

ANDRÉA CARLA LIRA DOS SANTOS

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO DOURADO, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO, BRASIL

**RECIFE,
2012**



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

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO DOURADO, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO, BRASIL

Andréa Carla Lira dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Profº Drº Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Orientador

Profº Drº Fábio Hissa Vieira Hazin

Co-orientador

Recife,

Fevereiro/2012

Ficha catalográfica

S237b Santos, Andréa Carla Lira dos
Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus*
(linnaeus, 1758), no arquipélago de São Pedro e São Paulo,
Brasil. / Andréa Carla Lira dos Santos. – Recife, 2012.
57f. : il.

Orientador: Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) – Departamento de Pesca, Universidade Federal
Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
Inclui referências e anexo.

1. L50 2. IG 3. Reprodução 4. Proporção sexual
5. Época de desova I. Oliveira, Paulo Guilherme Vasconcelos
de, orientador II. Título

CDD 639.3

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

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO DOURADO, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO, BRASIL

Andréa Carla Lira dos Santos

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada com distinção em 24/02/2012 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof^o Dr^o Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira – Orientador
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^o Dr^o Fábio Hissa Vieira Hazin – Membro Interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^o Dr^o William Severi – Membro Interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^a Dr^a Patrícia Barros Pinheiro – Membro Externo
Universidade do Estado da Bahia - UNEB

Prof^o Dr^o Paulo Travassos – Suplente
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

“Nós geralmente descobrimos o que fazer percebendo aquilo
que não devemos fazer. E provavelmente aquele que nunca
cometeu um erro nunca fez uma descoberta.”

Samuel Smiles

Dedicatória

À minha família e aos meus amigos.

Agradecimentos

A Deus por mais um objetivo alcançado.

Aos meus pais, Andréa e José Carlos, e aos meus irmãos, Beatriz e Zeca, pelo apoio dado durante o mestrado.

A toda a minha família (tias, primos e primas), pelos apoios financeiro e emocional e a toda torcida e bons conselhos, sem os quais eu não conseguiria terminar essa etapa da minha vida.

Aos amigos, de longa data ou não, pelos momentos de descontração, pelo apoio, pelo ombro, por tudo.

Às amigas Tiana, Palloma, Natalia, Ana Paula, Michelle, Ana Cecília, Thaíze, Julyany, Vanessinha (Bina), Fernanda, Larissa, Mira, Nat, Dáphine, Valéria e Jéssica.

À Gabriel Gonçalves, que me acompanhou, mesmo distante, durante essa jornada. Antes com a sua amizade e agora com o seu amor.

Ao Professor e amigo Paulinho, por toda a boa vontade empregada para a realização desse trabalho e todo o carinho e atenção que me foram dados ao longo desses dois anos e, principalmente, por me ajudar a ser uma pessoa melhor. Não importa para onde a vida me leve eu nunca me esquecerei de você.

Ao Professor Fábio Hazin, pela força e confiança depositada em mim. Obrigada.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições para o trabalho.

O mais especial dos agradecimentos a Isa Marielle Coutinho pela ajuda preciosa e essencial no experimento. Isa, eu não teria conseguido sem você!

Ao amigo Cesar Molina, pela ajuda com o espanhol, bem como aos demais colegas da especialização da Faculdade Damas por todo apoio dado durante o curso.

À Mariana Rego, Danielle Viana e Patrícia Pinheiro, pela amizade e puxões de orelha quando foi preciso.

Ao Nosso Grupo (Paulinho, Pat, Lays, Nanda, Isa, Leidi, Mari Porto, Ingrid, Polly, Wesley, Helena, Bina, Beth), porque, enfim é o Nosso Grupo.

Aos colegas de laboratório.

Aos funcionários do Departamento de Pesca e Aqüicultura da UFRPE, Telma, Lia, Dona Tânia, Selma, Dona Eliane, Socorro, Vani e Rosa pela atenção e gentileza durante toda a pós-graduação.

À CAPES pela bolsa concedida durante o mestrado.

A todos os Professores que tive desde a infância até hoje, por me ajudarem a chegar até esse momento.

A todas as pessoas que passaram pela minha vida e de alguma maneira contribuíram para a minha formação.

Sem vocês seria impossível a realização desse trabalho.

Resumo

O dourado, *Coryphaena hippurus*, é uma espécie pelágica e oceânica com distribuição circumtropical, que representa um importante recurso pesqueiro em todo o mundo. O Arquipélago de São Pedro e São Paulo se encontra na rota migratória de várias espécies de elevado valor comercial, entre elas o dourado. Diante desse contexto os estudos de biologia reprodutiva representam uma ferramenta útil para o auxílio da conservação e gestão desses estoques através do aporte de informações, como, por exemplo, tamanho de primeira maturação sexual e época de desova. Nesse trabalho, 861 indivíduos de dourado foram examinados, dos quais 811 foram sexados (279 machos e 532 fêmeas), tendo sido identificados os estágios de maturação gonadal de 565. O comprimento zoológico dos exemplares variou entre 27 e 150 cm, com proporção sexual de 1 macho para 1,9 fêmeas. A distribuição da média mensal do Índice Gonadal dos indivíduos adultos variou entre 0,58 e 3,73 para os machos e entre 3,22 e 34,90 para as fêmeas. O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) foi estimado em 68,8 cm de Comprimento Zoológico (CZ), para os machos, e 67,7cm de CZ, para as fêmeas. Os resultados sugerem que o período de maior atividade reprodutiva ocorre entre abril e junho.

Palavras-chave: L_{50} , IG, reprodução, proporção sexual, época de desova

Abstract

The dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, an oceanic pelagic species with circumtropical distribution, is an important fishery resource around the world. The Archipelago of St Peter and St Paul plays an important role in the migratory route of several species of high commercial value, including the dolphinfish. In this context, studies of reproductive biology may help conservation and management of these stocks by providing essential information, such as the size at first sexual maturity and spawning season. In this study, a total of 861 individuals were examined, 811 of which were sexed (279 female and 532 male). Of these, the stage of sexual maturity was identified in 565 specimens. The fork length (FL) of specimens ranged between 27 and 150 cm, with a sex ratio of 1 male to 1.9 females. The distribution of average monthly Gonadal Index of adults ranged between 0.58 and 3.73 for males and between 3.22 and 34.90 for females. Size at first sexual maturity (L_{50}) was estimated at 68.8 cm FL, for males, and 67.7 cm FL, for females. The results suggest that the period of greatest reproductive activity occurs between April and June

Key words: L_{50} , GI, reproduction, sex ratio, spawning season

Lista de Figuras

Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, adaptado de Campos et al. (2005).....	29
Figura 2- Distribuição de frequência absoluta do comprimento zoológico de exemplares de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=861), entre 2007 e 2011.....	31
Figura 3- Frequência relativa dos estágios maturacionais de machos de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=178), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.....	33
Figura 4- Comprimento zoológico e peso das gônadas de machos de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=178), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.....	33
Figura 5- Média mensal do Índice Gonadal (IG) de machos de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=178), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011 (as barras representam o desvio padrão).....	34
Figura 6- Frequência relativa dos estágios maturacionais de fêmeas de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=379), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.....	35
Figura 7- Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas de fêmeas de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=379), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.....	36
Figura 8- Média mensal do IG de fêmeas de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> (n=379), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011 (as barras representam o desvio padrão).....	36
Figura 9- Comprimento da primeira maturação sexual L_{50} para machos e fêmeas de <i>Coryphaena hippurus</i> (n=379), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.....	37
Figura 10- Diagrama das fotomicrografias de partes dos testículos de dourado (<i>Coryphaena hippurus</i>). A) Testículo maduro evidenciando a migração dos espermatozoides (setas)(4x); e B) Detalhe do testículo maduro. Túbulo seminífero com presença de espermatozoides (seta)(10x). Coloração Hematoxilina Eosina.....	47
Figura 11- Diagrama das fotomicrografias de partes dos ovários de dourado (<i>Coryphaena hippurus</i>), em diversos estágios de maturação: A) Em maturação, com presença de ovogônias (setas), e ovócitos I, II, III e IV (I, II, III e IV); B) Maduro, exibindo em sua maioria ovócitos	

III e IV; C) Ovócito Vitelogênico (OV), e D) Repouso, apresentando membrana celular (MC) espessa e aspecto de desorganização da célula (4x). Coloração Hematoxilina Eosina.....48

Lista de tabelas

Tabela 1- Proporção sexual de <i>Coryphaena hippurus</i> capturados no entorno do ASPSI período de janeiro de 2007 a maio de 2011.....	32
Tabela 2- Comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) para machos e fêmeas de dourado, <i>Coryphaena hippurus</i> , descritos na literatura.....	40

Sumário

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1- Introdução	15
2- Revisão de literatura.....	17
2.1. O Arquipélago de São Pedro e São Paulo.....	17
2.2. A espécie <i>Coryphaena hippurus</i>	18
2.3. Biologia reprodutiva do dourado.....	20
3- Referências bibliográficas.....	21
4- Artigo científico.....	25
4.1. Artigo científico I.....	26
5. Considerações finais.....	46
ANEXOS.....	47

1. Introdução

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) representa o ponto oriental mais avançado do território brasileiro no Oceano Atlântico Norte, além de ser o único conjunto de ilhas oceânicas do país naquele hemisfério. Em função do seu posicionamento geográfico estratégico, localizado entre os dois hemisférios e entre o continente Africano e o Americano, o ASPSP exerce uma forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias, para as quais possui uma grande importância como local de reprodução e alimentação (CAMPOS et al., 2005).

A atividade pesqueira nas circunvizinhanças do ASPSP concentra-se em uma área que se estende desde os 50 m até cerca de 10 milhas náuticas de distância do mesmo, sendo efetuada por embarcações de aproximadamente 18 m de comprimento ou mais, que operam com espinhel pelágico, linha de mão, covo e corrico, conforme a espécie alvo da pescaria (VASKE et al., 2006).

O dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), uma das espécies comumente capturadas no ASPSP, pertence à família Coryphaenidae, formada por um único gênero e duas espécies, caracterizadas por sua natação rápida, migrações pelágicas e por serem alvo da pesca comercial e esportiva em todo o Oceano Atlântico (ERDMAN, 1956).

Embora a biologia reprodutiva do dourado já tenha sido relativamente bem estudada, os resultados mostram uma grande heterogeneidade de acordo com a região, condições geográficas e ambientais de onde foram provenientes os dados, aspecto que torna difícil a extrapolação de resultados de uma região para outra, tornando necessário, portanto, o desenvolvimento de estudos geograficamente especializados.

