

VANESSA BAPTISTA PEDROSA

**REPRODUÇÃO DA ALBACORA BRANCA *THUNNUS ALALUNGA*
(BONNATERRE, 1788) CAPTURADA PELA FROTA BRASILEIRA
ESPINHELEIRA NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE**

Recife, 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

REPRODUÇÃO DA ALBACORA BRANCA *THUNNUS ALALUNGA*
(BONNATERRE, 1788) CAPTURADA PELA FROTA BRASILEIRA
ESPINHELEIRA NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE

Vanessa Baptista Pedrosa

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 título de Mestre.

Orientador: Dr. Paulo G. V. de Oliveira

Co-orientador: Dr. Paulo Travassos

Recife,

Junho, 2011

Ficha catalográfica

P372b Pedrosa, Vanessa Baptista
Biologia da reprodução da albacora branca *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) no Oceano Atlântico sudoeste / Vanessa Baptista Pedrosa. -- 2011.
49 f. : il.

Orientador: Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira.
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Pesca e Aquicultura, Recife, 2011.
Referências.

1. Reprodução 2. Atlântico sul 3. Época de desova
4. Fecundidade por lote I. Oliveira, Paulo Guilherme
Vasconcelos de, orientador II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

REPRODUÇÃO DA ALBACORA BRANCA *THUNNUS ALALUNGA*
(BONNATERRE, 1788) CAPTURADA PELA FROTA BRASILEIRA
ESPINHELEIRA NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE

Vanessa Baptista Pedrosa

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 28/06/2011 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin – Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^o. Dr^a. Ana Carla Ásfora El-Deir – Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Pesquisadora Dr^a Patrícia Barros Pinheiro. - Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Dr. William Severi - Suplente
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, Imair e Clidenor Pedrosa, por me darem a vida e a oportunidade de continuar estudando.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo incentivo a pesquisa.

Ao Projeto Reuni - Reexpansão e Reestruturação das Universidades Federais, pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos meus queridos orientador e co-orientador Paulo Guilherme Oliveira e Paulo Travassos pelo apoio e carinho durante o mestrado.

Ao meu namorado Ciro L. Oliveira pelo incentivo à leitura, carinho, compreensão e apoio mesmo à distância.

As minhas irmãs Viviane e Virna pelo incentivo e carinho.

A minha avó Risoleta Pedrosa e minha tias Valéria e Amair pelo eterno apoio.

Aos meus Professores da Graduação em Ciências Biológicas/UniCeuma e do Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE.

Aos meus amigos queridos Ana Flávia Coêlho, Débora Cunha, Juliana Reis, Hilberto Cutrim, Janaína Dantas, Antônia Mendes, Silvokleio, Hudsonkléo, Waldízia, Rodrigo, Cledson Santana e Clarck.

A XX turma de Especialização em Oceanografia, em especial a: Marina Jales, Lillyan Lessa, Jonata Arruda, Andréa, Ridailson, Antônio, Marcos Fernando, Sandro, José Milton Tôrres, Rodrigo Moraes, Rafael Lustosa, Alan Salazar e Flávio.

Aos colegas da turma de mestrado e dos Laboratórios de Etologia de Peixes (Andréa Lira, Pollyana e Leidiane), Ecologia Marinha (Hudson Batista e Natália) e Ictiologia desta Universidade.

As secretárias Selma Santiago e Telma pela atenção em vários momentos.

A César Fernandes e Rynnelands Silvestre pela atenção e dedicação dispensadas a mim e ao meu trabalho: vocês me fizeram caminhar.

Aos belos atuns que habitam os oceanos do nosso planeta.

Resumo

A albacora branca é uma das principais espécies de atuns capturadas no Atlântico sul pela frota atuneira brasileira. Entretanto, pouco é conhecido sobre a biologia da espécie nesta parte do Atlântico, principalmente no que se refere à reprodução, objetivo do presente estudo. Análises histológicas das gônadas de 735 indivíduos de *Thunnus alalunga* (370 machos e 365 fêmeas) capturados no Atlântico Sudoeste foram realizadas no período de 2005 a 2010. O comprimento dos espécimes variou de 89 cm a 138 cm. Através do acompanhamento mensal do índice gonadal foi observada atividade de desova entre os meses de outubro a março, com fêmeas apresentando ovócitos hidratados e folículos pós-ovulatórios, indicando iminente estado de desova e pós-desova, respectivamente. A proporção sexual anterior ao período reprodutivo entre machos e fêmeas foi de 1:1, com os machos predominando nas maiores classes de comprimento (> 114 cm C_F). O tamanho de primeira maturidade sexual determinado para as fêmeas foi de 92 cm e para os machos de 100 cm. A fecundidade variou de 0,5 a 1,2 milhões de ovócitos com cerca de 3.700 ovócitos/g. Pela frequência do diâmetro dos ovócitos de fêmeas (37 - 1200 μ m) foi verificada a desova do tipo parcelada devido a ocorrência de modas sucessivas de ovócitos avitelogênicos, vitelogênicos e hidratados. Esses resultados contribuem com informações sobre a reprodução da espécie no Atlântico Sul que junto com outros parâmetros do seu ciclo de vida permitirá avaliar o estoque dessa região.

Palavras chave: época de desova; índice gonadal; fecundidade, Atlântico Sul.

Abstract

Albacore is one of the main species of tuna caught in the South Atlantic for tuna Brazilian fishing vessel. Moreover, it has a little knowledge available about albacore biology in this portion of Atlantic Ocean, mainly regard to reproduction, aim of this study. Histological analysis of 735 gonads (370 males and 365 females) captured in the southwest atlantic were conducted during 2005 to 2010. Fork length of specimens ranged from 89 cm to 138 cm. Gonad index was determined monthly and observed the spawning activity from September to March. also, females exhibiting hydrated oocytes and post ovulatory follicles indicating an imminent spawning stage and post spawning, respectively. The sex ratio prior the reproductive period was 1:1 (males:females) with males mainly in the larger length classes (> 114 cm FL). At the first sexual maturity the length was 92 cm for females and 100 cm for males. The batch fecundity ranged from 0.5 to 1.2 million oocytes with approximately 3.700 oocytes/g. The oocyte diameter frequency showed a parceled spawning due to the occurrence of successives modes of unyolked oocytes, yolked and hydrated. These results contribute with information about the reproduction of the species in the South Atlantic both these life history parameters will allow to assess the albacore stock from this region.

Key words: spawning season; gonad index; fecundity; South Atlantic.

Lista de Figuras

Fig. 1. Distribuição das capturas com espinhel no Atlântico Sudoeste Tropical de exemplares de <i>T. alalunga</i> amostrados para coleta de gônadas	29
Fig. 2. Distribuição da frequência de comprimento por sexo de <i>T. alalunga</i> capturado no Atlântico Sudoeste Tropical	31
Fig. 3. Corte histológico de fêmea de <i>T. alalunga</i> (a) desovando com ovócitos hidratados e (b) desovada com folículos pós-ovulatórios.	34
Fig. 4. Cortes histológicos de machos de <i>T. alalunga</i> (a) maduro com muitos espermatozoides nos vasos deferentes e (b) ejaculado com esvaziamento dos vasos deferentes	35
Fig. 5. Sazonalidade dos estagios de maturação sexual de fêmeas (n=370) capturados no Atlântico Sudoeste Tropical	36
Figura 6. Sazonalidade dos estagios de maturação sexual de machos (n=365) capturados no Atlântico Sudoeste Tropical	36
Figura 7. Índice gonadal para fêmeas de <i>T. alalunga</i> no período de 2005-2010.....	37
Figura 8. Índice gonadal para machos de <i>T. alalunga</i> no período de 2005-2010.....	37
Figura 9. Tamanho médio de primeira maturação sexual (L_{50}) para fêmeas e machos <i>T. alalunga</i> do Atlântico Sudoeste Tropical	38
Figura 10. Relação entre a fecundidade por lote e o peso dos ovários para <i>T. alalunga</i> do Atlântico Sudoeste Tropical (n=15)	39

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação macroscópica e microscópica das gônadas de fêmeas do Atlântico Sul de <i>Thunnus alalunga</i> adaptada de Chen <i>et al.</i> (2010)	33
--	----

Sumário

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1 – Introdução	10
2 – Revisão de Literatura	11
2.1 Reprodução	12
2.2 Migração	14
2.3 Temperatura	15
2.4 Aspectos populacionais	16
2.5 Pesca no Brasil	17
3. Referências bibliográficas	18
4. Artigo científico - Biologia reprodutiva da albacora branca (<i>Thunnus alalunga</i> , Bonnaterre, 1788) no Atlântico Sudoeste Tropical	26
5. Considerações finais	43
6. Normas da revista Journal of Fish Biology	44

1. INTRODUÇÃO

A albacora branca *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) é uma das espécies de atuns capturadas pela frota atuneira brasileira, cuja atividade de pesca remonta a meados dos anos 1950, quando barcos japoneses arrendados iniciaram suas operações baseados no porto de Recife (Estanislau et al., 1998).

A ICCAT (*International Commission for Conservation of Atlantic Tuna*), organização regional de ordenamento pesqueiro responsável pela conservação das espécies de atuns e afins capturadas no Atlântico, admite a existência de três estoques da albacora branca neste oceano: um ao norte e outro ao sul da latitude de 5°N, e um terceiro exclusivo do mar Mediterrâneo.

Para o estoque de *T. alalunga* do Atlântico Sul, 29.900 t.ano⁻¹ podem ser capturadas de forma sustentável, conforme definido pela ICCAT (ICCAT, 2010). Nesta parte do oceano, a espécie é explorada principalmente por China Taipei, África do Sul, Namíbia e Brasil, os quais são responsáveis por cerca de 80% das capturas anuais. Em 2009, dados mais recentes disponibilizados pela ICCAT, a produção total foi de 22.856 t, das quais 18.859 t foram produzidas por estes quatro países, com o Brasil participando com apenas 202 t (ICCAT, 2010).

A albacora branca é, portanto, uma das principais espécies de atum exploradas no Atlântico sul, sendo particularmente importante para as indústrias de conservas, que tem na espécie seu principal produto no mercado mundial (Otsu e Uchida, 1959; Collete e Nauen, 1983).

Embora a albacora branca seja bastante explorada nesta parte do Atlântico, muito pouco se sabe sobre sua biologia, principalmente no que se refere aos seus aspectos reprodutivos uma vez que a grande maioria dos estudos sobre a reprodução da espécie foram realizados com exemplares dos estoques do Pacífico e do Atlântico Norte (Partlo, 1955; Ishii

e Inoue, 1956; Otsu e Ushida, 1959; Ratty et al., 1990; Ramon e Bailey, 1996; Zárate, et al., 2004; Chen et al., 2010).

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi estudar a biologia reprodutiva de *Thunnus alalunga* no Atlântico Sul, determinando-se os estágios de maturação sexual, o índice gonadal e suas variações sazonais, o tipo e época de desova, além da determinação da fecundidade. Espera-se, com o desenvolvimento deste estudo contribuir com informações importantes que possam servir de subsídios para a conservação da espécie e para o ordenamento da sua pescaria, desenvolvida em bases sustentáveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A família *Scombridae* é composta por 15 gêneros e aproximadamente 50 espécies de peixes marinhos, na sua maioria epipelágicos, que são de grande interesse comercial em oceanos tropicais e temperados (Collete et al., 2001). Entre os representantes dessa família destacam-se os atuns, que pertencem a tribo *Thunnini* e ao gênero *Thunnus*. Estes peixes são na sua grande maioria dióicos e não exibem caracteres morfológicos externos que diferenciem os sexos (Schaefer, 2001). As espécies do gênero *Thunnus*, possuem corpo fusiforme, alongado e ligeiramente comprimido. Tem distribuição epipelágica e mesopelágica apresentando altas taxas metabólicas e um sistema de troca de calor vascular (*retia mirabile*), presente também nos demais gêneros da tribo (*Allothunnus*, *Auxis*, *Euthynnus* e *Katsuwonus*), possibilitando que a temperatura corporal seja mais alta que a da água circundante, resultando em maior eficiência muscular (Collete e Nauen, 1983; Schaefer, 2001).

