

ANORMALIDADES ESQUELÉTICAS EM MEROS

Eduardo Gomes SANCHES¹; Francisco da Costa SILVA¹; Leandro Amaral HERRERA¹

RESUMO

O mero, *Epinephelus itajara*, é o maior serranídeo do oceano Atlântico, podendo atingir mais de 350 kg. Devido à sobrepesca e a perda de habitats, a espécie está incluída na lista vermelha das espécies ameaçadas da "International Union for Conservation of Nature" (IUCN). Exemplos coletados em um empreendimento de carcinicultura na região Nordeste do Brasil apresentaram deformidades na coluna vertebral. A taxa de peixes com malformações esqueléticas foi de 18,2%. Este é o primeiro relato da ocorrência de malformações nesta espécie.

Palavras chave: *Epinephelus itajara*; deformidades do esqueleto; larvicultura; piscicultura

SKELETAL ANOMALIES IN GOLIATH GROUPER

ABSTRACT

The Goliath grouper, *Epinephelus itajara*, is the largest serranidae of Atlantic Ocean, reaching over 350 kg. Due to overfishing and the loss of habitat, the species is included in the red list of threatened species of International Union for Conservation of Nature (IUCN). Specimens collected in a shrimp farm in Northeast Brazil showed skeletal anomalies. The rate of fish with skeletal malformations was of 18.2%. This is the first report of skeletal anomalies in Goliath grouper.

Keywords: *Epinephelus itajara*; skeletal anomalies; larviculture; fish culture

Relato de Caso: Recebido em 27/02/2014 – Aprovado em 29/12/2014

¹ Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Instituto de Pesca/APTA/SAA. Rua Joaquim Lauro Monte Claro Neto, 2275 – Itaguá – CEP: 11680-000 – Ubatuba - SP – Brasil. e-mail: esanches@pesca.sp.gov.br (autor correspondente); francysco.bio@gmail.com; herrera.leandroa@gmail.com

INTRODUÇÃO

O mero *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) é o maior serranídeo do Oceano Atlântico, podendo atingir comprimento acima de 2,5 m e peso superior a 350 kg (BULLOCK *et al.*, 1992; SADOVY e EKLUND, 1999). Sua ocorrência tem sido documentada nas costas leste e oeste do Atlântico, respectivamente, entre Senegal e Congo (África), e entre a Carolina do Norte (EUA) e Santa Catarina (Brasil) (HEEMSTRA e RANDALL, 1993; CRAIG *et al.*, 2009). É um dos poucos serranídeos com capacidade de habitar águas salobras e tolerar baixos níveis de oxigênio, o que qualifica a espécie para o cultivo em viveiros utilizados pela carcinicultura, que totalizam, como área inundada, mais de 22.000 ha no Brasil (SANCHES e SECKENDORFF, 2009).

São predadores topo de cadeia trófica, alimentando-se principalmente de crustáceos e peixes (SADOVY e EKLUND, 1999). Em função da diminuição dos estoques desta espécie e por suas características biológicas, como a realização de agregações reprodutivas, o governo dos Estados Unidos declarou, em 1999, o mero como espécie protegida, proibindo sua captura na Zona Econômica Exclusiva Americana e nas águas territoriais da Flórida (NMFS, 1990). Dada a intensa exploração pela pesca, na região do Caribe a proibição teve início antes, em 1993. Em 2002, no Brasil, a Portaria nº 121/2002 estabeleceu uma moratória da pesca do mero pelo período de cinco anos, no qual se priorizou a realização de estudos sobre a situação dos estoques da espécie (IBAMA, 2002). Posteriormente, a Portaria nº 42/2007 (IBAMA, 2007) prorrogou por mais cinco anos a proibição da pesca, transporte e comercialização do mero. A partir de 2012, esta proibição foi estendida até 2015 (IBAMA, 2012). Nos dias atuais, o mero encontra-se na lista vermelha das espécies ameaçadas da IUCN (“International Union for Conservation of Nature”), que o classifica como Criticamente Ameaçada (PUSACK e GRAHAM, 2009). A espécie desperta grande interesse para sua utilização na aquicultura, mas estudos sobre o cultivo do mero ainda são escassos. Por isto, é necessário ampliar o conhecimento sobre a espécie para efetivamente contribuir com sua conservação, a exemplo do que vem sendo realizado com a garoupa-verdadeira

(*Epinephelus marginatus*) (SANCHES *et al.*, 2009; RAMOS *et al.*, 2012).

