

MIRNA REGINA DOS SANTOS TAMBOURGI

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO TUBARÃO GALHA-BRANCA
OCEÂNICO, *Carcharhinus longimanus*, NO ATLÂNTICO SUDOESTE E
EQUATORIAL**

**RECIFE
2010**



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

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO TUBARÃO GALHA-BRANCA
OCEÂNICO, *Carcharhinus longimanus*, NO ATLÂNTICO SUDOESTE E
EQUATORIAL

Mirna Regina dos Santos Tambourgi

Orientador: Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin

Co-orientador: Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

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 em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

RECIFE
2010

Ficha catalográfica

T156lb Tambourgi, Mirna Regina dos Santos
Biologia reprodutiva do tubarão galha-branca oceânico,
Carcharhinus longimanus, no Atlântico Sudoeste e Equatorial/
Mirna Regina dos Santos Tambourgi – 2010.
50 f. : il.

Orientador: Fábio Hissa Vieira Hazin
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2010.
Inclui referências e anexo.

1. Estágios maturacionais 2. Elasmobrânquios 3. Primeira
Maturação 4. Viviparidade I. Hazin, Fábio Hissa Vieira,
orientador II. Título

CDD 639.3

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

**BIOLOGIA REPRODUTIVA DO TUBARÃO GALHA-BRANCA
OCEÂNICO, *Carcharhinus longimanus*, NO ATLÂNTICO SUDOESTE E
EQUATORIAL**

MIRNA REGINA DOS SANTOS TAMBOURGI

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** e aprovada em ___/___/_____ pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em sua forma final.

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin - Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dra. Ana Carla Asfora El Deir - Membro externo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. William Severi - Membro interno
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Humberto Gomes Hazin - Membro interno (suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Aos meus pais que em todos os momentos da minha vida estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à vida pela oportunidade de realizar o meu sonho de vir para o Nordeste e fazer mestrado aqui nesse Estado maravilhoso, que eu sempre amei desde a primeira vez que estive aqui (Porto de Galinhas foi o lugar aonde eu decidi fazer biologia, ao ver aquele mar, me apaixonei à primeira vista).

Ao meu orientador Fábio Hazin, por ter aceito me orientar mesmo sem me conhecer (muitos não aceitaram), obrigada pelo apoio e incentivo ao longo do trabalho e pelas críticas construtivas que só me fizeram querer dar o melhor de mim cada vez mais.

Ao meu co-orientador Paulo Oliveira, pelo brilho nos olhos de quem ama o que faz quando passa o conhecimento para nós, que só nos incentiva a correr atrás do que realmente desejamos para a nossa vida, sou muito grata por toda a ajuda, paciência e amizade.

À minha querida “estagiária” Pollyana Roque, pela grande ajuda ao longo do trabalho, sempre demonstrando dedicação e interesse.

À Mariana Rêgo, que me ajudou tanto quando eu cheguei aqui sem entender absolutamente nada de tubarões e sempre que preciso me ajuda.

À Alessandra Fisher (Lecca), por me ajudar nas minhas dúvidas no trabalho e pelas conversas sempre tão agradáveis no Revizee, que fizeram tanta falta quando estava ausente (sua falta é sentida sempre).

À Patrícia Pinheiro, pelas contribuições para o meu trabalho, que com certeza foram muito importantes.

À Selma Santiago, Telma Leite e Milena Calado, pelo profissionalismo e competência com que ajudam a todos. E à Rosa pelas conversas na hora do almoço e nos intervalos do trabalho!

Ao professor Rui Coelho, que mesmo lá em Portugal, sempre deu suas contribuições ao meu trabalho.

À SEAP, pelo financiamento do projeto, ao Programa de observadores de Bordo (PROBORDO) pela coleta do material biológico. Ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco pela infra-estrutura e oportunidade de poder trabalhar nesta área.

Bom, agora começa a parte difícil, agradecer a longa lista de pessoas do laboratório! Vamos lá:

Para não esquecer de agradecer a ninguém, agradeço às minhas amigas e amigos tão queridos do LOP pelo apoio, pela amizade, pelas risadas, pelas lágrimas, pelos momentos

bons na bancada e na tia Biu e, principalmente, por me receberem tão bem quando eu não conhecia ninguém e nada aqui em Recife. A receptividade de vocês não tem preço, foi muito importante pra mim e continua sendo, pois nem sempre é fácil ficar longe da família e dos amigos. Vocês sempre estarão no meu coração. Agradeço à Silvânia, Vanessa, Rafinha e Beth, pelos momentos de confiança e amizade (mesmo você me “aperreando” Beth... brincadeira! Eu adoro te ajudar). À Sibebe, pelos momentos “science”, pela amizade e pela ajuda desde o começo, aliás, antes mesmo de eu vir pra cá de vez (foi a primeira pessoa que eu conheci aqui em Recife!).

Agradeço às minhas queridas amigas do Lemar e do Dimar Natália, Fernanda, Andressa e Carol, que se tornaram tão especiais pra mim.

Ao apoio e amizade de Leilane Gomes, Ana Paula Moraes e Nathália Calazans (que venham muitos outros congressos para nós viajarmos juntas!)

Aos meus amigos especiais do mestrado Isabela Bacalhau, Anailza da Silva, Emanuelli Felipe, Janilson da Silva, Juliette de Fátima, Suzianny Bezerra, Ana Lia Quaggio e Cezar Fernandes, pelos momentos de troca de conhecimento ou simplesmente pelas conversas (“tesouradas” de vez em quando, né?). A amizade de vocês sempre será muito importante pra mim.

À galera da pesca e dois da engenharia agrícola, que fazem parte dos meus bons momentos aqui em Recife, momentos que ajudaram a me distrair e depois voltar ao trabalho. E mais festas virão para nós estarmos juntos comemorando sempre e dançarmos um forró ou brega, não é mesmo, Rafael, Renato, Thales e Tiago?

Agradeço também às minhas novas amigas, mas já tão queridas Gleyce, Nena e Camila por fazerem do meu dia melhor e por me agüentarem falando horas do trabalho e de outras “coisitas mais”.

Aos meus amigos de Campinas, que mesmo longe sempre me apoiaram e sempre ficam felizes junto comigo por cada conquista minha, a falta que vocês fazem é imensurável. Um agradecimento especial à minha amiga Priscila Simionato, que desde o colegial estamos juntas nessa amizade (“só” 12 anos), muito obrigada!

Agradeço à minha família, minhas tias (Vanja e Cristiana), tio (Carlos), primas (Larissa, Dani e Thamiris), primos (Déo e Junior), avós e tio que desde sempre me apóiam, me incentivam e vibram com as minhas conquistas.

Por fim, agradeço às pessoas mais importantes da minha vida: Meus pais e minha irmã. Agradeço aos meus pais que desde sempre me apóiam, me incentivam, cuidam tão bem de mim. Costumo dizer que eu não poderia ter sido escolhida por pessoas melhores pra ser

filha e eu serei eternamente grata por tudo que vocês fizeram e fazem por mim e agradecer nunca será o suficiente, sem vocês nada disso seria possível. Muito obrigada por acreditarem em mim e nos meus sonhos, se hoje sou o que sou, se hoje estou onde estou, com certeza é por ter tido a oportunidade de ter pessoas como vocês ao meu lado, vocês que são os meus grandes exemplos de vida tanto profissional, quanto como pessoas. Amo demais vocês e essa conquista é pra vocês. Agradeço à minha irmã, que sei que sempre torce muito por mim, amo você minha irmã querida.

Ufa... foi longo, mas foi de coração pra cada um de vocês!

**"Se seus sonhos estiverem nas nuvens, não se preocupe, pois eles estão no lugar certo; agora construa os alicerces."
(Autor desconhecido)**

RESUMO

No período de dezembro de 2003 a dezembro de 2009, foram coletados os aparelhos reprodutores de 201 espécimes de *Carcharhinus longimanus*, capturados por meio de barcos da frota comercial atuneira, que realizaram pescarias com espinhel pelágico e linha de mão, na área localizada entre as latitudes 06°45'N e 23°36'S e as longitudes de 018°44'W e 053°13'W. Deste total, 98 eram fêmeas (74,5 a 170 cm CT), maduras (N= 13; 165 a 223 cm CT), pré-ovulatórias (N= 2; 181 e 187 cm CT) e prenhes (N= 5; 169 a 227 cm CT). A fecundidade ovariana variou de 1 a 10 folículos vitelogênicos e a uterina, de 1 a 10 embriões. O ciclo de gestação é anual com nascimento ocorrendo ao final/início do ano. O tamanho de primeira maturação das fêmeas desta espécie é de 170 cm CT. Dos 103 machos capturados, 75 eram imaturos (72 – 160 cm CT), 8 em maturação (170 - 196) e 20 eram maduros (160 – 242 cm CT). O tamanho de primeira maturação sexual entre 160 e 170 cm.

palavras-chave: estágios maturacionais, elasmobrânquios, viviparidade, primeira maturação.

ABSTRACT

In the period from December 2003 to December 2009, the reproductive tract were collected from 201 individuals of *Carcharhinus longimanus*, caught by of commercial tuna boats in the fleet, who were pelagic longline fisheries and hand line in the area located between latitudes 06 ° 45'N and 23 ° 36'S and longitudes 018 ° 44'W and 053 ° 13'W. Among the 201 individuals captured, 98 were females (74.5 – 227 cm TL) and 103 were males (72 – 242 cm TL) with a sexual proportion males to females of 1:1. Females were categorized as immature (N = 78; 74.5 – 170 cm TL), matures (N = 13; 165 – 223 cm TL), pré-ovulatory (N = 2; 181 – 187 cm CT) and pregnant (N = 5; 169 – 227 cm TL). The uterine fecundity ranged from 1 to

10 embryos. The cycle of pregnancy is annual with birth occurring at the end / beginning of the year. The size at first maturity of females was estimated at 170 cm TL. Of the 103 males captured, 75 were immature (72 to 160 cm TL), 8 maturing (170 - 196) and 20 were mature (160 - 242 cm TL). The size of sexual maturity was between 160 and 170 cm.

key-words: maturational stages, elasmobranchs, viviparous, first maturation.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO: Biologia reprodutiva do tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus*, no Atlântico Sudoeste e Equatorial

- Tabela I.** Proporção sexual dos exemplares de *Carcharhinus longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009 28
- Tabela II.** Características gerais dos estágios maturacionais das fêmeas de *C. longimanus*, capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial 30
- Tabela III.** Características gerais de fêmeas prenhes de *C. longimanus*, capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial 32
- Tabela IV.** Características gerais dos estados maturacionais dos machos de *C. longimanus*, capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial 37

LISTA DE FIGURAS DA DISSERTAÇÃO

DISSERTAÇÃO: Biologia reprodutiva do tubarão galha-branca, *Carcharhinus longimanus*, no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Figura 1. Tubarão galha-branca oceânico, <i>C. longimanus</i>	01
Figura 2. Distribuição mundial de <i>C. longimanus</i>	04

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO

ARTIGO: Biologia reprodutiva do tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus*, no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Figura 1. Localização geográfica dos espécimes capturados pelas embarcações da frota atuneira brasileira, no Atlântico Sudoeste e Equatorial, cujos aparelhos reprodutores foram coletados por observadores a bordo (1A – fêmeas capturadas; 1B – machos capturados; N – Norte, S – Sul, W – Oeste, E – Leste)	27
Figura 2. Distribuição de frequência de comprimento total de machos e fêmeas de <i>Carcharhinus longimanus</i> capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial	29
Figura 3. Relação entre o peso do ovário e o comprimento total das fêmeas de <i>C. longimanus</i> capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial	31
Figura 4. Relação entre a largura das glândulas oviducais e o comprimento total das fêmeas de <i>C. longimanus</i> capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial	33
Figura 5. Relação entre a largura dos úteros e o comprimento total das fêmeas de <i>C. longimanus</i> capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial	34
Figura 6. Relação entre o diâmetro do maior folículo ovariano (DMFO) e o comprimento total das fêmeas de <i>C. longimanus</i> capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial	35
Figura 7. Distribuição mensal dos estágios maturacionais das fêmeas de <i>C. longimanus</i> capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009	36

- Figura 8.** Relação entre o peso dos testículos e o comprimento total dos machos de *C. longimanus*, capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial 38
- Figura 9.** Relação entre o comprimento do cláster e o comprimento total dos machos de *C. longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial 39
- Figura 10.** Distribuição mensal dos estágios maturacionais dos machos de *C. longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009 40

SUMÁRIO

	Pág
RESUMO	VIII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	
Figuras da dissertação	XI
Figuras do artigo	XI
I. INTRODUÇÃO	01
II. REVISÃO DA LITERATURA	03
III. OBJETIVOS	05
3.1. OBJETIVO GERAL	05
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	06
IV. ARTIGO CIENTÍFICO: Biologia reprodutiva do tubarão galha-branca, <i>Carcharhinus longimanus</i> , no Atlântico Sudoeste e Equatorial	07
V. CONCLUSÕES DA DISSERTAÇÃO.....	20
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO	21
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA DISSERTAÇÃO	23
VIII. ANEXOS	41

I – INTRODUÇÃO

O tubarão galha-branca oceânico *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861), primeiramente descrito como *Carcharhinus maou* (LESSON, 1830), é uma espécie epipelágica, estritamente oceânica, capturada por pescarias de espinhéis de atum em águas tropicais e quentes ao redor do mundo (COMPAGNO, 1984) (Figura 1).