Sendo uma espécie amplamente distribuída por toda a região oceânica da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) do Nordeste brasileiro (VASKES JR, 2010), o desenvolvimento de pesquisas sobre a biologia do dourado capturado no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, uma das principais áreas de pesca da costa nordeste do Brasil, é de suma importância no intuito de assegurar a conservação da espécie.

Levando-se em consideração, portanto, a importância econômica desse recurso pesqueiro e a carência de estudos locais acerca da reprodução da espécie no ASPSP, este trabalho visou a estudar a biologia reprodutiva do dourado a fim de gerar subsídios para a adoção de medidas de gestão pesqueira capazes de assegurar a sustentabilidade do estoque explorado naquela região.

2. Revisão de literatura

2.1. O Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) é formado por um conjunto de ilhotas rochosas, constituindo um “paredão” submarino que se ergue de uma profundidade de 4.000 m (MIGUENS, 1995). Situado na região equatorial do Oceano Atlântico, no hemisfério Norte, o ASPSP é o resultado de uma falha transformante da Dorsal Meso-Atlântica (00°55’02”N; 29°20’42”W). É o ponto do Brasil mais próximo da África, distando 1.800 km de Dakar, no Senegal, 1.100 km do litoral do Rio Grande do Norte e 522 km do Arquipélago Fernando de Noronha (PE) (VIANA et al., 2009). É o ponto mais avançado do território brasileiro no oceano Atlântico Norte, representando o único conjunto de ilhas oceânicas do país nesse hemisfério. Com aproximadamente 250 m por 426 m, ocupa uma área total emersa de cerca de 17.500 m² e uma elevação máxima de 18 m acima do nível do mar (VIANA et al, 2008; VASKE-Jr et al, 2010).

O Arquipélago está na rota migratória de peixes com altíssimo valor comercial como, por exemplo, algumas espécies de atuns e afins, entre as quais o dourado (VIANA et al., 2009). Em 1982, o Brasil assinou a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos do Mar (CNUDM), ratificada em 1988 (DHN, 1997), que atribuiu aos Estados costeiros o direito exclusivo de exploração dos recursos naturais presentes na sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE) (CASTRO, 1989). O artigo 121 da CNUDM, entretanto, afirma, no seu parágrafo 3º, que “Os rochedos que não são capazes de sustentar habitação humana ou que não possuem vida econômica própria¹ não devem ter Zona Econômica Exclusiva nem Plataforma

¹ Rocks which cannot sustain human habitation or economic life of their own shall have no exclusive economic zone or continental shelf.

Continental“. A ocupação definitiva do arquipélago, portanto, a partir da construção da Estação Científica, passou a ter uma importância estratégica crucial para o País, da mesma forma que a atividade pesqueira no seu entorno, única atividade econômica vinculada ao mesmo. Assim, após seis anos de habitação permanente, em 2004, o Brasil oficializou, na ONU, o traçado da sua ZEE, incluindo o entorno do ASPSP, cuja inclusão acrescentou uma área de 450.000 km² à sua ZEE original, o que equivale a aproximadamente 15% de toda a ZEE brasileira ou 6% do território nacional (VIANA et al., 2009) (uma área maior do que o Estado da Bahia).

As informações geradas pelas pesquisas desenvolvidas no ASPSP, portanto, associadas à sua localização geográfica, adquirem uma destacada relevância político-estratégica, além de ecológica e socioeconômica. Diante desse cenário, no presente trabalho a biologia reprodutiva do dourado no entorno do ASPSP foi estudada, com vistas à geração de subsídios capazes de contribuir para a adoção de medidas de ordenamento necessárias para assegurar a sustentabilidade dos estoques explorados

2.2. A espécie *Coryphaena hippurus*

O dourado, espécie pertencente à família Coryphaenidae, apresenta o corpo alongado e comprimido, com coloração metálica iridescente, de tonalidades amarelo-dourado nos flancos e verde-azulada no dorso (CARPENTER, 2002). Os espécimes juvenis (até 30 cm) possuem a cabeça geralmente convexa, enquanto que nos machos maiores o perfil da cabeça se torna vertical, com o desenvolvimento de uma crista óssea. A espécie possui uma única nadadeira dorsal que se estende desde acima do olho até quase a nadadeira caudal, com 58 a 66 raios, além de uma nadadeira anal côncava, que se estende do ânus até quase a nadadeira caudal,

que se apresenta acentuadamente bifurcada (CARPENTER, 2002). O tamanho máximo relatado para a espécie é de 200 cm, embora seja mais comumente encontrada com comprimentos próximos a 100 cm. O maior peso até hoje registrado foi de 39,91 kg, para um peixe capturado nas Bahamas, em 1998 (CARPENTER, 2002).

É uma espécie pelágica, oceânica, com distribuição circumtropical, que costuma seguir navios e formar agregações nas proximidades de objetos flutuantes. Realiza grandes migrações alimentares e reprodutivas, com picos de captura sendo comumente observados durante o verão (KRAUL, 1999; MAHON, 1999; ZAOUALI e MISSAOUI, 1999). Alimenta-se principalmente de peixes, mas também de crustáceos e lulas. Reproduz-se em mar aberto, aproximando-se da costa provavelmente pelas altas temperaturas.

Capturado com carretilha, em espinhéis e, ocasionalmente, com redes de cerco, o dourado é altamente apreciado na pesca esportiva, assim como na comercial, havendo inúmeras pescarias voltadas para a espécie, em todo mundo (ERDMAN, 1956; ZANEVELD, 1961; BEARDSLEY, 1967; ROSE e HASSLER, 1969; SACCHI et al., 1981; OLSEN e WOOD, 1982). Tanto em termos de peso como de receita, os dourados são os mais importantes dos grandes peixes pelágicos desembarcados pela pesca comercial no sudeste do Caribe (MAHON et al., 1981). No noroeste dos EUA, são os peixes mais importantes para a pesca esportiva (ELLIS, 1957; IVERSEN, 1962). No Mediterrâneo, vários autores descreveram uma forte sazonalidade da pesca do dourado, além de terem investigado os períodos de reprodução, a evolução dos estágios mensais de maturidade e o índice gonadosomático (MASSUTÍ e MORALES-NIN, 1995; POTOSCHI et al., 1999).

2.3. Biologia reprodutiva do dourado

Vários estudos sobre a biologia reprodutiva do dourado já foram realizados em todo o mundo. Beardsley (1967) estudou a reprodução do dourado no Estreito da Flórida, por meio de análises macroscópicas das gônadas, fecundidade e caracterização do desenvolvimento ovocitário, constatando que as fêmeas produzem de 80.000 a 1.000.000 de ovos por desova e que a desova ocorre pelo menos duas vezes por ano.

Massutí e Morales-Nin (1995), em estudo acerca da sazonalidade e reprodução do dourado no Mediterrâneo Ocidental, concluíram, por meio da evolução mensal dos estágios de maturação gonadal e do índice gonadosomático, que a reprodução do dourado naquela região ocorre entre junho e setembro. Em um estudo posterior de biologia reprodutiva para a mesma área, Massutí e Morales-Nin (1997) estimaram um tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) de 54,5 cm de comprimento furcal para as fêmeas e de 61,8 cm de comprimento furcal para os machos, sugerindo, ainda, que o dourado apresenta desova parcelada.

Potoschi et al (1999), estudando o desenvolvimento gonadal, a maturidade e a reprodução do dourado no Mediterrâneo Ocidental e Central, relataram que as gônadas de todos os exemplares capturados entre os meses de junho e setembro estavam maduras e que as fêmeas e os machos capturados entre outubro e dezembro estavam, respectivamente, nos estágios de maturação V e I, indicando o fim do período reprodutivo.

Castro et al (1999) reportaram que a reprodução do dourado nas Ilhas Canárias (Espanha) ocorre entre junho e setembro, coincidindo com o período de verão. Wu et al. (2001) relataram que, embora o dourado na costa leste de Taiwan desove ao longo de todo o ano, a espécie exibe um pico de atividade reprodutiva entre fevereiro e março. De maneira semelhante, Alejo-Plata et al (2011), ao estudar a biologia reprodutiva do dourado no México, inferiram que a espécie possui uma estação de desova longa com desovas múltiplas, sendo as

duas principais entre maio e julho e entre novembro e janeiro. Zúñiga-Flores et al (2011) pesquisaram sobre a dinâmica reprodutiva do dourado no Golfo da Califórnia e concluíram que a maior atividade reprodutiva coincide com o período de maior abundância que, por sua vez, coincide com o aumento da temperatura da superfície do mar (28-30°C). O tamanho de primeira maturação sexual encontrado foi de 80 cm de comprimento furcal para ambos os sexos.

Embora a biologia reprodutiva do dourado já tenha sido bastante estudada ao redor do mundo, conforme demonstram os trabalhos acima citados, no Brasil poucos são ainda os estudos acerca da biologia reprodutiva desse importante recurso pesqueiro. Por se tratar de uma espécie migratória, porém, cujos estoques são compartilhados e explorados por várias Nações, é crucial o desenvolvimento de pesquisas que possam gerar as informações essenciais sobre a biologia da espécie, não apenas no intuito de permitir uma adequada avaliação dos seus estoques, como para assegurar a sustentabilidade de sua exploração.

3. Referências bibliográficas

ALEJO-PLATA, C.; DÍAZ-JAIMES, P.; SALGADO-UGARTE, I. H. Sex ratios, size at sexual maturity and spawning seasonality of dolphinfish *Coryphaena hippurus* captured in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. **Fisheries Research**, 110, 207-216. 2011.

BEARDSLEY, G.L., Jr. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. **Copeia**, 441-451. 1967.

CAMPOS, T. F. C.; VIRGENS NETO, J.; SRIVASTAVA, N. K.; PETTA, R. A.; HARTMANN, L. A.; MORAES, J. F. S. MENDES, L.; SILVEIRA, S. R. M. Arquipélago de São Pedro e São Paulo - Soerguimento tectônico de rochas infracrustais no Oceano Atlântico

In: **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 2005. Disponível em: [//www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002/.pdf](http://www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002/.pdf), acesso 03/09/2007.

CARPENTER, K.E. **The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals**. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2002. pp. 1375-2127.

CASTRO, L. A. A. **O Brasil e o Novo Direito do Mar: Mar Territorial e Zona Econômica Exclusiva**. Fundação Alexandre Gusmão. Brasília, 1989.