Existe pouco conhecimento disponível sobre patologias, patógenos e anomalias em peixes do gênero *Epinephelus* (ROUMBEDAKIS *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014). Anomalias na coluna vertebral (curvaturas, deslocamentos, encurtamento, fusão ou duplicação das vertebrae) são documentadas em muitas espécies de peixes, provenientes da natureza ou de cativeiro. Os variados tipos de malformações refletem a complexa ontogenia da formação do esqueleto, principalmente daquelas espécies com prolongados períodos larvais, tais como peixes do gênero *Epinephelus* (BOGLIONE *et al.*, 2013a). Entre as prováveis causas de malformações esqueléticas podem ser apontadas as relacionadas aos reprodutores (condição nutricional, densidade de estocagem, estresse de manuseio, qualidade dos ovos) e ao sistema utilizado para manutenção das larvas, como turbulência da água (excessiva circulação ou borbulhamento de ar), regime de luz, óleo na superfície da água dos tanques de larvicultura e variação nos parâmetros de qualidade de água (BOGLIONE *et al.*, 2013a). Muitas anomalias esqueléticas são decorrentes de fatores genéticos e/ou da incapacidade de mecanismos biológicos que compensem o estresse causado por fatores ambientais adversos (BOGLIONE *et al.*, 2013b). Apesar dos importantes avanços na investigação da origem das malformações esqueléticas na última década, ainda não é conhecido até que ponto são decorrentes de inadequadas variações abióticas, tais como temperatura e salinidade, impactos diretos de contaminação ambiental, ou fatores bióticos, como deficiências genéticas dos parentais, não sendo possível descartar, até mesmo, a ocorrência de mutações naturais (GAVAIA *et al.*, 2002; FINN, 2007).

Observações de peixes teleósteos com malformações na natureza são raras devido à baixa incidência e a elevada mortalidade (HOSOYA e KAWAMURA, 1998). Estudos prévios têm sugerido que são induzidas nas fases iniciais do desenvolvimento durante o período embrionário e larval, embora os mecanismos responsáveis ainda sejam desconhecidos (KOUMOUNDOUROS *et al.*, 1997). As malformações esqueléticas são frequentes em peixes cultivados e representam um grande

desafio para a cadeia produtiva (TAKLE *et al.*, 2005; SANCHES *et al.*, 2013). São reportados que 50 a 60% das formas jovens de peixes marinhos produzidas por laboratórios europeus apresentam diferentes tipos de malformações esqueléticas, afetando a rentabilidade destes empreendimentos (BOGLIONE *et al.*, 2009; KAYIM *et al.*, 2010). Segundo CAHU *et al.* (2003), deformidades esqueléticas, tais como malformações espinhais (escoliose, lordose), malformações no complexo do opérculo e/ou no complexo caudal, são frequentemente observadas em peixes marinhos produzidos em cativeiro. Critérios morfológicos podem ser utilizados para avaliação de malformações esqueléticas, pois estão diretamente ligados à performance de produção dos organismos (RUSSO *et al.*, 2011), entretanto, a radiografia (utilizando aparelhos de raio-X) é a metodologia mais eficiente (BOGLIONE *et al.*, 2013b).

Efeitos das anormalidades esqueléticas na performance biológica dos exemplares são escassos, sendo as poucas informações existentes coletadas secundariamente, durante estudos de ontogenia e anatomia. Consensualmente, é considerado que as malformações esqueléticas implicam em efeitos negativos no bem estar animal (BOGLIONE *et al.*, 2013b).