Figura 1. Tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus*

Os tubarões são particularmente vulneráveis à sobre-pesca em razão de possuírem, em geral, um crescimento lento, uma maturidade sexual tardia e uma baixa fecundidade. Como consequência, suas populações possuem baixas taxas de renovação e potencial limitado de recuperação, uma vez que tenham sido sobre-pescadas (DULVY et al., 2008; CAMHI et al., 2009). Tais características biológicas, associadas ao elevado valor comercial de suas barbatanas, o qual estimula as suas capturas, tanto como fauna acompanhante como de forma direcionada, levou a International Union for Conservation of Nature (IUCN) a classificar a espécie como vulnerável, com tendência a ser ameaçada (BAUM et al., 2010).

Análises da abundância da espécie no Oceano Atlântico, com base em dados de captura e esforço oriundos da pesca comercial, relataram grandes declínios em algumas de suas populações, com reduções da ordem de 70%, de 1992 a 2000 (BAUM et al., 2010), de

90%, entre as décadas de 50 e 90 (WARD e MYERS, 2005), e de 57%, de 1992 a 2005 (CORTÉS, 2008).

Um grande número de tubarões galha-branca oceânicos é capturado como fauna acompanhante em pescarias com espinhel para atuns e afins, com a maioria desses se encontrando ainda vivos quando embarcados (e.g., >75% na costa dos Estados Unidos, BEERKIRCHER et al., 2002; e 65 a 68%, em Fiji, GILMAN et al., 2008). Apesar de tais índices indicarem que a maioria poderia sobreviver se fosse liberada no momento do embarque (CAMHI et al., 2009), o alto valor de suas nadadeiras e o baixo valor da sua carne, em relação a outras espécies mais nobres como os atuns e o espadarte, encorajam a prática do “finning” (remoção e retenção das nadadeiras seguidas do descarte da carcaça), embora a mesma já tenha sido proibida pela International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), em todo o Atlântico.

Segundo a Indian Ocean Tuna Commission (IOTC, 2008), a condição do estoque de *Carcharhinus longimanus* é desconhecida no Oceano Índico, já que a dinâmica populacional da espécie não tem sido estudada e não há dados de CPUE (Captura por Unidade de Esforço) ou de peso médio dos indivíduos capturados. No Oceano Atlântico, exceto por uma Análise de Risco Ecológico conduzida pela ICCAT, em 2008 (CÓRTEZ et al., 2008), nenhuma informação igualmente existe sobre a condição do estoque. Infelizmente, informações sobre a história de vida e dinâmica populacional de tubarões e raias somente estão disponíveis, geralmente, para as espécies com maior interesse pesqueiro. Por essa razão, a importância ecológica dos tubarões e raias, como o papel dos mesmos em comunidades complexas, por exemplo, só recentemente foi reconhecido, em decorrência, em parte, das alterações geradas pela pesca intensiva (HAZIN e CARVALHO, 2006).

Além da excessiva mortalidade por pesca, a degradação do ambiente marinho tem tornado as populações, não só dessa espécie, mas de outras espécies de elasmobrânquios, suscetíveis a fortes declínios ou até mesmo à extinção, em casos extremos. Estudos sobre a biologia das espécies desse importante grupo zoológico, portanto, em especial daquelas capturadas comercialmente, a exemplo do tubarão galha branca oceânico, são essenciais no intuito de gerar informações sobre a sua dinâmica populacional, com base nas quais medidas de conservação e manejo possam ser adotadas.

Nesse contexto, o presente trabalho pretende acrescentar informações sobre a biologia reprodutiva do tubarão galha-branca oceânico, no Oceano Atlântico Sudoeste e Equatorial, na expectativa de que as mesmas possam não só contribuir para a conservação e o manejo dessa

espécie, em particular, mas dos elasmobrânquios em geral, com vistas a assegurar a sua sustentabilidade.

II - REVISÃO DA LITERATURA

O tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861), caracteriza-se por possuir a primeira nadadeira dorsal grande, arredondada e longa, nadadeiras peitorais largas, focinho redondo e curto, e olhos pequenos, com membrana nictitante. O seu nome deve-se às extremidades brancas das nadadeiras dorsal, peitorais, pélvicas e caudal. A cor do seu corpo pode variar entre cinza e marrom, dependendo da região geográfica. O ventre, porém, é sempre mais claro que o dorso, com uma coloração amarelada em alguns indivíduos. A maxila superior contém dentes serrilhados, triangulares e largos, enquanto os da maxila inferior são mais pontiagudos e serrilhados apenas próximos às extremidades. A fórmula dentária é constituída por 14 ou 15 dentes na maxila superior e 13 a 15 na inferior (COMPAGNO, 1984). Podem atingir grandes tamanhos, com alguns indivíduos chegando a 4 m de comprimento total (CT), embora a maioria dos espécimes não ultrapasse os 3 m de CT.

C. longimanus apresenta uma distribuição circuntropical, entre as latitudes de 20°S e 20°N, podendo ser encontrado nos Oceanos Pacífico, Índico e Atlântico, e em profundidades de até 150 m (COMPAGNO, 1984) (Figura 2). É uma espécie que se alimenta principalmente de peixes ósseos, incluindo regalecídeos (*Regalecus* spp.), barracudas (*Sphyræna* spp.), carangídeos (*Alectis* spp.), dourados (*Coryphaena* spp.), agulhões (*Tetrapturus* spp.), atuns (*Thunnus* spp.), e cavalinhas (*Scomberomorus* spp.). Raias pelágicas, crustáceos, gastrópodes, tartarugas, mamíferos (baleias e golfinhos), e mesmo aves marinhas, porém, também constituem presas comuns deste tubarão (COMPAGNO, 1984).

Com estratégia reprodutiva vivípara, na costa da África do Sul, a espécie atinge a maturidade entre 175,0 e 198,0 cm de comprimento total (CT), para os machos, e 200,0 cm, para as fêmeas, ambos correspondendo à idade de 6 a 7 anos, com as fêmeas atingindo comprimentos superiores aos machos (BASS et al., 1973). Outro estudo sobre a biologia reprodutiva da espécie, realizado na costa nordeste do Brasil, sugeriu um tamanho de primeira maturação sexual entre 180 e 190 cm, para ambos os sexos correspondendo a indivíduos de 6 a 7 e de 7 a 8 anos, para machos e fêmeas, respectivamente (LESSA et al., 1999a).

Segundo Saika e Yoshimura (1985), no Oceano Pacífico Ocidental, fêmeas de *C. longimanus* atingem a maturidade sexual com 171 cm e os machos entre 170 e 180 cm. Já Seki et al. (1998) encontraram um tamanho de primeira maturação ocorrendo entre 168 e 196 cm, para as fêmeas, e de 175 a 189 cm, para os machos.

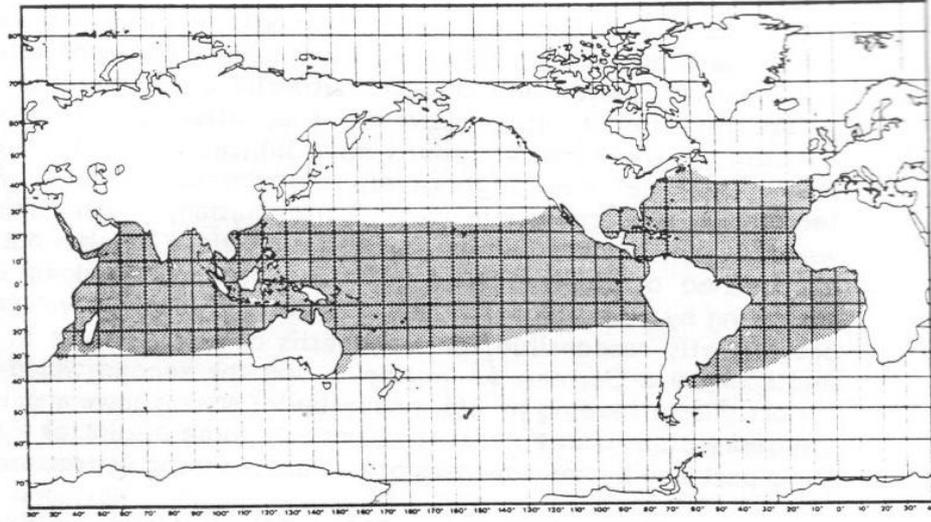


Figura 2. Distribuição mundial de *Carcharhinus longimanus* (hachurado) (Fonte: FAO Species Catalogue).

Informações sobre a fecundidade da espécie variam entre 5 e 15 embriões, incluindo citações de 5 a 8 embriões em ambos os úteros, na zona equatorial do Oceano Índico (GUBANOV, 1979); média de 6 embriões, no nordeste do Atlântico (BIGELOW e SCHROEDER, 1948; BACKUS et al., 1956); máximo de 7, na parte central do Pacífico (STRASBURG, 1958); 6 a 9, em águas do sul da África (D' AUBREY, 1966); e 10 a 15, no Mar Vermelho (GOHAR e MAZHAR, 1964). Bass et al. (1973), examinando dados de diversos estudos, encontraram uma relação positiva entre o tamanho da fêmea e o número de embriões.

As informações publicadas sobre o tamanho da espécie ao nascer, embora oriundas de diferentes regiões, apresentam números relativamente próximos, incluindo, além do comprimento total de 60 a 65 cm, reportado por Compagno (1984); a mesma amplitude, descrita por Bass et al. (1973), na África do Sul; 60 a 61 cm, encontrado na Austrália (STEVENS, 1984); 65 a 70 cm, observado na costa atlântica dos Estados Unidos (BIGELOW E SCHROEDER, 1948); e 70 cm, descrito por Lessa et al. (1999a), na costa nordeste do Brasil.

