76,78 $\pm$ 13,53 <sup>a</sup> |

Letras sobrescritas horizontalmente indicam diferenças significativas entre os diâmetros celulares em relação a cada estágio maturacional do ovário ( $P < 0,05$ ). AF= atresia folicular.

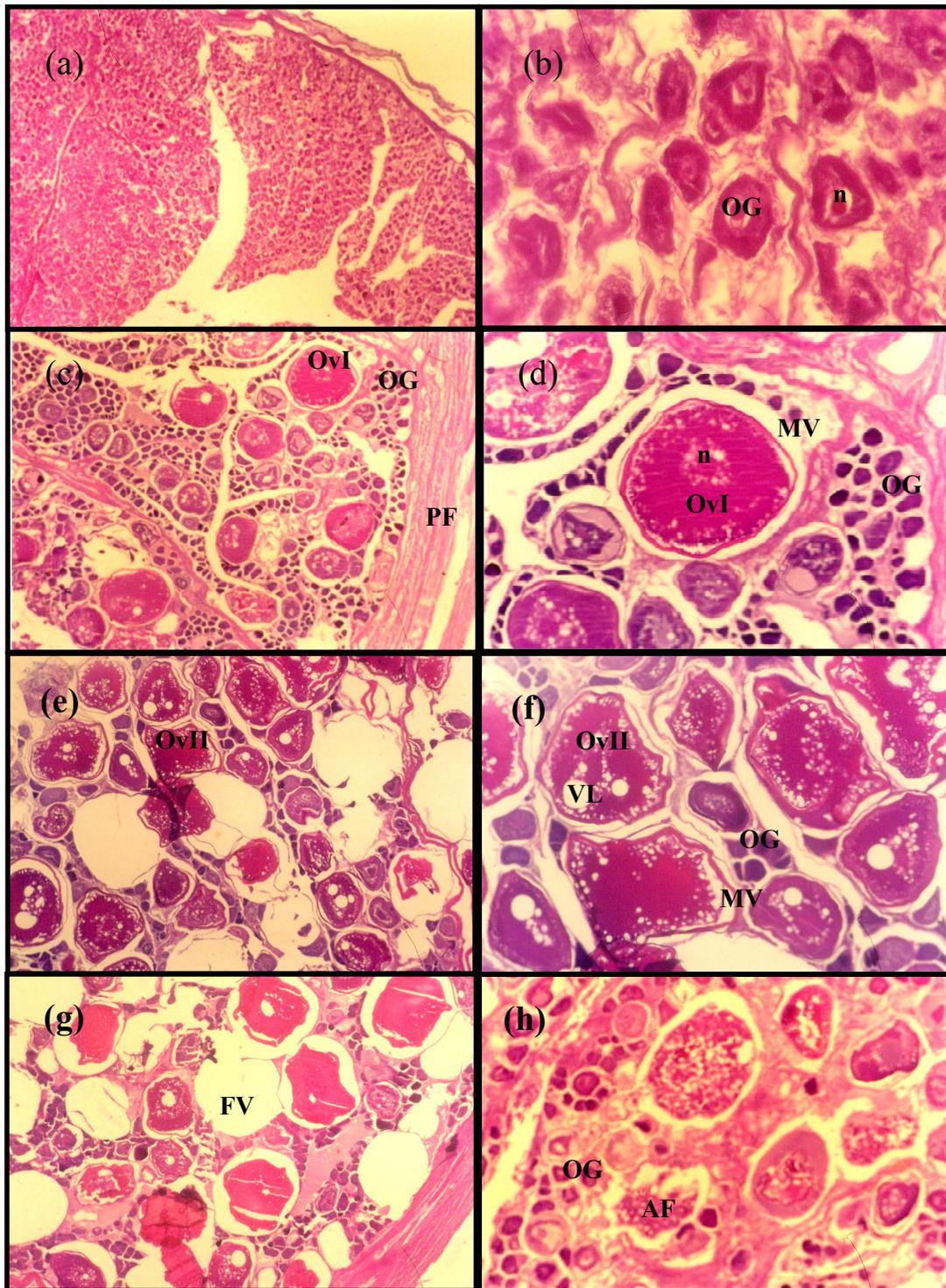


Figura 1. Observações histológicas de ovócitos de *Thunnus obesus*: (a) ovário imaturo (40x); (b) ovário imaturo (400x); (c) ovário em maturação inicial (40x); (d) ovário em maturação inicial (100x); (e) ovário em maturação avançada (40x); (f) ovário em maturação avançada (100x); (g) ovário desovado (40x); (h) ovário em repouso (100x). OG: ovogônia; OvI: ovócito I; OvII: ovócito II; n: núcleo; PF: parede folicular; MV: membrana vitelínica; VL: vacúolo lipídico; FV: folículo vazio; AF: atresia folicular.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Estudos sobre os estágios maturacionais de espécies do gênero *Thunnus* tem sido realizados através de observações macroscópicas (ALBARET, 1977; BARD, 1981) e também microscópicas (ALBARET, 1977; HAZIN, 1993; SUSCA et al., 2001; CORRIERO et al., 2003; ABASCAL et al., 2003). No entanto, é muito pequena a quantidade de trabalhos que tenham estudado a evolução gonadal da albacora bandolim (MATSUMOTO & MIYABE, 2002; SUN et al., 2006).

MATSUMOTO e MIYABE (2002) observaram macroscopicamente cinco estágios de desenvolvimento dos ovários, para exemplares de albacora bandolim capturados no Atlântico Central: imaturo, início de maturação, maturando, maturo e pós desova. Destes cinco, o presente trabalho determinou apenas quatro estágios (imaturo, maturação inicial, maturação avançada e desovado ou repouso). No presente estudo, não foi possível fazer a diferenciação macroscópica entre o estágio desovado e em repouso devido à impossibilidade de identificação visual entre ambos, fato também relatado por MATSUMOTO e MIYABE (2002).

No que se refere à escala microscópica, o presente trabalho correlacionou esse tipo de informação com as características macroscópicas das gônadas, propondo 5 estágios maturacionais para a albacora bandolim. MATSUMOTO e MIYABE (2002), no mesmo trabalho mencionado acima, propuseram sete estágios de desenvolvimento ovariano, a partir de análises microscópicas do desenvolvimento dos ovócitos e folículos pós-ovulatórios. De acordo com SUN et al. (2006), para exemplares capturados no Pacífico, foram observados seis estágios maturacionais para a albacora bandolim. Estudos realizados com *Thunnus thynnus* indicam a existência de quatro a sete fases de desenvolvimento dos ovócitos para a referida espécie (SUSCA et al., 2001; MEDINA et al., 2002; CORRIERO et al., 2003). No presente estudo foram observados 4 estágios de desenvolvimento ovocitário: ovogônia, ovócitos I e II e células em atresia folicular. SUN et al. (2006) observaram seis estágios de desenvolvimento ovocitário para a albacora bandolim, com diâmetros similares às células encontradas no presente trabalho, com maiores tamanhos no estágio maduro.

A presença simultânea de ovócitos em todas as fases de desenvolvimento em exemplares que se encontravam em estágio desovado indica que albacora bandolim possui desenvolvimento ovocitário assincrônico. Esta mesma observação também foi confirmada para outras espécie de atuns, como as albacoras laje (ALBARET, 1977) e azul (MEDINA et al., 2002; CORRIERO et al., 2003). Estudos com espécies do gênero *Thunnus* indicaram a existência de ovogônias ao longo de seu desenvolvimento ovocitário (CORRIERO et al., 2003, SUN et al., 2006), assim como foi observado no presente estudo. Isso reforça a idéia

que a albacora bandolim possui um ciclo de maturação contínua, onde essas células poderão repor seu estoque para a próxima época reprodutiva.

Ainda que complexa, a classificação da maturação gonadal da albacora bandolim em distintos estágios permitirá uma melhor caracterização macro e microscópica dos mesmos, facilitando, desta forma futuros estudos que venham a ser realizados sobre a biologia reprodutiva da espécie, definindo seus graus de maturidade sexual.

## REFERÊNCIAS

- ABASCAL, F.J.; MEGINA, C.; MEDINA, A. 2004 Testicular development in migrant and spawning bluefin tuna (*Thunnus thynnus* (L.)) from the eastern Atlantic and Mediterranean. *Fish. Bull.*, 102:407-417.
- ALMEIDA, E.M. 2001 *Estrutura da população, Crescimento e Reprodução de Maurolicus stehmanni Parin & Kobylansk, 1993 (Teleostei: Sternoptychidae) na Zona Econômica Exclusiva do Sul e Sudeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Oceanografia Biológica. São Paulo. 118p.
- ALBARET, J.J. 1977 La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golf de Guinée. *Cah. ORSTOM Série Océanographie*, 15(4) : 389-419.
- BARD, F.X. 1981 *Lé thon germon Thunnus alalunga (Bonnaterre 1788) de l'océan Atlantique : de la dynamique de population des poulations à la strategie demographique*. Tese de doutorado em Ciências Naturais, Universidade Paris VI, Paris, 330 p.
- BEHMER, O.A.; TOLOSA E.M.C; Neto A.G.F. 1976 *Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica*, EDART (São Paulo Livraria Editora Ltda., Editora da Universidade de São Paulo), 239p.
- BRILL, R.W.; BIGELOW, K.A.; MUSYL, M.K.; FRITSCHES, K.A.; WARRANT, E.J. 2005 Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behavior and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology, *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 57(2): 142-161.
- COLLETTE, B.B e NAUEN C.E. 1983 *FAO Species Catalogue. Vol. 2 Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tuna, mackerels, bonitos and related species known to date*. FAO Fish.Synop., (125) 2: 137 p.
- CORRIERO, A.; DESANTIS, S.; DEFLORIO, M.; ACONE, F.; BRIDGES, C.R.; De La SERNA, J.M.; MEGALOFONOU, P.; DE METRIO, G. 2003 Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. *Journal of Fish Biology* 63, 108–119.