CASTRO, J.J.; SANTIAGO, J.A.; HERNANDEZ-GARCIA V.; PLA, C. Growth and reproduction of the dolphinfish (*Coryphaena equiselis* and *Coryphaena hippurus*) in the Canary Islands, Central-East Atlantic (preliminary results) **Sci. Mar.** 63(3-4), 317-325, 1999.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). **Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar**. Versão em língua portuguesa, com anexos e ata final da Terceira Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, 1997.

ELLIS, R. W. Catches of fish by charter boats on Florida's east coast. Univ. Miami, Mar. **Fish. Res. Spec Ser. Bull.** 14, 6 p, 1957.

ERDMAN, D. S. Recent fish records from Puerto Rico. **Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.** 6: 315-348, 1956.

IVERSEN, E. S. The dolphin fish. **Sea Front.** 8: 167-172, 1962.

KRAUL, S. Seasonal abundance of the dolphinfish *Coryphaena hippurus* in Hawaii and the tropical Pacific Ocean. **Sci. Mar.**, 63 (3-4): 261-266, 1999.

LINNAEUS, C. **Systema Naturae**. Ed. 10. Facsimile. 1758. 824 pp. Brit. Mus. (Nat. Hist.).

MAHON, R. Dolphinfish fisheries in the Caribbean region. **Sci. Mar.**, 63 (3-4): 411-420, 1999.

MAHON, R.; HUNTE, W.; OXENFORD, H.; STOREY, K.; HASTINGS, R. E.. Seasonality in the commercial marine fisheries of Barbados. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.**, 34: 28-37, 1981.

MASSUTÍ, E e MORALES-NIN, B. Seasonality and reproduction of dolphin-fish *Coryphaena hippurus* in the Western Mediterranean. **Sci.Mar.** 59 (3-4): 357-364, 1995.

MASSUTÍ, E. e MORALES-NIN, B. Reproductive biology of dolphin-fish (*Coryphaena hippurus* L.) off the island of Majorca (western Mediterranean). **Fisheries Research**, 30, 57-65, 1997.

OLSEN, D. A., e WOOD, R. S. The marine resource base for marine recreation fisheries development in the Caribbean. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.** 35: 152-160, 1982.

POTOSCHI A.; RENONES O.; CANNIZZARO L. Sexual development, maturity and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western and central Mediterranean. **Sci. Mar.** 63(3-4), 367-372, 1999.

ROSE C.D., HASSLER W.W. Age and growth of the dolphin, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina Waters. **Trans. Amer. Fish. Soc.**, 97, 271-276, 1968.

SACCHI, J.; LAGIN, A; LANGLAIS, C. La peche des especes pelagiques aux Antilles Francais. Etat actuel et perspective de developpement. **Bull. Inst. Pêches Marit.**, 312: 1-15, 1981.

VASKE Jr, T. Arquipélago de São Pedro e São Paulo: histórico e recursos naturais Teodoro Vaske Júnior et al. – Fortaleza: NAVELABOMAR UFC. 2010

SANTOS, A. C. L. Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), no Arq...

VASKE Jr, T.; LESSA, R. P.; NÓBREGA, M. F.; AMARAL, F. M. D.; SILVEIRA, S. R. M. **Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Histórico e recursos naturais**. Editora Livro Rápido - Elógica, Olinda - PE, Brasil. 191. 2006.

VIANA, D. L.; HAZIN, F. H. V.; NUNES, D. M.; CARVALHO, F. C.; VÉRAS, D. P.; TRAVASSOS, P. Wahoo *Acanthocybium solandri* fishery in the vicinity of Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil, from 1998 to 2006. **Collective Volume of Scientific Papers**. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. 2008.

VIANA, D. L.; HAZIN, F. H. V.; SOUZA, M. A. C. **Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica**. 1. ed. Brasília - DF: SECIRM, 2009. v. 3000. 348 p.

WU, C. C.; SU, W. C.; KAWASAKI, T. Reproductive biology of the dolphin fish *Coryphaena hippurus* on the east coast of Taiwan. **Fisheries Science**, 67: 784-793, 2001.

ZANEVELD, J. S. The fishery resources and the fishery industries of the Netherlands Antilles. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.**, 14: 137-171, 1961.

ZAOUALI, J. e MISSAOUI, H. Small scale Tunisian fishery for dolphinfish. **Scientia Marina**, 63(3-4): 1-4, 1999.

ZÚÑIGA-FLORES, M. S.; ORTEGA-GARCÍA, S.; RODRÍGUEZ-JARAMILLO, M. C.; LÓPEZ- MARTÍNEZ. Reproductive dynamics of the common dolphinfish *Coryphaena hippurus* in the southern Gulf of California , **Marine Biology Research**, 7:7, 677-689, 2011.

4. Artigo científico

4.1. Artigo científico I

**Biologia Reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758)
(Actinopterygii: Coryphaenidae), no Arquipélago de São Pedro e São
Paulo, Brasil.**

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Scientia Marina**.

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

Biologia Reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Coryphaenidae), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

ANDRÉA CARLA LIRA DOS SANTOS¹, ISA MARIELLE COUTINHO¹, DANIELLE DE LIMA VIANA¹, MARIANA GOMES DO REGO¹, ILKA SIQUEIRA LIMA BRANCO¹, FÁBIO HISSA VIEIRA HAZIN¹, PAULO GUILHERME VASCONCELOS DE OLIVEIRA¹.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife/PE, Brasil. E-mail: lirasantos@gmail.com

Resumo

O dourado, *Coryphaena hippurus*, é uma espécie pelágica e oceânica com distribuição circumtropical, que representa um importante recurso pesqueiro em todo o mundo. Com o objetivo de estudar a biologia reprodutiva do dourado capturado no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre os anos de 2007 e 2011, um total de 861 indivíduos foram examinados, dos quais foi possível identificar o sexo em 811 (278 machos e 533 fêmeas) e os estágios de maturação gonadal de 565. O comprimento zoológico dos exemplares variou entre 27 e 150 cm, com proporção sexual de 1 macho para 1,9 fêmeas. A distribuição da média mensal do Índice Gonadal dos indivíduos adultos variou entre 0,58 e 3,73 para os machos e entre 3,22 e 34,90 para as fêmeas. O comprimento de primeira maturação sexual (L₅₀) foi estimado em 68,8 cm de CZ, para os machos, e 67,7 cm de CZ, para as fêmeas. Os resultados sugerem que o período de maior intensidade reprodutiva ocorre entre abril e junho.

Palavras chave: Reprodução, proporção sexual, IG, L₅₀, época de desova, maturação

Resumen

Biología reproductiva del dorado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Coryphaenidae), en el Archipiélago de San Pedro y San Pablo, Brasil. – El dorado, *Coryphaena hippurus*, es una especie pelágica y oceánica con distribución circumtropical, que representa un importante recurso pesquero en todo el mundo. Con el objetivo de estudiar la biología reproductiva del dorado capturado en los alrededores del Archipiélago de San Pedro y San Pablo, se examinaron un total de 861 especímenes entre los años 2007 y 2011, de los cuales fue posible identificar el sexo de 811 (278 machos y 533 hembras), así como los estados de madurez gonadal de 565. La longitud zoológica de los ejemplares varió entre 27 y 150 cm, con una proporción sexual de 1 macho por 1,9 hembras. La distribución del promedio mensual del Índice Gonadal de los especímenes adultos varió entre 0,58 y 3,73 en el caso de los machos y entre 3,22 y 34,90 en el caso de las hembras. La longitud de la primera madurez sexual (L₅₀) fue estimada en 68,8 cm de CZ, para los machos, y 67,7 cm de CZ, para las hembras. Los resultados sugieren que el período de mayor intensidad reproductiva ocurre entre abril y junio.

Palabras clave: Reproducción, proporción sexual, IG, L₅₀, temporada de desoviamiento, madurez

INTRODUÇÃO

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), em função do seu posicionamento geográfico estratégico, localizado entre os dois hemisférios e entre o continente Africano e o Americano, exerce uma forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias, para as quais possui uma grande importância como local de reprodução e alimentação (Campos *et al.* 2005).

O dourado, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus 1758), uma das espécies comumente capturadas no ASPSP, é uma espécie pertencente à família Coryphaenidae, possui distribuição circumtropical nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (Briggs 1960, Beardsley 1967, Rose e Hassler 1969, Carpenter 2002). São peixes migratórios pelágicos, de natação rápida, sendo capturados pela pesca comercial e esportiva, em todo o mundo (Erdman 1956, Zaneveld 1961, Beardsley 1967, Rose e Hassler 1969, Sacchi *et al.* 1981, Olsen e Wood 1982). No sudeste do Caribe, respondem pela maior parcela dos grandes peixes pelágicos desembarcados pela pesca comercial, tanto em termos de peso como de receita (Mahon *et al.* 1981).

Embora a biologia reprodutiva do dourado já tenha sido bastante estudada ao redor do mundo (Beardsley 1967, Massutí e Morales-Nin 1995, Massutí e Morales-Nin 1997, Castro *et al.* 1999, Potoschi *et al.* 1999, Wu *et al.* 2001, Alejo-Plata *et al.* 2011, Zúñiga-Flores *et al.* 2011), no Brasil poucos são ainda os estudos acerca da biologia reprodutiva da espécie. Além disso, os estudos disponíveis demonstram uma grande heterogeneidade de acordo com a região, condições geográficas e ambientais de onde foram provenientes os dados, aspecto que torna difícil a extrapolação de resultados de uma região para outra, tornando necessário, portanto, o desenvolvimento de estudos geograficamente especializados.

De acordo com estatísticas da FAO (2010), no ano de 2008 foram capturadas 54 339 t de dourado em todo o mundo, das quais cerca de 25% (13 491 t), foram capturadas pelo Equador e aproximadamente 17% (9 307 t) por China/Taiwan, seguida de perto pelo Brasil, com 16% (8 870 t).

Por se tratar de uma espécie migratória, porém, cujos estoques são compartilhados e explorados por várias Nações, é crucial o desenvolvimento de pesquisas que possam gerar as informações essenciais sobre a sua biologia, não apenas no intuito de permitir uma adequada avaliação dos seus estoques, como para assegurar a sustentabilidade de sua exploração.

MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes examinados foram capturados pela frota atuneira que atua no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (00°55'02"N; 29°20'42"W) (Figura 1), entre 2007 e 2011. Na ocasião do embarque, todos os espécimes foram identificados e mensurados, obtendo-se os comprimentos total (CT) e zoológico (CZ). Subsequentemente foram coletadas as gônadas, que foram fixadas e conservadas em formol a 10% ou congeladas para posterior análise.