Segundo Bass et al. (1973), a gestação da espécie parece se estender por cerca de um ano, embora, segundo Backus et al. (1956) apud FAO (2001), a localização de áreas de

berçário da espécie seja desconhecida. Em estudo realizado no Atlântico equatorial, no entanto, Lessa et al. (1999a) encontraram recém-nascidos que ainda apresentavam marcas de cordão umbilical, sugerindo, em razão disso, a possibilidade de ocorrência de parto nessa área. Outros autores sugeriram como área de berçário a costa sudeste dos Estados Unidos, devido à presença de espécimes imaturos (FOURMANOIR, 1961; COMPAGNO, 1984; LAST E STEVENS, 1994; BONFIL et al., 2008), e no Pacífico Norte (SEKI et al., 1998), devido à presença de neonatos menores que 60 cm de CF (Comprimento Furcal), concomitante com a de fêmeas prenhes, com embriões de 45cm CF.

Seki et al. (1998) reportaram, no Pacífico, um período de parto para a espécie bastante dilatado e estendendo-se provavelmente por vários meses, sem um ciclo reprodutivo sazonalmente bem marcado. No hemisfério norte do Oceano Atlântico, no entanto, o nascimento e o acasalamento parecem ocorrer principalmente na primavera (maio) ou no início do verão (junho) (BACKUS et al., 1956; GOHAR e MAZHAR, 1964), enquanto que no hemisfério sul, Bass et al. (1973) encontraram embriões a termo durante setembro e outubro (inverno/ primavera) e Amorim et al. (1998), embriões com 63,0 a 69,7 cm, de julho a novembro (inverno/ primavera). Lessa et al. (1999b), por sua vez, encontraram um recém-nascido e uma fêmea recentemente fertilizada em agosto (inverno).

Alguns estudos mostram que a taxa de crescimento da espécie é relativamente baixa (CORTÉS, 2008), com moderado potencial para se recuperar da sobre-exploração (SMITH et al., 1998), quando comparada com outras 26 espécies de tubarões, tendo sido, por essa razão, classificada como vulnerável por FAO (2001) e Musick et al. (2000). Avaliações de produtividade e risco ecológico, por sua vez, colocaram o *Carcharhinus longimanus* em quarto lugar no que diz respeito à suscetibilidade à sobrepesca, entre outras 12 espécies de tubarões do Oceano Atlântico (CORTÉS, 2008).

III- OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O presente trabalho pretende estudar a biologia reprodutiva e o ciclo reprodutivo do tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus*, no Oceano Atlântico Sudoeste e Equatorial, incluindo as adjacências do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

3.2 Objetivos específicos

Descrever os estágios maturacionais de machos e fêmeas, determinar fecundidade uterina e ovariana, o tamanho de primeira maturação sexual e a sazonalidade reprodutiva, nomeadamente as épocas de cópula e parto.

IV. ARTIGO

Artigo a ser submetido para a revista Scientia Marina

Reproductive biology of oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus*, the southwest Atlantic and equatorial

**Mirna R.S. Tambourgi.¹, Fábio H.V. Hazin¹, Paulo G.V. Oliveira¹, Rui Coelho²,
Pollyana C. G. Roque¹**

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Departamento de Pesca e Aqüicultura – Laboratório de oceanografia pesqueira. Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil. Telefone: (081) 33206510/ FAX: (081) 33206512. E-mail: mirna.tambourgi@gmail.com Autora para correspondência

¹ Professor Doutor associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

¹ Professor Doutor adjunto do Departamento de Pesca e Aqüicultura – UFRPE

² Investidor Pós-Doutorado do Florida Program for Shark Research, Florida Museum of Natural History, USA e do Centro de Ciências do Mar da Unviversidade do Algarve, Portugal

¹ Estudante de Ciências biológicas e estagiária do Laboratório de oceanografia pesqueira da Universidade federal rural de Pernambuco

Abstract

In the period from December 2003 to December 2009, the reproductive tract were collected from 201 individuals of *Carcharhinus longimanus*, caught by of commercial tuna boats in the

fleet, who were pelagic longline fisheries and hand line in the area located between latitudes 06 ° 45'N and 23 ° 36'S and longitudes 018 ° 44'W and 053 ° 13'W. Among the 201 individuals captured, 98 were females (74,5 – 227 cm TL) and 103 were males (72 – 242 cm TL) with a sexual proportion males to females of 1:1. Females were categorized as immature (N = 78; 74,5 – 170,0 cm TL), matures (N = 13; 165,0 – 223,0 cm TL), pré-ovulatory (N = 2; 181,0 – 187,0 cm CT) and pregnant (N = 5; 169,0 – 227,0 cm TL). The uterine fecundity ranged from 1 to 10 embryos. The cycle of pregnancy is annual with birth occurring at the end / beginning of the year. The size at first maturity of females was estimated at 170.0 cm TL. Of the 103 males captured, 75 were immature (72 to 160 cm TL), 8 maturing (170 - 196) and 20 were mature (160 - 242 cm TL). The size of sexual maturity was between 160 and 170.0 cm.

Key-words: Maturational stages. Elasmobranchs. Viviparous. First maturation.

**Biología reproductiva de lo tiburón oceánico, *Carcharhinus longimanus*, el Atlántico
sudoccidental y ecuatorial**

Resumen

A partir de diciembre 2003-diciembre 2009, el aparato reproductor se obtuvieron de 201 especímenes de *Carcharhinus longimanus* capturados por barcos atuneros de la flota comercial, que fueron la pesca con palangre pelágico y línea de mano en la zona situada entre el latitudes 06 ° 45 'N y 23 ° 36'S y longitud 018 ° 44'O y 053 ° 13'O. De este total, 98 eran mujeres (74,5 a 170,0 cm LT), maduros (N = 13, 165,0 a 223,0 cm LT), pre-ovulatoria (N = 2, 181,0 y 187,0 cm LT) y embarazadas (N = 5, 169,0 a 227,0 cm LT). La fecundidad osciló entre 1-10 folículos ováricos y uterinos vitelogénicos 1-10 embriones. El ciclo anual de

embarazo con el nacimiento se produce a finales o principios del año. La talla de primera madurez de las hembras de esta especie es 170,0 cm LT. De los 103 hombres capturados, 75 eran inmaduros (72 a 160 cm TL), 8 de maduración (170-196) y 20 eran maduros (160-242 cm LT). La talla de madurez sexual entre 160 y 170,0 cm.

Palabras clave: etapas de maduración. Elasmobranquios. Viviparidad. De primera madurez.

INTRODUÇÃO

O tubarão galha-branca oceânico, *Carcharhinus longimanus* (POEY, 1861), primeiramente descrito como *Carcharhinus maou* (LESSON, 1830), é uma espécie epipelágica, estritamente oceânica, capturada por pescarias de espinhéis de atum em águas tropicais e quentes ao redor do mundo. Esta espécie apresenta uma distribuição circuntropical, entre as latitudes de 20°S e 20°N, podendo ser encontrada nos Oceanos Pacífico, Índico e Atlântico, e em profundidades de até 150m (COMPAGNO, 1984).

Os tubarões são particularmente vulneráveis à sobre-pesca em razão de possuírem, em geral, um crescimento lento, uma maturidade sexual tardia e uma baixa fecundidade. Como consequência, suas populações possuem baixas taxas de renovação e potencial limitado de recuperação, uma vez que tenham sido sobre-pescadas (DULVY et al., 2008; CAMHI et al., 2009). Tais características biológicas, associadas ao elevado valor comercial de suas barbatanas, o qual estimula as suas capturas, tanto como fauna acompanhante como de forma direcionada, levou a IUCN (International Union for Conservation of Nature) a classificar a espécie como vulnerável, com tendência a ser ameaçada (BAUM et al., 2010).

Um grande número de tubarões galha-branca oceânicos é capturado como fauna acompanhante em pescarias com espinhel para atuns e afins, com a maioria desses se encontrando ainda vivos quando embarcados (e.g., >75% na costa dos Estados Unidos, BEERKIRCHER et al. (2002); e 65 a 68%, em Fiji, GILMAN et al. (2008). Apesar de tais índices indicarem que a maioria poderia sobreviver se fosse liberada no momento do embarque (CAMHI et al., 2009), o alto valor de suas nadadeiras e o baixo valor da sua carne, em relação a outras espécies mais nobres como atuns e espadarte, encorajam a prática do “finning” (remoção e retenção das nadadeiras seguidas do descarte da carcaça), embora a

mesma já tenha sido proibida pela ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas), em todo o Atlântico.

Estudos sobre a biologia das espécies desse importante grupo zoológico, portanto, em especial daquelas capturadas comercialmente, a exemplo do tubarão galha branca oceânico, são essenciais no intuito de gerar informações sobre a sua dinâmica populacional, com base nas quais medidas de conservação e manejo possam ser adotadas.

Nesse contexto, o presente trabalho pretende acrescentar informações sobre a biologia reprodutiva do tubarão galha-branca oceânico no Oceano Atlântico Sudoeste e Equatorial, na expectativa de que as mesmas possam não só contribuir para a conservação e o manejo dessa espécie, em particular, mas dos elasmobrânquios em geral, com vistas a assegurar a sua sustentabilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de dezembro de 2003 a dezembro de 2009, aparelhos reprodutores de 103 machos e 98 fêmeas de tubarão galha-branca oceânico, capturados por barcos da frota comercial atuneira, que realizaram pescarias com espinhel pelágico e linha de mão, na área localizada entre as latitudes 23°N 35'S e as longitudes de 3E°40'W (Figura 3), foram coletados por observadores a bordo e examinados, com vistas ao estudo de sua biologia reprodutiva. Imediatamente após o embarque, todos os animais foram aferidos quanto ao seu comprimento total (CT), comprimento inter-dorsal (ID). O comprimento do cláspere (CC) e a sua margem livre (ML) também foram medidos, avaliando-se, ainda, o seu grau de calcificação. Os aparelhos reprodutores de machos e fêmeas foram coletados no momento da evisceração dos animais, acondicionando os mesmos a bordo, tanto em formol 10% como em gelo.

Todo o material coletado foi enviado para o Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde os aparelhos reprodutores foram medidos e analisados. O peso, comprimento e largura dos testículos foram anotados e a largura da ampola do ducto deferente medida, verificando-se, ainda, a presença ou não de líquido seminal. Nas fêmeas, a largura e o peso do ovário foram obtidos, bem como seu estado de desenvolvimento, verificando-se o número de folículos ovarianos presentes e o diâmetro do maior deles. A largura do útero foi também medida e no caso da presença dos embriões, o peso e comprimento total foram obtidos e o sexo, determinado.

Todas as amostras de aparelho reprodutor foram fixadas em solução de formol a 10% por 24 horas, tendo sido, em seguida, transferidas para uma solução de etanol a 70%.

As fêmeas foram categorizadas segundo Hazin et al. (2002) em: imaturas, maduras, pré-ovulatórias e prenhes, de acordo com o desenvolvimento do ovário, glândulas oviducais e úteros. As fêmeas imaturas exibiam úteros filiformes e ovários sem atividade vitelogênica. As fêmeas maduras apresentavam úteros e glândulas oviducais em desenvolvimento, além da presença de folículos vitelogênicos no ovário, embora os mesmos ainda não estivessem próximos da ovulação. As fêmeas pré-ovulatórias, por sua vez, possuíam ovários desenvolvidos e pesados, com folículos vitelogênicos grandes e amarelados, além de glândulas oviducais largas e dilatadas, indicando uma ovulação muito próxima. Por fim, as fêmeas prenhes apresentavam ovos ou embriões nos úteros e ovários sem atividade vitelogênica.

Os machos foram categorizados, por sua vez, em três estágios de maturação: juvenil, em maturação e adulto. Os indivíduos foram considerados imaturos quando apresentavam cláspers relativamente pequenos e flexíveis e ampola e ductos deferentes filiformes. Os indivíduos em maturação, por sua vez, apresentavam os testículos já mais desenvolvidos, porém com peso inferior ao dos indivíduos maduros. Infelizmente, nenhum comprimento de

cláspes dos indivíduos em maturação foi aferido pelos observadores de bordo. Os exemplares maduros, por sua vez, apresentavam cláspes maiores e rígidos, além de testículos e epidídimos bem desenvolvidos (HAZIN et al., 2002).