- FONTENEAU, A.; ARIZ, J.; DELGADO, A.; PALLARES, P.; PIANET, R. 2005 A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific oceans. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 57(2): 41-66
- HAZIN, F.H.V. 1993 *Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean*. Doctorial Course of Marine Science and Technology. Graduate School of Fisheries, Tokio University of Fisheries. 286 p.
- HASHIMOTO, S.; KURIHARA, R.; STRÜSSMANN, 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.
- MATSUMOTO, T.; MIYABE, N. 2002 Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the central Atlantic ocean. *Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT*, 54 (1): 246-260.
- MEDINA, A.; ABASCAL, F.J.; MEGINA, C; GARCÍA, A. 2002 Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. *Journal of Fish Biology*, 60: 203–217.
- STEUERT, B. AND MARSAC, F. 1989 Tropical tuna - surface fisheries in the Indian Ocean. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 282. 238 p.
- SUN, C.L.; CHU, S.L; YEH, S.Z. 2006 The Reproductive Biology of Female Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) in the Western Pacific. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Scientific Committee Second Regular Session. Manila, Philippines.
- SUSCA, V.; CORRIERO, A.; BRIDGES, C.R.; DE METRIO, G. 2001 Study of the sexual maturity of female bluefin tuna: purification and partial characterization of vitellogenin and its use in an enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Fish Biology*, 58: 815–831.
- VAZZOLER, A. E.A.M. 1996 *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, EDUEM, São Paulo. SBI. 169p.

**5. ARTIGO CIENTÍFICO 2****Biologia reprodutiva da albacora bandolim (*Thunnus obesus*)  
no Atlântico Oeste tropical.**

*Artigo a ser submetido ao periódico Fisheries Research*

**Resumo**

Este estudo sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim (*Thunnus obesus*) foi desenvolvido com o objetivo de definir a época e área de desova, estimar a fecundidade e determinar o tamanho médio de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) da espécie. Foram obtidas 1082 amostras provenientes de exemplares capturados pela frota atuneira brasileira que operou com espinhel no Atlântico Oeste Tropical, entre julho de 2004 e junho de 2006. O comprimento zoológico dos exemplares amostrados variou de 62 a 210 cm e a proporção sexual foi de 1,46 fêmeas para um macho. Exemplares fêmeas de albacora bandolim com valores relativamente altos de Índice Gonadal associados com ovários em maturação avançada foram mais abundantes durante o primeiro trimestre do ano, sugerindo que esta espécie possui maior atividade reprodutiva nesse período. O tamanho de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) para as fêmeas foi de 92,8 cm, enquanto que para os machos esse valor foi de 82,1 cm. A fecundidade média estimada através da contagem de ovócitos hidratados foi de 3.971.328 ovócitos.

**Palavras-chave:** *Thunnus obesus*, reprodução, estágios maturacionais, IG, fecundidade.

**Abstract**

This reproductive aspects of Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) were studied in specimens caught by Brazilian tuna fleet in the Western Tropical Atlantic, between July 2004 and June 2006. A total of 1082 gonads were analysed from specimens ranging from 62 to 210 cm fork length. The sex ratio was 1.46:1 (female : male). High values of Gonadosomatic Index and advanced maturation stage were observed in females of bigeye tuna during the first quarter, suggesting that reproductive activity in more important in this period. The  $L_{50}$  for females was 92.8 cm and for males 82.1 cm. The estimate mean fecundity through the count of hydrated oocytes for this specie was 3,971,328 oocytes.

**Keywords:** *Thunnus obesus*, reproduction, maturacional stages, GI, fecundity.

## 1. Introdução

A albacora bandolim (Lowe, 1839), espécie pelágica oceânica da família Scombridae, se distribui nos Oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, em águas tropicais e subtropicais (FAO, 1981), sendo alvo das frotas atuneiras que operam nesses três oceanos, em decorrência do seu elevado valor no mercado internacional (Fonteneau et al., 2005).

O conhecimento acerca da reprodução de uma espécie é extremamente importante para a gestão da exploração pesqueira sobre um determinado estoque. No caso da albacora bandolim, existem ainda poucos estudos sobre sua reprodução, principalmente no oceano Atlântico (Nikaido et al., 1992; Matsumoto e Miyabe, 2002; Hashimoto et al., 2003; Sun et al., 2006). De acordo com FAO (2006), a albacora bandolim é, em termos de volume desembarcado, a terceira espécie de atuns no Atlântico, atrás apenas da albacora laje e do bonito listrado. Isso se dá pela elevada captura de indivíduos grandes, pela pesca de espinhel, os quais são vendidos no mercado japonês de *sashimi*, assim como também pelas capturas de indivíduos pequenos pela pesca de cerco, cujo produto é direcionado para as indústrias de enlatamento, junto com o bonito listrado e a albacora laje. De acordo com a ICCAT (Comissão Internacional para a Conservação do Atum no Atlântico), suas capturas no oceano Atlântico se encontram em declínio desde o ano de 1999, quando foram iguais a 121.169 t, atingindo, em 2005, 59.818 t (ICCAT, 2006). Miyabe et al., (2005) afirmam que a biomassa atual está situada acima da biomassa máxima sustentável, mas a mortalidade por pesca recente é ligeiramente superior à captura máxima sustentável, sugerindo que seu estoque, embora ainda não esteja sobrepescado, vem sofrendo uma leve sobrepesca.

Estudos genéticos, de distribuição espaço-temporal e deslocamentos de indivíduos marcados apontam a existência de um único estoque no Oceano Atlântico. Essa teoria é atualmente a mais aceita pela ICCAT, não descartando, porém a hipótese da existência de dois estoques, ao Norte e ao sul (ICCAT, 2006).

Apesar de ser uma das espécies de atuns mais capturadas, a albacora bandolim é, dentre as espécies de atuns, a mais desconhecida, principalmente em relação aos seus aspectos reprodutivos. No intuito de superar essa deficiência, em 1999 foi iniciado BETYP (Bigeye Tuna Year Program<sup>1</sup>), um programa de pesquisa da ICCAT com o objetivo de avaliar o estado do estoque da albacora bandolim no Atlântico, bem como fazer um levantamento sobre sua biologia.

Neste contexto, o presente trabalho visou obter maiores conhecimentos acerca da biologia da albacora bandolim, reduzindo a carência de informações atualmente existente

---

<sup>1</sup> Programa anual da albacora bandolim.

sobre a espécie e contribuindo com o aporte de novos dados àquelas geradas pelo Programa de Pesquisa da ICCAT (BETYP), avaliando as principais características acerca de sua biologia reprodutiva, principalmente no que se refere a sua época e local de desova, visando uma exploração sustentável dessa espécie.

## 2. Materiais e métodos

No período compreendido entre julho de 2004 e junho de 2006 foram coletadas 1.082 (522 fêmeas, 351 machos e 209 não identificados) gônadas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste Tropical, entre as latitudes de 06°45'N e 24°09'S e a longitude de 017°09'W e a costa brasileira (Tabela 1). Este trabalho foi realizado com o apoio de observadores de bordo do Programa de Observador de Bordo (PRO-BORDO), da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP), da Presidência da República, em convênio com a UFRPE (Departamento de Pesca e Aqüicultura - DEPAq). Estes observadores, embarcados nas embarcações estrangeiras arrendadas que compõem a frota atuneira do Brasil, coletaram, além das gônadas, dados relativos ao comprimento zoológico dos exemplares de albacora bandolim amostrados (CZ) e as posições das capturas. As gônadas foram etiquetadas e congeladas a bordo, para posterior análise no Laboratório de Oceanografia Pesqueira - UFRPE, as quais foram medidas (comprimento e largura em cm), pesadas (g) e fixadas em solução de formol a 10%.

Tabela 1

Distribuição mensal das gônadas de albacora bandolim coletadas durante o período de julho de 2004 a junho de 2006, no Oceano Atlântico Oeste Tropical.

| Meses de coleta | 2004 | 2005 | 2006 | Total |
|-----------------|------|------|------|-------|
| Jan             | 0    | 75   | 55   | 130   |
| Fev             | 0    | 41   | 111  | 152   |
| Mar             | 0    | 46   | 59   | 105   |
| Abr             | 0    | 44   | 54   | 98    |
| Mai             | 0    | 37   | 19   | 56    |
| Jun             | 0    | 71   | 24   | 95    |
| Jul             | 52   | 17   |      | 69    |
| Ago             | 109  | 31   |      | 140   |
| Set             | 25   | 30   |      | 55    |
| Out             | 8    | 36   |      | 44    |
| Nov             | 1    | 74   |      | 75    |
| Dez             | 9    | 54   |      | 63    |
|                 | 204  | 556  | 322  | 1082  |

Os estágios de maturação das gônadas foram determinados através da análise histológica das mesmas. Para tanto, foram realizados cortes em suas porções medianas, os quais foram preparados através do método da inclusão em parafina, com obtenção de secções de 6  $\mu\text{m}$  em micrótomo (Behmer et al., 1976). Em seguida, os cortes foram fixados em lâminas, corados com Hematoxilina/Eosina e posteriormente examinados em microscópio óptico (40x e 100 x). A partir das associações entre as observações macro e microscópicas das gônadas, assim como se utilizando referências bibliográficas sobre o tema (Albaret, 1977; Vazzoller, 1996; Almeida, 2001; Matsumoto & Miyabe, 2002; Corriero et al., 2005), foi possível determinar os estágios maturacionais da albacora bandolim.

A proporção sexual foi expressa através da relação do número total de machos e fêmeas para todos os meses de coleta e classes de comprimento zoológico, aplicando-se, em seguida, o teste não paramétrico  $\chi^2$  ao nível de 5% de significância (Mendes, 1999), com o objetivo de identificar a existência de diferenças significativas nas proporções entre os sexos.

A época de desova foi estimada através do cálculo do Índice Gonadal (IG), calculado de acordo com a equação  $IG = (PG \cdot 10^5) / CZ^3$ , onde PG é o peso de ambas as gônadas em gramas e CZ é o comprimento zoológico em centímetros (Schaeffer e Orange, 1956). A determinação do IG foi realizado com dados de 290 fêmeas e 215 machos que se encontravam em estágio a partir de maturação inicial, analisados mensalmente e em relação ao comprimento zoológico.

Além disso, foi realizada também uma análise da distribuição da frequência mensal dos diferentes estágios maturacionais observados (Vazzoller, 1996). A área e época de desova foram determinadas através da análise da distribuição espaço-temporal dos dados de relativos aos estágios maturacionais.

A fecundidade foi estimada por lote através do método proposto por Hunter et al. (1985), que consiste na contagem dos ovócitos hidratados contidos em amostras retiradas de ovários frescos de fêmeas maduras, previamente pesadas. Estas amostras foram provenientes de três partes da gônada (anterior, mediana e posterior), com cada uma pesando 1 g, se estendendo desde a periferia até o lúmen do ovário, de ambos os lados. Em recipiente plástico com água destilada, as amostras foram agitadas para contagem. Através da média aritmética do número de ovócitos hidratados em cada amostra, foi calculada a fecundidade por lote ( $B_f$ ) através da seguinte expressão:  $B_f = H_o \times O_w$ , onde  $H_o$  é a média do número de ovócitos hidratados por unidade de peso (1 g) na amostra e  $O_w$  é o peso do ovário em gramas.