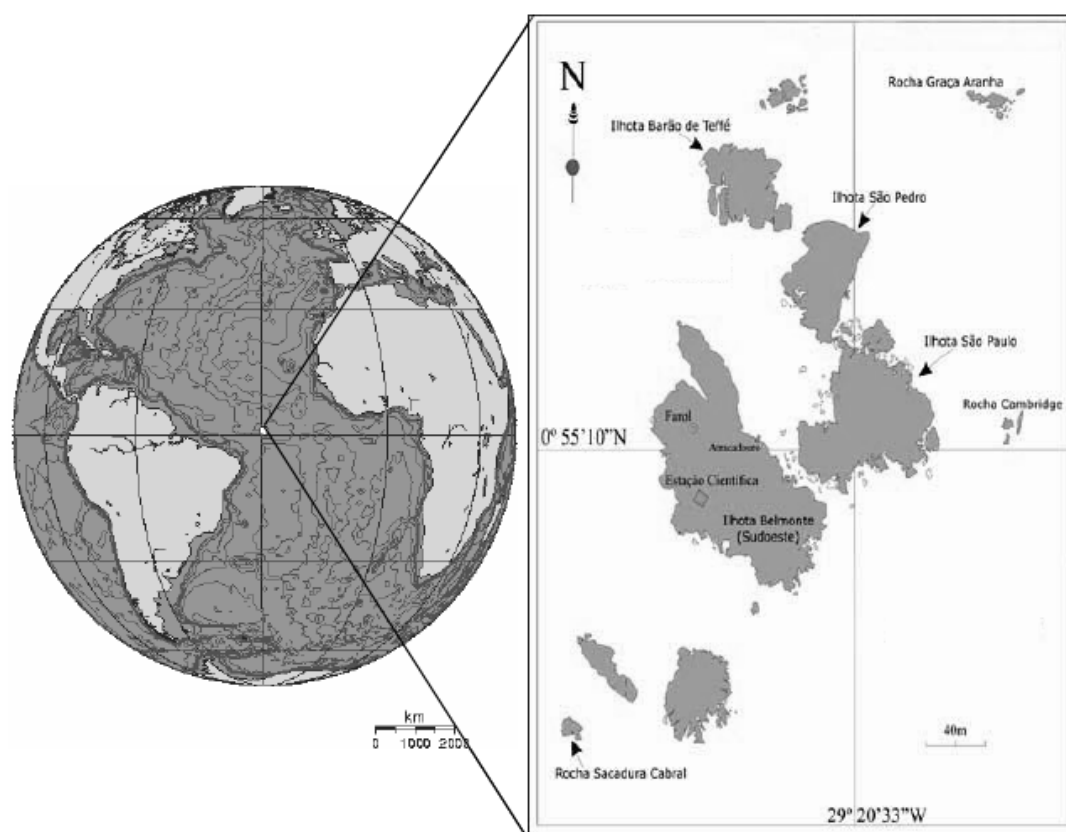


Figura 1. Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, adaptado de Campos *et al.* (2005).

Em laboratório, as gônadas foram pesadas e medidas, identificando-se, em seguida, o sexo e os estágios de desenvolvimento gonadal, por meio de análise macroscópica, seguindo metodologia de Hunter (1985) e Murua et al. (2003). Após fixação em solução de formalina a 10% por 48 horas, sofrendo clivagem no primeiro intervalo de 24 horas e voltando à solução fixadora após esse processo, as gônadas foram conservadas em álcool 70%. Para a realização de análises histológicas, foi utilizada a metodologia descrita por Behmer *et al.* (1976).

Os ovários foram classificados histologicamente, por meio de uma escala microscópica de maturidade adaptada de Hunter (1985), West (1990) e Murua *et al.* (2003). Para a determinação dos estágios de maturação dos machos foi usada a classificação de Grier e Taylor (1998).

A proporção sexual foi obtida para cada mês de coleta das amostras, por meio da relação do número de machos e fêmeas por classe de comprimento e desenvolvimento gonadal, aplicando-se o teste não paramétrico do Qui-quadrado (X^2), ao nível de 5 % de significância para se identificar a existência de diferenças estatisticamente significantes nas proporções entre os sexos.

O índice Gonadal (IG) foi obtido por meio do modelo proposto por Shaeffer e Orange (1956) usando a seguinte relação entre o peso dos ovários e tamanhos dos indivíduos

$IG = (PG \times 10^5) * CZ^3$, onde:

CZ = comprimento zoológico

PG = peso das gônadas

A época de desova foi determinada por meio da distribuição mensal do IG das fêmeas e da frequência mensal dos diferentes estágios maturacionais. O comprimento médio de 1º maturação sexual (L_{50}) foi obtido a partir da seguinte curva logística para ambos os sexos:

$Y = 1 / [1 + \exp(a + b * CZ)]$, onde:

Y = Frequência Relativa de indivíduos não maduros por classe de comprimento

a e b = Coeficiente de Regressão Linear

CZ = é o Comprimento Zoológico de cada classe de comprimento

RESULTADOS

Dos 811 indivíduos sexados, 533 (65,7%) eram fêmeas e 278 (34,3%) eram machos. Os peixes amostrados, independentemente do sexo, apresentaram comprimento zoológico (CZ) entre 27 e 150 cm. O CZ das fêmeas variou de 30 a 124,5 cm, enquanto o dos machos variou de 27 a 150 cm. A maior frequência tanto para fêmeas quanto para machos se concentrou na classe de comprimento entre 80 e 90 cm de CZ (Figura 2).

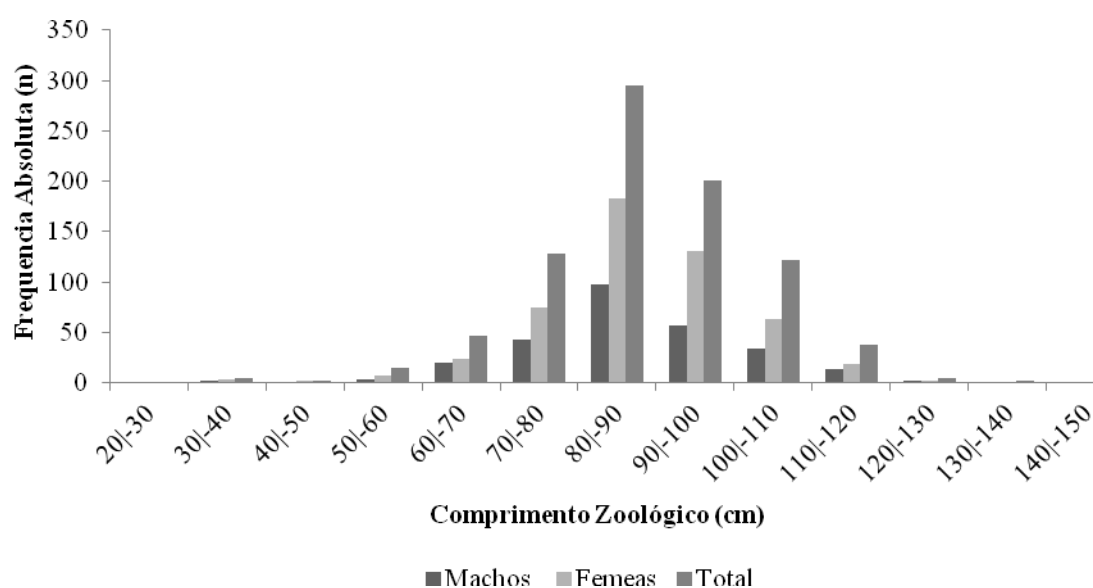


Figura 2. Distribuição de frequência absoluta do comprimento zoológico de exemplares de dourado, *Coryphaena hippurus*, capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n total=861, n fêmeas=533, n machos=278), entre 2007 e 2011.

A proporção sexual encontrada foi de 1 macho: 1,9 fêmeas, com as fêmeas tendo se mostrado significativamente mais frequentes em todos os meses do ano, exceto por abril ($\chi^2=1,19$), agosto ($\chi^2=0,49$) e outubro ($\chi^2=3,63$). Apesar da diferença não haver alcançado significância estatística, as fêmeas também predominaram nesses meses ($\chi^2_{\text{calculado}}=80,18 > \chi^2_{\text{tabelado}}=19,68$) (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção sexual de machos e fêmeas de dourado, *Coryphaena hippurus*, e resultados do teste qui-quadrado (χ^2)

	Machos	Fêmeas	Média	Total	X²
Jan	32	53	42,5	85	5,19*
Fev	42	77	59,5	119	10,29*
Mar	12	29	20,5	41	7,05*
Abr	8	13	10,5	21	1,19
Mai	28	71	49,5	99	18,68*
Jun	19	54	36,5	73	16,78*
Jul	42	62	52	104	3,85*
Ago	46	53	49,5	99	0,49
Set	7	29	18	36	13,44*
Out	20	34	27	54	3,63
Nov	12	28	20	40	6,40*
Dez	10	30	20	40	10,00*
Total	278	533	405,5	811	80,18*

*Diferença estatística nível de significância 5%

Dos 565 indivíduos analisados quanto ao estágio de maturação gonadal, 183 eram machos e 382 fêmeas. De acordo com as análises histológicas dos testículos, dos 183 machos, 12 encontravam-se imaturos, 58 em maturação, 26 maduros e 87 em repouso. A distribuição de frequência mensal dos estágios de maturação gonadal para os machos de dourado, baseada na análise histológica das gônadas, indica uma maior frequência de machos imaturos em novembro (22,22%), em maturação em março (57,14%) e abril (60%), maduros em fevereiro (38,88%) e em repouso em dezembro (85,71%) (Figura 3), com o peso da gônada variando de 0,49 a 90 g (Figura 4).

As médias mensais do Índice Gonadal (IG) para os machos variaram de 0,58 a 3,73, com pico em fevereiro (Figura 5). Os machos imaturos apresentaram CZ entre 39 e 69 cm, os indivíduos em maturação entre 72 e 119 cm, os maduros entre 81 e 150 cm, e os espécimes em repouso entre 81,8 e 108 cm.