Thunnus alalunga (Bonnaterre, 1788), conhecida no Brasil como albacora branca, é uma espécie cosmopolita, presente nos oceanos Atlântico (incluindo o Mar Mediterrâneo), Índico e Pacífico. No Atlântico, sua distribuição se estende de 45°- 50°N até 30°- 40°S (ICCAT, 2004; Collete e Nauen, 1983). Diferencia-se das demais espécies deste gênero por

apresentar nadadeiras peitorais longas que ultrapassam a segunda nadadeira dorsal. É considerada uma das menores espécies do gênero *Thunnus*, com uma estimativa de longevidade de 15 anos (ICCAT, 2009), comprimento máximo de 130 cm para o Atlântico (Le Gall, 1974) e fecundidade estimada em 2-3 milhões de ovos por fêmea (Postel, 1964).

2.1 REPRODUÇÃO

O par de gônadas nos peixes apresenta forma alongada e encontra-se suspenso pelo mesentério, dentro da cavidade abdominal, estendendo-se por quase toda a parede dorsal do celoma (Hoar, 1969). Embora os lóbulos das gônadas apresentem certa simetria nos atuns, em *T. alalunga* o ovário e o testículo direito costumam ser maiores e mais pesados do que o esquerdo (Ratty et al., 1990; Ramon e Bailey, 1996; Chen et al., 2010).

Os atuns apresentam desenvolvimento ovocitário assincrônico, fecundidade anual indeterminada e são considerados desovadores múltiplos ou de lote, produzindo lotes de ovócitos hidratados que são liberados diretamente no mar em eventos de desova separados (Schaefer, 2001).

Thunnus alalunga apresenta padrão de desova migratório e confinado espaço-temporalmente, assim como *Thunnus thynnus*, *Thunnus maccoyii* e *Thunnus orientalis* (Schaefer, 2001). Além disso, apresenta distinta distribuição de desova norte e sul nos oceanos Atlântico e Pacífico e parece formar grupos distintos nos diferentes estágios do seu ciclo de vida (Nishikawa et al., 1985; Schaefer, 2001; Collete e Nauen, 1983).

Estudos pioneiros sobre a reprodução de *Thunnus alalunga* foram realizados em sua maioria no Oceano Pacífico (Partlo, 1955; Ishii e Inoue, 1956; Otsu e Ushida, 1959) enquanto que no Oceano Índico destaca-se o de Ueyanagi (1955).

Ueyanagi (1955), a partir da observação de gônadas de duas fêmeas coletadas nas Ilhas Sunda, localizadas no Oceano Índico, constatou, através da observação dos ovários maduro e próximo a maturidade, que estas desovavam em fevereiro nessa região.

Ishii e Inoue (1956), analisando ovários da albacora branca no Mar de Coral, Austrália, presumiram que este local era uma área de desova para a espécie. Esse fato foi observado posteriormente por Farley e Clear (2008) em estudos conduzidos na mesma região e sugerindo que picos de desova ocorriam entre janeiro e fevereiro.

Otsu e Ushida (1959) concluíram que a albacora branca não desovava em águas temperadas do Pacífico Norte, entretanto, os indivíduos das ilhas Havaianas e do Pacífico Equatorial Central ao atingirem certo tamanho em águas temperadas do Pacífico Norte migravam para o sul em águas tropicais e subtropicais para a reprodução.

Estudos realizados por Ramon e Bailey (1996), observando variação mensal do Índice Gonadosomático e diâmetro dos ovócitos de espécimes capturados nas águas da Nova Caledônia e Tonga, no Pacífico Sul, mostraram um padrão de desova anual para a albacora branca.

Zárate, et al. (2004), em pesquisa conduzida no Atlântico Norte Central com o objetivo de estudar a biologia reprodutiva de atuns, observou histologicamente que fêmeas maiores que 90 cm de comprimento apresentaram diferentes estágios de maturidade (maduro, iminente desova e com sinais de desova recente).

Um estudo recente realizado por Chen et al. (2010) no Pacífico Norte apontou uma estimativa de fecundidade de lote para essa espécie entre 0,17-1,66 milhões de ovos, com a espécie apresentando um tamanho de primeira maturação sexual entre 90 - 94 cm, com idade

de 5 anos, determinado para o Atlântico (Bard, 1981). Para o Pacífico é estabelecido em 90 cm (Uyenagi, 1955; Otsu e Ushida, 1959).

2.2 MIGRAÇÃO

A albacora branca realiza grandes migrações oceânicas, tanto para alimentação quanto para reprodução (Travassos, 1999). Esse fato poderia ser explicado porque a maioria dos teleósteos marinhos apresenta desova pelágica o que os leva a migrar para regiões de correntes fortes para reproduzir facilitando a dispersão rápida de ovos e larvas evitando a predação além de ampliar a distribuição dos mesmos (Pough et al., 2008).

A maioria dos trabalhos relacionados à albacora branca nos três oceanos aborda principalmente os padrões migratórios, idade e crescimento, captura por unidade de esforço (CPUE) e composição de comprimento nas capturas (Frédou et al., 2007; Di Natale et al., 2005; Arrizabalaga et al., 2002).

No Atlântico sul, adultos da albacora branca se concentram no lado oeste ao largo da costa brasileira para desovar, no período de outubro a março. Nos meses frios (abril a setembro) os adultos migram para à costa da África do Sul, entretanto, parte dessa população adulta permanece na costa sul do Brasil. Os juvenis são recrutados no lado Oeste da Zona de Convergência Subtropical e a partir desse momento, utilizam a Corrente do Atlântico Sul para alcançar à costa da África do Sul como pré-adultos, sendo esta região considerada uma importante área de alimentação para a espécie devido à existência de uma constante ressurgência costeira. Os juvenis que se encontram na costa sul africana começam a ascender através da Corrente de Benguela em áreas tropicais juntando-se ao estoque adulto (Coimbra, 1995).

No Atlântico Norte, áreas de desova encontram-se ao largo da Venezuela, Mar de Sargasso e Golfo do México (ICCAT, 2004). A desova de *T. alalunga* no Índico ocorre em grande parte ao sul (10° S a 25° S), de outubro a março (Nishida e Tanaka, 2008).

As Ilhas Baleares, no Mediterrâneo, são reconhecidas como uma importante área para a atividade reprodutiva tanto pra *T. alalunga*, com alta concentração de larvas nesse local para essa espécie, como para *T. thynnus* (Duclerc et al. 1973; Dicenta et al. 1975, 1983; Dicenta, 1977).

Ramon e Baylei (1996) ao conduzirem estudos sobre reprodução de *T. alalunga* ao largo da Nova Caledônia e Tonga, no Pacífico Sul, observaram que a maioria da desova é limitada aos meses de verão austral. Chen et al. (2010) em estudos realizados no Pacífico Norte, verificaram que *T. alalunga* apresenta desova prolongada de março a setembro em águas ao leste de Taiwan e Filipinas.

2.3 TEMPERATURA

Para as espécies temperadas, como a albacora branca, observam-se movimentos migratórios sazonais em busca das águas quentes tropicais (>24°C) para fins de desova, embora algumas espécies de atuns tropicais possam desovar o ano inteiro nestas regiões (Schaefer, 2001).

Em relação à albacora branca, a temperatura de 24°C é favorável ao desenvolvimento das suas larvas, pois estimula à atividade enzimática, limitando por outro lado as áreas de desova as regiões tropical e subtropical (Laurs et al., 1978 *apud* Coimbra, 1995). O habitat de desova da albacora branca é caracterizado por uma camada de mistura profunda de cerca de 50 m e com temperatura acima de 24°C sem uma termoclina forte acima de aproximadamente 250 m (Ueyanagi, 1969). Peixes da família *Scombridae* parecem ter desova noturna sendo

esse comportamento registrado por Harada et al. (1980) para *T. albacares*, com base na observação de ovócitos hidratados.

A preferência termal para adultos da albacora branca foi estabelecida entre 10°-20° C (Graham e Dickinson, 1981), sendo que temperaturas menores que 9,5° C podem ser toleradas por curtos períodos (Collete e Nauen, 1983). Zárata et al., (2004) constatou a presença de adultos em águas com temperatura média de 19° C no Atlântico Norte. Juvenis entre 50 – 70 cm habitam águas superficiais com isotermas entre 16° - 20°C. Quando atingem a faixa de comprimento entre 85 – 90 cm encontram-se em águas mais profundas abaixo da termoclina. Indivíduos maiores que 90 cm distribuem-se entre 80 – 380 m em águas profundas com temperaturas de 13°C e quentes e superficiais com temperatura próxima a 25°C (Coimbra, 1995). A temperatura e o teor de oxigênio são fatores determinantes na distribuição da espécie em relação à profundidade que no Atlântico acredita-se chegar a 600 m (Collete e Nauen, 1983).

2.4 ASPECTOS POPULACIONAIS

A proporção sexual dos atuns foi observada a partir de estudos como os realizados por Schaefer (2001), Bard (1981) e Foreman (1980), cujos resultados permitiram concluir que antes de atingirem a maturidade é observada, de uma maneira geral, uma proporção entre os sexos de 1:1. Zavala-Camin (1978) observou essa mesma proporção para a albacora branca capturada nas regiões sul e sudeste do Brasil, no segundo e terceiro trimestre do ano, porém verificou que houve variações nessa proporção conforme a classe de comprimento.

Durante o período reprodutivo as fêmeas de atuns costumam sofrer injúrias por parte dos machos o que as torna mais vulneráveis aos aparelhos de pesca (Schaefer, 2001).

A ICCAT (*International Comission for Conservation of Atlantic Tuna*), órgão internacional responsável pela conservação dos estoques de atuns e afins no Atlântico e Mar Mediterrâneo, considera os estoques do norte e sul do Atlântico, separados pela latitude de 5°N (ICCAT, 2001), com base na distribuição espacial das capturas (Shiohama, 1971; Uozumi, 1996), e um terceiro estoque restrito ao Mar Mediterrâneo.

No Atlântico Sul, as embarcações da Namíbia e África do Sul utilizam o método da vara e isca viva, capturando, na sua maioria juvenis e subadultos, enquanto as frotas do Brasil e China-Taipei, que empregam o espinhel pelágico, capturam os maiores indivíduos (ICCAT, 2010).

2.5 PESCA NO BRASIL

No Brasil, as pescarias da albacora branca ocorrem praticamente no primeiro e quarto trimestre do ano, durante a atividade reprodutiva da espécie ao largo da costa brasileira (Paiva, 1961a, 1961b; Barros, 1965; Barros e Fonseca, 1965; Lima e Wise, 1962; Travassos, 1999), quando uma concentração de espécimes maiores que 90 cm ocorrem entre 5° S e 25° S, durante o verão austral (ICCAT, 2010; Travassos, 1999).

Esta atividade se desenvolve desde 1956, quando barcos japoneses arrendados iniciaram suas operações de pesca baseados no porto do Recife, utilizando o espinhel nas capturas. Devido a problemas de ordem política a atividade foi suspensa em 1964 sendo retomada em 1976 com barcos arrendados coreanos, porém se encerrando no ano seguinte. Nos anos 80, esta atividade continuou despertando interesse do setor empresarial do nordeste que investiu na adaptação de barcos nacionais (Estanislau et al., 1998).

Em relação à albacora branca, no período de 1971 a 1991 houve pouca captura mesmo com a atuação de barcos nacionais e arrendados que usavam o espinhel. Entre 1991 e 1994 houve aumento das capturas especialmente pelo emprego da tecnologia da China-Taipei com barcos que tinham como alvo essa espécie. Entre 1994 e 1997 ocorreu outra queda das capturas da albacora branca sendo *Thunnus obesus* a espécie alvo das pescarias. A partir de 2002 as capturas de albacora branca diminuíram devido ao fim das atividades das embarcações arrendadas que tinham essa espécie como alvo (Frédou et al., 2007).

Com o objetivo de evitar a sobrepesca desse recurso pesqueiro no Atlântico Sul, a ICCAT determinou que até 2011 a captura máxima permitida para a albacora branca é de 29.900 t/ano (ICCAT, 2010).

Referências Bibliográficas

ARRIZABALAGA, H, RODAS, V. L., ZÁRATE, V. O., COSTAS, E.; GONZÁLEZ-GARCÉS, A. Study on the migrations and stock structure of Albacore (*Thunnus alalunga*) from the Atlantic ocean and the Mediterranean sea based on conventional tag release – Recapture experiences. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54(5): 1479-1494 (2002).