O comprimento médio de primeira maturação sexual foi determinado através da frequência relativa de indivíduos adultos por classe de comprimento (CZ), através da função logística da fórmula  $M_f = 1 / [1 + \exp(a + b \cdot CZ)]$ , onde  $M_f$  é a fração dos indivíduos que se encontram em estágio a partir de maturação inicial (Fonteles Filho, 1989).

### 3. Resultados

#### 3.1. Distribuição por tamanho

O comprimento zoológico (CZ) dos indivíduos amostrados variou de 62 a 210 cm. Para as 510 fêmeas, o CZ variou de 62 a 190 cm (média de 126 cm), e para os 349 machos, de 71 a 195 cm (média de 134 cm) (Figura 1). Não foi possível identificar o sexo de 223 indivíduos, cujos comprimentos variaram de 62 a 210 cm. As classes modais dos comprimentos de fêmeas e machos foram de 120 |- 130 cm e 130 |- 140 cm, respectivamente.

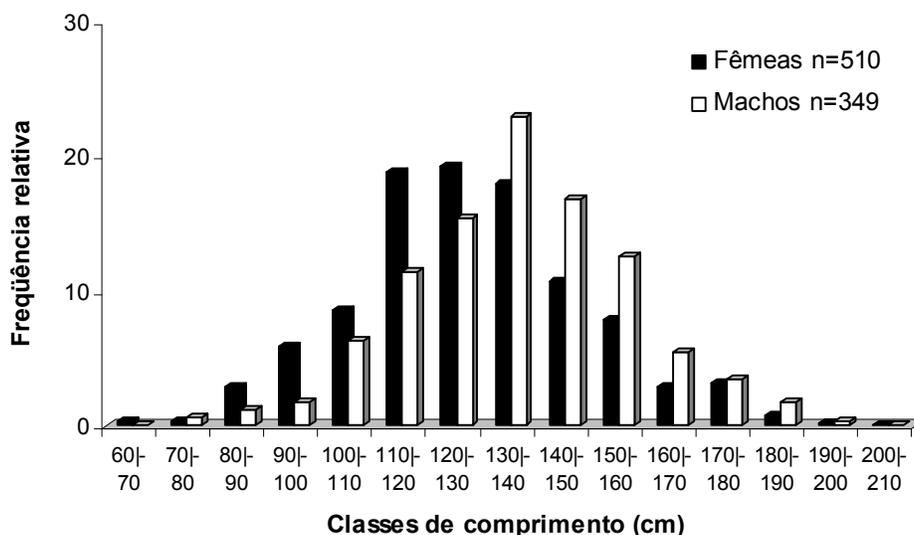


Figura 1: Distribuição de frequência de comprimento zoológico para machos e fêmeas de albacora bandolim capturados durante o período de julho de 2004 a junho de 2006.

#### 3.2. Proporção sexual

O teste de qui-quadrado ao nível de 5% mostrou diferença significativa na proporção entre os sexos para o período analisado ( $\chi^2$  calculado = 134,26 >  $\chi^2$  tabelado = 19,68), com as fêmeas tendo sido mais frequentes que os machos (1,46:1,00). No que se refere à análise mensal da proporção sexual, só foram observadas diferenças significativas nos meses de agosto e outubro (Figura 2). A proporção de fêmeas foi maior que a de machos em tamanhos inferiores a 140 cm de comprimento zoológico, com diferença significativa entre os sexos ( $\chi^2$  calculado >  $\chi^2$  tabelado = 22,36) para as classes de 80|-90 e 90|-100 cm.

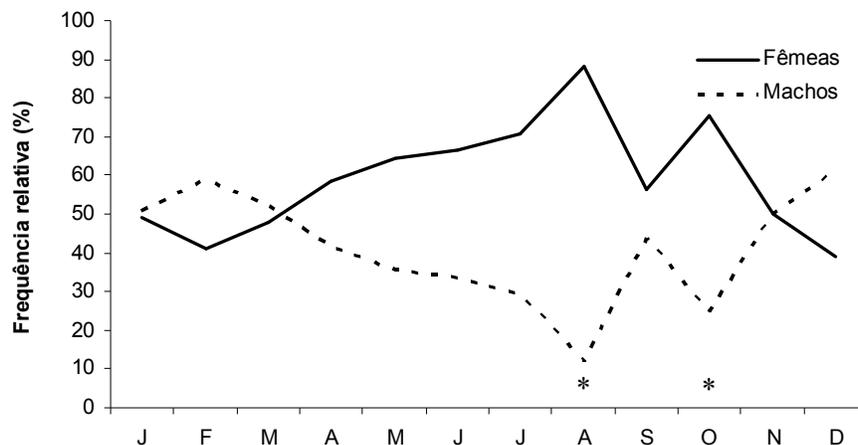


Figura 2: Proporção sexual mensal da albacora bandolim (\* indica diferença significativa ao nível de 5%).

### 3.3. Época e área de desova

Os resultados obtidos mostram que os maiores valores médios mensais do IG ocorreram no primeiro trimestre do ano, oscilando em torno de 20. O mês de março apresentou a maior média (20,64), enquanto que o mês de dezembro a menor (11,59) (Figura 3). A partir do segundo trimestre e até o quarto, os valores do IG oscilaram em torno da média de 14,3, com os menores valores ocorrendo no quarto trimestre do ano. Também não houve grande variação do IG em relação ao comprimento zoológico desta espécie, apresentando a classe de 130|-140 o maior valor (Figura 4).

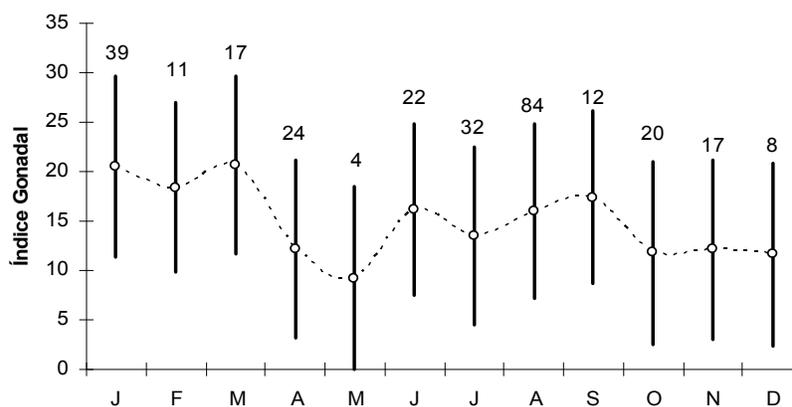


Figura 3: Variação mensal do IG (média  $\pm$  desvio padrão) de fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra).

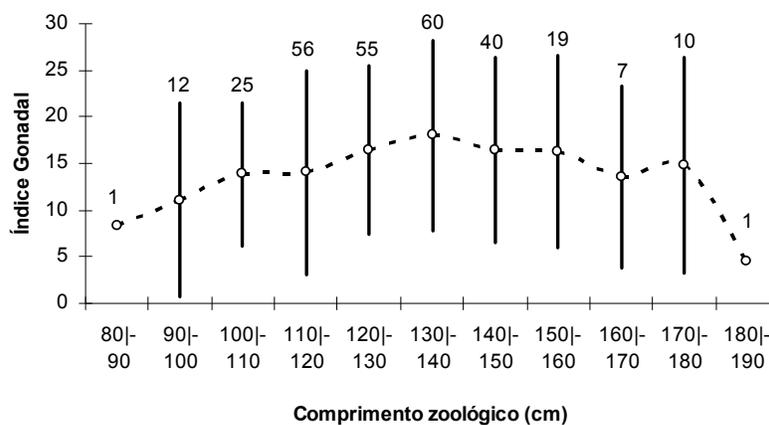


Figura 4: Variação do IG (média  $\pm$  desvio padrão) por classe de comprimento zoológico para fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra).

O maior valor do IG dos machos foi observado no mês de janeiro de 2005, com 30,67, e o menor no mês de abril do mesmo ano, com 0,3. O mês de março de 2006 possuiu a maior média com 10,55, seguido pelo mês de fevereiro do mesmo ano com 10,48. A menor média foi observada no mês de setembro de 2005 com 2,93. Assim como para as fêmeas, os machos apresentaram maiores médias do IG no primeiro trimestre do ano (em torno de 10), com fevereiro apresentando a maior média (10,37). (Figura 5). A partir do segundo trimestre os valores médios mensais decresceram, variando em torno de uma média de 5,9, com os menores valores ocorrendo no quarto trimestre do ano. O IG em relação ao comprimento zoológico mostrou também pequena oscilação, apresentando um aumento importante a partir da classe de 110|-120 cm, a partir da qual os valores mantêm-se homogêneos (Figura 6). As variações mensais do IG para machos e fêmeas pode ser observada na figura 7, mostrando que ambos os sexos possuem variação anual semelhante.

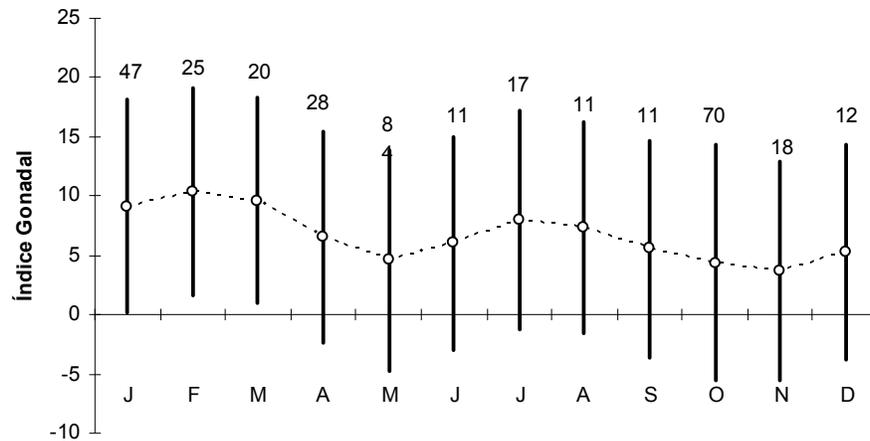


Figura 5: Variação mensal do IG (média  $\pm$  desvio padrão) de machos de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra).