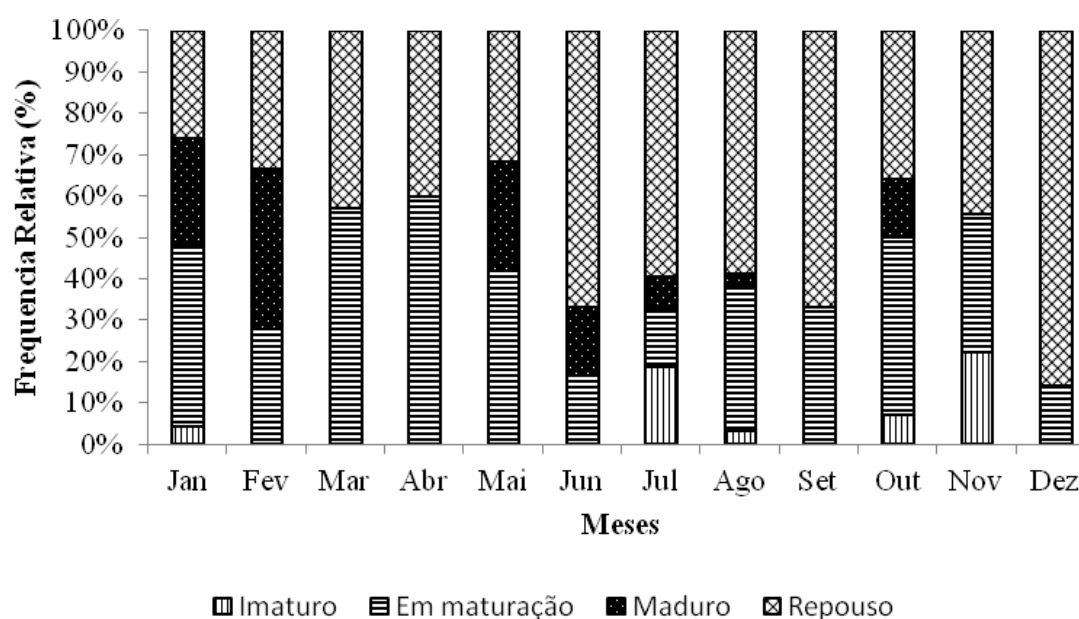


Figura 3. Frequência relativa dos estágios maturacionais de machos de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=183), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.

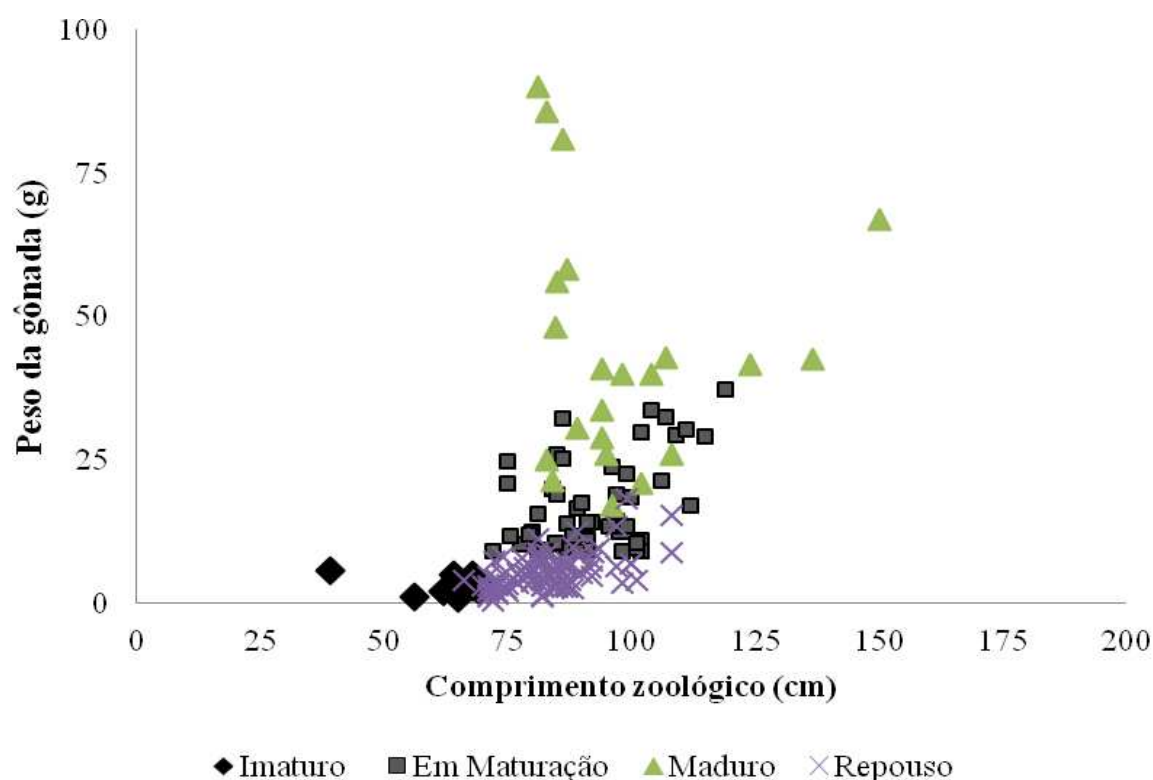


Figura 4. Comprimento zoológico e peso das gônadas de machos de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=183), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.

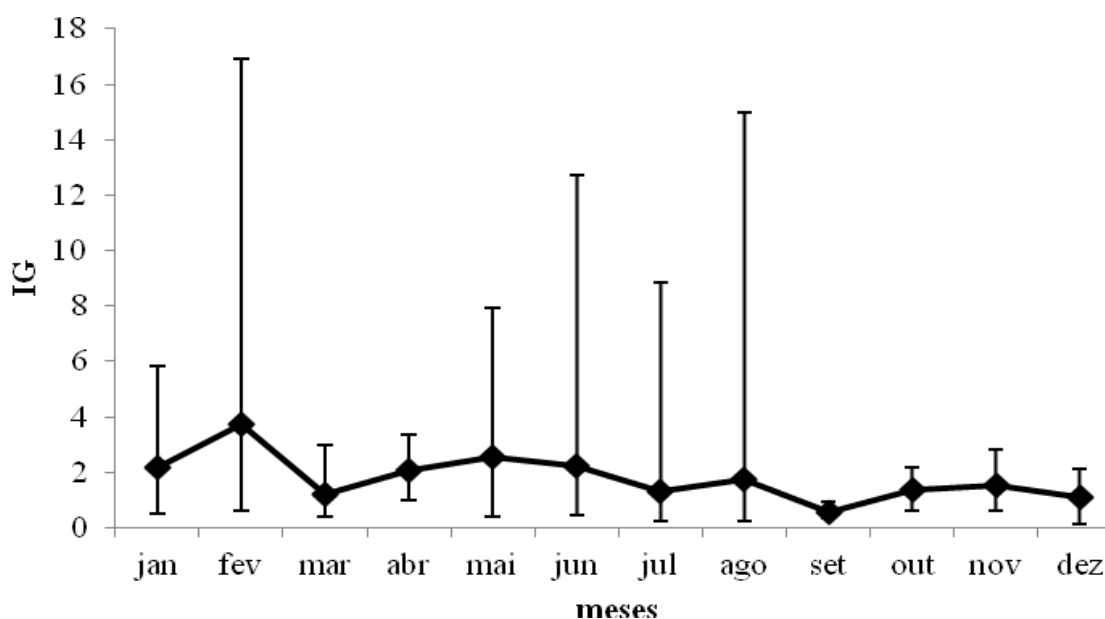


Figura 5. Média mensal do Índice Gonadal (IG) de machos de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=183), capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011 (as barras representam o desvio padrão).

Das 382 fêmeas analisadas, segundo análises histológicas, 23 encontravam-se imaturas, 169 em maturação, 75 estavam maduras, 24 desovadas e 91 em repouso. Houve uma maior frequência de fêmeas imaturas em outubro (21,7%), em maturação em janeiro (63,41%) e agosto (75%), maduras em fevereiro (43,9%) e maio (52,72%), desovadas em fevereiro (12,19%), junho (11,11%) e dezembro (11,76%), e, em repouso, em abril (50%) e julho (42,59%) (Figura 6). O peso das gônadas variou de 0,77 a 89,45 g (Figura 7). As médias mensais do IG das fêmeas variaram de 3,22 a 34,90, com pico em abril, sugerindo que a desova ocorre entre os meses de abril e junho (Figura 8).

O comprimento zoológico (CZ) das fêmeas imaturas variou de 27,0 a 69,0 cm, das fêmeas em maturação entre 76,0 e 115,0 cm, das maduras entre 71,0 e 115,0 cm. Exemplos no

estágio desovado apresentaram CZ variando entre 72,0 e 106,0 cm, e os em repouso entre 63,0 e 102,0 cm.

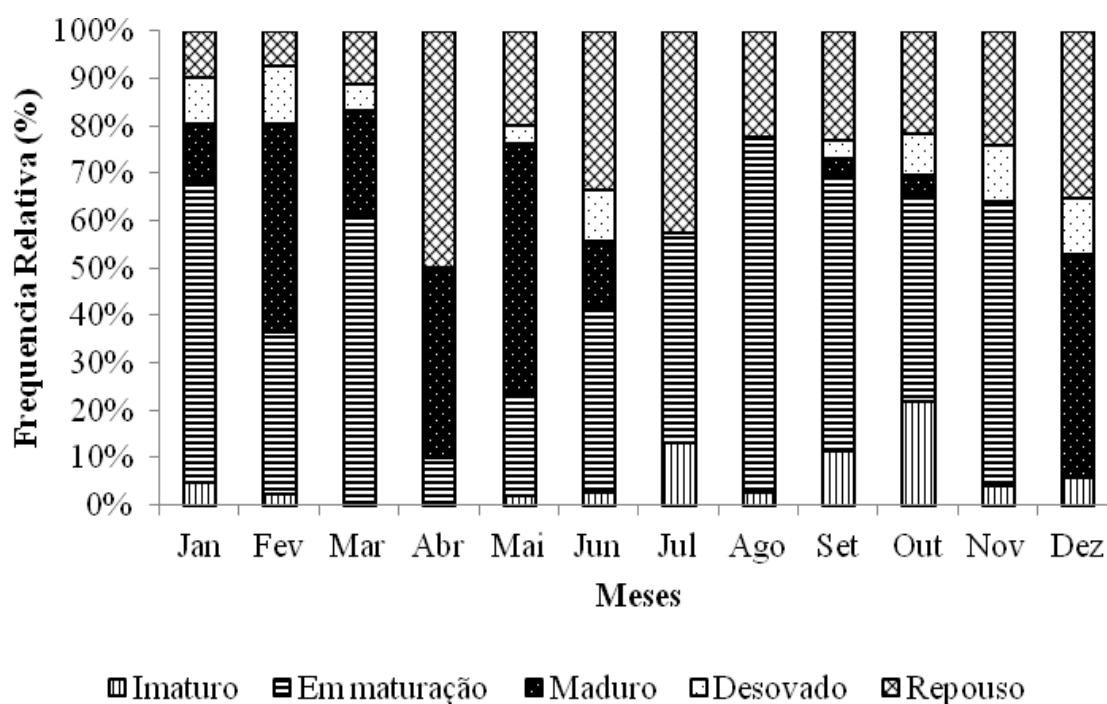


Figura 6. Frequência relativa dos estágios maturacionais de fêmeas de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=382), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.