O teste de X^2 ao nível de significância de 5% foi aplicado para determinar a significação estatística da diferença entre a proporção sexual de machos e fêmeas. Estes testes foram adicionalmente aplicados à proporção mensal de machos e fêmeas, numa tentativa de tentar descobrir possíveis padrões de segregação sexual ao longo do ano.

Para estimar o tamanho de primeira maturação das fêmeas, criaram-se gráficos com a variação do peso dos ovários, a largura das glândulas oviducais e a largura dos uteros em relação ao CT dos exemplares. No caso dos machos, foram criados gráficos com o peso dos testículos e o comprimento dos claspers relativamente ao CT. O tamanho de primeira maturação foi então estimado com base no crescimento acentuado dos órgãos reprodutores a partir de uma certa gama de tamanhos dos animais.

A fecundidade ovariana e uterina foi estimada diretamente por contagem dos ovócitos maduros nas gônadas (no caso das fêmeas maduras não grávidas) e dos embriões em formação nos úteros (no caso das fêmeas grávidas). A fecundidade uterina dentro de cada útero foi comparada através do teste não paramétrico de Mann-Whitney, também ao nível de 5% de significância.

A sazonalidade do período de gestação foi seguida através da relação dos tamanhos dos embriões em desenvolvimento nas fêmeas grávidas ao longo do período de amostragem.

Inserir Figura 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 201 indivíduos examinados, 98 eram fêmeas (48%) e 103 machos (52%), resultando em uma proporção sexual aproximadamente igual a 1:1 (Tabela I), não tendo se verificado diferença estatisticamente significativa (X^2 calc. = 2,57 < X^2 tab = 3,84) exceto pelos meses de outubro e novembro, aspecto que corrobora resultados de outros estudos (SEKI et al., 1998; LESSA et al., 1999b).

O comprimento total dos espécimes examinados variou entre 72,0 e 242,0 cm, para os machos, e entre 74,5 e 227,0 cm, para as fêmeas, com ambos os sexos apresentando uma moda entre 110,0 e 130,0 cm (Fig. 2).

Inserir Tabela I.

Inserir Figura 2.

Biologia reprodutiva das fêmeas

Das 98 fêmeas analisadas, 78 estavam imaturas (80%), 13 maduras (13%), 2 pré-ovulatórias (2%), e 5 prenhes (5%) (Tabela II). As fêmeas imaturas apresentavam ovários pouco desenvolvidos, com folículos ovarianos não vitelogênicos translúcidos, glândulas oviducais pouco diferenciadas do oviduto e úteros filiformes. O comprimento total das fêmeas imaturas variou de 90,0 a 170 cm.

Inserir Tabela II.

As fêmeas maduras apresentavam glândulas oviducais e úteros em desenvolvimento, além da presença de folículos vitelogênicos no ovário, embora os mesmos ainda não estivessem próximos da ovulação. As mesmas apresentavam comprimento total entre 165,0 a 223,0 cm.

As fêmeas pré-ovulatórias apresentaram comprimento total de 181,0 e 187,0 cm, com peso dos ovários bem superior ao das fêmeas maduras, exibindo folículos ovarianos bastante desenvolvidos e já com atividade vitelogênica. As glândulas oviducais apresentavam-se bem maiores do que as encontradas nos outros estágios, enquanto que os úteros possuíam largura de 4,0 a 5,0 cm.

As fêmeas prenhes possuíam glândulas oviducais bem desenvolvidas, ovários reduzidos em relação aos das fêmeas pré-ovulatórias e úteros bem mais largos (> 12 cm) do que as demais, apresentando comprimento total entre 169,0 e 227,0 cm CT. A fêmea prenhe com comprimento total de 169,0 cm encontrava-se, provavelmente, em sua primeira prenhez, tendo em vista a sua proximidade de tamanho com os indivíduos nos estágios de maturação sexual antecedentes.

A relação entre o peso dos ovários e o comprimento total sugere que o tamanho de primeira maturação das fêmeas se situa em torno de 170,0 cm de CT (Figura 3), coincidindo com Bass et al. (1973), que sugeriram um tamanho de primeira maturação entre 170,0 e 180,0 cm. Outros autores encontraram tamanhos de primeira maturação de 180,0 a 190,0 cm (LESSA et al., 1999a), 180,0 a 200,0 cm (COMPAGNO, 1984), e 175,0 a 189,0 cm (SEKI et al., 1998).

Inserir Figura 3.

A fecundidade ovariana variou de 1 a 10 folículos, número máximo próximo àquele encontrado por Lessa et al. (1999b), igual a 12. O maior folículo ovariano encontrado no presente estudo, igual a 4,1 cm, em uma fêmea pré-ovulatória de 187,0 cm de comprimento total, foi também igual ao encontrado pelo trabalho citado.

Um total de 27 embriões foi observado, com comprimento total de 6,5 a 52,0 cm, não tendo sido possível identificar o sexo de 8 deles. Dos 19 embriões sexados, 14 eram fêmeas (73%) e 5 eram machos (27%), representando uma proporção sexual de 1 macho: 2,8 fêmeas no total (Tabela III), a qual diferiu fortemente da proporção bastante próxima a 1:1 encontrada entre os indivíduos maduros, e do padrão descrito por outros autores para a espécie, muito próximo a 1:1 (Seki et al., 1998). A diferença entre as proporções sexuais encontradas no estudo de Seki et al. (1998) e no presente trabalho, porém, pode se dever às distintas áreas nas quais os estudos foram realizados (Pacífico e Atlântico, respectivamente).

Inserir Tabela III.

Inserir Figura 4.

Inserir Figura 5.

A fecundidade uterina variou de 1 a 10 embriões, com uma média de 5,4 embriões por fêmea, com média de 2,8 embriões para o útero direito e 2,6 embriões para o útero esquerdo, não tendo sido observada diferença significativa entre os úteros ($p = 0,45$). A amplitude da fecundidade uterina para ambos os úteros, encontrada no presente trabalho, é menor do que à encontrada por Seki et al. (1998), no Pacífico Norte e Sul, igual a 1 a 14 e 1 a 12 embriões, respectivamente.

Inserir Figura 6.

No presente estudo, o comprimento total médio dos embriões das fêmeas prenhes cresceu de 2,9 cm, em abril; 9,8 cm em julho; 31,8 cm, em setembro; e 52,0 cm, em novembro e diminuiu para 6,5 cm em dezembro (Tab. III), variação que, juntamente com a distribuição mensal dos estágios sexuais das fêmeas (Figura 7), parece sugerir um ciclo de gestação possivelmente anual, com nascimento ao final/ início do ano.

Amorim et al. (1998), entretanto, trabalhando com espécimes capturados um pouco mais ao sul, ao longo da costa brasileira, encontraram embriões a termo (63,0 - 69,7 cm), entre julho e novembro (inverno/ primavera), o que pode indicar um período de parto relativamente dilatado para a espécie, conforme proposto por Seki et al (1998), para o Pacífico.

Na costa da África do Sul, Bass et al. (1973) também encontraram embriões a termo durante setembro e outubro (inverno/ primavera). Já no hemisfério norte do Atlântico, o nascimento e a cópula parecem ocorrer na primavera (maio) ou no início do verão (junho) (BACKUS et al., 1956; GOHAR e MAZHAR, 1964).

Inserir Figura 7.

Apenas uma fêmea prenhe, com 176,0 cm CT, apresentou um folículo ovariano vitelogênico em seu ovário. Os seus embriões, no entanto, apresentavam-se em estágio inicial de gestação, com comprimento médio de 9,8 cm, o que pode indicar que o processo de ovulação ainda não havia sido concluído ou que o folículo remanescente se encontrava em processo de reabsorção, já que as demais fêmeas prenhes examinadas, incluindo a maior delas (227,0 cm), não possuíam folículos ovarianos vitelogênicos. Esses resultados indicam que o ovário do tubarão galha-branca oceânico não se desenvolve durante a gestação, sugerindo que as fêmeas prenhes desta espécie não estejam, portanto, preparadas para uma nova ovulação e gestação logo após o parto, como foi observado por Seki et al. (1998), para a mesma espécie, e por Hazin et al. (2001), para *Sphyrna lewini*. Além disso, caso o período de gestação da espécie seja de fato um ano, isso indicaria que as fêmeas provavelmente entrariam em estado de prenhez em anos alternados, o que resultaria em um ciclo reprodutivo, portanto, de dois anos.

Biologia reprodutiva dos machos

Dos 103 machos analisados, 75 apresentavam-se imaturos (73%), 8 em maturação (8%) e 20 maduros (19%) (Tabela IV). Os machos imaturos, com comprimento total entre 72,0 e 160,0 cm, possuíam cláspes flexíveis e não-calcificados e testículos indiferenciados do órgão epigonal. Os machos em maturação apresentavam comprimento total entre 170,0 e 196,0 cm CT, com testículos já em desenvolvimento, mas com peso inferior aos dos indivíduos maduros. Já os espécimes maduros, com CT entre 160,0 e 242,0 cm, apresentavam os cláspes calcificados e testículos plenamente desenvolvidos, com peso bem superior ao dos indivíduos

imaturos e em maturação. Os machos imaturos predominaram em todos os meses do ano, exceto abril e agosto, quando apenas 2 exemplares foram examinados (Figura 10).

Inserir Tabela IV.

White (2007), em estudo realizado na Indonésia, observou que o comprimento total dos 15 machos analisados variou de 66,0 a 245,0 cm, com todos aqueles machos menores que 190,0 cm apresentando cláspers não calcificados, enquanto que os dois machos com 240,0 e 245,0 cm possuíam cláspers totalmente calcificados, sugerindo, assim, que a maturação ocorria neste intervalo (190,0 a 240,0 cm). No presente estudo, a relação entre o peso dos testículos e o comprimento total (Fig. 8), bem como a relação entre o comprimento do cláspers e o comprimento total (Fig. 9) indicam um tamanho de primeira maturação sexual entre 160,0 e 170,0 cm, inferior, portanto, ao tamanho de primeira maturação observado anteriormente por Lessa et al. (1999b) (180,0 a 190,0 cm).

Inserir Figura 8.

Inserir Figura 9.

Inserir Figura 10.

V. CONCLUSÕES DA DISSERTAÇÃO

O tamanho de primeira maturação dos machos (160 a 170 cm), no presente estudo, exibiu um comprimento inferior à estudos anteriores de reprodução da espécie em questão, enquanto que o tamanho de primeira maturação das fêmeas (em torno de 170 cm) aproximou-se mais de tamanhos anteriormente encontrados por outros autores. As fecundidades, uterina e ovariana, também não se diferiram dos trabalhos anteriores, ao contrário da proporção sexual dos embriões, que foi bem maior do que em estudos pretéritos. O ciclo de gestação parece ser anual, com nascimento ocorrendo no final/início do ano, não tendo sido possível determinar o tamanho de nascimento.

O presente trabalho foi realizado com o intuito de acrescentar informações acerca da biologia reprodutiva do tubarão lombo galha branca para que, a partir destas, medidas sejam tomadas, a fim de garantir um aproveitamento sustentável desse recurso pesqueiro, que já se encontra vulnerável à sobrepesca.