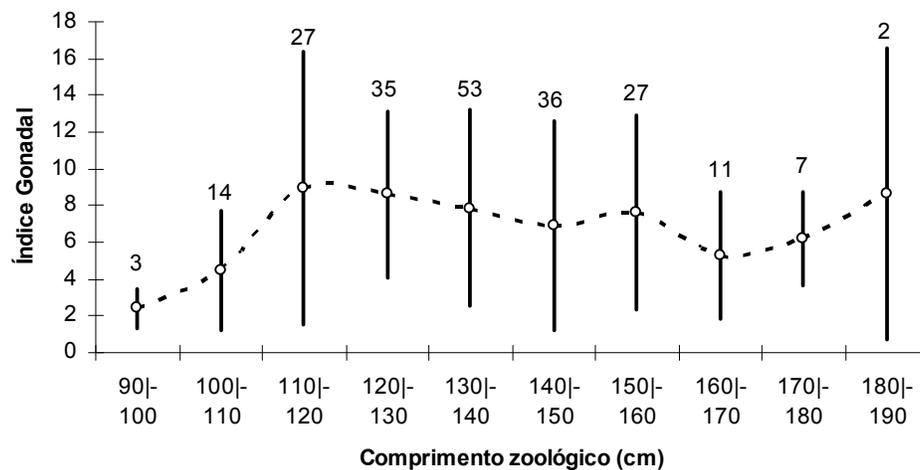


Figura 6: Variação do IG (média  $\pm$  desvio padrão) por classe de comprimento zoológico de machos de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra).

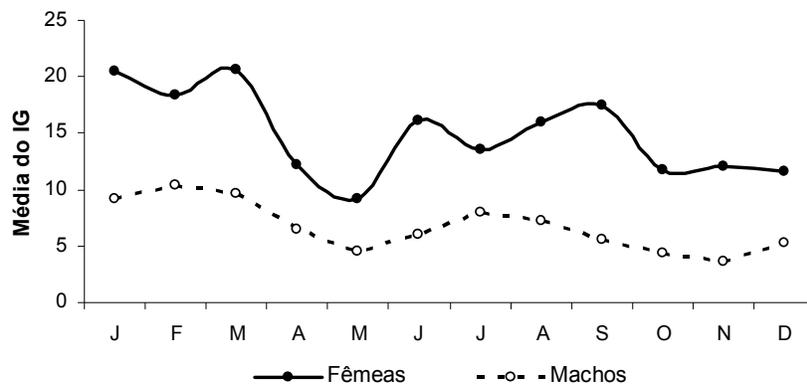


Figura 7: Variação mensal do IG (valores médios) para machos e fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006.

A maioria das fêmeas, cujos ovários foram histologicamente examinados, se encontravam pelo menos no segundo estágio de desenvolvimento gonadal (início de maturação), representando 80,8% do total analisado. Não houve uma grande diferença entre a quantidade de indivíduos que se encontravam nos estágios de maturação inicial e avançada representando cada 34,1 e 28,6% do total analisado. Ovários desovados e em repouso representaram 5,9 e 6,8% cada.

A distribuição mensal da proporção dos estágios de maturação ovariana mostrou que a espécie parece desovar ao longo de todo o ano, fato também observado pela pequena variação na quantidade de ovários desovados ou em repouso durante os meses (Figura 8). A maior frequência de indivíduos em estágio de maturação avançada ocorreu no primeiro trimestre, enquanto que indivíduos em maturação inicial ocorreram em menor proporção nesse mesmo período.

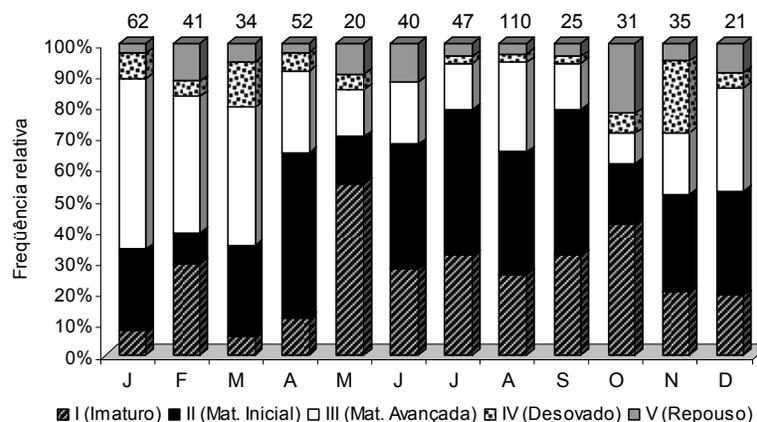


Figura 8: Variação mensal em frequência relativa dos estágios maturacionais para fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra, n=522).

Em relação às amostras de testículos analisadas histologicamente, foi observado que a maior parte (58,3%) se encontrava em maturação, seguido pelos estágios de maturação avançada, desovado ou repouso e por fim, imaturo, representado cada 31,4, 7,8 e 2,5% do total, respectivamente.

A distribuição mensal da proporção de indivíduos machos em por estágio maturacional, indica uma predominância de exemplares em maturação do que em outras fases de desenvolvimento. A maior proporção de indivíduos neste estágio ocorreu em outubro, representando 90% dos indivíduos amostrados neste mês, seguido do mês de maio, com 75%. A maior quantidade de testículos no estágio de maturação avançada foi observada em janeiro, com 56% do total mensal, apresentando grande oscilação durante o resto do ano. Em menor quantidade, foram encontrados indivíduos imaturos ou em repouso, com maiores proporções no mês de junho (Figura 9).

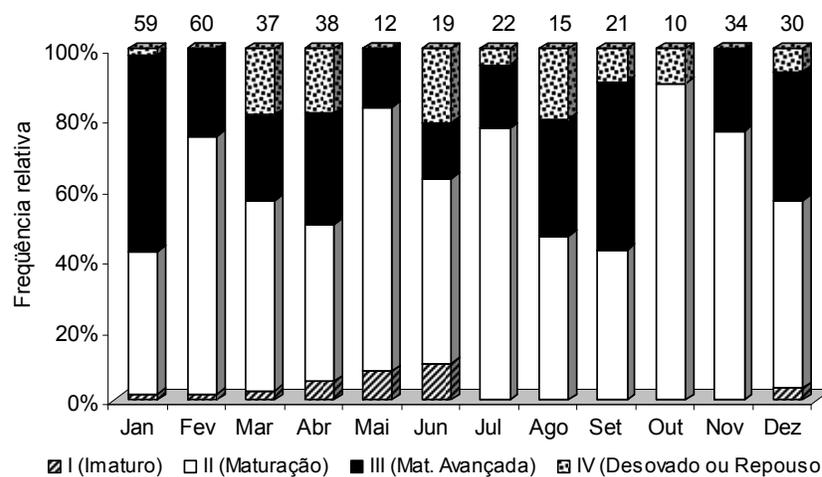


Figura 9: Variação mensal em frequência relativa dos estágios maturacionais para machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (os números acima das barras indicam o tamanho da amostra, n=351).

Através da análise espaço-temporal dos estágios maturacionais dos indivíduos amostrados, pôde-se observar que a área que se estende de 2°S a 2°N e 24°W a 38°W é a que apresenta o maior número de fêmeas com gônadas na fase de maturação avançada, principalmente no primeiro trimestre do ano (Figuras 10 e 11). Esses dados sugerem que esta área pode ser de reprodução da albacora bandolim nos primeiros meses do ano, época de temperaturas mais altas.

Para os machos, esta distribuição espaço-temporal dos estágios de maturação gonadal não se apresentou de forma muito clara. Entretanto, foi possível observar uma ligeira tendência de ocorrência de indivíduos no estágio de maturação avançada no primeiro trimestre do ano, na mesma área acima mencionada para as fêmeas.