Neste estudo, foi registrada a existência de malformações esqueléticas no mero *E. itajara* e avaliada as prováveis causas de sua ocorrência.

MATERIAL E MÉTODOS

A captura dos exemplares de meros *E. itajara* foi realizada em um empreendimento de carcinicultura, localizado no estado de Pernambuco, em setembro de 2012. Foi autorizada por meio da Licença 33022-2, concedida pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. O canal de abastecimento da propriedade apresenta comprimento de 400 m, largura média de 10 m e uma profundidade média de 3 m. Em função de suas dimensões e para tornar a captura mais eficiente, este canal foi esvaziado e, ao longo deste processo, foram realizadas despescas com rede de arrasto para captura da totalidade dos peixes.

O objetivo inicial foi a captura de exemplares de meros visando a formação de um plantel de

reprodutores para trabalhos de caracterização genética e desenvolvimento de um protocolo de reprodução e larvicultura para a espécie. O canal havia sido enchido há quatro anos e, periodicamente, recebia água bombeada para a realização das trocas para os viveiros com camarões. O sistema de bombeamento é composto por duas bombas Aquasystem, potência de 50 cv e capacidade de bombeamento de 1.200 m³ h⁻¹, sendo a área de sucção protegida por uma estrutura de tela com abertura de 15 mm. O bombeamento era sempre realizado no período noturno (devido ao custo da energia elétrica) e por ocasião do enchimento da maré (necessidade de altura para a captação de água e o funcionamento das bombas).

Durante a coleta dos exemplares, foram observados meros com malformações esqueléticas. Estes peixes foram separados e encaminhados para uma clínica veterinária para obtenção de imagens radiográficas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados onze exemplares de meros (apresentando comprimento total de 61,2 ± 8,9 cm e peso de 6.742,9 ± 385,4 g) no canal de abastecimento do empreendimento. Dentre estes, foram observados dois exemplares com malformações esqueléticas, caracterizadas por deformidades na coluna vertebral (lordose), resultando em uma taxa de 18,2% dos exemplares capturados (Figura 1). Estes peixes foram anestesiados com benzocaína (0,1 g L⁻¹) e radiografados (Equirad, modelo WP 300/500) utilizando 63 kV e 16 mAs. Os exemplares foram posicionados a 70 cm de distância (filme-foco), deitados sobre o lado direito, com a cabeça voltada para a esquerda (Figura 2). Este é o primeiro relato de ocorrência de malformação na coluna vertebral nesta espécie.

Raras na natureza, anormalidades do esqueleto em peixes podem ser causadas por inúmeros fatores, que vão desde mutações naturais até efeitos teratogênicos, causados por fatores ambientais adversos, como químicos mutagênicos dissolvidos na água (LONGWELL *et al.*, 1992; FINN, 2007; BOGLIONE *et al.*, 2001). JAWAD (2004) reportou exemplares de tainhas (*Mugil cephalus*) com esta condição, causada pela poluição química da água. Contrariamente

ao que ocorre na natureza, as malformações são comuns em peixes cultivados, sendo um dos maiores problemas que atingem a larvicultura

de peixes marinhos e causando grande impacto econômico na cadeia produtiva da piscicultura marinha (KAYIM *et al.*, 2010).



Figura 1. Exemplos do mero *Epinephelus itajara* (acima: normal; com comprimento total de 60,9 cm e peso de 6.320,7 g; abaixo: lordose, com comprimento total de 52,3 cm e peso de 5.816,3 g).