Sugere-se que trabalhos utilizando marcações com PSAT sejam realizados para identificar possíveis comportamentos de alimentação, repouso e migração, entre outros, bem como trabalhos relacionados à genética e hábitos alimentares, com o objetivo de compreender melhor a história natural da mesma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO

- AMORIM, A. F.; ARFELLI, C. A.; FAGUNDES, L. Pelagic elasmobranches caught by longliners off southern Brazil during 1974 – 1997: An overview. *Marine Freshwater Research*, Melbourne v. 49, pp. 621 – 632, 1998.
- BASS, A.J.; D'AUBREY, J.D. AND KISTNASAMY, N. Sharks of the east coast of Southern Africa. I. Genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). *S. Afr. Assoc. Mar. Biol. Res. Invest. Rep.* v.38, pp.100, 1973.
- BACKUS, R.H., SPRINGER S. AND E.L. ARNOLD JR. A contribution to the natural history of the white-tip shark: *Pterolamiops longimanus*. *Deep Sea Research*, v. 3, pp. 178 – 188, 1956.
- BAUM, J., MEDINA, E., MUSICK, J.A. AND SMALE, M. *Carcharhinus longimanus*. in: IUCN 2010. IUCN red list of threatened species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 March 2010.
- BEERKIRCHER, L.R., CORTÉS, E. AND SHIVJI, M., Characteristics of shark bycatch observed on pelagic longlines off the Southeastern United States. *Marine Fisheries Review*, v.64 (4) 40 – 49, pp. 1992 – 2000, 2002.
- CAMHI, M.D., VALENTI, S.V., FORDHAM, S.V., FOWLER, S.L. AND GIBSON, C. The conservation status of pelagic sharks and rays: report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop. IUCN species survival commission shark specialist group. Newbury, UK., 2009.
- COMPAGNO, L.J.V. Sharks of the world: Carcharhiniformes p.2, Rome. FAO Fisheries Synopsis, 1984. v. 125, pp. 251 - 655.
- DULVY, N.K., BAUM, J.K., CLARKE, S., COMPAGNO, L.J.V., CORTES, E., DOMINGO, A.S., FORDHAM, S., FOWLER, S., FRANCIS, M.P., GIBSON, C.,

- MARTINEZ, J., MUSICK, J.A., SOLDI, A., STEVENS, J.D. AND VALENTI, S. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation*. v.18, pp. 459-482, 2008.
- GILMAN, E.S. CLARKE, N. BROTHERS, J. ALFARO-SHIGUETO, J. MANDELMAN, J. MANGEL, S.PETERSEN, S.PIOVANO, N.THOMSON, P. DALZELL, M. DONOSO, M. GOREN AND T. WERNER. Shark interactions in pelagic longline fisheries. *Marine policy*. v.32 (1) pp. 1-18, 2008.
- GOHAR, H.A.F. AND F.M., MAZHAR. The elasmobranches of the north-western Red Sea. *Marine Biology*. Alghardaga, v. 13, p. 3 – 143, 1964.
- HAZIN, F.H.V.; FISCHER, A. E BROADHURST, M.K. Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna Lewini*, off Northeastern Brazil. v. 61 (2), p 151-159, 2001.
- HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V E BROADHURST, M.K. Reproduction of the blacknose shark (*Carcharhinus acronotus*) in coastal waters off northeastern Brazil. *Fish Bull*. v.100, pp.143- 148, 2002.
- LESSA, R., SANTANA, F.M., PAGLERANI, R. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern equatorial Atlantic. *Fisheries Research*, New York, v. 42. pp.21-30, 1999a.
- LESSA, R.; SANTANA, F.M. e PAGLERANI, R. Biology and morphometry of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus* (Carcharhinidae), off northeastern Brazil. *Cybiu*, Paris, v. 23, pp. 353-368, 1999b.
- SEKI T.; TANIUCHI, T.; NAKANO, H.; SHIMIZU, M. Age, growth and reproduction of the Oceanic whitetip shark from the Pacific Ocean. *Fisheries Science*, Tokio, v.64, n.1, pp. 14 – 20, 1998

WHITE, W.T. Catch composition and reproductive biology of whaler sharks (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) caught by fisheries in Indonesia. *Journal of fish biology*. v. 71, pp. 1512 – 1540, 2007.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA DISSERTAÇÃO

AMORIM, A. F.; ARFELLI, C. A.; FAGUNDES, L. Pelagic elasmobranches caught by longliners off southern Brazil during 1974 – 1997: An overview. *Marine Freshwater Research*, Melbourne v. 49, p. 621 – 632, 1998.

BASS, A.J.; D'AUBREY, J.D. AND KISTNASAMY, N. Sharks of the east coast of Southern Africa. I. Genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). *S. Afr. Assoc. Mar. Biol. Res. Invest. Rep.* 38, 100, 1973.

BACKUS, R.H., SPRINGER S. AND E.L. ARNOLD JR. A contribution to the natural history of the white-tip shark: *Pterolamiops longimanus*. *Deep Sea Research*, v. 3, p. 178 – 188, 1956.

BAUM, J., MEDINA, E., MUSICK, J.A. AND SMALE, M. *Carcharhinus longimanus*. in: IUCN 2010. IUCN red list of threatened species. Version 2010.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **19 March 2010**.

BEERKIRCHER, L.R., CORTÉS, E. AND SHIVJI, M., Characteristics of shark bycatch observed on pelagic longlines off the Southeastern United States. *Marine Fisheries Review*, 64(4) 40 – 49, 1992 – 2000, 2002.

BONFIL, R., S. CLARKE AND NAKANO. The biology and ecology of the Oceanic Whitetip Shark, *Carcharhinus longimanus*. In: Camhi, M.D., E.K. Pikitch and E.A. Babcock. *Sharks of the Open Ocean: Biology, fisheries and conservation*, Blackwell Science Publishing, 2008.

- CAMHI, M.D., VALENTI, S.V., FORDHAM, S.V., FOWLER, S.L. AND GIBSON, C. The conservation status of pelagic sharks and rays: report of the IUCN shark specialist group pelagic shark red list workshop. IUCN species survival commission shark specialist group. Newbury, UK., 2009.
- COMPAGNO, L.J.V. Sharks of the world: carcharhiniformes, p.2. FAO Fisheries Synopsis, Rome, v. 125, pp. 251 - 655, 1984.
- CORTÉS, E. Comparative life history and demography of pelagic sharks. Pp. 309-322. In: Sharks of the open ocean : Biology, Fisheries and Conservation (eds M.D.Camhi, E.K. Pikitch and E.A. Babcock) Blackwell Publishing Oxford, UK, 2008.
- DULVY, N.K., BAUM, J.K., CLARKE, S., COMPAGNO, L.J.V., CORTES, E., DOMINGO, A.S., FORDHAM, S., FOWLER, S., FRANCIS, M.P., GIBSON, C., MARTINEZ, J., MUSICK, J.A., SOLDI, A., STEVENS, J.D. AND VALENTI, S. You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation* 18: 459-482, 2008.
- FAO. A background analysis and framework for evaluating the status of commercially-exploited aquatic species in a CITES context. Second Technical Consultation on the Suitability of the CITES Criteria for listing Commercially-exploited Aquatic Species. 23pp., 2001 Available at <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/003/Y1455E.HTM> .
- FOURMANOIR, P. Requins de la cote ouest de Madagascar. Madagascar. Mem.Inst.scient., 1961.
- GILMAN, E.S. CLARKE, N. BROTHERS, J. ALFARO-SHIGUETO, J. MANDELMAN, J. MANGEL, S.PETERSEN, S.PIOVANO, N.THOMSON, P. DALZELL, M. DONOSO, M. GOREN AND T. WERNER. Shark interactions in pelagic longline fisheries. *Marine policy* 32(1) 1-18, 2008.

- GOHAR, H.A.F. AND F.M., MAZHAR. The elasmobranches of the north-western Red Sea. *Marine Biology*. Alghardaga, v. 13, p. 3 – 143, 1964.
- GUBANOV, Y.P. The reproduction of some species of pelagic sharks from the equatorial zone of the Indian Ocean. *Journal of Ichthyology*, Silver Spring, v. 18, n 5, p. 781–792, 1979.
- HAZIN, F.V.H. E CARVALHO, F. Projeto tubarões oceânicos do Brasil, Recife, 2006.
- Indian Ocean Tropical Tuna Commission (IOTC). Report of the eleventh session of the Scientific Committee. Victoria, Seychelles, 1-5 December, 2008.IOC- 2008-SC-R[E]. 166pp, 2008.
- LAST , P.R. AND STEVENS, J.D. Sharks and rays of Australia. CSIRO, Melbourne, Australia, 1994.
- LESSA, R., SANTANA, F.M., PAGLERANI, R. Age, growth and stock structure of the oceanic whitetip, *Carcharhinus longimanus*, from the southwestern equatorial Atlantic. *Fisheries Research*, New York, v. 42. p.21-30, 1999a.
- LESSA, R.; SANTANA, F.M. e PAGLERANI, R. Biology and morphometry of the oceanic whitetip shark, *Carcharhinus longimanus* (Carcharhinidae), off northeastern Brazil. *Cybiurn*, Paris, v. 23, p. 353-368, 1999b.
- MUSICK, J.A., G. BURGESS, G. CAILLIET, M. CAMHI AND S.FORDHAM. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). *Fisheries* 25 (3): 9 – 13, 2000.
- SAIKA, S. AND H, YOSHIMURA. 1985. Oceanic whitetip shark *Carcharhinus longimanus* in the Western Pacific. Report of the Japanese Group for Elasmobranch Studies 20, 11-12 (in Japanese at jses.ac.affrc.go.jp/report/20/20-3.pdf).

- SEKI T.; TANIUCHI, T.; NAKANO, H.; SHIMIZU, M. Age, growth and reproduction of the Oceanic Whitetip Shark from the Pacific Ocean. *Fisheries Science*, Tokio, v.64, n.1, p. 14 – 20, 1998.
- SMITH, S.E., AU, D.W. AND SHOW, C. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. *Marine and freshwater Research* 49(7): 663-678, 1998.
- STEVENS, J.D. Biological observations on sharks caught by sport fishermen off New South Waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, Melbourne, v. 35, n.5, p. 573 – 590, 1984.
- STRASBURG D.W. Distribution, abundance and habits of pelagic sharks in the central Pacific Ocean. *Fishery Bulletin*, Washington, US, v. 58, p.335 – 361, 1958.
- WARD, P. AND MYERS, R. Shifts in open ocean fish communities coinciding with the commencement of commercial fishing. *Ecology* 86, 835-847, 2005.