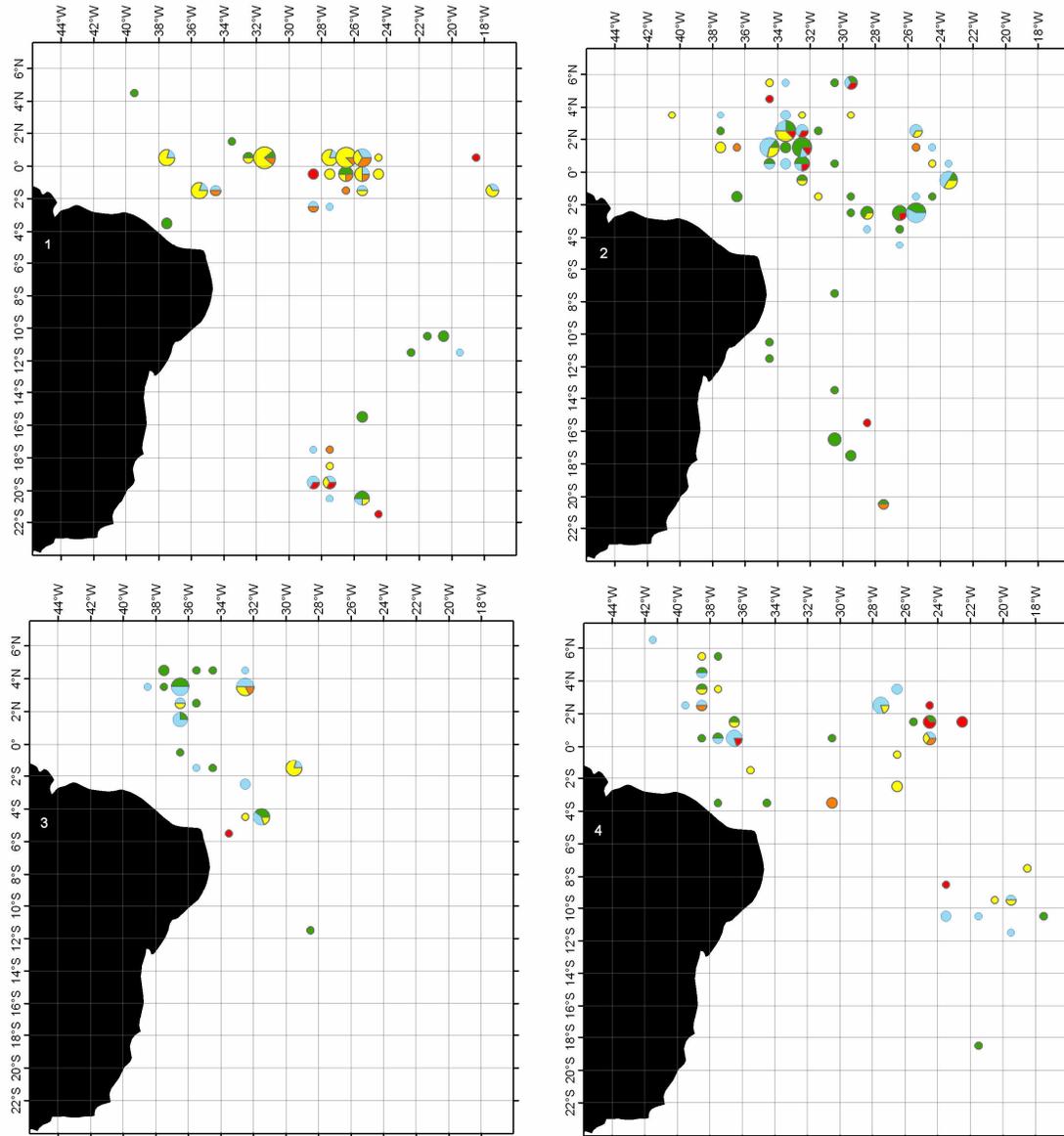


Figura 10: Distribuição espaço-temporal dos estágios maturacionais de fêmeas de albacora bandolim capturadas no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (verde: imaturo; azul: maturação inicial; amarelo: maturação avançada; laranja: desovado; vermelho: repouso; os números indicam trimestres).

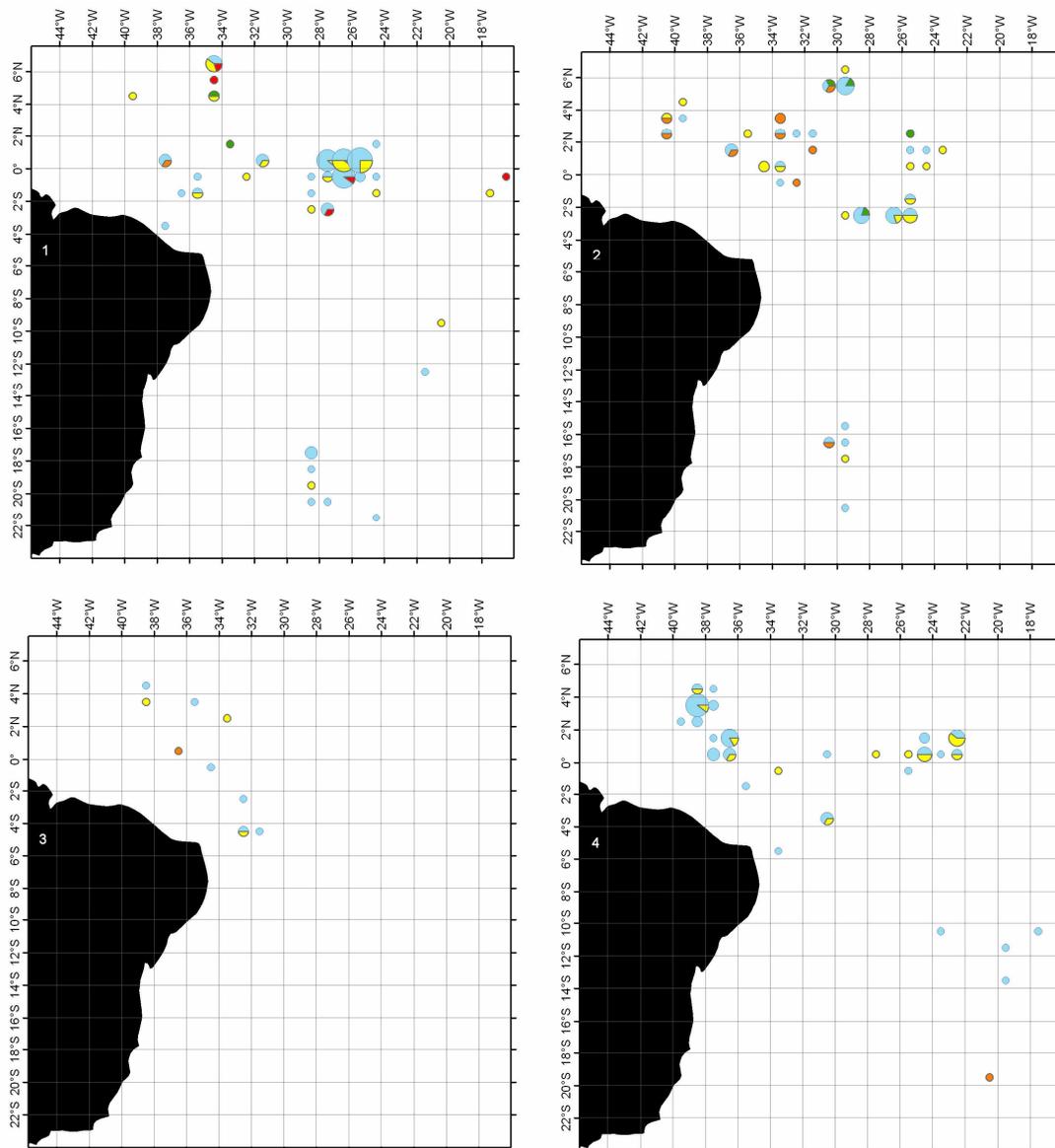


Figura 11: Distribuição espaço-temporal dos estágios maturacionais de machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (verde: imaturo; azul: maturação; amarelo: maturação avançada; laranja: desovado; vermelho: repouso; os números indicam trimestres).

Não foi possível definir uma equação representativa da relação entre o comprimento zoológico e o peso das gônadas de fêmeas (Figura 12) e machos (Figura 13) tendo em vista que os pontos representativos dessas relações apresentaram grande dispersão.

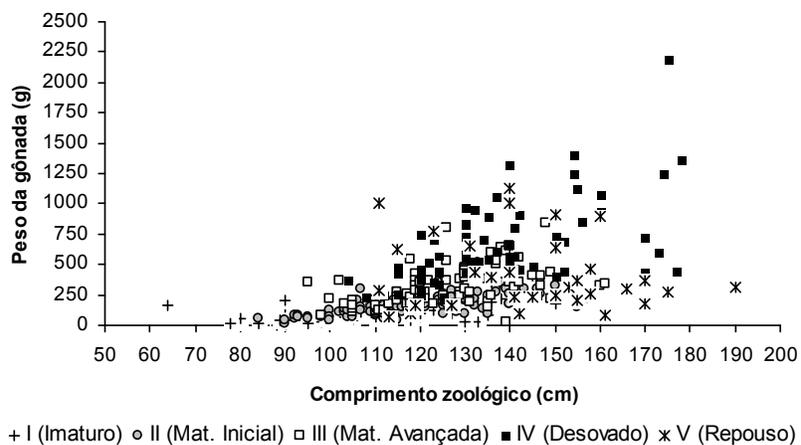


Figura 12: Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas para os diferentes estágios de maturação gonadal das fêmeas da albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (n=522).

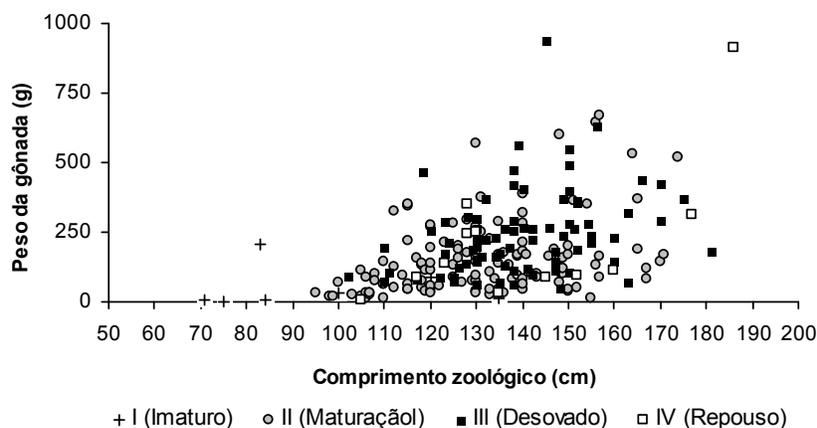


Figura 13: Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas para os diferentes estágios de maturação gonadal para machos de albacora bandolim capturados no Atlântico Oeste tropical de julho de 2004 a junho de 2006 (n=351).

### 3.4. Tamanho médio de primeira maturação

O tamanho médio de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) foi determinado através da proporção de fêmeas e machos que já não se encontravam em estágio imaturo em relação ao seu comprimento zoológico. A curva logística determinou que para as fêmeas, o tamanho em que 50% delas estavam aptas para participar do processo reprodutivo foi de 92,8 cm, enquanto que para os machos, esse valor foi um pouco menor, de 82,1 cm (Figuras 14 e 15). Do total de fêmeas amostradas, 32 (6,3%) apresentaram CZ inferior ao  $L_{50}$ , enquanto que apenas 4 machos (1,1%) apresentaram CZ inferior ao  $L_{50}$ .

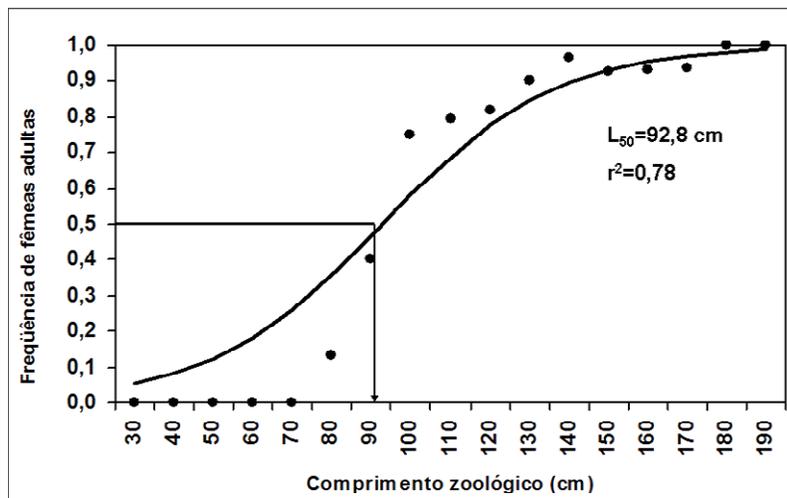


Figura 14: Curva logística para a determinação do  $L_{50}$  para fêmeas de albacora bandolim.