ARENA, P., POTOSCHI, A. e CEFALI, A. 1980. Risultati preliminari di studi sull'età, l'accrescimento a la prima maturità sessuale dell' alalunga *Thunnus alalunga* (Bonn., 1788) del Tirreno. *Mem. Biol. Mar. Ocean.* 10(3): 71-81.

BARD, F.X. 1978. Etude des stocks de germon atlantique. ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap. 7(2): 258-265.

BARD, F.X. 1981. Le thon germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre 1788) de l'Océan Atlantique. De la dynamique des populations à la stratégie démographique. Thèse de Doctorat d'Etat et Sciences Naturelles. University Pierre et Marie Curie. Paris. 336 pp.

BARROS, A. C. 1965. Alguns aspectos sobre a biologia y pesca da albacora branca (*Thunnus alalunga*) no Atlântico tropical. B. Est. Pesca, Recife, SUDENE, 5 (5): 12-27.

BARROS, A. C. & FONSECA, J. B. C. 1965. Análises das pescarias de atuns e espécies correlatas no Atlântico tropical no ano de 1963. B. Est. Pesca. Recife, SUDENE, 5 (2): 23-32.

BAYLIFF, W. H., Ed. (1998). "Inter-American Tropical Tuna Commission, Annual Report for 1996. IATTC, La Jolla, CA.

BEARDSLEY, G. L. Jr. 1969. Proposed migrations of albacore; *Thunnus alalunga*, in the Atlantic Ocean. Trans. An. Fish. Soc. (98): 589-598.

CHEN, K.-S.; CRONE, P. R.; HSU, C.-C. 2010. Reproductive Biology of albacore *Thunnus alalunga*. J. Fis. Biol. 1-18.

COLLETTE, B. B.; NAUEN, C. E. (1983). FAO species catalogue, Vol 2. Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125.

COLLETTE, B. B.; REEB, C.; BLOCK, B. A. (2001). Systematics of the tunas and mackerels (Scombridae). In: *Fish Physiology*, Vol. 19 (Block, B. A. & Stevens, E. D., eds), pp. 1-33. San Diego, CA: Academic Press.

COIMBRA, M.R.M. 1995. Proposed movements of albacore tuna, *Thunnus alalunga*, in the South Atlantic Ocean. Master Thesis. Tokyo University of Fisheries, 110 p.

DICENTA, A. 1978. L'ichthyoplancton pour l'évaluation des stocks de thons en Méditerranée. *Actes de colloques du C.N.E.X.O.* 8: 135-140.

DICENTA, A.; PICCINETTI C. 1978. Desove de atún (*Thunnus thynnus* L.) en el Mediterráneo occidental y evaluación directa del stock de reproductores, basado en la abundancia de sus larvas. ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap. 7(2): 389-395.

DICENTA, A., PICCINETT, I. C.; PICCINETTI-MANFRIN, G. 1975. Observaciones sobre la reproducción de los túnidos en las Islas Baleares. Bol. Inst. Espa. Oceanogr. 204: 27-37.

DICENTA, A. – 1977. Zonas de puesta del atun (*Thunnus thynnus* L.) y otros tunidos en el Mediterraneo occidental y primer intento de evaluacion del stock de reproductores de atun. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 234: 109-135.

DICENTA, A., C. FRANCO; LANZOS, A. L. – 1983. Distribution and abundance of the families Thunnidae and Mullidae in the Balearic Waters. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit., 28: 149-153.

DUCLERC, J.; SACCHI, J.; PICCINETTI, C.; PICCINETTI-MANFRIN, G.; DICENTA, A.; BARROIS, J.M. 1973. Nouvelles données sur la reproduction du thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) et d'autres espèces de thonidés en Méditerranée. Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 37 (2) 163-176.

FARLEY, J.; CLEAR, N. 2008. Preliminary study of age, growth and spawning activity of albacore in Australia's Eastern Tuna & Billfish Fishery. Western and Central Pacific Fisheries Comission PFC-SC4.

FRÉDOU, F. L.; FRÉDOU, T.; TRAVASSOS, P., LINS, J.; ARFELLI, C.; ANDRADE, H. A.; HAZIN, F. 2007. Distribution, catch and length composition of the albacore tuna (*Thunnus alalunga*) caught by the tuna longline fishery in the South Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 518-526.

FOREMAN, T. 1980. Synopsis of biological data on the albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788), in the Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep., 2: 17-70.

GFCM/ICCAT. 1990. Consulta de expertos sobre evaluación se stocks de grandes peces pelágicos en la zona del Mediterráneo. ICCAT. Col. Vol. Sci.Pap.33: 199p.

GRAHAM, J. B.; K. A. Dickson. 1981. Physiological thermoregulation in the albacore *Thunnus alalunga*. *Physiol. Zool.*, 54(4): 470-486.

HARADA, T.; MURATA, O.; ODA, S. (1980). Rearing and morphological changes in larvae and juveniles of yellowfin tuna. *Mem. Fac. Agric. Kinki Univ.* 13, 33 -36.

HOAR, W. S. (1969). Reproduction. In: "Fish Physiology" (Hoar, W. S. and Randall, D. J., Eds.). Vol. 3. pp. 1-72. Academic Press, New York.

HSU, C.C. (1992): The status of Indian Ocean albacore stock-A review of previous work. *Review of Status of Stocks and Tuna Biology Part 2*, 117-120.

HUNTER, J. R.; LO, N. C. H.; LEONG. R. J. H. (1985). Batch fecundity in multiple spawning fishes. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv.. Nat. Oceanic Atmos. Adm., Tech. Rep.* 36,67-78.

ICCAT. 2001. Informe del periodo bienal 2000-01. 1ª parte (2000) – Vol. 2. ICCAT. 195 p.

ICCAT Report. 2009-2010.

ISII, K.; INOUE, M. 1956. Some notes on the ovary of albacore, *Germo germo*, taken from the Coral Sea. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 22 (2): 89-93.

KEYUANFAR, A. 1964. Sérologie et immunologie de deux espèces de thonidés (*Germo alalunga* et *Thunnus thynnus*) de l'Atlantique et de la Méditerranée. *Rev. Trav. ISTPM.* 26(4).

KOTO, T. 1969. Studies on the albacore – XIV. Distribution and movement of albacore in the Indian and the Atlantic Oceans based on the catch statistics of Japanese tuna long-line fisherie. (In Japanese, English summary). *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. (Shimizu)* 1: 115-129.

LALAMI, Y.; TALLAI, S.; BARROIS, J.M.; PICCINETTI, C.; PICCINETTI-MANFRIN, G. 1973. Observations sur les oeufs et larves des thonides des cotes algériennes. *Pelagos* 4 (2): 54-65.

LE GALL, J. Y. 1974. Exposé synoptique des données biologiques sur le germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre,1788) de l'Océan Atlantique. Synopsis FAO sur les pêches, 109: 70 p.

LEWIS. A. D. 1990. South Pacific albacore stock structure: a review of available information. Third South Pacific albacore research workshop; Noumea, New Caledonia, 9-12 October 1990, Working Paper 5. 13 p. South Pacific Commission, B.P. D5, Noumea Cedex, New Caledonia.

LIMA, F. R.; WISE, J. P. 1962. Primeiro estudo da abundância e distribuição da albacore de lage e a albacora branca na região ocidental do oceano Atlântico tropical, 1957 -1961. B. Est. Pesca, Recife, 2 (10).

MASUMA, S.; TEZUKA, N.; TERUYA, K.; OKA, K.; KANEMATU, M.; NIKAIDO, H. (1993). Maturation and spawning of reared yellowfin tunas at Yaeyama. In "Abstracts of the Annual Meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries," Tokyo, Japan; 2-5 April 1993.

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.

MURUA, H.; KRAUS, G.; SABORIDO-REY, F.; WITTHAMES, P. R.; THORSEN, A.; JUNQUERA, S. (2003). Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their reproductive strategy. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 33: 33-54.

MURUA, H.; SABORIDO-REY. (2003). Female Reproductive Strategies of marine fish species of the North Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 33: 23-31.

NISHIKAWA, Y.; HONMA, M.; UEYANAGI, S.; KIKAWA, S. 1985. Average distribution of larvae of oceanic species of scombroid fishes, 1956-1981. Far Seas Fish. Res. Lab. 12, 99 pp.

NISHIDA, T.; TANAKA, M. 2008. General reviews of Indian Ocean Albacore (*Thunnus alalunga*). IOTC-2008-WPTE-INF03.

OTSU, T.; UCHIDA, R. M. 1959. Sexual Maturity and spawning of albacore in the Pacific Ocean. Fish. Bull. Vol. 59 (48): 287-305.

PAIVA, M. P. 1961a. Sobre a pesca dos atuns e afins nas áreas em exploração no Atlântico Tropical. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará. 1 (1): 1-20.

_____ 1961b. Cartas de pesca para os atuns e afins do Atlântico Tropical. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Ceará. 1(2): 1-110.

PARTLO, J. M. Histological studies on albacore (*Thunnus alalunga*) gonads from the Eastern Pacific. 1955. J. Fish. Res. Bd. Canada 12 (1): 61-67.

POSTEL, E. 1964. Sur deux lots de germon (*Germo alalunga*) capturés dans le Golfe de Guinée par les palangriers japonais. Cahiers ORSTOM Ser. Océanographic 2(2): 55-60.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. A vida dos vertebrados. 4ª Ed. Atheneu: São Paulo, 2008. 718 p.

RAMON, D.; BAILEY, K. Spawning seasonality of albacore, *Thunnus alalunga*, in the South Pacific. 1996. Fis. Bull. 94 (4): 725-733.

RATTY, F. J., LAURS, R. M.; KELLY, R. M. (1990). Gonad morphology, histology, and spermatogenesis in South Pacific albacore tuna *Thunnus alalunga* (Scombridae). U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin 88, 207-220. SCHAEFER, K. M. (2001). Reproductive biology of tunas. In: *Fish Physiology*, Vol. 19 (Block, B. A. & Stevens, E. D., eds), pp. 225-270. San Diego, CA: Academic Press.

SCHAEFER, K. M. (2001). Reproductive biology of tunas. In: *Fish Physiology*, Vol. 19 (Block, B. A. & Stevens, E. D., eds), pp. 225-270. San Diego, CA: Academic Press.

SCHAEFER, K. M. (1998). Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 21: 201-272.

SHIOHAMA, T. 1971. Studies on measuring changes in the character of the fishing effort of the tuna longline fishery. Concentrations of the fishing effort to particular areas and species in the Japanese fishery. Bull. Far Seas Fish. Lab. 5: 107-130.

STATISTICAL BULLETIN ICCAT n. 39 (1950-2008). 2010.

SUZUKI, A. (1962): Serological Studies on tuna stocks VI. Nansuiken-ho (Bull of Southern Regional Fisheries Institute), (16).

TRAVASSOS, P. 1999. Anomalies Thermiques et peche du germon (*Thunnus alalunga*) dan's Atlantique Tropical Sud-Ouest. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 49 (4) : 324-338.

VIÑAS, J., J. Santiago y C. Pla. 1999. Genetic characterisation and Atlantic -Mediterranean stock structure of albacore (*Thunnus alalunga*). ICCAT. Col. Vol. Sci. Pap. 49(4): 188-190.

VIÑAS, J.; ALVARADO-BREMER, J. R.; C. Pla. – 2004. Inter-oceanic genetic differentiation among albacore (*Thunnus alalunga*) populations. Mar. Biol., 145: 225-232.

UEYANAGI, S. 1955. On the ripe ovary of the albacore, Germon germon (Lacépède), taken from the Indian Ocean. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 20 (12): 1050-1053.

UEYANAGI, S. 1969. Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of the spawning areas of albacore, *Thunnus alalunga*, Bull. Far. Seas. Fish. Res. Lab. 2, 177-256.

UOZUMI, Y. 1996. A historical review of Japanese longline fishery and albacore catch in the Atlantic Ocean. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.; XLIII; 261-268.

ZAR, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

ZÁRATE, V. O; MACÍAS, D.; SATOH, K.; SAITO, H. 2004. Information on the reproduction of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Central and Tropical North Atlantic. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56 (4): 1450-1462.