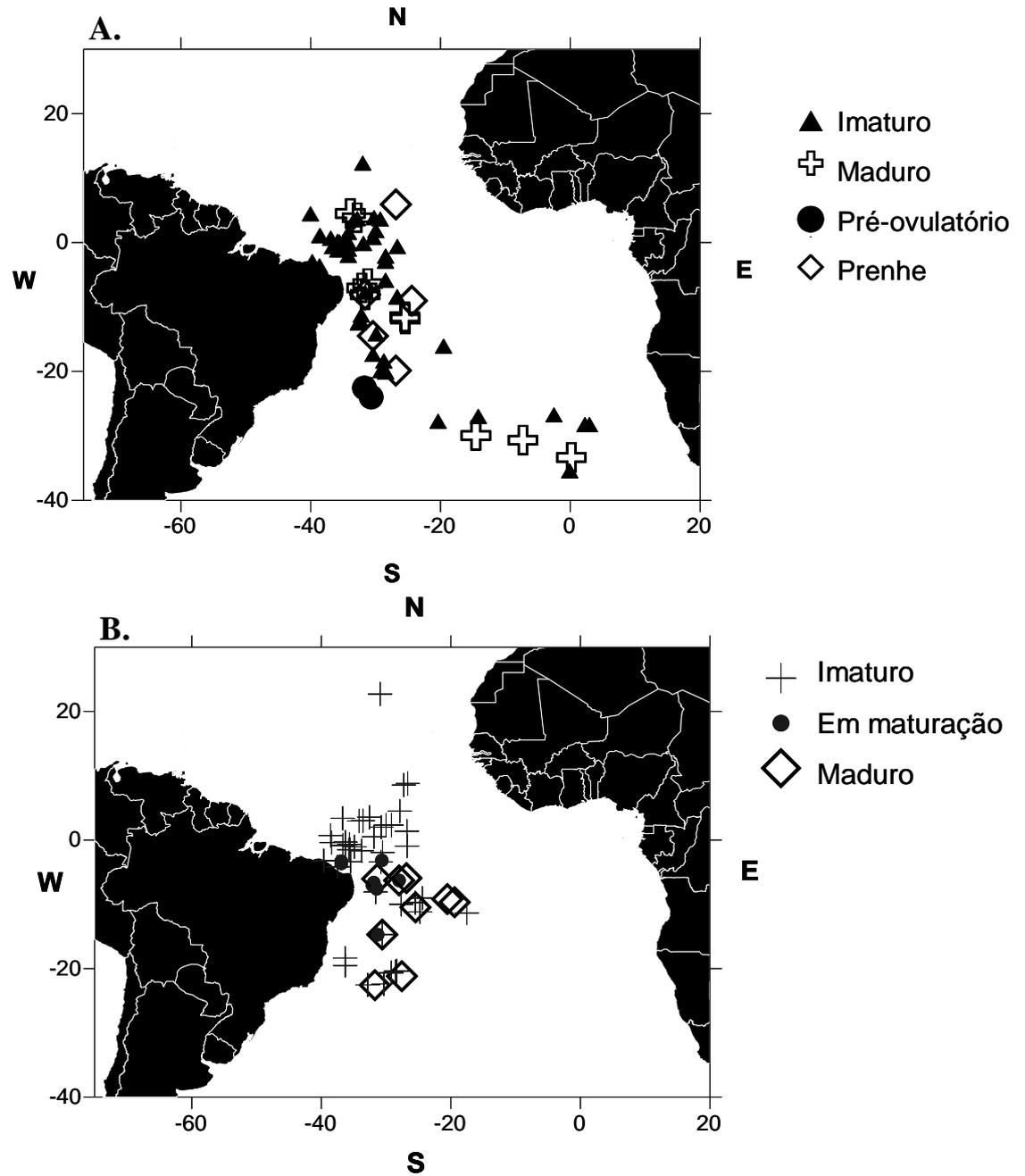


Figura 1. Localização geográfica dos espécimes capturados pelas embarcações da frota atuneira brasileira, no Atlântico Sudoeste e Equatorial, cujos aparelhos reprodutores foram coletados por observadores a bordo (A – fêmeas capturadas; B – machos capturados; N – Norte, S – Sul, W – Oeste, E – Leste)

Tabela I. Proporção sexual dos exemplares de *Carcharhinus longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009

Meses	Frequência Observada		Total	X ²
	Machos	Fêmeas		
Janeiro	14	11	25	0,36
Fevereiro	10	13	23	0,39
Março	11	8	19	0,47
Abril	2	5	7	0,11
Maiο	5	4	9	0,11
Junho	6	7	13	0,07
Julho	5	7	12	0,33
Agosto	2	2	4	0
Setembro	9	12	21	0,42
Outubro	13	6	19	3*
Novembro	14	8	22	2*
Dezembro	12	15	27	0,33
Total	103	98	201	2,57

* Valores que se diferem estatisticamente

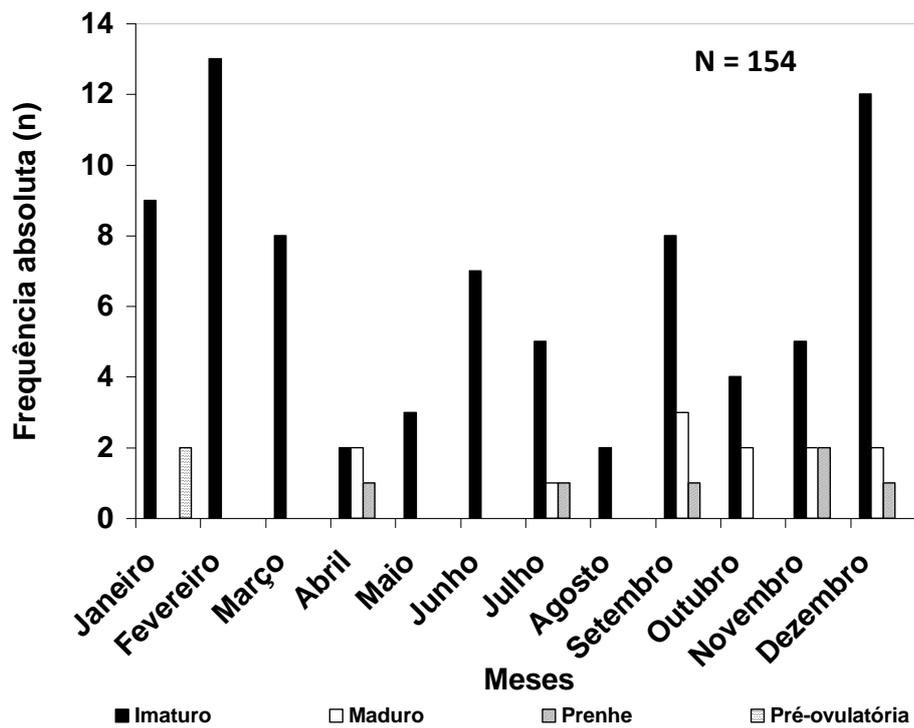


Figura 2. Distribuição de frequência de comprimento total de machos e fêmeas de *Carcharhinus longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Tabela II. Características gerais das fêmeas de *C. longimanus* em cada estágio maturacional, capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Características	Imaturo	Maduro	Pré-ovulatório	Prenhe
LGO (cm)	0,5 – 1,1	2,9 – 5,0	5,4 – 5,9	3,2 – 4,9
LU (cm)	0,2 – 0,7	2,9 – 6,2	3,8 – 5,0	> 12
POV (g)	0,8 – 15,6	9,1 – 71,6	198 – 294,1	3,0 – 84,5
DMFO (cm)	0,1 – 0,3	1,2 – 1,6	3,0 - 4,7	2,4 – 3,5
CT (cm)	90 – 170	165 – 223	181 – 187	169 – 227
N	78	13	2	5
%	80	13	2	5

LGO = Largura da glândula oviducal; LU = Largura do útero; POV = Peso do ovário; DMFO = Diâmetro do maior Folículo ovariano; CT = Comprimento Total; N = número de indivíduos; % = porcentagem da frequência

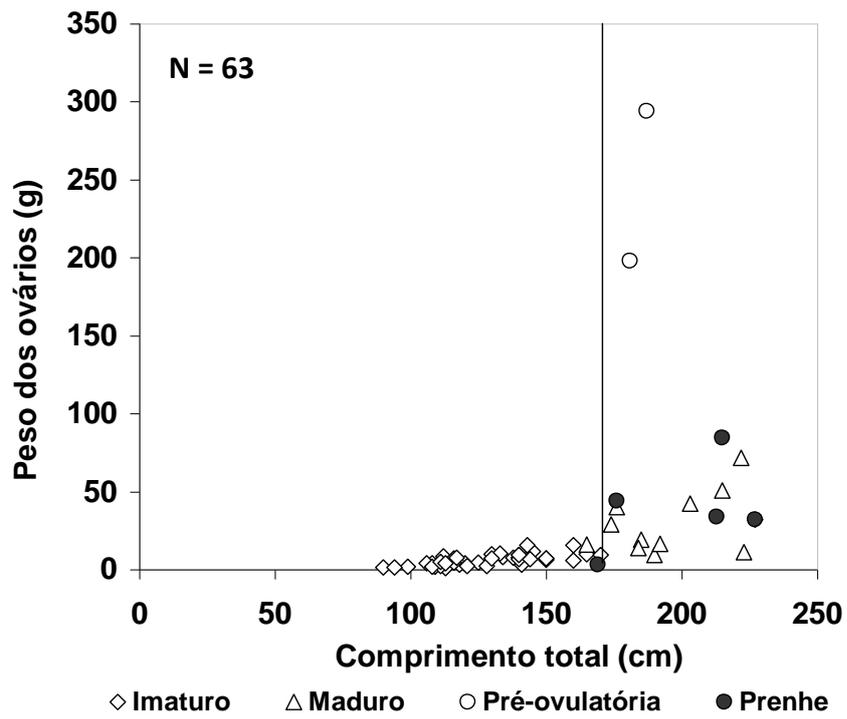


Figura 3. Relação entre o peso do ovário e o comprimento total das fêmeas de *C. longimanus* capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Tabela III. Características gerais das fêmeas prenhes de *C.longimanus*, capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

Mês de captura	CT médio dos embriões (cm)	Número de embriões		Total	Proporção sexual (M: F)	CT da mãe (cm)
		M	F			
Abr/09	2,9	NI	NI	4	NI	176
Jul/04	9,8	---	8	8	8 F	215
Set/07	31,85	5	5	10	1M: 1F	213
Nov/07	52	0	1	1	1F	227
Dez/08	6,5	NI	NI	4	NI	169
Total	2,9 – 52	5	14	27	1M: 2,8F	169 – 227

M = Macho; F = Fêmea, NI = Não Identificado

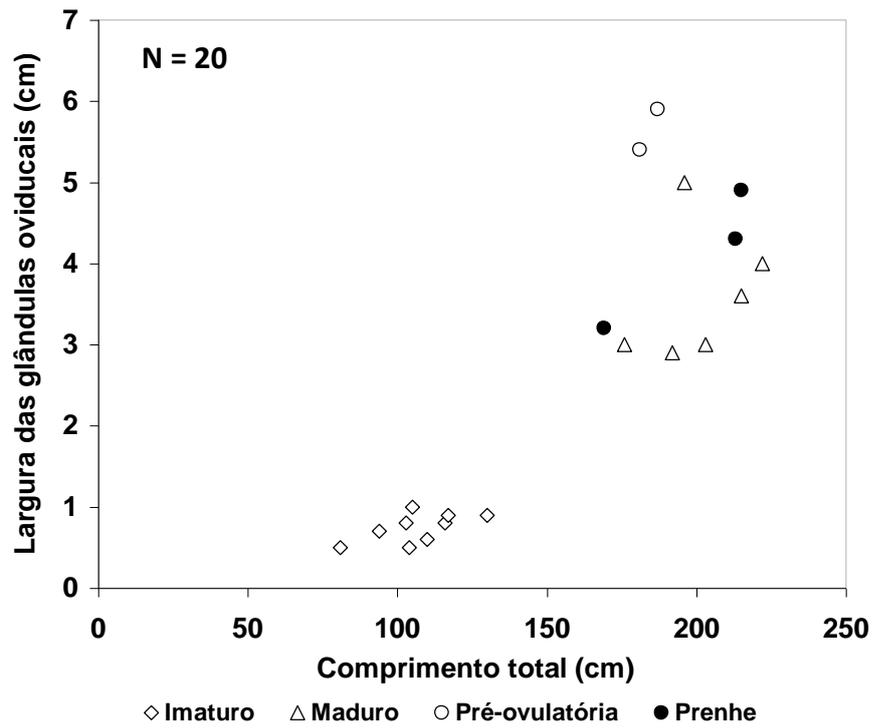


Figura 4. Relação entre a largura das glândulas oviducais e o comprimento total das fêmeas de *C. longimanus* capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