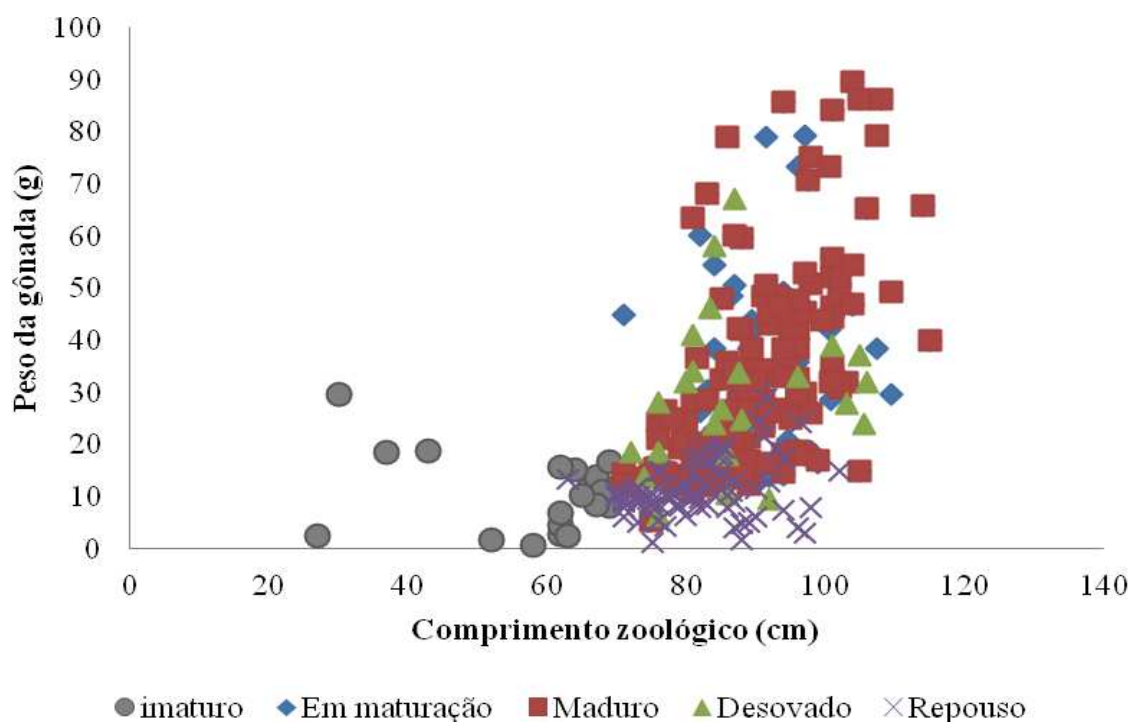


Figura 7. Relação entre comprimento zoológico e peso das gônadas de fêmeas de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=382), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.

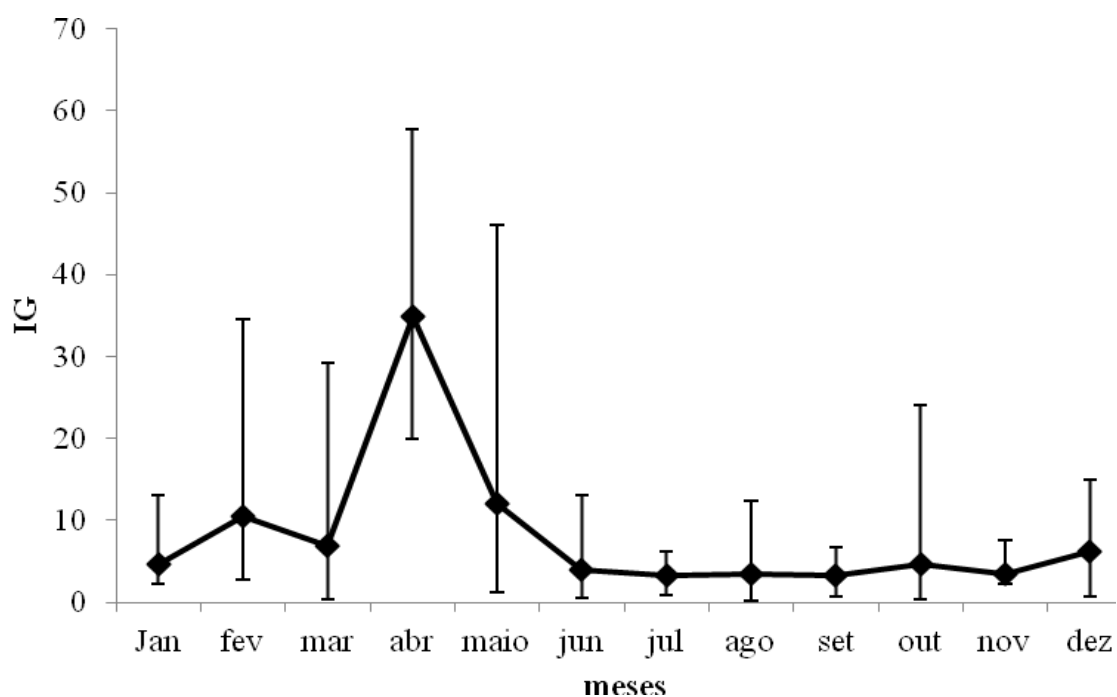


Figura 8. Média mensal do IG de fêmeas de dourado, *Coryphaena hippurus* (n=382), capturadas no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011 (as barras representam o desvio padrão).

O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) estimado para machos e fêmeas (Figura 9) foi igual a 68,8 e 67,7 cm de CZ, respectivamente. Dos 279 machos capturados apenas 21 (7,5%) apresentaram CZ inferior ao tamanho de primeira maturação sexual, enquanto que das 532 fêmeas capturadas apenas 27 (5%) exibiram CZ inferior ao mesmo. Esses resultados indicam uma predominância de indivíduos adultos na população amostrada.

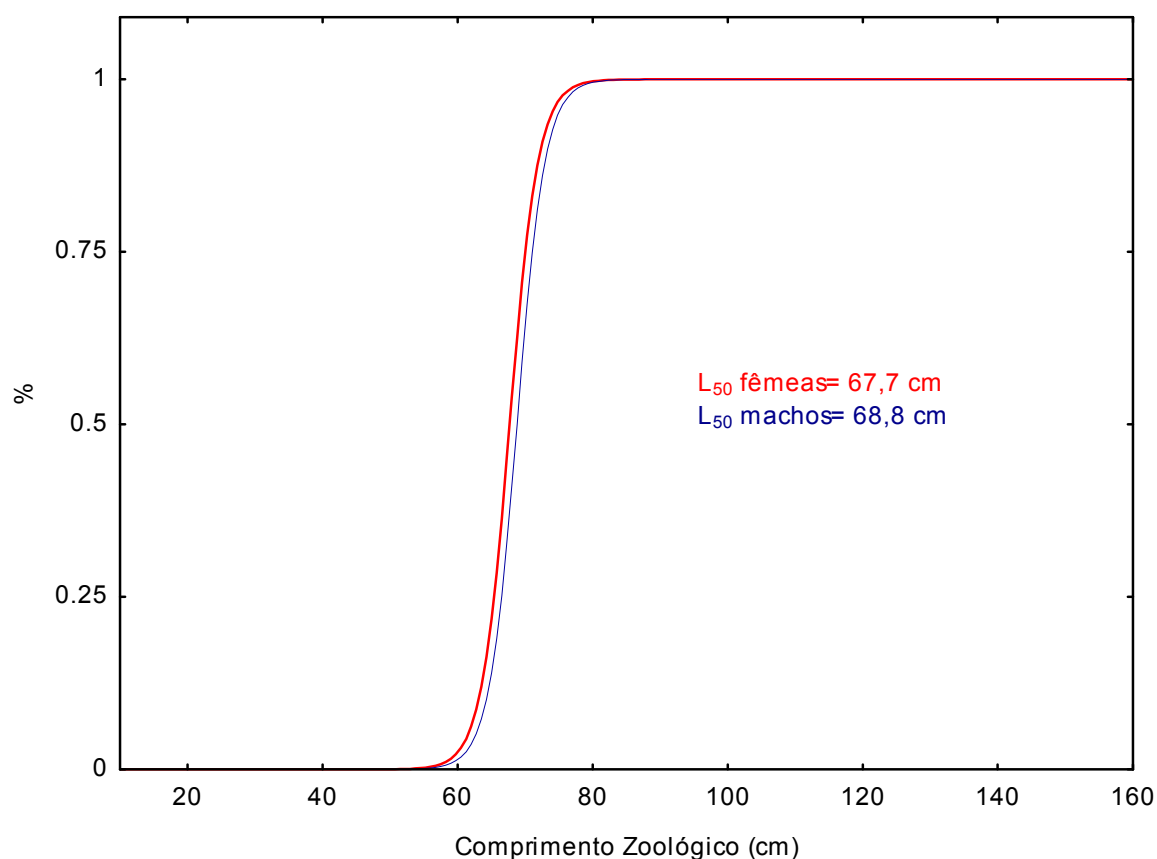


Figura 9. Comprimento da primeira maturação sexual L_{50} para machos (n=183) e fêmeas (n=382) de *Coryphaena hippurus*, capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2007 e 2011.