ZAVALA-CAMIN, L. A (1978). Distribución del atún blanco (*Thunnus alalunga*) em el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977). Inst. Pesca. São Paulo, 5 (1): 26-39.

4. Artigo científico

Reprodução da albacora branca *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) capturada pela frota espinheleira brasileira no Oceano Atlântico Sudoeste

Artigo científico a ser encaminhado para a Collective Volume of Scientific Papers -

ICCAT

Reprodução da albacora branca *Thunnus alalunga* (Bonnaterre, 1788) capturada pela frota espinheleira brasileira no Oceano Atlântico Sudoeste

Vanessa Pedrosa¹, Paulo Travassos¹, Paulo Oliveira¹, Fábio Hazin¹, Cezar Fernandes¹, Humberto Hazin¹.

A albacora branca *Thunnus alalunga* habita águas tropicais, subtropicais e temperadas de todos os oceanos sendo um recurso de alto valor econômico para a pesca oceânica no mundo. Como outros atuns, a albacora branca é considerada uma espécie verdadeiramente migratória que exhibe deslocamentos sazonais para águas quentes durante os meses de verão para reproduzir. No período de 2005 a 2010 foram coletados 370 machos e 365 fêmeas para análises histológicas para atribuir estágios de desenvolvimento de maturação dos indivíduos capturados pelas embarcações atuneiras espinheleiras do Brasil no Atlântico Sul. A proporção sexual foi quase constante o ano todo com 1.1♀:1♂ de 407 fêmeas e 376 machos. As classes de comprimento dos machos variaram entre 97 – 138 cm tendendo a ser maiores que as fêmeas, sendo mais frequentes nas maiores classes de comprimento (> 114 cm CF). Para as fêmeas as classes de comprimento variaram entre 89 – 128 cm CF e foram mais frequentes nas menores classes. A estação de desova parece ocorrer de setembro até março quando o índice gonadal apresentou os maiores valores. Foram encontrados nesse período fêmeas apresentando ovários com ovócitos completamente hidratados e alguns folículos pós-ovulatórios e machos com vasos deferentes com grande quantidade de espermatozóide. O comprimento de primeira maturação sexual foi de 92 cm para fêmeas e 100 cm para machos. A fecundidade de lote estimada variou entre 0,5 e 1,2 milhões de ovócitos. A distribuição de frequência de diâmetro de ovócitos evidencia desova parcelada ou em lotes. Os resultados confirmam a hipótese que a albacora branca desova ao largo da costa brasileira e deve servir para medidas de adoção que contribuam para a conservação do estoque no Atlântico Sul.

Palavras-chave: Atlântico Sul, estação de desova, maturidade sexual, fecundidade de lote, proporção sexual.

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Pesca e Aquicultura, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife/PE, Brazil. vanessacont@bol.com.br.

Reproduction of the albacore, *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1778), caught by the Brazilian longline fleet in Southwestern Atlantic Ocean

Vanessa Pedrosa¹, Paulo Travassos¹, Paulo Oliveira¹, Fábio Hazin¹, Cezar Fernandes¹,
Humberto Hazin¹.

Summary

Albacore Thunnus alalunga inhabit tropical, subtropical and temperate waters of all the oceans, being a high economic resource of oceanic fishing worldwide and is considered a true highly migratory species that exhibit seasonal movements to warm waters during the summer months to reproduce. From 2005 to 2010 were sampled 370 males and 365 females for gonads histological analysis to assigns maturation developmental stages of individuals caught by Brazilian longline tuna vessels in South Atlantic. Sex ratio was almost constant year-round with 1.1♀:1♂. Male length classes varied between 96 and 138 cm FL and they tended to be larger than females, being more frequent in larger classes (> 114 cm FL). Females varied from 89 to 128 cm FL and were more frequent in the smaller size classes. The spawning season appears to occurs from September throughout March when the GI index showed higher values. Females presenting ovaries full of hydrated oocytes and some post-ovulatory follicles, and males with deferent vases filled with sperms were found during this period. The first sexual maturity was 92 cm LF for females and 100 cm LF for males. Batch fecundity estimates varies between 0.5 and 1.2 million eggs. Oocytes diameters frequency distribution evidences batch spawning modes. The results confirm the hypothesis that albacore spawning off the Brazilian coast and may serves for adopting measures that contribute to the their stocks conservation in the South Atlantic.

Keywords: South Atlantic, spawning seasons, sexual maturity, batch fecundity, sex ratio.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Pesca e Aquicultura, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife/PE, Brazil. [E-mail](#)

Introdução

A albacora branca *Thunnus alalunga* (Bonaterre, 1778), entre outras espécies de atuns, é um recurso de alto valor econômico da pesca oceânica no mundo todo, habitando águas tropicais, subtropicais e temperadas de todos os oceanos (Otsu e Uchida, 1959; Collete e Nauen, 1983).

Como outras espécies de atuns, é um peixe pelágico de desova múltipla liberando vários lotes de ovos durante a estação reprodutiva (Zárate et al., 2004). Difere das outras espécies de atuns que desovam o ano inteiro, sendo considerada uma espécie verdadeiramente migratória exibindo movimentos sazonais em direção a águas quentes durante os meses de verão para reproduzir (Schaefer, 2001; Chen et al., 2010).

Esse comportamento pode ser confirmado pelos ciclos migratórios reprodutivos (Ratty et al., 1990), entre os lados leste e oeste das bacias oceânicas. A grande maioria da desova dessa espécie no Pacífico ocorre na porção oeste (Chen et al., 2010) e um comportamento similar pode ser observado no Atlântico (Bard, 1981; Zárate et al., 2004). A migração reprodutiva no Atlântico Sul no sentido oeste foi sugerida por Travassos (1999) após análise de dados da composição de captura com modelos de temperatura da superfície do mar para predizer a influência das anomalias da temperatura na migração em larga escala e distribuição vertical da espécie.

No Atlântico são considerados 3 estoques distintos: um ao norte e outro ao sul (separado por 5°N) e o estoque do Mediterrâneo (ICCAT, 2010). No Oceano Atlântico as capturas alcançam aproximadamente 45.000 toneladas anualmente (ICCAT, 2010), dos quais aproximadamente 50% são capturados no Atlântico Sul. No entanto, a maioria dos dados biológicos para o gerenciamento da espécie nessa região do oceano são oriundos do Atlântico Norte (Bard, 1981; Zárate et al., 2004). Isso está longe do ideal, pois a albacora branca tem diferentes padrões na estação reprodutiva e a amostra é proveniente de diferentes artes de pesca (Ramon e Bailey, 1996).

O conhecimento com relação a biologia reprodutiva, tais como desenvolvimento dos ovócitos, ciclo de desova, áreas de desova, padrões de desova, maturidade e fecundidade, são importantes para o gerenciamento da pesca e devem servir como base de dados para estimar a biomassa do estoque desovante (Murua *et al.*, 2003).

Dessa maneira, o objetivo desse trabalho é apresentar novos dados sobre proporção sexual, estação de desova, maturidade sexual e fecundidade de lote da albacora branca capturada no Atlântico Sul.

Material e métodos

No período de 2005 a abril de 2010 foram coletadas gônadas de 783 indivíduos de *Thunnus alalunga* através de observadores do Programa Nacional de Observador de Bordo (PROBORDO), do Ministério da Pesca e Aquicultura, embarcados na frota brasileira composta de barcos estrangeiros arrendados em atividade no país. O aparelho de pesca empregado nestas embarcações é o espinhel pelágico e as operações de pesca ocorreram entre as latitudes de 5° N à 32° S (Figura 1).

Foram mensurados o comprimento furcal (cm) e peso das gônadas (g) de todos os exemplares amostrados, realizando-se em seguida, a classificação macroscópica das gônadas seguindo metodologia adaptada de Chen et al. (2010).

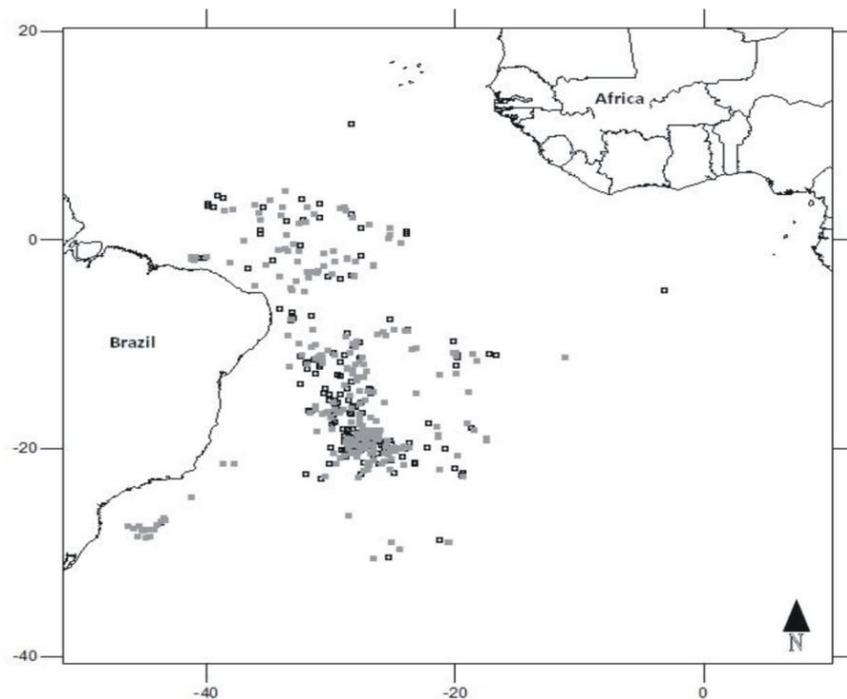


Figura 1. Distribuição das capturas com espinhel no Atlântico Sudoeste Tropical de exemplares de *T. alalunga* amostrados para coleta de gônadas.

Os pares de gônadas de machos e fêmeas também foram avaliados para se observar a existência de diferenças nas porções direita e esquerda no que se refere aos seus pesos (g), comprimentos e larguras (cm). Os testes de normalidade revelaram que a amostra apresentou característica de não normalidade. Devido a esse fato se usou o teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov para os pares em relação aos comprimentos ($p=0,997$), larguras ($p=0,751$) e pesos ($p=0,985$).

A proporção sexual foi analisada por meio da relação do número total de machos e fêmeas para todos os meses e classes de comprimento. Para isso, usou-se o teste não-paramétrico X^2 ao nível de significância de 5% (Zar, 1999). O teste de Komolgorov-Smirnov foi aplicado ($p < 0,05$) para avaliar se houve diferenças entre as relações de comprimento furcal entre os sexos.

Para as análises histológicas foram feitos cortes transversais com auxílio de um microtômo (6 μm) nas porções medianas de 300 gônadas (200 fêmeas e 100 machos), os quais foram desidratados em álcool, diafanizados em xilol, impregnados em parafina e corados com Hematoxilina e Eosina. A classificação microscópica e macroscópica para machos e fêmeas foi adaptada de Chen et al. (2010), conforme descrição abaixo:

Fêmeas:

- ✓ Imaturo (ovócitos avitelogênicos ou em cortical alveoli),
- ✓ Em maturação (vitelogênese lipídica e início da vitelogênese protéica),
- ✓ Maduro (Vitelogênese final e núcleo migratório),
- ✓ Desovando / Desovada (ovócitos hidratados e folículos pós-ovulatórios),
- ✓ Repouso (ovócitos avitelogênicos e atresia).

Machos:

- ✓ Imaturo (sem espermatozóide),
- ✓ Em maturação (presença de espermátides e raros espermatozóides),
- ✓ Maduro (raras espermátides e muitos espermatozóides),
- ✓ Ejaculando / ejaculado (muitos espermatozóides e esvaziamento de alguns vasos deferentes),
- ✓ Repouso (esvaziamento total dos e vasos deferentes, espermatozóides residuais e processos de absorção).

O índice gonadal (I_G) foi obtido para todos os meses para cada espécime maduro através da equação proposta por (Kume & Joseph, 1969):

$$I_G = Pg / CF^3 * 10^4,$$

onde: Pg (peso da gônada em g) e CF (Comprimento Furcal em cm). Também foi usado o desvio padrão para estimar a variação durante os meses para machos e fêmeas.