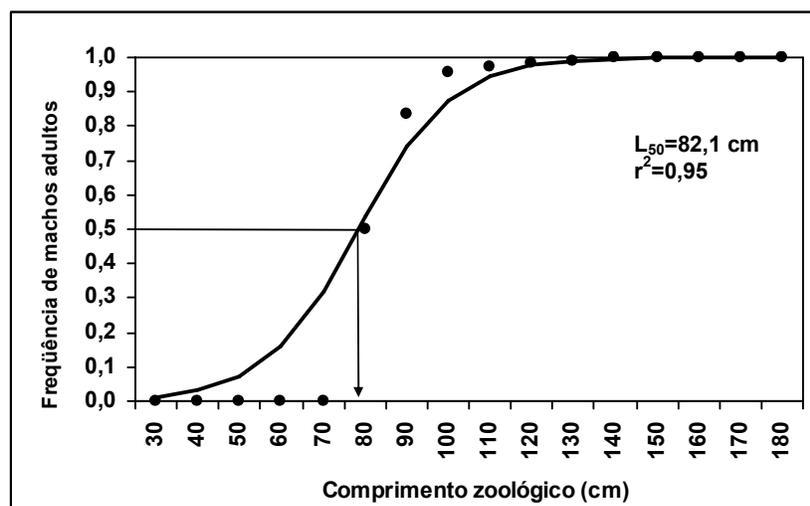


Figura 15: Curva logística para a determinação do  $L_{50}$  para machos de albacora bandolim.

### 3.5. Fecundidade

A fecundidade da albacora bandolim foi estimada através da contagem dos ovócitos hidratados de quatro fêmeas. O CZ desses exemplares variou de 120 a 164 cm, e a fecundidade de 1.831.412 a 5.754.860 ovócitos por amostra, com média de 3.971.328,13 (tabela 2). O tamanho dos ovócitos apresentou amplitude de 0,5 a 1,9  $\mu\text{m}$ , com moda de 1,0  $\mu\text{m}$ .

Tabela 2

Total de fêmeas analisadas de *Thunnus obesus* para estimativa da fecundidade.

| <b>CZ (cm)</b> | <b>Peso total (g)</b> | <b>Nº ovócitos hidratados</b> | <b>Fecundidade</b> |
|----------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|
| 130            | 752,1                 | 2435                          | 1.831.412          |
| 155            | 1.180,0               | 4877                          | 5.754.860          |
| 156            | 850,0                 | 5081                          | 4.318.850          |
| 169            | 1.485,7               | 2679                          | 3.980.190          |

## 4. Discussão

Estudos sobre a biologia da albacora bandolim, embora pouco numerosos no oceano Atlântico, têm aportado informações importantes referentes a diversos aspectos reprodutivos da espécie.

Em estudo realizado por Matsumoto e Miyabe (2002) sobre a pesca espinheira no Atlântico central, os comprimentos (CZ) da albacora bandolim variaram de 90 a 180 cm para machos e fêmeas, valores próximos aos observados por Liming et al. (2005), que registraram amplitudes de 92 a 196 cm para fêmeas e 93 a 199 cm para machos, em exemplares de albacora bandolim capturados por espinhel no Atlântico Norte equatorial, entre 12°50'N - 04°11'S e 41°22'W-15°30'W. No Pacífico Oeste e Central, Sun et al. (2006) registraram amplitudes menores de comprimento, variando de 84,9 a 174,4 cm para fêmeas e 87,6 a 173,7 cm para machos. No presente trabalho, observou-se que os indivíduos capturados apresentaram uma maior amplitude de comprimento que os resultados acima mencionados, variando de 60 a 210 cm para ambos os sexos, com a maior parte dos indivíduos distribuindo-se entre 110 e 160 cm. Estas diferenças podem estar associadas a fatores operacionais, com distintas características (comprimento de cabos de bóia e linhas secundárias) e seletividade (tipos de anzol e iscas) dos espinheis usados nos diferentes trabalhos, assim como à variação espaço-temporal da espécie, diferenciada por faixa etária.

No que se refere à proporção sexual, estudo realizado por Matsumoto e Miyabe (2002) no Atlântico Central, com indivíduos capturados com espinhel, mostrou não existir uma grande diferença entre o número de machos e fêmeas, com tamanhos inferiores a 170 cm, a partir do qual observou-se uma maior quantidade de machos. Este fato também foi observado no presente estudo, mas para comprimentos a partir de 140 cm, enquanto no Pacífico, Sun et al. (2006) observaram diferenças a partir de 146 cm. O teste estatístico mostrou haver diferença significativa entre os sexos para o conjunto de indivíduos amostrados, ao contrário do estudo realizado por Sun et al. (2006) no Oeste do Pacífico. Entretanto, a análise mensal da proporção sexual não mostrou diferenças significativas entre o número de machos e fêmeas para a quase totalidade dos meses estudados, à exceção dos meses de agosto e outubro. Diferenças mensais na proporção sexual também foram observadas por Sun et al. (2006). De acordo com Fonteneau et al. (2005), a proporção sexual em relação ao comprimento desta espécie é similar no Atlântico e no Pacífico, com valores próximos para os dois oceanos. Outros autores também apontam essa predominância de machos à medida que há um aumento no comprimento dos peixes (Nikaido et al. 1992; Fonteneau et al., 2005). Esse fato pode estar associado a uma mortalidade natural maior para fêmeas, a qual pode ser decorrente de diversos fatores, dentre eles um maior estresse durante o processo reprodutivo sofrido pelas fêmeas ou simplesmente o fato dos machos possuírem maior longevidade, possuindo assim, taxas de crescimento diferentes. Porém, há a necessidade de realização de estudos que comprovem essas hipóteses, assim como também para verificar a existência ou não de diferenças na mortalidade por pesca, decorrente da seletividade do método empregado associado ao comportamento da espécie, especialmente em relação à segregação sexual etária.

De acordo com Sun et al. (2006) esta espécie desova ao longo de todo o ano com picos nos meses de fevereiro a setembro no Pacífico Oeste tropical. No presente trabalho, através da análise da variação temporal do IG, observou-se que, para ambos os sexos, os maiores valores ocorreram no primeiro trimestre do ano, sugerindo que neste período ocorra uma maior atividade reprodutiva da espécie 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). A variação mensal da proporção de ocorrência dos estágios maturacionais também indica que a espécie parece desovar o ano inteiro, embora tenha sido encontrada uma maior frequência de indivíduos em estágio avançado no primeiro trimestre. Estes resultados podem estar associados às elevadas temperaturas da superfície do mar na área de estudo, durante o verão austral, proporcionando condições mais favoráveis à atividade reprodutiva. Entretanto, desovas podem ocorrer o ano inteiro, indicando que a albacora bandolim apresenta um comportamento oportunista no que se refere à reprodução, desovando quando e onde as condições oceanográficas forem

propícias à reprodução. Este fato também foi observado em espécies como albacoras laje e branca e o bonito listrado (Hazin, 1993; Stéquert et al., 2001; ICCAT, 2006).

Corriero et al. (2003), em trabalho realizado no Mediterrâneo, observou seis estágios maturacionais dos ovários para *Thunnus thynnus*, indicando que esta espécie se encontra em época de desova no período de junho a julho, devido a maior quantidade de ovócitos II nas fêmeas analisadas. No presente trabalho, esse tipo de ovócito foi encontrado em maior proporção no primeiro trimestre do ano, representando 44% do total anual, indicando uma maior atividade reprodutiva nesta época do ano, embora este tipo de ovócito tenha sido observado durante todo o ano.

De acordo com Matsumoto e Miyabe (2002), estudando exemplares fêmeas de albacora bandolim capturados no Atlântico Central, o peso do ovário aumentou com o aumento do CZ. Esta relação, entretanto, não pôde ser observada com clareza no presente trabalho, para ambos os sexos, em decorrência da grande dispersão dos pontos resultantes desta relação.

Em estudo realizado por Fonteneau et al. (2005), observou-se que as fêmeas de albacora bandolim no Atlântico atingem a primeira maturação sexual com 110 cm de CZ, enquanto que no Oeste do Pacífico o  $L_{50}$  foi alcançado com 135 cm. Sun et al. (2006) relacionaram o IG com o comprimento dos indivíduos estudados, estimando o tamanho de primeira maturação em 99,7 cm para fêmeas capturadas no oceano Pacífico. Calkins (1980) *apud* Cayre et al. (1991), observou que o tamanho de primeira maturação para machos e fêmeas no Pacífico situou-se entre 100 e 130 cm. O presente estudo obteve resultados inferiores aos citados acima indicando que o  $L_{50}$  de fêmeas e machos foram de 92,8 cm e 82,1 cm, respectivamente. O comprimento médio dos exemplares capturados pela frota espinheleira no presente trabalho foi superior ao  $L_{50}$  estimado para ambos os sexos, indicando que a maioria dos indivíduos capturados são adultos.

No que se refere à fecundidade, é pequena a quantidade de trabalhos que avaliem esta característica da biologia reprodutiva da presente espécie. Apenas Kume *apud* Collette & Nauen (1983), em estudo realizado no Pacífico, estimou que a fecundidade da albacora bandolim variou de 2,9 a 6,3 milhões de ovócitos por desova. O presente trabalho encontrou uma média de 3 milhões de ovócitos, variando de 1.831.412 a 5.754.860, estando, portanto, próximo ao observado por este autor.

## 5. Conclusões

A albacora bandolim parece desovar ao longo de todo o ano na área de estudo, embora uma maior atividade reprodutiva tenha sido observada no primeiro trimestre do ano. Não foi

possível definir uma área específica de desova no interior da zona de estudo, tendo em vista que as amostras obtidas foram provenientes da pesca comercial, restringindo apenas às áreas principais de pesca da frota atuneira. Entretanto, foi possível observar que no setor entre 2°S a 2°N e 24°W a 38°W ocorre atividade reprodutiva da espécie, principalmente no primeiro trimestre do ano. Estes resultados sugerem que esta atividade estaria diretamente associada à temperatura da superfície do mar na área de estudo, em decorrência de temperaturas mais elevadas no verão austral, acima de 26°C nesta área.

Os resultados aqui obtidos trazem uma contribuição importante sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim, as quais poderão servir de subsídios para a conservação e manejo deste recurso pesqueiro oceânico.