DISCUSSÃO

A proporção sexual encontrada nesse trabalho foi semelhante a encontrada por Potoschi *et al.* (1999), no Mediterrâneo Ocidental e Central, igual a 1 macho: 2 fêmeas, e próxima dos resultados obtidos por Castro *et al.* (1999) nas Ilhas Canárias (1,0 macho: 1,4 fêmeas). Já Lasso e Zapata (1999) encontraram uma proporção sexual muito próxima de 1:1 (1 macho: 0,96 fêmeas), na costa da Colômbia e do Panamá, da mesma forma que Massutí e Morales-Nin (1997) e Zuñiga-Flores *et al.* (2011), na Ilha de Majorca e no Golfo da Califórnia, respectivamente. Campos *et al.* (1993), descreveram na Costa Rica, uma proporção sexual igual a 2 machos: 1 fêmea, a qual, segundo os mesmos, representaria uma evidência adicional de uma separação entre os machos adultos e jovens, com esses últimos situando-se mais próximos da costa e os adultos em águas oceânicas. Embora nesse trabalho a proporção sexual encontrada tenha sido de 1 macho: 1,9 fêmeas, no mês de abril, que apresenta o maior pico de IG para as fêmeas, não houve diferença estatística significativa. Esses resultados sugerem que a proporção sexual é praticamente igual na iminência da desova e confirma os resultados encontrados por Potoschi *et al.* (1999), que demonstraram que ao separar a população por idade, a proporção sexual, quando comparados apenas os indivíduos mais velhos, é de 1 macho: 1 fêmea.

Os maiores valores de IG encontrados nesse trabalho coincidem com os de outras espécies estudadas no ASPSP, tais como a cavala impigem (Viana 2008) e o peixe rei (Pinheiro 2010), que também exibem um período de maior atividade reprodutiva no primeiro semestre do ano.

Já Castro *et al.* (1999) descreveram valores de Índice Gonadosomático (IGS) com pico em junho para ambos os sexos nas Ilhas Canárias, coincidindo com o verão naquela região.

Schwenke e Buckel (2008) reportaram que os maiores valores de IGS ocorrem em maio para machos e fêmeas na Carolina do Norte. Campos *et al.* (1993) observaram picos de IGS em abril, agosto e setembro para a Costa Rica. Potoschi *et al.* (1999), trabalhando com indivíduos oriundos do Mar Mediterrâneo, encontraram os maiores valores de IGS entre junho e setembro, quando todos os indivíduos amostrados se encontravam maduros, com valor máximo em julho. Wu *et al.* (2001), embora tenham encontrado picos de IGS para machos e fêmeas em fevereiro e março, em Taiwan, sugeriram que o dourado possui uma longa estação reprodutiva, durante a qual desova quase que continuamente.

De maneira semelhante, Alejo-Plata *et al.* (2011) observaram uma estação de desova longa com vários picos de IGS, com os dois principais ocorrendo em setembro e novembro e entre fevereiro e abril no México. Massutí e Morales-Nin (1995) descreveram época de desova de acordo com IGS de junho a agosto para fêmeas e junho a setembro para machos, na Ilha de Majorca e, em um trabalho posterior, em 1997, observaram picos de IGS entre junho e julho na mesma região, e sugeriram que a desova da espécie é parcelada. Zuñiga-Flores *et al.* (2011) concluíram que o período de maior atividade reprodutiva no Golfo da Califórnia coincide com o de maior abundância de indivíduos que, por sua vez, coincide com o aumento da temperatura da superfície do mar. Esses resultados indicam que a maior atividade reprodutiva dessa espécie ocorre nos meses onde a temperatura das águas é mais elevada, ou seja, no verão.

O período de maior atividade reprodutiva do dourado no ASPSP ocorre logo após o pico da desova do peixe-voador (entre dezembro e março) quando ele se torna particularmente abundante no local, fornecendo energia suficiente para que o dourado cresça e mature suas gônadas. Esse evento parece influenciar o ciclo migratório e reprodutivo não só do dourado, mas de outras espécies que se alimentam dos mesmos (Hazin 2009). Isso explicaria a

diminuição da atividade reprodutiva da espécie no segundo semestre do ano, coincidindo com uma menor disponibilidade de alimento e, conseqüentemente, uma maior dificuldade na maturação das gônadas, quando provavelmente o dourado continuaria o processo migratório em busca de condições mais favoráveis para alimentação e reprodução.

O comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) encontrado nesse trabalho diferiu dos reportados na literatura especializada (Tabela 2).

Tabela 2. Comprimento de primeira maturação sexual (L_{50}) para machos e fêmeas de dourado, *Coryphaena hippurus*, descritos na literatura.

Autor	Ano	Região	L_{50} Machos	L_{50} Fêmeas
Alejo-Plata <i>et al.</i>	2011	México	50,57 cm CZ	48,38 cm CZ
Zuñiga-Flores <i>et al.</i>	2011	Golfo da Califórnia	80 cm CZ	80 cm CZ
Schwenke e Buckel	2008	Carolina do Norte	47,6 cm CZ	45,8 cm CZ
Wu <i>et al.</i>	2001	Taiwan	51 cm CZ	51 cm CZ
Massuti e Morales-Nin	1997	Mediterâneo Ocidental	61,8 cm CZ	54,5 cm CZ
Campos <i>et al.</i>	1993	Costa Rica	130 cm CT	130 cm CT

No entanto, o L_{50} apresentado nesse trabalho, tanto para machos quanto para fêmeas, encontra-se dentro da faixa das demais literaturas citadas.

O fato de apenas 5,9% (48 indivíduos) do total de machos e fêmeas amostrados (811) estar abaixo do L_{50} estimado se constitui em um aspecto positivo para a sustentabilidade da pesca realizada na região. Além disso, o fato do período de maior atividade reprodutiva da espécie ocorrer logo após o período de maior abundância de peixe-voador sugere que a reprodução do dourado no ASPSP é influenciada principalmente pelo fator trófico.

Espera-se que os resultados apresentados nesse trabalho sirvam de subsídio para um futuro programa de gestão desse importante recurso pesqueiro na região do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

REFERÊNCIAS

- Alejo-Plata C., Díaz-Jaimes P., Salgado-Ugarte I. H. 2011. Sex ratios, size at sexual maturity and spawning seasonality of dolphinfish *Coryphaena hippurus* captured in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. Fish. Res. 110: 207-216.
- Beardsley G. L. Jr. 1967. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. Copeia 2: 441-451.
- Behmer O. A., Tolosa E. M. C., Neto A. G. F. 1976. Manual de Técnicas para Histologia Normal e Patológica. EDART, 239p.
- Briggs J.C. 1960. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. Copeia 17: 1-180.
- Campos J. A., Segura A., Lizano O., Madrigal E. 1993. Ecología básica de *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) y abundancia de otros grandes pelágicos en el Pacífico de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 41(3): 783-790.
- Carpenter K.E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, Rome, FAO Fish. 5: 1375-2127.
- Castro J.J., Santiago J.A., Hernandez-Garcia V., Pla C. 1999. Growth and reproduction of the dolphinfish (*Coryphaena equiselis* and *Coryphaena hippurus*) in the Canary Islands, Central-East Atlantic (preliminary results) Sci. Mar. 63(3-4), 317-325.
- Erdman D. S. 1956. Recent fish records from Puerto Rico. B. Mar. Sci. 6: 315-348.

SANTOS, A. C. L. Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), no Arq...

FAO. 2010. Fishery and Aquaculture Statistics - Capture Production. FAO Yearb Fish Stat Catches Land. 522 pp.

Grier H. J. e Taylor R. G. 1998. Testicular maturation and regression in the common snook. J Fish Biol. 53: 521-542.

Hazin F.H.V. 10 Anos da Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo: o que já foi aprendido e o que falta por aprender. In: Viana D. L., Hazin F. H. V., Souza, M. A. C. (eds.). 2009. *Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica*. 1. ed. Brasília - DF: SECIRM v. 3000. 348 p.

Hunter J.R. e Macewicz B. 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: Lasker, R. (Ed.), *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, Engraulis mordax*. US Natl Mar Fish Serv, National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report 36: 79–94 (99 pp).

Hunter J.R., Lo N.C., Leong R.J. 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes. In: Lasker, R. (Ed.), *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, Engraulis mordax*. US Natl Mar Fish Serv, National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report 36: 67–78 (99 pp).

Kraul S. 1999. Seasonal abundance of the dolphinfish *Coryphaena hippurus* in Hawaii and the tropical Pacific Ocean. Sci. Mar. 63 (3-4): 261-266.

Lasso J. e Zapata L. 1999. Fisheries and biology of *Coryphaena hippurus* (Pisces: Coryphaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panama. Sci. Mar. 63(3-4): 387-399.

SANTOS, A. C. L. Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), no Arq...

Linnaeus C. 1758. Systema Naturae. Ed. 10. Facsimile. Natural History Museum, England. 824 pp.

Mahon R. 1999. Dolphinfish fisheries in the Caribbean region. Sci. Mar. 63 (3-4): 411-420.

Mahon R., Hunte W., Oxenford H., Storey K., Hastings R. E. 1981. Seasonality in the commercial marine fisheries of Barbados. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 34: 28-37.

Massutí E e Morales-Nin B. 1995. Seasonality and reproduction of dolphin-fish *Coryphaena hippurus* in the Western Mediterranean. Sci.Mar. 59 (3-4): 357-364.

Massutí E e Morales-Nin B. 1997. Reproductive biology of dolphin-fish (*Coryphaena hippurus* L.) off the island of Majorca (western Mediterranean). Fish. Res. 30: 57-65.

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 Northwest Atl Fish Sic. 33: 33–54.

Olsen D. A. e Wood R. S. 1982. The marine resource base for marine recreation fisheries development in the Caribbean. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 35: 152-160.

Pinheiro P.B., Hazin F.H.V., Travassos P., Oliveira P.G.V., Carvalho F., Rêgo M.G. 2010. The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. Braz. J. Biol. 71 (1): 99-106.

Potoschi A., Renones O., Cannizzaro L. 1999. Sexual development, maturity and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western and central Mediterranean. Sci. Mar. 63(3-4): 367-372.

SANTOS, A. C. L. Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), no Arq...

Rose C.D. e Hassler W.W. 1968. Age and growth of the dolphin, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina Waters. Trans Am Fish Soc. 97: 271-276.

Sacchi J., Lagin A, Langlais, C. 1981. La peche des especes pelagiques aux Antilles Francais. Etat actuel et perspective de developpement. Bull. Inst. Pech Maroc. 312: 1-15.

Schwenke K. e Buckel J. A. 2008. Age, growth and reproduction of dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) caught off the coast of North Carolina. Fish. Bull. 1: 82-92.

Schaeffer M. B. e Orange C. J. 1956. Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. Inter-Am Trop Tuna Comm Spec Rep. 1(6): 281-302.

Viana D. L., Hazin F. H. V., Nunes D. M., Carvalho F. C., Vêras D. P., Travassos P. 2008. Wahoo *Acanthocybium solandri* fishery in the vicinity of Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil, from 1998 to 2006. Collective Volume of Scientific Papers. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas.