O tamanho de primeira maturação gonadal foi obtido através da equação logística não linear através da frequência relativa de indivíduos adultos por classe de comprimento (CF) usando a equação:

$$Mf = \exp(b + a * FL) / 1 + \exp(b + a * FL)$$

onde M_f é a fração dos indivíduos que se encontram aptos a reproduzirem-se. Foi usado o STATISTICA 7.1, usando o modelo de regressão logística não linear para estimar o L_{50} e o ajuste dos pontos foi feito através do método de *maximum verosimilhança*.

A fecundidade foi estimada a partir do método gravimétrico proposto por Hunter et al., (1985), empregado em espécies que apresentam fecundidade indeterminada, com as desovas ocorrendo em lotes e havendo o remanejamento constante dos ovócitos do estoque de reserva. Em função disto não é possível estimar a fecundidade total no início da estação reprodutiva, como ocorrem com peixes de desova total (Hunter e Macewicz, 1985). Assim, estimativas da fecundidade são feitas para cada lote através da contagem dos ovócitos hidratados. Foram retiradas sub-amostras de 15 gônadas da região mediana de um dos pares. Foram feitas 3 réplicas com sub-amostras pesando 0,05 g cada. Para a estimativa da fecundidade por lote usou-se a seguinte equação:

$$F = (nOp/gOp)/n * Pg,$$

onde:

nOp = número de ovócitos em cada alíquota,

gOp = peso de cada alíquota,

n = número de repetições

Pg = peso da gônada.

Todas as fêmeas usadas para a estimativa da fecundidade se encontravam no estágio desovando, que inclui aquelas com grande número de ovócitos hidratados e também apresentavam raros folículos pós-ovulatórios. Isto ocorre devido à alta frequência de desova que impede que sejam obtidas fêmeas apenas com ovócitos hidratados, pois as capturas nem sempre coincidem com o momento anterior a desova.

O tipo de desova foi determinado através da medição dos ovócitos de três fêmeas no estágio desovando através do programa IMAGETOOL versão 3.0.

Resultados

Foi observado macroscopicamente que as relações comprimento, largura e peso dos pares das gônadas de *T. alalunga* ($n = 120$) não apresentaram diferenças significativas, embora, aparentemente um dos pares seja maior e mais pesado que o outro.

A proporção sexual foi quase constante o ano todo, com 1.1♀:1.0♂, entre 407 fêmeas e 376 machos. As classes de comprimento dos machos variaram entre 96 e 138 cm CF havendo um predomínio dos machos nas maiores classes de comprimento (> 114 cm CF). O comprimento das fêmeas variou de 89 a 128 cm CF sendo mais frequentes nas menores classes de

comprimento (Figure 2). O teste de Komolgorov-Smirnov confirmou a diferença entre os comprimentos de machos e fêmeas ($p < 0,05$).

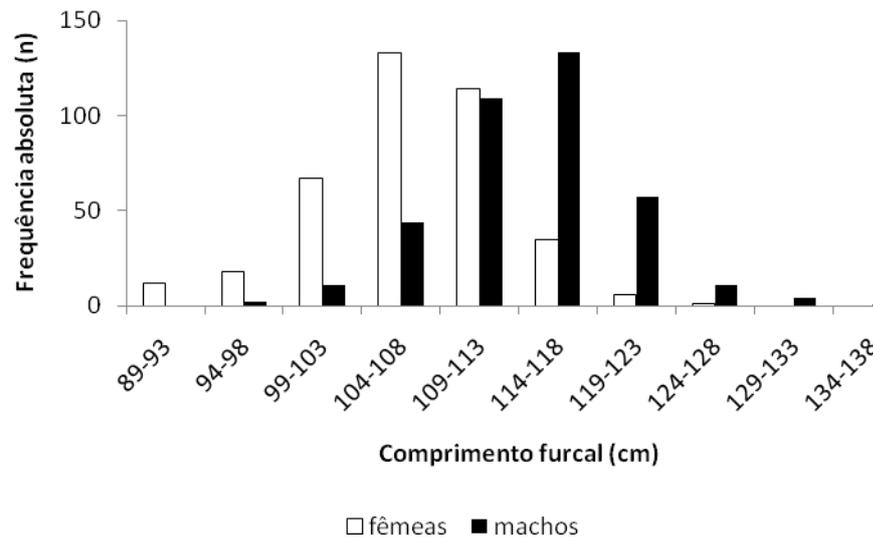


Figura 2. Distribuição da frequência de comprimento por sexo de *T. alalunga* capturado no Atlântico Sudoeste Tropical.

Como resultado da análise macroscópica das gônadas (370 fêmeas e 365 machos), observou-se que apenas 8 fêmeas foram classificadas como imaturas, 56 em maturação, 87 maduras, 76 desovando, 33 desovadas e 110 em repouso (Figura 3 e Tabela 1). Entre os machos, 8 estavam imaturos, 40 em maturação, 78 maduros, 92 ejaculando, 76 ejaculados e 71 em repouso (Figura 4).

Tabela 1. Classificações macroscópica e microscópica das gônadas de fêmeas do Atlântico Sul de *Thunnus alalunga*.

Estádio de maturação	Característica macroscópica dos ovários	Características microscópicas dos ovários
Imaturo	Ovários pequenos (5 - 47 g, $I_G = 0,1- 0,4$) finos e alongados, transparentes/ sem vascularização.	Abundância de ovócitos avitelogênicos e sem atresia.
Em maturação	Ovários pequenos e médios (60 - 280 g, $I_G = 1,0 - 2,0$) levemente amarelo e com início suave de vascularização.	Ovócitos vitelogênicos presentes e maior abundância de ovócitos avitelogênicos, sem ovócitos hidratados.
Maduro	Ovários grandes (280 -390 g, $I_G = 2,3 - 3$), amarelo-alaranjado e com bastante vascularização.	Maioria dos ovócitos em vitelogênese protéica e sem ovócitos hidratados.
Desovando	Ovócitos muito grandes e vascularizados visíveis ao olho sem equipamento (550 - 800 g, $I_G = 3 - 3,5$).	Ovócitos hidratados e poucos folículos pós-ovulatórios quando presentes.
Desovada	Ovários médios a grandes e parede fina (200-470 g, $I_G = 1,7- 2,8$) alaranjados.	Folículos pós-ovulatórios abundantes; poucos ovócitos hidratados.
Repouso	Ovários pequenos e flácidos (45-100 g, $I_G = 1,0$) marrons ou roxos escuro.	Atresia de ovócitos vitelogênicos, sem ovócitos vitelogênicos, abundante em ovócitos avitelogênicos.

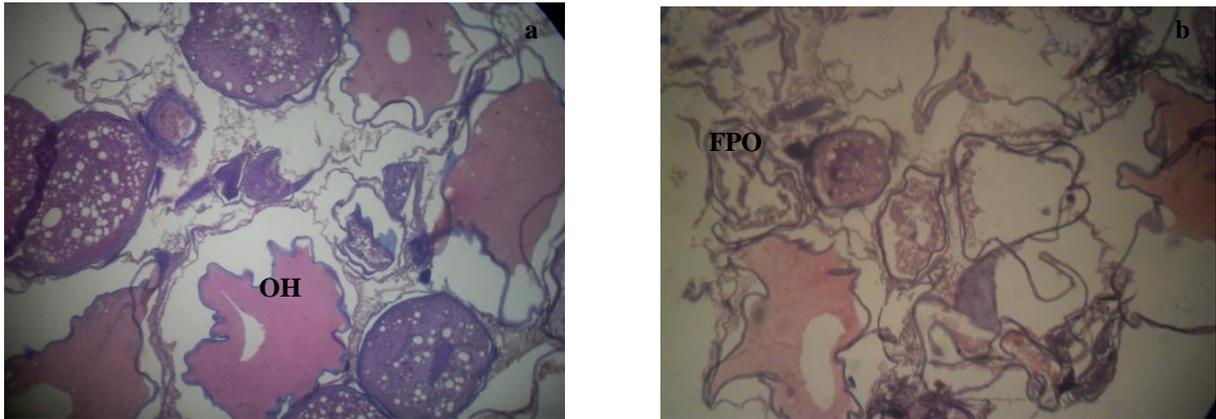


Figura 3. Corte histológico de fêmea de *T. alalunga* corado com hematoxilina-eosina (a - esquerda) desovando com ovócitos hidratados (OH) e desovada (b - direita) com folículos pós-ovulatórios (FPO). Aumento de 40x.

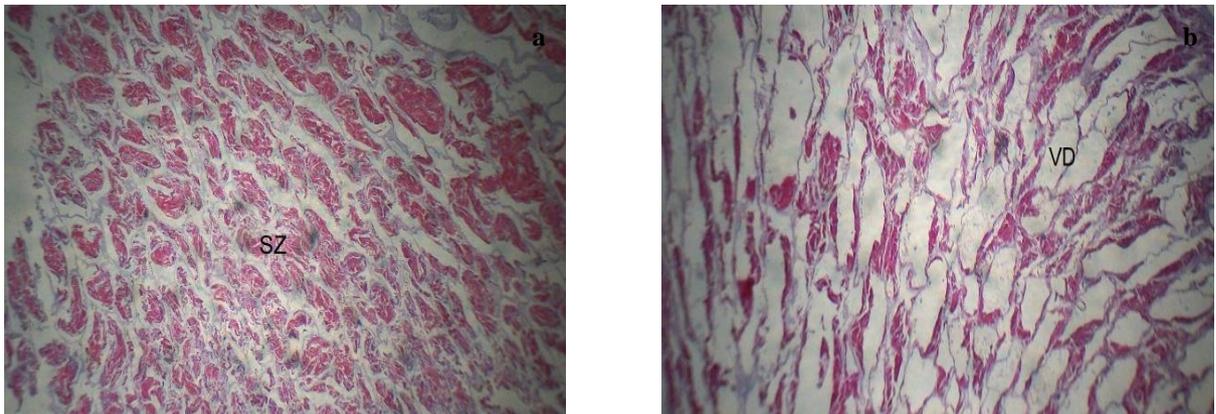


Figura 4. Cortes histológicos de machos de *T. alalunga* corado com hematoxilina-eosina (a - esquerda) maduro com muitos espermatozoides (SZ) nos vasos deferentes (VD) e (b - direita) ejaculado com esvaziamento dos vasos deferentes. Aumento de 40x.

A estação reprodutiva parece ocorrer de setembro a março, período no qual observou-se maior ocorrência de fêmeas maduras e desovando, evidenciado pela ocorrência de fêmeas com ovócitos hidratados com conseqüente aumento dos valores do índice gonadal ($Ig=3-3,5$) e pico de desova nos meses de dezembro e janeiro. As fêmeas imaturas ($Ig=0,2-0,6$) ocorreram em menor número durante o ano, enquanto que as em repouso ($Ig=1$) ocorreram em maior freqüência entre abril e agosto (Figura 5). No entanto, nestes meses também foram registradas raras fêmeas maduras ($Ig=2,3-3$).

Os machos apresentaram o mesmo período reprodutivo, de setembro a março, com espécimes maduros e ejaculando evidenciado pela presença de espermatozoides nos vasos deferentes havendo aumento dos valores do índice gonadal ($Ig=1-1,2$) (Figura 8), além de indivíduos com esvaziamento dos vasos deferentes (ejaculados) com valores do índice gonadal mais baixos ($0,8-1$). Os machos imaturos ($Ig=0,13-0,4$) ocorreram em menor número, e os em repouso ($Ig=0,6$) tiveram maior freqüência entre os meses de abril e agosto (Figura 6).

O final da desova de *T. alalunga* no Atlântico Sudoeste parece ocorrer em março, com a presença de um grande número de fêmeas com folículos pós-ovulatórios e atresia alfa e beta.