## 6. Referências

- Albaret, J.J., 1977. La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golf de Guinée. Cah. ORSTOM Série Océanographie, 15(4), 389-419.
- Almeida, E.M., 2001 Estrutura da população, Crescimento e Reprodução de *Maurollicus stehmanni* Parin & Kobylansk, 1993 (Teleostei: Scombridae) na Zona Econômica Exclusiva do Sul e Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências, área de Oceanografia Biológica. São Paulo, 118pp.
- Behmer, O. A., Tolosa E. M. C. E Neto A. G. F., 1976. Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica, EDART (São Paulo Livraria Editora Ltda., Editora da Universidade de São Paulo), 239 pp.
- Collette, B.B. e Nauen C.E., 1983. FAO Species Catalogue. Vol. 2 Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tuna, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish.Synop., (125)Vol. 2: 137 pp.
- Corriero, S.; Desantis, S.; Deflorio, M.; Acone, F.; Bridges, C.R.; De La Serna, J.M.; Megalofonou, P.; De Metrio, G., 2003 Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. Journal of Fish Biology 63, 108–119.
- FAO, 1981. Yearbook of fishery statistics. Catches and landings, 1980. (50):386 pp.
- Fonteneau, A.; Ariz, J.; Delgado, A.; Pallares, P., Pianet R., 2005. A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific oceans. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2), 41-66.
- Cayre, P; Kothias, A.J.B; Diouf, T; Stretta, J.M., 1991. Biología de los atunes Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 37: 169-291.
- Corriero, A.; Desantis, S.; Deflorio, M.; Acone, F.; Bridges, C.R.; De La Serna, J.M.; Megalofonou, P.; De Metrio G., 2003. Histological investigation on the ovarian cycle of the bluefin tuna in the western and central Mediterranean. Journal of Fish Biology 63, 108–119.
- FAO, 2006. Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3.
- Fonteles Filho, A. A., 1989. Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará. 269 pp.

- Fonteneau, A.; Ariz, J.; Delgado, A.; Pallares, P.; Pianet R., 2005. A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific oceans. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2), 41-66.
- Hazin, F.H.V. 1993 Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean. Doctorial Course of Marine Science and Technology. Graduate School of Fisheries, Tokio University of Fisheries, 286 p.
- Hashimoto, S., Kurihara, R., Strüussmann, C. A., Yamasaki T., Soyano, K., Akihiko, H., Shiraishi 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.
- Hunter, J.R. And Macewicz, B., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS 36, 79-94.
- ICCAT, 2006. International Commission For The Conservation Of Atlantic Tunas Report of the Standing Committee on Research And Statistics (SCRS) Spain. 92 pp.
- Liming, S.; Liuxiong, X.; Xinjun, C, 2005. Preliminary analysis of the fork length-weight relationships and round weight-dressed weight relationships of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) sampled from china tuna longlining fleet in central Atlantic ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(1), 283-291.
- Matsumoto, T. Miyabe, N., 2002. Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the central Atlantic ocean. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 54 (1), 246-260.
- Mendes, P. P., 1999. Estatística aplicada à aquíicultura. Recife, Bagaço, 265p.
- Miyabe, N., Takeuchi, Y., Okamoto, H., Restrepo, V., 2005. A new attempt of atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) stock assessment by statistical integrated model (multifan-cl) Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2), 177-200.
- Nikaido, H.; Miyabe, N.; Ueyanagi, S., 1992. Spawning time and frequency of bigeye tuna, *Thunnus obesus*. Bulletin of the National Research Institute of Far Seas Fisheries. Cited in Miyabe (1991) FAO Expert consultation on interactions of Pacific tuna fisheries, Noumea, New Caledonia, 3-11 December 1991. TIC/91/BP 9), 28, 47-73.
- Schaeffer, M.M. e Orange, C.J., 1956. Studies of Sexual Development and Spawning of Yellowfin Tuna (*Neothunnus macropterus*) and Skipjack (*Katsuwonu pelamis*) in Three Areas of the Eastern Pacific Ocean, by Examination of Gonads, vol 1, nº 6.
- Stéquert, B.; Rodriguez, J. N.; Cuisset, B.; Menn, F.L., 2001. 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, 313–318.
- Sun, C.L.; Chu, S.L, Yeh, S.Z., 2006. The Reproductive Biology of Female Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*) in the Western Pacific. Western and Central Pacific Fisheries Commission. Scientific Committee Second Regular Session. Manila, Philippines.
- Vazzoler, A. E.A.M., 1996. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, EDUEM, São Paulo. SBI.169 pp.

## 6. COMENTÁRIOS FINAIS

O presente trabalho apresentou importantes informações sobre a biologia reprodutiva da albacora bandolim, principalmente referente à época de desova. Através da observação do desenvolvimento gonadal, pôde-se observar que a presente espécie deve desovar ao longo de todo ano, fato mostrado pela presença de amostras em todos os estágios maturacionais descritos ao longo dos meses, principalmente desovado. Porém, através da análise mensal do Índice Gonadal, bem como dos estágios de maturação das gônadas, observou-se que o primeiro trimestre pode ser uma possível época de desova, devido aos maiores valores de IG e pela maior quantidade de exemplares no estágio de maturação avançada. Estes resultados sugerem que a atividade reprodutiva da espécie estaria diretamente associada à temperatura da superfície do mar na área de estudo, a qual induziria uma maior atividade reprodutiva durante o verão austral, quando as temperaturas encontram-se mais elevadas, acima de 26°C.

Através da análise da relação entre a quantidade de machos e fêmeas, pôde-se observar que mensalmente não há diferença significativa entre os sexos, onde os machos parecem possuir maior longevidade. A curva logística determinou que as fêmeas atingem o tamanho médio de primeira maturação em CZ superior aos machos.

## 7. 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.; BARD, F. X.; JOSSE, E. 2002. **Tuna food habits related to the micronekton distribution in French Polynesia.** Marine Biology 140: 1023–1037.
- BRILL, R. W., BIGELOW, K.A., MUSYL, M.K., FRITSCHES, K.A., WARRANT, E.J., 2005. **Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behavior and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology** Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2): 142-161.
- COLLETTE, B.B. 1995. **Scombridae. Atunes, bacoretas, bonitos, caballas, estorninos, melva, etc.** In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guia FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome. 1521-1543 pp.
- COLLETTE, B.B. e NAUEN C.E. 1983. **FAO Species Catalogue. Vol. 2 Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tuna, mackerels, bonitos and related species known to date.** FAO Fish.Synop., 125 (2): 137 p.
- DAGORN, L.; BACH, P.; JOSSE, E. 2000. **Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean determined using ultrasonic telemetry.** Marine Biology 136:361–371.
- FAO 1981 Yearbook of fishery statistics. Catches and landings, 1980. (50):386 p.
- FAO 2006. Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. FISHSTAT Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3.
- FONTENEAU, A.; ARIZ, J.; DELGADO, A.; PALLARES, P., PIANET R. 2005. **A comparison of bigeye (*Thunnus obesus*) stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific oceans.** Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2): 41-66.
- FROMENTIN, J.M. e FONTENEAU, A. 2001. **Fishing effects and life history traits: a case study comparing tropical versus temperate tunas.** Fisheries Research 53: 133-150.
- HALLIER, J.P., STEQUERT, B., MAURY O. BARD F.X. 2005. **Growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic ocean from tagging-recapture data and otolith readings.** Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(1): 181-194.
- HASHIMOTO, S., KURIHARA, R., STRÜSSMANN, 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. 1986. **Pesca de atuns e afins com embarcação de pequeno porte no Nordeste brasileiro.** Monografia apresentada para conclusão do curso de Engenharia de Pesca. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 107 p.

ICCAT 2005a. (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) **Report For Biennial Period, 2004-05 PART I (2004) - Vol. 2** English version. SCRS. Madrid, Spain 219p.

ICCAT 2005b. (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) **Report of the 2004 ICCAT Bigeye Tuna Stock Assessment Session** Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 58(1): 1-110.

ICCAT 2006. (International Commission For The Conservation Of Atlantic Tunas) **Report of the Standing Committee on Research And Statistics (SCRS)** Spain. 92p.

KAILOLA, P.J., WILLIAMS, M.J., STEWART, P.C., REICHEL, R.E., McNEE, A. e GRIEVE, C. 1993. **Australian fisheries resources**. Bureau of Resource Sciences, Canberra, Australia. 422 p.

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.

MATSUMOTO, T. MIYABE, N. 2002. **Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the central atlantic ocean**. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 54 (1): 246-260.

MIYABE, N., TAKEUCHI, Y., OKAMOTO, H., RESTREPO, V. 2005. **A new attempt of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) stock assessment by statistical integrated model (multifan-cl)** Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 57(2): 177-200.

MIYAKE, M. 1990. **Manual de operaciones para estadísticas y muestreo de los túnidos y especies afines en el Océano Atlántico**. 3° ed. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico. Madrid, España.

NIKAIDO, H.; MIYABE, N.; e UEYANAGI, S. 1992. **Spawning time and frequency of bigeye tuna, *Thunnus obesus***. Bulletin of the National Research Institute of Far Seas Fisheries. Cited in Miyabe (1991) FAO Expert consultation on interactions of Pacific tuna fisheries, Noumea, New Caledonia, 3-11 December 1991. TIC/91/BP 9). 28:47-73

PAIVA, M.P. e LE GALL, J.Y. 1975. **Catches of tunas and tuna like fishes in the longline fishery areas off the coast of Brazil**. *Arq. Cien. Mar.*, 15(1) : 1-18.

STEUQUERT, B. e MARSAC, F. 1989. **Tropical tuna - surface fisheries in the Indian Ocean**. FAO Fish. Tech. Pap. 282. 238 p.

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

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, 2001.

TRAVASSOS, P. and HAZIN, F., 2006. **National Report from Brazil.** *In*: Standing Committee on Research and Statistics, 2006 Meeting, International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna. Madrid, 5p.

## **8. ANEXOS**

Normas da revista Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo (Paper 1)

Normas da revista *Fisheries Research* (Paper 2)

## ANEXO 1

Normas da revista *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo (Paper 1)***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. No caso de recebimento de auxílio para a execução do trabalho, informar no rodapé da 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 no rodapé da primeira página, sendo identificados por números arábicos.

**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**, 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**

**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 trabalho em que os dois autores estão sendo citados estiver redigido em português, inglês ou espanhol, usar **e**, **and** ou **y**, respectivamente, ligando os sobrenomes dos autores.).