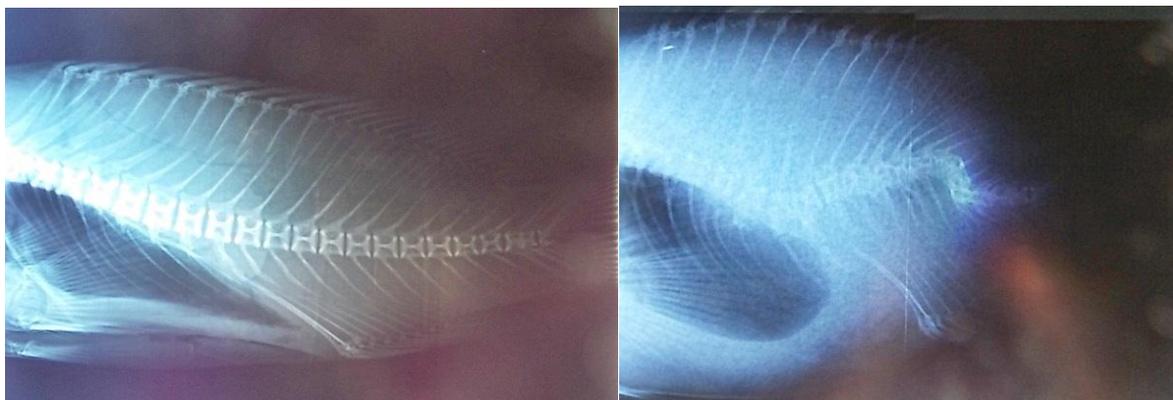


Figura 2. Imagem de raio-X da coluna vertebral de exemplares do mero *Epinephelus itajara* apresentando malformação na coluna vertebral (esquerda: normal, direita: lordose).

KAYIM *et al.* (2010) afirmaram que a anormalidade mais frequentemente observada em peixes marinhos produzidos em cativeiro é a lordose, uma curvatura anormal da coluna vertebral, sendo originada na fase de larvicultura, por ocasião da insuflação da bexiga natatória.

Resultam em redução na performance dos peixes afetados, tais como redução na habilidade natatória, conversão alimentar, taxa de crescimento e elevação da susceptibilidade a condições de estresse e patógenos (BOGLIONE *et al.*, 2009).

Diversos autores relataram a incidência de malformações esqueléticas em peixes marinhos. GAVAIA *et al.* (2002) encontraram até 44% de peixes com lordose em larviculturas do linguado-do-senegal (*Solea senegalensis*). HOSOYA e KAWAMURA (1998) relataram que 30 a 60% de *Paralichthys olivaceus* produzidos apresentavam malformações. BOGLIONE *et al.* (2009) observaram que, na larvicultura da garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*), cultivada em densidades elevadas (28 larvas L⁻¹), 75,8% dos indivíduos apresentavam anormalidades ao final do processo de cultivo. SANCHES *et al.* (2013) encontraram 17,9% de lordose para o robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) cultivado experimentalmente. No presente estudo, 18,2% do total de meros existentes no canal apresentavam malformações, o que pode ser considerado um valor alto, indicando que causas não naturais provocaram estas malformações.

Durante a fase de formação do esqueleto, diferentes fatores podem promover o aparecimento das anormalidades (GAVAIA *et al.*, 2002). Avaliando a garoupa-verdadeira (*E. marginatus*) na fase de larvicultura, BOGLIONE *et al.* (2009) observaram que a elevação na densidade de estocagem (de 6 para 28 larvas L⁻¹) aumentou significativamente a incidência de diferentes malformações esqueléticas. O processo de insuflação da bexiga natatória é considerado crítico para este problema. RUSSO *et al.* (2011) observaram estas anormalidades na garoupa-verdadeira ao longo deste período, ocasionada pela elevada salinidade utilizada durante esta fase do cultivo. Peixes cultivados em salinidades superiores a 40‰ encontram dificuldades para a insuflação da bexiga natatória, provocando baixa sobrevivência das larvas, sendo que os sobreviventes exibem elevada incidência de anormalidades, principalmente a lordose e a compressão vertebral (SFAKIANAKIS *et al.*, 2006).