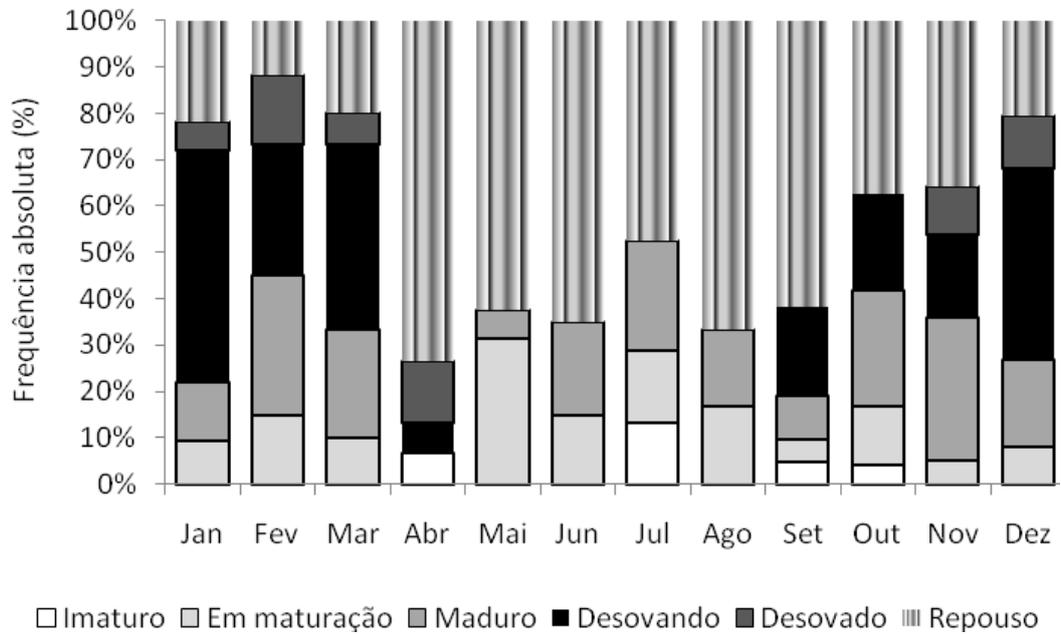


Figura 5. Sazonalidade dos estágios de maturação sexual de fêmeas (n=370) capturados no Atlântico Sudoeste Tropical.

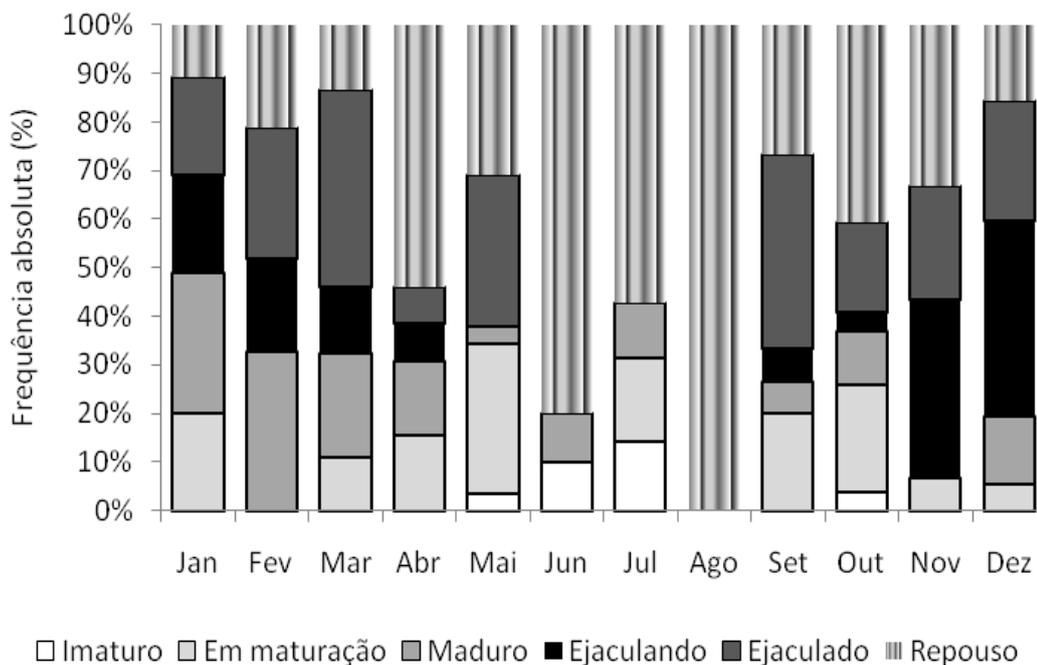


Figura 6. Sazonalidade dos estagios de maturação sexual de machos (n=365) capturados no Atlântico Sudoeste Tropical.

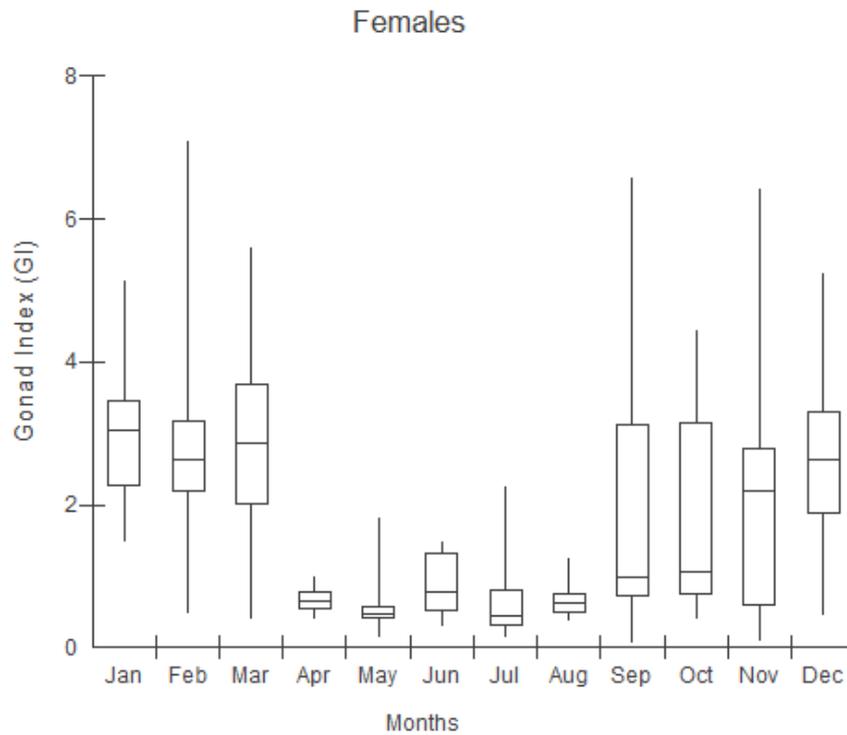


Figura 7. Índice gonadal para fêmeas de *T. alalunga* no período de 2005-2010.

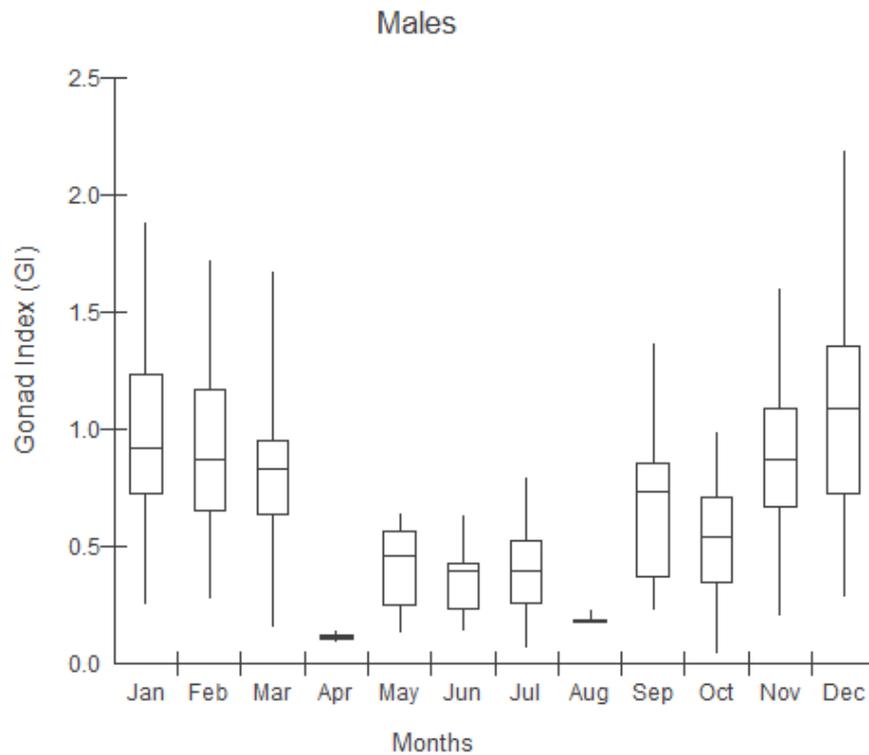


Figura 8. Índice gonadal para machos de *T. alalunga* no período de 2005-2010.

Para as fêmeas foi estimado um tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) de 92 cm de CF ($r^2=0,97$) e para os machos de 100 cm de CF ($r^2=0,97$) (Figura 9). As fêmeas analisadas histologicamente encontravam-se maduras e reprodutivamente ativas em maior frequência a partir de 97 cm CF e com moda entre 103-113 cm de CF. As fêmeas que apresentaram maior número de ovócitos hidratados, e que, portanto, estavam desovando, ocorreram nos comprimentos entre 104-113 cm ($Ig=3-4$).

Os machos estavam maduros a partir de 97 cm de CF e moda entre 102-121 cm de CF. Os machos que apresentaram vasos deferentes completamente preenchidos por espermatozoides ocorreram nos comprimentos entre 107-116 cm ($Ig=1,2$).

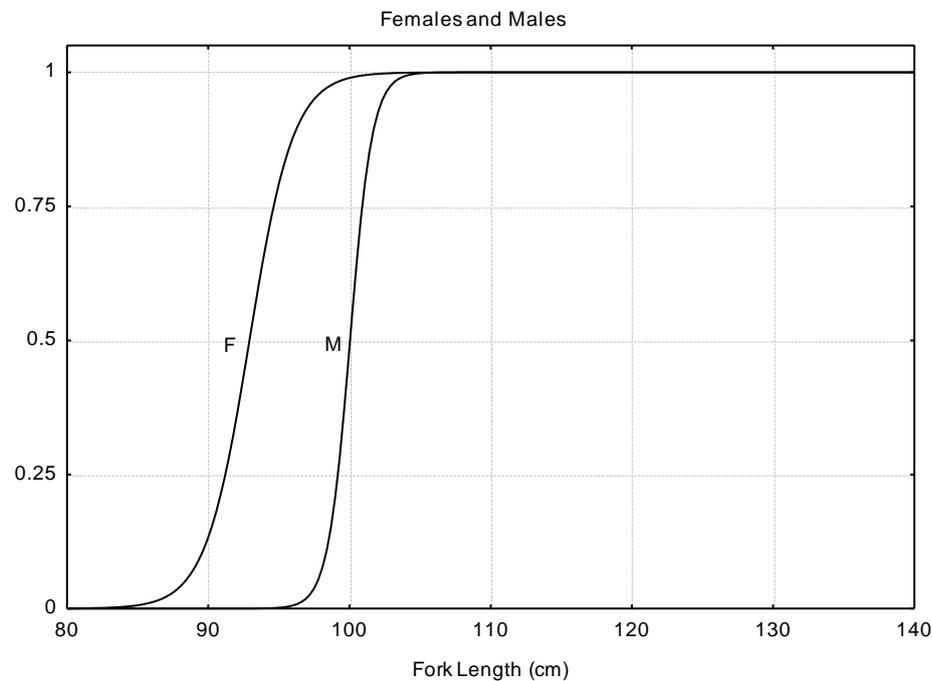


Figura 9. Tamanho médio de primeira maturação sexual (L_{50}) para fêmeas e machos *T. alalunga* do Atlântico Sudoeste Tropical.

Os ovários usados para fecundidade tiveram peso médio de 552 g. À fecundidade por lote variou entre 0,5 a 1,2 milhões de ovócitos com cerca de 3.700 ovócitos/g. A frequência em número de ovócitos hidratados variou de 53 a 304 em cada lote de 0,05 g. A fecundidade apresentou mais relação com o peso da gônada ($r^2=0.6686$) (Figura 10).