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). 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*

- Relacionar os trabalhos referidos no texto, com os nomes de todos os autores do trabalho separados por **e**, **and** ou **y**, se dois autores, e por ponto e vírgula, se mais de dois autores. 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

**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 sul-sudeste 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.shtml>> 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.propeq.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, que devem ser numeradas, não ultrapassando 15 páginas em tamanho A4, incluindo figura(s) e/ou tabela(s).
2. O trabalho deve ser enviado em três vias impressas, e o(s) arquivo(s) do mesmo, em disquete ou CD-ROM.
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 / Fax: (0xx11) 3871-7568 e-mail: [instituto@pesca.sp.gov.br](mailto:instituto@pesca.sp.gov.br) / página: [www.pesca.sp.gov.br](http://www.pesca.sp.gov.br)
7. Trabalho, cuja apresentação não seguir estritamente estas normas, será devolvido ao(s) autor(es).

## ANEXO 2

Normas da revista *Fisheries Research* (Paper 2)**Fisheries Research****Guide for Authors**

This journal provides an international forum for the publication of papers in the areas of fisheries science, fishing technology, fisheries management and relevant socio-economics. The scope covers fisheries in salt, brackish and freshwater systems, and all aspects of associated ecology, environment and pollution issues, and economics. Both theoretical and practical papers are acceptable, including laboratory and field experimental studies relevant to fisheries. Papers on the conservation of exploitable living resources are welcome. Review and Viewpoint articles are also published. As the specified areas inevitably impinge on and interrelate with each other, the approach of the journal is multidisciplinary, and authors are encouraged to emphasise the relevance of their own work to that of other disciplines. The journal is intended for fisheries scientists, biological oceanographers, gear technologists, economists, managers, administrators, policy makers and legislators.

**Types of contribution**

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Review articles
3. Viewpoints
4. Short Communications
5. Technical Notes
6. Letters to the Editor
7. Book Reviews
8. Conference Reports

*Regular papers* should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

*Review articles* should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

*Viewpoint contributions* provide an opportunity to offer a personal perspective on topical issues relevant to the interests of the Journal.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

*Conference Reports* provide an analytical review of the significant outcomes of important conferences. They may be submitted by conference associates or solicited by the Editor-in-Chief.

*Technical Notes* should be brief descriptions of experimental procedures, technical operations or applied activities within laboratories or in the field.

*Letters to the Editor* offering comment or appropriate critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editor-in-Chief.

*Book Reviews* are included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Other publications read will be listed. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

A.D. McIntyre  
Emeritus Professor of Fisheries and Oceanography  
Zoology Department  
University of Aberdeen  
Aberdeen, AB9 2TN  
UK  
E-mail: [a.d.mcintyre@abdn.ac.uk](mailto:a.d.mcintyre@abdn.ac.uk)

**Submission of manuscripts**

Submission of an article is understood to imply that the article is original and is not being considered for publication elsewhere. Submission also implies that all authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Upon acceptance of the article by the journal, the author(s) will be asked to transfer the copyright of the article to the publisher. This transfer will ensure the widest possible dissemination of information.

Papers for consideration should be submitted to: [Elsevier Editorial System](#)

### **Electronic manuscripts**

Submission to this journal proceeds totally on-line. Use the following guidelines to prepare your article. Via the [Author Gateway](#) page of this journal you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. Once the uploading is done, our system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. It is crucial that all graphical elements be uploaded in separate files, so that the PDF is suitable for reviewing. Authors can upload their article as a LaTeX, Microsoft (MS) Word, WordPerfect, PostScript or Adobe Acrobat PDF document. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by e-mail.

### **Electronic format requirements for accepted articles**

We accept most wordprocessing formats, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Save your files using the default extension of the program used.

### **Wordprocessor documents**

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed 'graphically designed' equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Author Gateway's Quickguide](#)). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on [Preparation of electronic illustrations](#).

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spellchecker' function of your wordprocessor.

### **Preparation of manuscripts**

1. Manuscripts should be written in English. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission.

**Authors in Japan please note:** Upon request, Elsevier Japan will provide authors with a list of people who can check and improve the English of their paper (**before submission**). Please contact our Tokyo office: Elsevier Japan, 4F Higashi-Azabu, 1-Chome Bldg, 1-9-15 Higashi-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044; Japan; Tel. (+81) 3-5561-5032; Fax: (+81) 3-5561-5045; E-mail: [info@elsevier.co.jp](mailto:info@elsevier.co.jp).

2. Manuscripts should be prepared **with numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Underline words that should be in italics, and do not underline any other words. Avoid excessive use of italics to emphasize part of the text.

3. Manuscripts in general should be organized in the following order:

Title (should be clear, descriptive and not too long)

Name(s) of author(s)

Complete postal address(es) of affiliations

Full telephone, Fax, no. and E-mail of the corresponding author

Present address(es) of author(s) if applicable

Complete correspondence address to which the proofs should be sent

Abstract

Key words (indexing terms), normally 3-6 items

Introduction

Material studied, area descriptions, methods, techniques

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.

References

Tables

Figure captions

4. In typing the manuscript, titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation. Use lower-case letter type.

#### **5. Units and abbreviations**

In principle SI units should be used except where they conflict with current practise or are confusing. Other equivalent units may be given in parentheses.

6. Units and their abbreviations should be those approved by ISO (International Standard 1000:92

7. SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units). Abbreviate units of measure only when used with numerals.

8. If a special instruction to the copy editor or typesetter is written on the copy it should be encircled. The typesetter will then know that the enclosed matter is not to be set in type. When a typewritten character may have more than one meaning (e.g. the lower case letter l may be confused with the numeral 1), a note should be inserted in a circle in the margin to make the meaning clear to the typesetter. If Greek letters or uncommon symbols are used in the manuscript, they should be written very clearly, and if necessary a note such as "Greek lower-case chi" should be put in the margin and encircled.

9. Elsevier reserves the privilege of returning to the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

#### **Abstracts**

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words.

#### **Tables**

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.

2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.

3. Drawn tables, from which prints need to be made, should not be folded.

4. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text should include references to all tables.

5. Each table should be typewritten on a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.

6. Each table should have a brief and self-explanatory title.

7. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.

8. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.

9. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

#### **Electronic Illustrations**

Submitting your artwork in an electronic format helps us to produce your work to the best possible standards, ensuring accuracy, clarity and a high level of detail.

1. Always supply high-quality printouts of your artwork, in case conversion of the electronic artwork is problematic.

2. Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.

3. Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.

4. Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.

5. Number the illustrations according to their sequence in the text.

6. Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and

the software used.

7. Provide all illustrations as separate files.

8. Provide captions to illustrations separately.

9. Produce images near to the desired size of the printed version.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://authors.elsevier.com/artwork>

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

### Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

### Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

**Authors please note:** If you submit artwork that does not satisfy these criteria, publication may be delayed.

### Non-electronic Illustrations

For illustrations that are unable to be uploaded electronically hard copies will be accepted.

Please send to:

The Editorial Office of *Fisheries Research*

P.O. Box 181

1000 AD Amsterdam

The Netherlands

Provide all illustrations as high-quality printouts, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Number illustrations consecutively in the order in which they are referred to in the text. Clearly mark all illustrations on the back (or - in case of line drawings - on the lower front side) with the figure number and the author's name and, in cases of ambiguity, the correct orientation. Mark the appropriate position of a figure in the article.

### Colour illustrations

If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://authors.elsevier.com/artwork>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to grey scale (for the printed version should you opt to not pay for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

As only one figure caption may be used for both colour and black and white versions of figures, please ensure that the figure captions are meaningful for both versions, if applicable.

## References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.
2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed if necessary by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".
3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.
4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1994a, 1994b, etc.
5. Use the following system for arranging your references:
  - a. *For periodicals*  
Stewart, D.A., Agnew, D., Boyd, R., Briggs, R., Toland, P., 1993. The derivation of changes in Nephrops per unit effort values for the Northern Ireland fishing fleet. *Fish. Res.* 17, 273-292.
  - b. *For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical* Roberts, R.J., 1993. Ulcerative dermal necrosis (UDN) in wild salmonids. In: Bruno, D.W. (Ed.), *Pathological conditions of wild salmonids*. *Fish. Res.* 17, 3 14.
  - c. *For books*  
Gaugh, Jr., H.G., 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials*. Elsevier, Amsterdam.
  - d. *For multi-author books*  
Bucke, D., 1989. Histology. In: Austin, B., Austin, D.A. (Eds.), *Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish*. Wiley, New York, pp. 69-97.
6. Abbreviate the titles of periodicals mentioned in the list of references according to the *International List of Periodical Title Word Abbreviations*.
7. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.
8. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".
9. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

## Formulae

1. Formulae should be typewritten, if possible. Leave ample space around the formulae.
2. Subscripts and superscripts should be clear.
3. Greek letters and other non-Latin symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.
4. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.
5. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.
6. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.
7. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.
8. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are \*P<0.05, \*\*P<0.01 and \*\*\*P<0.001.
9. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g., Ca<sup>2+</sup> and not as Ca<sup>++</sup>.
10. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., <sup>18</sup>O.
11. The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g., phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

## Footnotes

1. Footnotes should be used only if absolutely essential. In most cases it should be possible to incorporate the information in normal text.
2. If used, they should be numbered in the text, indicated by superscript numbers, and kept as short

as possible.

### **Nomenclature**

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.
3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed.

### **Preparation of supplementary data.**

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our Author Gateway at <http://authors.elsevier.com>.

### **Copyright**

1. An author, when quoting from someone else's work or when considering reproducing an illustration or table from a book or journal article, should make sure that he is not infringing a copyright.
2. Although in general an author may quote from other published works, he should obtain permission from the holder of the copyright if he wishes to make substantial extracts or to reproduce tables, plates, or other illustrations. If the copyright-holder is not the author of the quoted or reproduced material, it is recommended that the permission of the author should also be sought.
3. Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.
4. A suitable acknowledgement of any borrowed material must always be made.

### **Proofs**

One set of proofs will be sent to the corresponding author as given on the title page of the manuscript. Only typesetter's errors may be corrected; no changes in, or additions to, the edited manuscript will be allowed. Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete.

### **Reprints**

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints (100 for first author of review article). The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints can be ordered on a print order form, which is included with the proofs. UNESCO coupons are acceptable in payment of extra offprints.

### **Author Services**

Authors can also keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature of Elsevier's [Author Gateway](#).