Em outra linha de investigação, a nutrição das larvas vem sendo apontada como causa das malformações esqueléticas (CAHU *et al.*, 2003). No presente caso, os meros somente tiveram acesso a alimentos naturais (não havia fornecimento de alimento ou qualquer outra prática de manejo no canal de abastecimento), o que descarta a possibilidade de que fatores

nutricionais possam ser responsáveis pela ocorrência deste problema.

Uma possibilidade mais provável da origem das malformações nos meros deste estudo reside no fato de que a lordose também pode ser originada do esforço natatório associado ao período de insuflação da bexiga natatória. Estudos realizados por KOUMOUNDOUROS *et al.* (1997) demonstraram que podem ser originadas na fase embrionária e larval. Posteriormente, isto foi confirmado por GAVAIA *et al.* (2002) ao realizarem uma análise osteológica do desenvolvimento da coluna vertebral do linguado-do-senegal. Lordose, escoliose, kifose e fusão de corpos vertebrais são patologias que envolvem a absorção e remodelagem óssea em resposta a uma carga mecânica (BOGLIONE *et al.*, 2013a). O aparecimento da lordose tem sido correlacionado ao inadequado hidrodinamismo dos tanques de cultivo e ao esforço natatório (DIVANACH *et al.* 1997). BASARAN *et al.* (2007) demonstraram que a incidência de lordose pode ser elevada quando exemplares jovens do robalo europeu são submetidos a intensas correntes de água por longos períodos. Este estudo reforçou a hipótese de que a velocidade da corrente de água pode induzir a lordose, como havia sido documentado anteriormente por KIHARA *et al.* (2002). Choques mecânicos sofridos pelos ovos ou larvas também podem resultar em malformações esqueléticas (KOO e JOHNSTON, 1978). O aumento na taxa de circulação da água dos tanques de larvicultura e seu consequente turbilhonamento elevou a taxa de malformação esquelética no robalo europeu (CHATAIN, 1994) e no bacalhau (*Gadus morhua*) (BAEVERFJORD *et al.*, 2009). Pela elevada demanda de água em empreendimentos de carcinicultura, o processo de bombeamento de água para o canal de abastecimento tem de ser realizado por uma bomba de alta potência. Isto gera um turbilhonamento na água dentro da tubulação que pode ter gerado lesões na coluna vertebral, resultando na elevada incidência de lordose observada. Paralelamente, pode-se inferir que a taxa de mortalidade das formas jovens de peixes deverá ser elevada (a abertura de malha que protege a captação é de 15 mm) no processo de sucção das bombas, dada sua potência e comprimento da tubulação de captação de água.

O fato de não terem sido observados outras espécies de peixes com malformações esqueléticas no mesmo canal de abastecimento pode ser atribuído ao fato de que, com dificuldades natatórias derivadas das malformações, os mesmos acabaram sendo predados pelos meros (predador topo de cadeia trófica deste ambiente). O crescimento dos meros, aliado à sua estratégia de alimentação e abundância de presas no canal, possibilitou a sobrevivência dos dois exemplares com malformações.

Considerando a possibilidade de reversão da lordose apresentada por KAYIM *et al.* (2010), os meros encontrados neste estudo, que apresentavam malformações esqueléticas, vem sendo mantidos em tanques de 60.000 L, mas após 12 meses, não foi possível observar reversão da lordose descrita neste relato de caso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Petrobras - Programa Petrobras Ambiental pelo patrocínio aos trabalhos com os meros e ao Projeto Meros do Brasil, pelo suporte e apoio.