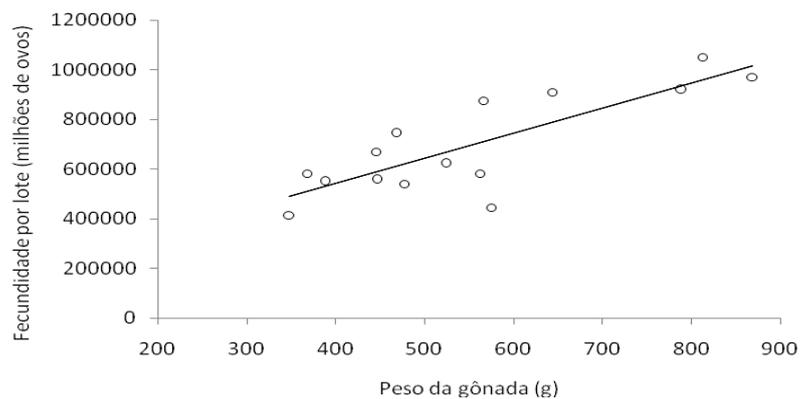


Figura 10. Relação entre a fecundidade por lote e o peso dos ovários para *T. alalunga* do Atlântico Sudoeste Tropical (n=15).

O diâmetro dos ovócitos variou entre 50- 1200 μm , com média de 185 ovócitos avitelogênicos (50-100 μm), 68 vitelogênicos (100-350 μm) e 47 hidratados (600-1200 μm). Foram observados sucessivos “clutches” de ovócitos em diferentes fases de desenvolvimento em fêmeas hidratadas e ativas sendo bem evidente e caracterizado o lote de ovócitos hidratados a serem desovados, com um pequeno hiato entre os outros grupos de ovócitos subsequentes que serão remanejados em seguida para o próximo lote a ser hidratado e liberado. Não há nenhum hiato entre os ovócitos avitelogênicos e vitelogênicos, os quais serão todos recrutados na estação reprodutiva. Estas evidências sugerem fecundidade indeterminada ou em lotes, e desovas múltiplas ou parceladas.

Discussão

A proporção sexual observada para *T. alalunga* do Atlântico Sudoeste (1,1♀:1♂) não desviou significativamente da proporção esperada para a maioria das espécies de atuns anterior ao período reprodutivo (1♀:1♂) de acordo com Schaefer (2001). Essa proporção também foi observada por Zavala-Camim (1978) no segundo e terceiro trimestre do ano no Atlântico Sudoeste. Durante a estação reprodutiva, no mês de janeiro foi observada maior proporção de machos em relação às fêmeas que pode estar relacionada ao comportamento de coorte destes, como observado em cativeiro para *T. albacares* (> 90 cm), onde mais de um macho foi observado perseguindo à mesma fêmea (Bayliff, 1998).

Estudo realizado por Otsu e Sumida (1968) apontou a dominância de machos para *T. alalunga* nas maiores classes de comprimento. Chen et al., (2010) observaram que para *T. alalunga* do Pacífico Norte houve predominância de grandes machos nas classes maiores que 101 cm e que a presença de grandes fêmeas na amostra foi rara.

Neste trabalho, os machos predominaram em classes maiores que 114 cm (1♀:4,9♂) com poucas ou nenhuma fêmea tendo ocorrido nessas classes. Isso poderia ser explicado pelas diferenças de mortalidade natural entre os sexos ao invés de diferenças na taxa de crescimento e vulnerabilidade a captura (Schaefer, 1998). Alguns trabalhos reportaram um maior número de machos nas maiores classes de comprimento para *T. albacares* (Schaefer, 1998) e *T. obesus* (Miyabe e Bayliff, 1998). Este fato não é comum entre os peixes, pois normalmente são as fêmeas que predominam nas maiores classes de comprimento e atingem maiores tamanhos (Pauly, 1994).

A presença de ovócitos hidratados e folículos pós-ovulatórios são estruturas que identificam atividade recente (24h) de desova (Schaefer, 1998; West, 1990). Neste estudo, a presença de fêmeas com essas estruturas no primeiro e quarto trimestres do ano, nos quais a temperatura da água estava acima de 24° C, indicou que o Atlântico Sudoeste Tropical é uma região de desova para a albacora branca, fato anteriormente sugerido por Travassos (1999).

O incremento no índice gonadal de setembro a março foi bastante significativo em relação aos outros meses do ano, com pico nos meses de dezembro e janeiro, sendo observadas fêmeas hidratadas ou com folículos pós-ovulatórios. Além disso, trabalhos anteriores apontaram que nesta época havia importantes capturas de indivíduos > 90 cm (Barros e Fonseca, 1965; Lima e Wise, 1962;) no qual o tamanho de primeira maturação sexual é sugerido ser atingido (Bard, 1981). O final da desova em *T. alalunga* no Atlântico Sudoeste ocorre em março, quando foram observadas muitas fêmeas com folículos pós-ovulatórios e atresia- α e atresia- β . Scheidt (2005) analisando gônadas de *T. alalunga* no Atlântico Sudoeste encontrou os maiores valores do índice gonadal nos meses de dezembro e janeiro além de observar um decréscimo a partir de abril. A sazonalidade reprodutiva da albacora branca no Atlântico Sul, com concentrações ao largo da costa brasileira (Travassos, 1999), fica caracterizada pela ocorrência abundante de fêmeas com ovócitos hidratados e folículos pós-ovulatórios entre a primavera e o verão.

O tamanho médio de primeira maturação sexual de 92 cm e 100 cm estabelecido para as fêmeas e machos nesse estudo podem ter sido super estimados tendo em vista que a amostra foi em sua maioria composta por espécimes maiores que 90 cm de comprimento no qual acredita-se que a espécie atinja sua maturidade sexual no Oceano Atlântico (Bard, 1981). Estudo conduzido no Atlântico Norte Central e Tropical por Zárte et al. (2004) apontou que fêmeas de *T. alalunga* maiores que 90 cm apresentavam diferentes estágios de maturação gonadal (maduro, iminente desova e desova recente) bem como os machos (maduros e em maturação). Este fato também foi observado para a espécie no Atlântico Sul.

As frequências de diâmetro dos ovócitos em *T. alalunga* neste estudo sugerem desovas múltiplas devido à presença de várias modas sucessivas de ovócitos avitelogênicos, em vitelogênese e hidratados que serão liberados em lotes. Isto também foi observado para a albacora branca no Pacífico (Chen et al., 2010). A fecundidade de lote encontrada para *T. alalunga* do Atlântico Sudoeste foi de 0,5 a 1,2 milhões de ovócitos. Chen et al., (2010) para o Pacífico Norte estimaram a fecundidade de lote em torno de 0,17 a 1,66 milhões de ovócitos. Para a albacora branca do Mediterrâneo a fecundidade de lote estimada variou entre

0,54 a 1,3 milhões de ovócitos (Saber et al., 2010).

As fêmeas de *T. alalunga* usadas para a determinação da fecundidade apresentavam estágio avançado de hidratação dos ovócitos, porém com alguns folículos pós-ovulatórios. Segundo Schaefer (1998) a captura de fêmeas nos estágios de núcleo migratório ou hidratado é difícil pela transitoriedade desses estágios, que duram poucas horas, e porque as capturas da pesca comercial não necessariamente coincidem com o período anterior a desova.

References

BARD, F.X. 1981. Le thon germon *Thunnus alalunga* (Bonaterre 1788) de l'Océan Atlantique. De la dynamique des populations à la stratégie démographique. Thèse de Doctorat d'Etat et Sciences Naturelles. University Pierre et Marie Curie. Paris. 336 p.

BARROS, A. C. and Fonseca, J. B. C. 1965. Análises das pescarias de atuns e espécies correlatas no Atlântico tropical no ano de 1963. B. Est. Pesca. Recife, SUDENE, 5 (2): 23-32.

BAYLIFF, W. H., Ed. 1998. "Inter-American Tropical Tuna Commission, Annual Report for 1996". IATTC, La Jolla, CA.

CHEN, K.-S.; CRONE, P. R.; HSU, C-C. 2010. Reproductive Biology of albacore *Thunnus alalunga*. Jour. Fis. Biol. 1-18.

LIMA, F. R.; WISE, J. P. 1962. Primeiro estudo da abundância e distribuição da albacore de lage e a albacora branca na região ocidental do oceano Atlântico tropical, 1957 -1961. B. Est. Pesca, Recife, 2 (10).

MIYABE, N.; BAYLIFF, W. H. 1998. A review of the biology and fisheries for bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Pacific Ocean. Inter-Am. Trap. Twta Comm., Spa., Rep. 9, 129-170.

MURUA, H. and Saborido-Rey. 2003. Female Reproductive Strategies of marine fish species of the North Atlantic. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 33: 23-31.

OTSU, T. and Sumida, R. F. 1968. Distribution, apparent abundance, and size composition of albacore (*Thunnus alalunga*) taken in the longline fishery based in American Samoa, 1954-65. *Fishery Bulletin of the Fish and Wildlife Service* 67, 47-69.

PAULY. D. 1994. On the Sex of Fish and the Gender of Scientists. Chapman and Hall. London.

SABER, S.; Gómez Vives, M.J.; Báez, J.C.; Godoy, D. and Macías, 2010. D. Estimating batch fecundity of the mediterranean albacore. a comparison between quantification of postvitellogenic follicles and postovulatory follicles. Collect Vol. Sci. Pap SCRS/2010/131, ICCAT.

SCHAEFER, K. M. 1998. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 21: 201-272.

SCHAEFER, K. M. 2001. Reproductive biology of tunas. In: *Fish Physiology*, Vol. 19 (Block, B. A. & Stevens, E. D., eds), pp. 225–270. San Diego, CA: Academic Press.

SCHEIDT, G. S. S. 2005. Pesca, distribuição, migração e biologia reprodutiva da albacora branca *Thunnus alalunga* em relação à estrutura termal de massas d'águas e correntes oceânicas na costa do Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 89 p.

TRAVASSOS, P. 1999. Anomalies Thermiques et peche du germon (*Thunnus alalunga*) dan's Atlantique Tropical Sud-Ouest. Col.Vol.Sci.Pap. ICCAT, 49 (4): 324-338.

ZÁRATE, V. O; Macías, D.; Satoh, K.; Saito, H. 2004. Information on the reproduction of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Central and Tropical North Atlantic. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56 (4): 1450-1462.

ZAVALA-CAMIN, L. A 1978. Distribución del atún blanco (*Thunnus alalunga*) em el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977). Inst. Pesca. São Paulo, 5 (1): 26-39.

WEST. G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: A review. Aust. J. Mar: Fresh-water Res. 41, 199-222

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a hipótese de que a albacora branca se reproduz ao largo da costa do Brasil, aproximadamente entre 5° e 25° S, durante o primeiro e quarto trimestres do ano, quando as condições ambientais desta região são propícias à desova, principalmente no que se refere à temperatura da água. A observação de fêmeas com ovócitos hidratados e folículos pós-ovulatórios e de machos com vasos deferentes com espermatozoides ou esvaziados nesse período, confirmam esse fato.

Embora estes resultados sejam de grande relevância para a conservação da espécie, faz-se necessária a realização de estudos complementares para definir a frequência de desova, a qual, junto com a fecundidade de lote, permitirá estimar a fecundidade total da espécie.

Além disso, as informações geradas sobre a biologia reprodutiva da albacora branca do Atlântico sul servirão de subsídios para a avaliação do estoque desta espécie, que anteriormente era realizada com base nos dados do estoque do Atlântico norte.

GUIDELINES FOR AUTHORS OF SCIENTIFIC PAPERS FOR THE ICCAT SCRS AND COLLECTIVE VOLUME SERIES

1. Introduction

The ICCAT Collective Volumes (also known as “Red Books”) are produced annually and contain the Reports of SCRS Working Groups, the Detailed Reports of stock assessment sessions, and the scientific contribution papers (non peer-reviewed) submitted to the SCRS. Generally there is one volume per year with 4-5 numbers.

Scientific papers are solicited and received from scientists. Papers may be written in English, French or Spanish.

There are no page limits for the contributed papers, although authors are urged to limit the content of their papers to the material that is essential to understand them. Papers are not peer-reviewed, except for some special editions, and responsibility for the contents rests upon the authors and not ICCAT.