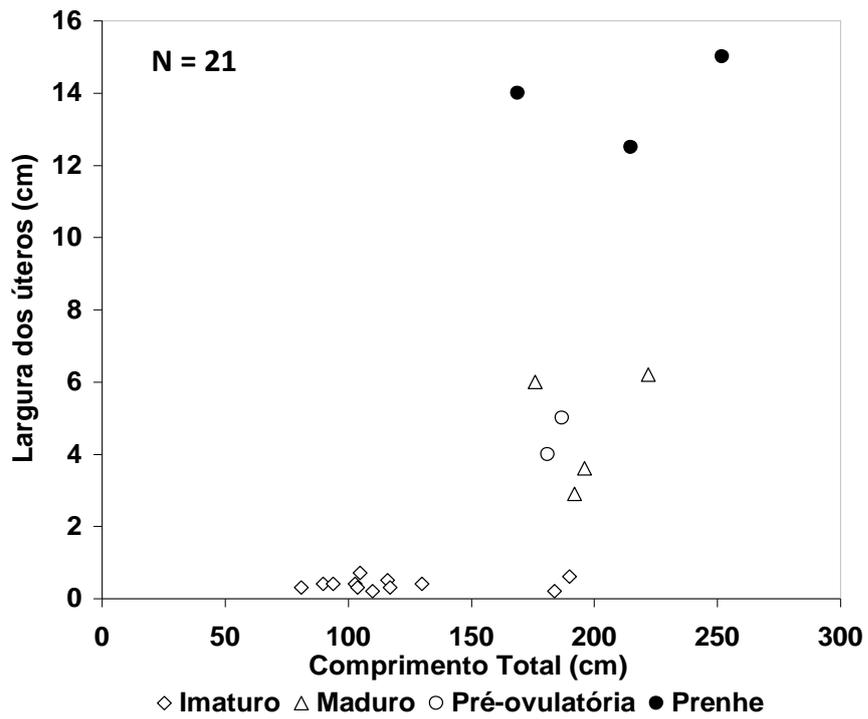


Figura 5. Relação entre a largura dos úteros e o comprimento total das fêmeas de *C. longimanus* capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

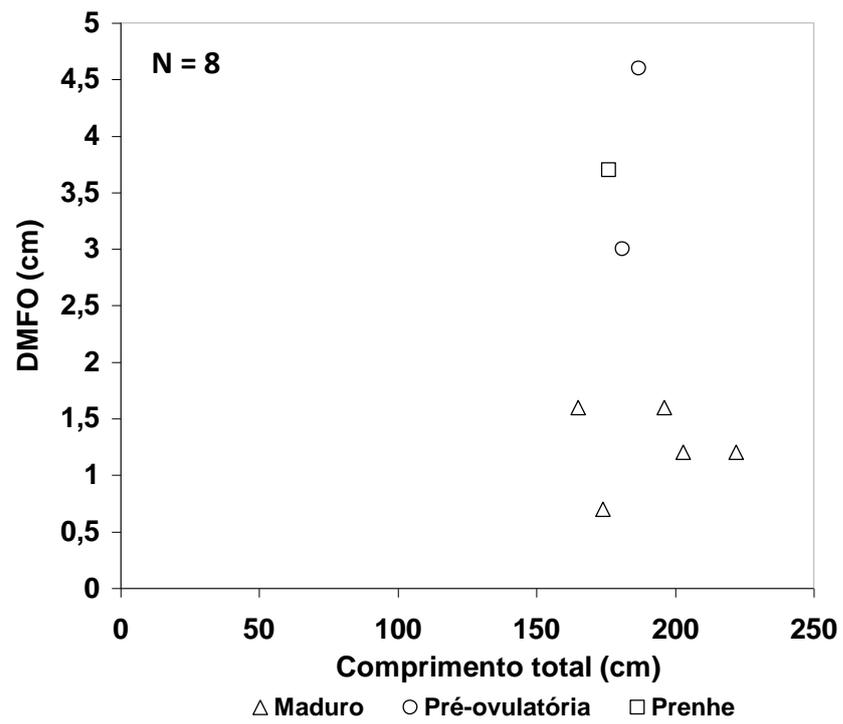


Figura 6. Relação entre o diâmetro do maior folículo ovariano (DMFO) e o comprimento total das fêmeas de *C. longimanus* capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial

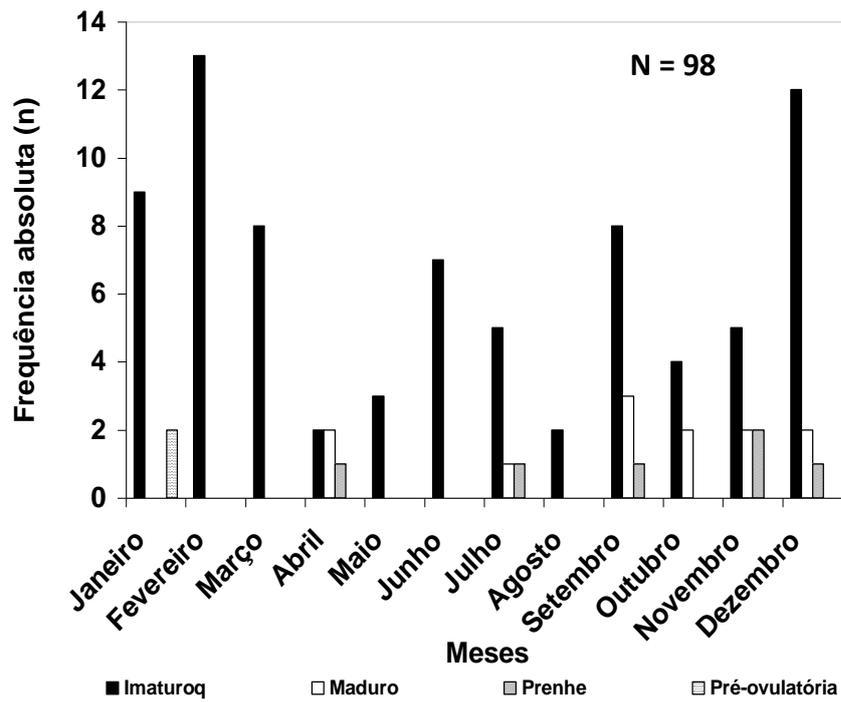


Figura 7. Distribuição mensal dos estágios maturacionais das fêmeas de *C. longimanus* capturadas no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009

Tabela IV. Características gerais dos estados maturacionais dos machos de *C.longimanus*, capturados no Atlântico

Sudoeste e Equatorial

Características	Em		
	Imaturo	maturação	Maduro
LTE (cm)	0,7 – 3,3	1,4 – 20	0,9 – 4,7
PTE (g)	0,9 – 15,1	9,4 – 27	9,4 – 127
CT (cm)	72 – 160	170 – 196	160 – 242
CC	0,4 – 9,3	*	8,0 – 21
N	75	8	20
%	73	8	19

* Nenhum comprimento de cláspes dos indivíduos em maturação foi aferido

LTE = Largura dos testículos; PTE = Peso dos testículos; CC = Comprimento do cláspes; CT = Comprimento Total; N= Número de indivíduos; % = Porcentagem da frequência.

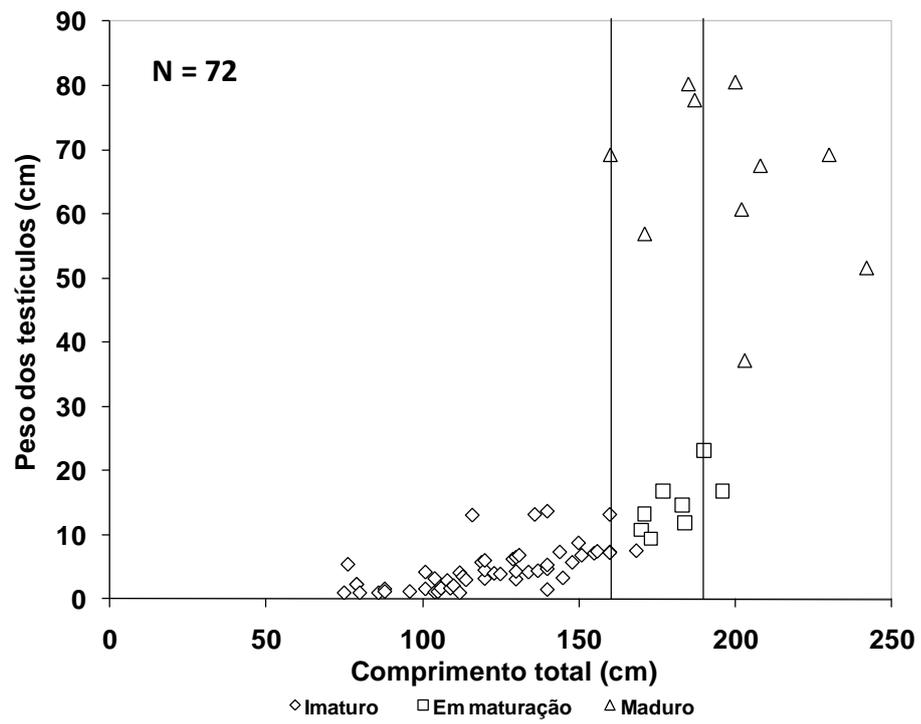


Figura 8. Relação entre o peso dos testículos e o comprimento total dos machos de *C. longimanus*, capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial

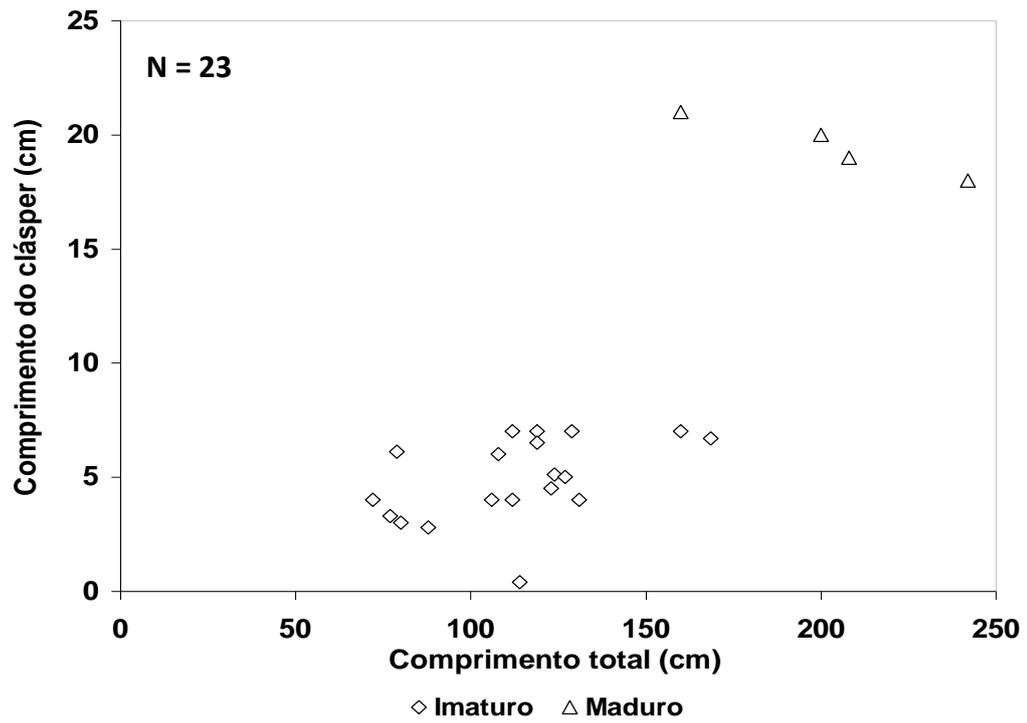


Figura 9. Relação entre o comprimento do cláspes e o comprimento total dos machos de *C. longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial

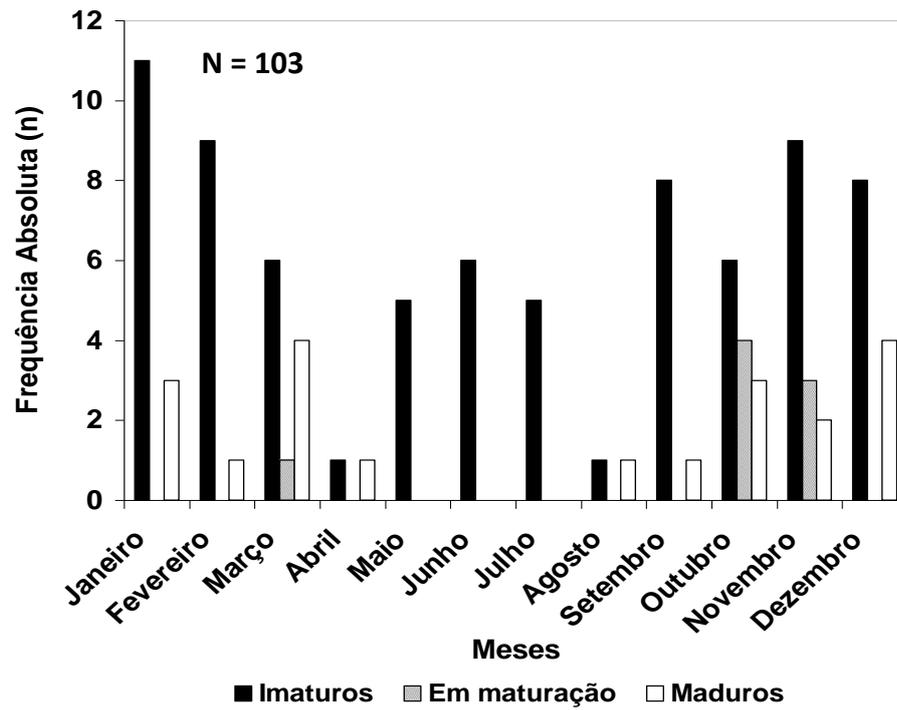


Figura 10. Distribuição mensal dos estágios maturacionais dos machos de *C. longimanus* capturados no Atlântico Sudoeste e Equatorial, entre dezembro de 2003 e dezembro de 2009

ANEXO

Scope

Scientia Marina welcomes original manuscripts on marine research in the following fields: Marine Biology and Ecology, Fisheries and Fisheries Ecology, Systematics, Faunistics and Marine Biogeography, and Physical Oceanography, Chemical Oceanography, and Marine Geology. Preference will be given to manuscripts of a multi-disciplinary nature and to those of general interest to marine scientists throughout the world. Studies of local interest and/or of descriptive nature may also be acceptable if significant general implications are included. The preferential geographic study areas are the Mediterranean Sea and adjacent Atlantic Ocean. The following types of contribution can be published in *Scientia Marina*: Articles, Reviews, News and Comments and Book Reviews.

Editorial Policy

Manuscripts that do not fall within the scope of *Scientia Marina* and those which do not follow the Instructions to Authors will be returned to the authors. Manuscripts will be assigned to one of the Scientific Editors, who will critically evaluate their scientific merits, choose at least two appropriate referees and evaluate the reviewer's comments. The Editor-in-Chief decides to accept or reject them based on the reports and recommendations of the Scientific Editor.

The manuscripts of the journal *Scientia Marina* published on paper and in electronic format are the property of the "Consejo Superior de Investigaciones Científicas", and their origin must be cited in any partial or total reproduction. However, the author retains the

right to disseminate his/her own work.

Online publication

Accepted articles appear online as "Forthcoming articles" as soon as the galley proofs have been approved by the authors and the Editor-in-Chief. No changes can be made after online publication. The dates of submission, acceptance and online publication will appear at the end of each article. The corresponding author will receive galley proofs and will be responsible for the final version of the published articles. Twenty-five reprints will be sent to the corresponding author free of charge.

Submission of Manuscripts

- Submission of a manuscript implies that all authors have approved and agree on the contents of the submitted text. It is the responsibility of the corresponding author that all co-authors have the correct information on the submitted manuscript. Manuscripts must not be submitted simultaneously to any other journal.
- A single file in pdf format (including text, tables and figures) must be sent electronically to scimar@icm.csic.es.
- Language: Contributions must be in English. Submitted manuscripts will first be checked for language. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague. Manuscripts which are substandard in this respect will be returned without review.

First page

- Please include the title, the complete name (first name and family name) and postal address of the author(s), and the fax number and e-mail address of the corresponding author
- Title: Titles which include species names must also specify the necessary taxa and subtaxa, so that readers not acquainted with the species may at least know the zoological/botanical group the species belongs to.
- Summary: No longer than 200 words, in a single paragraph.
- Resumen: A Spanish translation of the title, summary, and keywords must be provided.
- Running title: A short title not exceeding 50 characters must be included.
- Keywords: Please provide 6 to 8 keywords. In agreement with the recommendations of the IOC-UNESCO, we recommend that the authors use the ASFA Thesaurus to identify the right keywords for their articles.

Text of the article

- Length: The total number of typed pages should not exceed 30 and will usually be lower (fewer than 7000 words, including references and figure legends). Font size 12 is recommended. Leave 25 mm margins on all sides. Manuscripts must be printed double-spaced throughout. Pages and lines must be numbered.
- Sections: Follow the usual sections (INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION). Avoid a single section on Results and Discussion. Avoid numbering sections. Main headings should be in capital letters, subheadings in bold type sentence case.
- Do not use ampersands (&); instead use the word "and"

- Some Latin abbreviations are set in roman type because they have been thoroughly incorporated into English (note that no comma follows the abbreviations). These include: e.g./ i.e./ ca./ in situ/ vs/ per se/.
- Figures and tables should be numbered sequentially in the order that they appear in the text. Do not place figures or tables in the main body of the text, but at the end of the manuscript. Place every table and every figure in separate pages. References to figures in the main body of the text: (Fig. 1), (Fig. 1a, b) or (Figs. 1 and 2) or full Figure 9.
- Note the style of citing figures in the following examples: "The Balearic Islands (Fig. 1) are separated from the Iberian Peninsula by..."; "The bathymetric distribution of the species is shown in Figure 3."

Units and numeric values

- Use International System units (km, m, kg, g, etc.).
- Use the symbol "t" for metric tons.
- The symbols h, min and s must be used for hours, minutes and seconds.
- Use spaces between the quantity and the units (e.g. 2 m, 3 kg, 7 g). Exceptions: degree Celsius °C, latitude or longitude units and % (e.g. 37°C; 41°N, 1°17'E and 10%).
- Do not include spaces between the following symbols and numeric values: >, < (e.g. >7, <7).
- Use a dot "." as a decimal marker: Do not use any symbol to separate thousands (e.g. 5200 or 10300).
- Salinity is a dimensionless unit, and should not have units such as ‰. It is valid to state once in the paper that salinity was measured in practical salinity units (psu),

but thereafter no units should be used. This applies to both text and figure legends and axes.

References in the text

- When several references are cited between brackets they must follow a chronological order. Note the style of punctuation in the following examples:

... poses systematic problems (Hulley, 1981; Smith and Millar, 1995; Carter *et al.*, 2001).

... in coastal upwelled waters (Olivieri, 1983a,b; Salat, 2000, 2002; Horstman, SFRI unpublished data).

... following the opinions expressed by Margalef (1978).

Roel *et al.* (1985) reported that...
- The expression *et al.* should always be in italics.
- Ensure that there is a perfect match between references in the text and in the reference list. All references cited in the text, both published and in press (including tables and figures), must be included in the reference list. It is not necessary to include the reference when the scientific name of a species is cited in full (e.g. *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)).

Reference List

- We recommend a maximum rate of 1 page of citations for every 4 pages of text in the manuscript (from Introduction to Discussion).
- References must be ordered alphabetically.
- Journal names must always be abbreviated.

- Papers "in preparation" or "submitted" are not acceptable as references. Once accepted, they may be quoted as "in press", but not before.
- The format of the references must be strictly followed.
- The list of references should include the complete list of authors, year of publication, title (in the original language), journal, volume and page numbers. Journal abbreviations should be in accordance with the [WORLD LIST OF SCIENTIFIC PERIODICALS](#).
- Follow the punctuation and style shown in the examples below:

Gili, J.M., J. Murillo and J.D. Ros. – 1989. The distribution pattern of benthic Cnidarians in the western Mediterranean. *Sci. Mar.*, 53(1): 19-35.

Delgado, M. and J.M. Fortuño. – 1991. Atlas de Fitoplancton del Mar Mediterráneo. *Sci. Mar.*, 55(Suppl. 1): 1-133.

Pomeroy, L.R. – 2004. Building bridges across subdisciplines in marine ecology. *Sci. Mar.*, 68(Suppl. 1): 5-12.

Margalef, R. – 1986. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona.

Saiz, E. – 1991. *Importància de l'energia auxiliar en la dinàmica dels sistemes pelàgics: turbulència i zooplàncton*. Ph.D. thesis, Univ. Barcelona.

- Please pay especial attention to the citation of articles within books according to the following examples. Do not forget to give the publisher and place of publication and to check the punctuation:

Margalef, R. – 1975. Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In: W.H. van Dobben and R.H. Lowe-McConnell (eds.), *Unifying concepts in ecology*, pp. 139-150. Junk, The Hague.

Boyd, A.J, J. Salat and M. Masó. – 1987. The seasonal intrusion of relative saline water on the shelf off northern and central Namibia. In: A.I.L. Payne, J.A. Gulland and K.H. Brink (eds.), *The Benguela and Comparable Ecosystems. S. Afr. J. mar. Sci.*, 5: 107-120.

- ENDNOTE users would like to make use of this style: scimar.ens.

Tables

- Tables should be consecutively numbered with Arabic numerals and typed on separate pages.
- Table headings should be given above each table.
- Tables should be designed to fit in the format of the printed page.
- Vertical lines should not be used.

Figures

- When submitting a manuscript, figures must be placed at the end of the manuscript and each figure must include its legend in the lower part. Once the manuscript has been accepted for publication, figures and their legends must be placed separately.
- Figures presenting the study area should include a small general map showing a larger geographical region. Maps must show the locations cited in the text, the names of seas or oceans and the main isobaths. Please, avoid political maps.
- Drawings, graphs and photographs should be carefully presented on separate sheets. Figures must be prepared so that, after reduction to fit the

size of the journal page (print area is 16.9 cm or 8.1 cm width), characters and symbols will still be readable.

- All figures included in a manuscript should use the same font type.
- Avoid very thin or very thick lines.
- Do not use colour if an illustration is to be reproduced in black and white.
- Please do not draw with hairlines. The minimum line width is 0.2 mm (0.5 pt) measured at the final scale.
- Map figures must indicate °N, °S, °E or °W.
- Colour photographs can be published at moderate fees.
- Colour illustrations are welcome, but have a cost of 240 € per page.

Electronic Submission

Once the manuscript has been accepted for publication, authors will be asked to send the final version. It may be sent by e-mail, or on CD-ROM or DVD.

Text must be sent in "Word" format. Please save any .docx file as .doc. The illustrations must be sent separately from the text. Image files should not be embedded in a word-processor file.

Vector graphics exported from a drawing program should be stored in EPS (Encapsulated PostScript) format. Fonts used in the graphics (use preferably Times) must be included. Suitable programs include Freehand, Illustrator and Corel Draw.

Most presentation programs, such as Excel and Power Point, produce data that cannot be processed since they do not support the export of EPS data.

Halftone images Store colour illustrations as CMYK and monotone as greyscale in TIFF or JPEG format. Whenever you use JPEG format, choose maximum quality instead of high compression in the options window. Suitable programs include Photoshop, Picture Publisher and Photo Paint.

Table of resolutions for images and scans

Original	Mode	Final resolution	Format
Colour	CMYK	300 dpi	TIFF or JPEG
Monotone	Greyscale	300 dpi	TIFF or JPEG
B/W line drawing	Line	900-1200 dpi	TIFF or EPS