REFERÊNCIAS

- BAEVERFJORD, G.; HELLAND, S.; HOUGH, C. 2009 *Control of malformations in fish aquaculture*. Federation of European Aquaculture Producers (FEAP): Belgium. 52p.
- BASARAN, F.; OZBILGIN, H.; OZBILGIN, Y.D. 2007 Effect of lordosis on the swimming performance of juvenile sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture Research*, 38: 870-876.
- BOGLIONE, C.; GAGLIARDI, F.; SCARDI, M.; CAUTAUELLA, S. 2001 Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture*, 192(1): 1-22.
- BOGLIONE, C.; MARINO, G.; GIGANTI, M.; LONGOBARDI, A.; MARZI, P.; CATAUELLA, S. 2009 Skeletal anomalies in dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) juveniles reared with different methodologies and larval densities. *Aquaculture*, 291(1): 48-60.
- BOGLIONE, C.; GAVAIA, P.; KOUMOUNDOUROS, G.; GISBERT, E.; MOREN, M.; FONTAGNÉ, S.; WITTEN, P.E. 2013a Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 1: normal and anomalous skeletogenic processes. *Reviews in Aquaculture*, 5(1): 99-120.
- BOGLIONE, C.; GISBERT, E.; GAVAIA, P.; WITTEN, P.E.; MOREN, M.; FONTAGNÉ, S.; KOUMOUNDOUROS, G. 2013b Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. *Reviews in Aquaculture*, 5(1): 121-167.
- BULLOCK, L.H.; MURPHY, M.D.; GODCHARLES, M.F. MITCHELL, M.E. 1992 Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 90: 243-249.
- CAHU, C.; INFANTE, J.Z.; TAKEUCHI, T. 2003 Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*, 227(1): 254-258.
- CHATAIN, B. 1994 Abnormal swim bladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 119(2): 371-379.
- CRAIG, M.T.; GRAHAM, R.T.; TORRES, R.A.; HYDE, J.R.; FREITAS, M.O.; FERREIRA, B.P.; HOSTIM-SILVA, M.; GERHARDINGER, L.C.; BERTONCINI, A.A.; ROBERTSON, D.R. 2009. How many species of goliath grouper are there? Cryptic genetic divergence in a threatened marine fish and the resurrection of a geopolitical species. *Endangered Species Research*, 7: 167-174.
- DIVANACH, P.; PAPANDROULAKIS, N.; ANASTASIADIS, P.; KOUMOUNDOUROS, G.; KENTOURI, M. 1997 Effect of water currents on the development of skeletal deformities in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) with functional swimbladder during postlarval and nursery phase. *Aquaculture*, 156(2): 145-155
- FINN, R.N. 2007 The physiology and toxicology of salmonid eggs and larvae in relation to water quality criteria. *Aquatic Toxicology*, 81(2): 337-345.
- GAVAIA, P.J.; DINIS, M.T.; CANCELA, M.L. 2002 Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in

- larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 211(2): 305-323.
- HEEMSTRA, P.C. e RANDALL, J.E. 1993 *Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae)*. Rome: FAO. 382p.
- HOSOYA, K. e KAWAMURA, K. 1998 Skeletal formation and abnormalities in the caudal complex of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck and Schlegel). *Bulletin Nature Research Institute Fisheries Science*, 12: 97-110.
- IBAMA 2002 PORTARIA N° 121, de 20 de setembro de 2002. Proíbe a captura do mero (*Epinephelus itajara*) por um período de cinco anos. *Diário Oficial da União*, 23 de setembro de 2002, N° 184, Seção 1, p.59.
- IBAMA 2007 PORTARIA N° 42, de 19 de setembro de 2007. Prorrogação da proibição da captura do mero (*Epinephelus itajara*) por um período de cinco anos. *Diário Oficial da União*, 20 de setembro de 2007, N° 182, Seção 1, p.101.
- IBAMA 2012 PORTARIA N° 13, de 16 de outubro de 2012. Prorrogação da proibição da captura do mero (*Epinephelus itajara*) por um período de três anos. *Diário Oficial da União*, 17 de outubro de 2012, N° 201, Seção 1, p.122.
- JAWAD, L.A. 2004 First record of an anomalous mullet fish (*Mugil cephalus*) from New Zealand. *Tuhinga*, 15(1): 121-124.
- KAYIM, M.; CAN, E.; GUNER, Y. 2010 Is it possible to transform hatchery-reared abnormal juveniles of sea bass (*Dicentrarchus labrax* L. 1758) into normal individuals? *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 5(1): 327-338.
- KIHARA, M.; OGATA, S.; KAWANO, N.; KUBOTA, I.; YAMAGUCHI, R. 2002 Lordosis induction in juvenile red sea bream, *Pagrus major*, by high swimming activity. *Aquaculture*, 212(1): 149-158.
- KOO, T.S.Y. e JOHNSTON, M.L. 1978 Larva deformity in striped bass, *Morone saxatilis* (walbaum), and blueback herring, *Alosa aestivalis* (mitchill), due to heat shock treatment of developing eggs. *Environmental Pollution*, 16(1): 137-149.
- KOUMOUNDOUROS, G.; ORAN, G.; DIVANACH, P.; STEFANAKIS, S.; KENTOURI, M. 1997 The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream *Sparus aurata* L. larviculture. Moment of appearance and description. *Aquaculture*, 156: 165- 177.
- LONGWELL, A.C.; CHANG, S.; HEBERT, A.; HUGHES, J.B.; AND PERRY, D. 1992 Pollution and developmental abnormalities of Atlantic fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 35: 1-21.
- NMFS 1990 *Fishery management plan for the snapper-grouper fishery of the South Atlantic Region*. Manage Counc.: Charleston. 28p.
- PUSACK, T.J. e GRAHAM, R.T. 2009 Threatened fishes of the world: *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) (Epinephelidae, formerly Serranidae). *Environmental Biology of Fishes*, 86(2): 293-294.
- RAMOS, F.M.; SANCHES, E.G.; FUJIMOTO, R.Y.; COTTENS, K.F.; CERQUEIRA, V.R. 2012 Crescimento de juvenis da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetidos a diferentes dietas. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(1): 81-88.
- ROUMBEDAKIS, K.; MARCHIORI, N.C.; PASETO, Á.; GONÇALVES, E.L.T.; LUQUE, J.L.; CEPEDA, P.B.; SANCHES, E.G.; MARTINS, M.L. 2013 Parasite fauna of wild and cultured dusky-grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) from Ubatuba, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 73(4): 871-878.
- RUSSO, T.; SCARDI, M.; BOGLIONE, C.; CATAUDELLA, S. 2011 Application of the self-organizing map to the study of skeletal anomalies in aquaculture: The case of dusky grouper (*Epinephelus marginatus* Lowe, 1834) juveniles reared under different rearing conditions. *Aquaculture*, 315(1): 69-77.
- SADOVY, Y. e EKLUND, Y.A.M. 1999 *Synopsis of biological data on the nassau grouper, Epinephelus striatus* (Bloch, 1792) and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822). Rome: FAO. 65p.
- SANCHES, E.G. e SECKENDORFF, R.W. 2009 Grouper culture in Brazil. *Aquaculture Asia Magazine*, 14(3): 31-32.
- SANCHES, E.G.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S. 2009 Crioconservação do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(3): 389-399.
- SANCHES, E.G.; MELLO, G.L.; AMARAL JÚNIOR, H. 2013 Primeira ocorrência de malformação na

- coluna vertebral em juvenis de robalo-flecha. *Boletim do Instituto de Pesca*, 39(1): 77-83.
- SFAKIANAKIS, D.G.; GEORGAKOPOULOU, E.; PAPADAKIS, I.E.; DIVANACH, P.; KENTOURI, M.; KOUMOUNDOUROS, G. 2006 Environmental determinants of haemal lordosis in European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 254(1): 54-64.
- SILVA, F.C.; LEITE, J.R.; HOSTIM-SILVA, M.; VALENÇA, A.R.; SANCHES, E.G. 2014 First record of *Neobenedenia "melleni"* - like species (Monogenea: Capsalidae) in Goliath grouper *Epinephelus itajara* in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(1): 248-250.
- TAKLE, H.; BAEVERFJORD, G.; LUNDE, M.; KOLSTAD, K.; ANDERSEN, Ø. 2005 The effect of heat and cold exposure on HSP70 expression and development of deformities during embryogenesis of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 249(1): 515-524.