2. Submission process

To be more consistent with the submission process of other learned journals, without sacrificing quality, authors are requested to follow formatting instructions closely. Failure to follow formats may result in your paper being returned to you for re-formatting. Publication of your document may be delayed by one year or canceled, as a result. Please consult the checklist at the end of the document before submitting your document.

Prior to each SCRS meeting, there is a call for papers. Following the SCRS Plenary Sessions, a notice is sent to all senior authors of SCRS documents requesting them to indicate their intention to publish their documents in the Collective Volume series, and to submit their papers by the deadline date stipulated in the notice. Authors **must** provide the Secretariat with an **electronic copy** in WORD (**storage support** or **by e-mail**) of all papers, including tables and figures. The deadline for the receipt of documents is 09:00 on the first day of the meeting where the paper is presented, and the deadline for receipt of final electronic copies for publication will be that indicated in the notice sent prior to the end of the year.

3. Formats

First page of document should include the title, author(s) with addresses, including e-mail address, in a footnote, the summary (**180 word limit**) and keywords. Summaries will be translated by the Secretariat to the three official ICCAT languages and inserted on the first page. The summaries should include the aim of the investigation, a brief description of procedures applied and results, and conclusions (if any). Because abstracts are subsequently included in bibliographic databases (ASFA, ICCAT), it is important that they represent the research clearly and concisely.

Keywords: Choose up to 10 from the attached list. The attached list includes the most common keywords in fisheries (in English only), which are used in the ASFA database. Regardless of the original language of the paper, keywords should only be in English.

General text must be in Times New Roman 10 (see margins below). Headings should be short, reflect a logical sequence, and follow the rules of multiple subdivision (*i.e.*, there can be no subdivision without at least 2 two subheadings). The entire text should be intelligible to readers and therefore, acronyms and abbreviations should be written out and all lesser-known technical terms should be defined the first time they are mentioned. Dates should be written as follows: 10 November 2008. Measures should be expressed as metric units, *e.g.*, metric tons (t).

References to works that have been published: The format for references **within the text** should follow the name and year system. In the text, write “Smith and Jones (1999)” but if the reference is parenthetical, then write “(Smith and Jones 1999).” In the **References section**, list alphabetically by the last name of the major author. References that have the exact same author(s) and published in the same year should be assigned a letter to distinguish among them (2002a for the first, 2002b for the second, etc.), and these should be cited as such in the text! Authors are responsible for completeness of all references. References format: Author (last name, followed by first name initials), year, title of report or manuscript, abbreviated title of the series in which the article was published, volume number, page numbers. The abbreviated title should be in accordance with the list of abbreviated titles of series (List of Serial Title Word Abbreviations-ISO4, published by the International ISSN Center, at 20 rue Bachaumont, F-75002 Paris; <http://www.issn.org>.) For books please provide publisher, city and country. (see Section 4 for samples).

Tables should be grouped together and placed immediately after the text. Tables should be cited in numerical order in the text. Tables should be numbered (in Arabic numbers) and the table headings should be placed above the table; avoid using grids. Table headings should be short but sufficient to allow the table to be intelligible on its own. All unusual symbols should be explained in the Table legend. Other incidental comments may be footnoted.

Figures should be grouped together and be placed after the tables. Figures should be cited in numerical order in the text. Figures should be numbered (in Arabic numbers) and the figure caption should be placed beneath the figure; avoid using grids. Clearly identify numerical scales, units and legends for the X and Y axes for each figure.

Formulas should be italics, with double spacing above and below the formula.

For your convenience, below is a **summary** of the formatting instructions and a **model page** is attached.

4. Summary of formatting instructions

Software: MSWord

Paper size: A4

Margins: Top, Bottom, Left, Right: 2.5 cm

Headers: 1.5 cm; Footers: 2.0 cm

Summaries: Indented by 1.2 cm (left and right).

Line spacing: Text: Single

Between paragraphs: Double

Before major headings: Triple

(For contributors using an East Asian version of MSWord, please ensure that the printed copy is indeed single-spaced.)

Page numbering: None

Header: First page only: SCRS/200x/xxx [insert year and document number]

Font type: Times New Roman (TNR)

Font size: Title of Document: **TNR 12**

Rest of Document **TNR 10**

Footnotes: **TNR 8**

Case: Only the document title on the first page in CAPS!

Tabs: No paragraph indents

Files: 1 file in MSWord (formatted according to above instructions)

5. Checklist

Before submitting your paper, have you...

- used MSWord?
- used A4 paper, 2.5 cm margins, 1.5 cm headers and 2.0 cm footers?
- Times New Roman 12 caps **only** for title of the document? Times New Roman 10 font for text,
- single spaced the text? double spaced between paragraphs?
- included a Summary and Keywords?
- kept to the 180 word limit for the Summary?
- used the “insert” “footnote” feature of MSWord to include the author(s) address(es)?
- numbered all tables and figures consecutively?
- referred to all of the tables and figures in the **boldface** text in the text?
- verified the bibliographic references in the text with the References section?
- updated the reference if any document indicated as “in press” has since been published?

[START TEXT OF DOCUMENT]

Reset all margins to 2.5 cm. [NO paragraph indent.] The text of the papers can be submitted in any of the three official languages of the Commission (English, French, Spanish).

1. Major headings: Bold, sentence case [triple space before starting a new major heading]

1.1 Sub-headings: Italics, bold, sentence case [double space before sub-headings and between paragraphs]

1.1.1 Sub-titles within sub-heading: Italics, lower case

References

Surname of first author, name or initial(s), Surname(s) of other author(s), name or initials.
Year of publication. Titl of paper. Journal or publication Vol. (No.): pages.

Example:

ICCAT. 2003. Atlantic Swordfish Executive Summary. *In* ICCAT Report for Biennial Period 2002-03, Part I (2002), Vol. 2: 115-124.

Anon. 2003. Report of the 2002 Atlantic Swordfish Stock Assessment Session. Collect Vol. Sci. Pap. ICCAT 55(4): 1289-1415.

Smith, J.E. and Brown . Assessment of skipjack stocks. FAO Fish. Yearbook 22(5): 262-265.

Cressie, N.A.C. 1993. Statistics for Spatial Data. Revised edition, New York, Wiley. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. DeAngelis, D.L., Mooij, W.M., Basset, A. 2003, The importance of spatial scale in the modeling of aquatic ecosystems. *In* Seuront, L., Strutton, P.G. (Eds.) Handbook of Scaling Methods in Aquatic Ecology, London, CRC Press, pp.383.

1 Affiliation, address, etc. E-mail address of lead author. [Times New Roman 8]; please use the “insert” “footnote” feature of MSWord

[Number Tables and Figures consecutively (in Arabic numbers); Place table heading **above** the table; place figure captions **below** the figure. Cited tables and figures in the text should be **boldface** type (e.g., “...as illustrated in **Table 1** and **Figure 1**...”).]

Table 1. Headings of tables should be short but sufficient to allow the table to be intelligible on its own.

Insert tables here:

- Please use TNR 10;
- Please avoid using grids;
- Please keep standard margins (above);
- Please do not paste “pictures” if possible, prepare or convert your table to MSWord;
- All unusual symbols should be explained in the Table legend;
- Other incidental comments may be footnoted.

Insert figures here:

- Please avoid using grids;
- Please keep standard margins (above);
- Clearly identify numerical scales, units and legends for the X- and Y-axes for each figure;
- All symbols should be explained in the figure key;
- In your graphics file, use “copy” and in your MSWord file use “paste special” – “picture” to minimize the space in the file;
- Click on the picture, then go to “format,” “picture,” “layout” and choose “in front of text” for best results.

Figure 1. Captions for figures should be short but sufficient to allow the figure to be intelligible on its own.

Doc. No.: SCRS/2003/FIELD(1-Number) **Authors/Auteurs/Autores:** FIELD(3-Authors)
Circle or highlight up to 10 keywords from the list, and, if necessary, specify the species of interest.

Entourer d'un cercle ou surligner un maximum de 10 mots-clés de la liste et, si nécessaire, préciser les espèces concernées.

Rodear con un círculo o resaltar hasta 10 palabras clave de la lista y , si es necesario, indicar las especies de interés.

ANALYSIS	Depleted stocks	Sex ratio	Capture fishery	Fishery statistics
Accuracy	Diving	Sexual dimorphism	economics	Fishery surveys
Artificial intelligence	DNA	Sexual maturity	Coastal fisheries	Fishing effort
Autocorrelation	Ecological aggregations	Spawning	Commercial fishing	Imaging techniques
Catch/effort	Ecological associations	Spawning grounds	Echosounders	Length-weight relationships
Catchability	Ecosystems	Spawning migrations	Exploitation	Logbooks
Computer programs	Electrophoresis	Spawning seasons	Fish detection	Remote sensing
Econometrics	Escapement	Stock identification	Fish fillets	Research vessels
Economic analysis	Ethology	Stomach content	Fish handling	Size composition
Economic models	Evolution	Tagging mortality	Fish products	Size distribution
Experimental research	Fecundity	Taxonomy	Fish storage	Sonic tags
Fishery economics	Feeding behaviour	Vulnerability	Fish utilization	Statistical sampling
Fishing mortality	Feeding migrations	Yield	Fishery development	Tagging
Fishing power	Fish diseases	Zoobenthos	engineering	MANAGEMENT
Gear selectivity	Fish eggs	Zooplankton	industry	Coastal zone management
Least squares method	Fish larvae	ENVIRONMENT	products	Ecosystem management
Mathematical models	Fish physiology	Bottom topography	Fishery technology	Exclusive Economic Zone
Multivariate analysis	Fishery biology	Climatic data	buoys	Exclusive rights
Natural mortality	Fishery sciences	Convergence zones	Fishing capacity	Fishery boundaries
Numerical analysis	Food preferences	Current data	Fishing gear	Fishery disputes
Random processes	Forage fish	Dissolved oxygen	Fishing grounds	Fishery management
Simulation	Genetics	Environmental conditions	Fishing lines	Fishery policy
Steady state	Geographical distribution	Environmental effects	Fishing nets	Fishery regulations
Stochastic processes	Growth curves	Environmental factors	Fishing technology	International waters
Stochastic models	Habitat	Fishery oceanography	Floating structures	Legislation
Stock assessment	Homing behaviour	Long-term changes	Gillnets	Licensing
Time series analysis	Identification keys	Mercury	High seas fisheries	Overfishing
	Juveniles	Mixed layer	Holding capacity	Quota regulations
	Life history	Oceanography		Resource conservation
	Longevity	Pelagic environment		Season regulations
	Migrations	Pollution effects		Size limit regulations
	Morphometry	River plumes		Surveillance and enforcement
		Salinity		Trade
		Seasonal variations		Underutilized species
				OTHER
				KEYWORDS
			
			
			
			

Variance analysis	Nervous system	Short-term changes	Joint ventures
Yield predictions	Nursery grounds	Spatial variations	Line fishing
Yield/recruit	Otoliths	Surface layers	Long lining	
BIOLOGY	Parasites	Surface salinity	Multispecies fisheries	SPECIES
Abundance	Plankton	Surface temperature	Net fishing
Age at recruitment	Population characteristics	Temporal distribution	Pelagic fisheries
Age determination	Population density	Thermocline	Processed fishery
Algal blooms	Population dynamics	Water pollution	products	
Animal morphology	Population genetics	Wind-driven circulation	Purse seining	
Animal reproductive organs	Population numbers	FISHERY	Radar	
Annual variations	Population structure	Aquaculture products	Shark fisheries	
Behaviour	Potential resources	Aquaculture systems	Ship design	
Biomass	Potential yield	Aquaculture techniques	Sport fishing	
Biometrics	Predation	Artisanal fishing	Trap fishing	
Biochemical analysis	Prediction	Attracting techniques	Trawling	
Biophysics	Proteins	Bait fishing	Trolling	
Biotechnology	Recruitment	Canning	Tuna fisheries	
Blood cells	Recruitment rate		STATISTIC S	
Body size	Reproductive behaviour		Aerial surveys	
Body temperature	Reproductive cycle		Age composition	
Bones	Resource availability		Biological sampling	
Breeding seasons	Schooling behaviour		By catch	
Breeding sites	Sex determination		Catch composition	
Buoyancy			Catch statistics	
Chemical composition			Data collections	
Density dependenc			Fish catch statistics	
			Fish conversion factors	