Viana D. L., Hazin F. H. V., Souza, M. A. C. (eds.). 2009. Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica. 1. ed. Brasília - DF: SECIRM v. 3000. 348 p.

West G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. Aust J Mar Freshw Res. 41:199–222.

Wu C. C., Su W. C., Kawasaki T. 2001. Reproductive biology of the dolphin fish *Coryphaena hippurus* on the east coast of Taiwan. Fish. Sci. 67: 784-793.

SANTOS, A. C. L. Biologia reprodutiva do dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758), no Arq...

Zaneveld J. S. 1961. The fishery resources and the fishery industries of the Netherlands Antilles. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst. 14: 137-171.

Zaouali J. e Missaoui H. 1999. Small scale Tunisian fishery for dolphinfish. Sci. Mar. 63(3-4): 1-4.

Zúñiga-Flores M. S., Ortega-García S., Rodríguez-Jaramillo M. C., López- Martínez J. 2011. Reproductive dynamics of the common dolphinfish *Coryphaena hippurus* in the southern Gulf of California. Mar. Biol. Res. 7:7, 677-689.

5. Considerações finais

O elevado percentual de indivíduos adultos amostrados nesse trabalho é um aspecto positivo para a sustentabilidade da pesca de dourado no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

O período de maior atividade reprodutiva encontrado ocorre logo após o período de maior abundância de peixe-voador, o que indica que a reprodução do dourado é influenciada principalmente pelo fator trófico.

Infelizmente nesse trabalho não foi possível determinar o tipo de desova da espécie. No entanto, alguns trabalhos realizados em outras regiões mostraram uma desova do tipo parcelada, o que provavelmente ocorre também para os dourados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Espera-se que as informações contidas nesse trabalho possam contribuir para um melhor ordenamento da pesca de dourado no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo de maneira a assegurar a sustentabilidade desse importante recurso pesqueiro.

ANEXO I

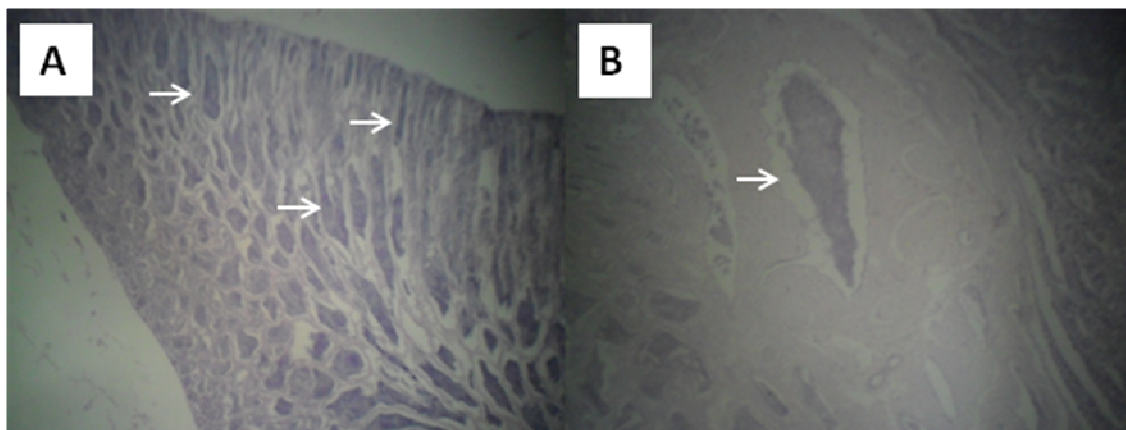


Figura 10. Diagrama das fotomicrografias de partes dos testículos de dourado (*Coryphaena hippurus*). A) Testículo maduro evidenciando a migração dos espermatozóides (setas)(4x); e B) Detalhe do testículo maduro. Túbulo seminífero com presença de espermatozóides (seta)(10x). Coloração Hematoxilina Eosina.

ANEXO II

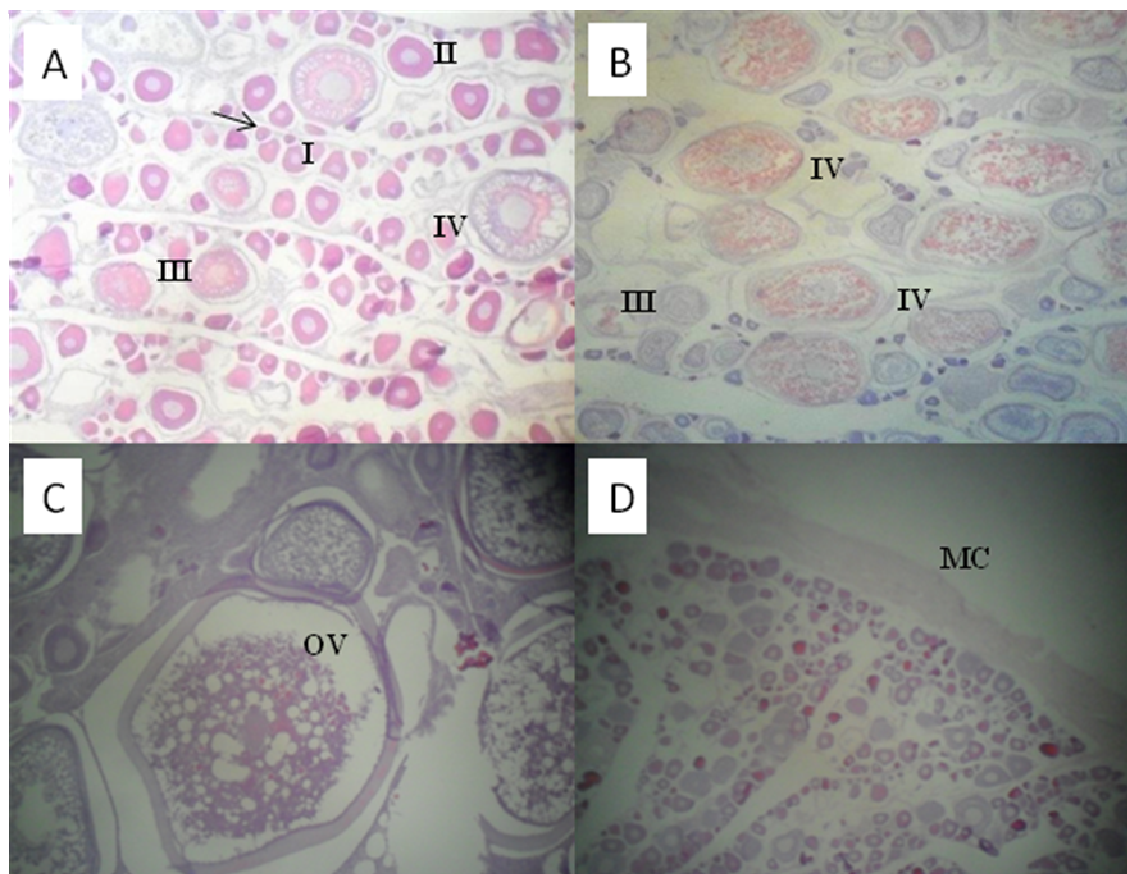


Figura 11. Diagrama das fotomicrografias de partes dos ovários de dourado (*Coryphaena hippurus*), em diversos estágios de maturação: A) Em maturação, com presença de ovogônias (setas), e ovócitos I, II, III e IV (I, II, III e IV); B) Maduro, exibindo em sua maioria ovócitos III e IV; C) Ovócito Vitelogênico (OV), e D) Repouso, apresentando membrana celular (MC) espessa e aspecto de desorganização da célula (4x). Coloração Hematoxilina Eosina.

ANEXO III

Normas da Revista *Scientia Marina*

Scope

Scientia Marina welcomes original manuscripts on all aspects of marine research including, but not limited to the following fields: Physical and Chemical Oceanography, Marine Biology and Ecology, Fisheries Research, Marine Geology, Systematics and Marine Biogeography, Coastal Dynamics, Ecosystem Management and Global Change. Preference will be given to manuscripts of a multi-disciplinary nature and to those of broad interest to marine scientists and beyond. Studies of local interest or of a descriptive nature will not be considered unless a considerable scientific advance is shown. While the aim is to continue being a reference journal for the Mediterranean Sea, there are no geographic restrictions. The following types of contributions are 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

The corresponding author will receive galley proofs and will be responsible for the final version of the published article. 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. Twenty-five reprints will be sent to the corresponding author free of charge.

Submission of Manuscripts

- Submission of a manuscript implies that all co-authors have approved and agree on the contents of the submitted text, tables and graphic material. 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

- Applicable to both text and figure legends and axes.
- 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 arithmetic symbols and numeric values: >, < (e.g. >7, <7, a=b+1).
- Do not use · in mathematical formulae or between units to denote the multiplier terms, except when its omission may lead to confusion.
- Abbreviations for "standard deviation" and "standard error" are "sd" and "se" respectively.
- 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.

References in the text

New format since January 1, 2011

- 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, both published and in press, cited in the text, tables or 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

New format since January 1, 2011

- 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:

Pauly D. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. *Sci. Mar.* 73: 215-224.

Rossi S., Fiorillo I. 2010. Biochemical features of a *Protoceratium reticulatum* red tide in Chipana Bay (Northern Chile) in summer conditions. *Sci. Mar.* 74: 633-642.

Merino G., Maynou F., García-Olivares A. 2007. Effort dynamics in a fisheries bioeconomic model: A vessel level approach through Game Theory. *Sci. Mar.* 71: 537-550.

Margalef R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 pp.

Romero E. 2010. *Sources of plankton variability in an urbanized coastal ecosystem*. Ph.D. thesis, Tech. Univ. Catalonia, 244 pp.

- 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:

Ruiz-Villarreal M., Bolding K., Burchard H., Demirov E. 2005. Coupling of the GOTM

turbulence model to some three-dimensional ocean models. In: Baumert H.Z., Simpson J.H., Sundermann J. (eds.), *Marine Turbulence: Theories, Observations and Models*. Cambridge Univ. Press, pp. 225-237.

Pichon A., Correard S. 2006. Internal tides modelling in the bay of Biscay. Comparisons with observations. In: Morán X.A.G., Rodríguez J.M., Petitgas P. (eds.), *Oceanography of the Bay of Biscay*. *Sci. Mar.* 70S1: 65-88.

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 (16.9 cm for full page width or 8.1 cm one column 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

Please, send comments to scimar@icm.csic.es

ICM (CSIC) - Passeig Marítim de la Barceloneta, 37-49. E-08003 Barcelona (Spain)