

A INCORPORAÇÃO DE ÓLEO DE PEIXE NA DIETA PODE MELHORAR O DESEMPENHO DA GAROUPA-VERDADEIRA *Epinephelus marginatus*?

Eduardo Gomes SANCHES¹; Francisco da Costa SILVA²; Jonas Rodrigues LEITE³; Pedro Kerber Azevedo SILVA⁴; Claudia Ehlers KERBER⁴; Pedro Antônio dos SANTOS⁴

RESUMO

Avaliou-se o desempenho da garoupa-verdadeira submetida à dieta comercial (8,8% de extrato etéreo) com incorporação de óleo de peixe em três diferentes proporções: dieta 1 = ração comercial sem acréscimo de óleo; dieta 2 = ração comercial acrescida com 4% de óleo e dieta 3 = ração comercial acrescida com 8% de óleo. Exemplares com $29,2 \pm 1,3$ g e $12,2 \pm 0,7$ cm foram distribuídos em nove tanques (150 L, 10 peixes tanque⁻¹) e alimentados com as três dietas experimentais por 90 dias. As variáveis de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, amônia total e salinidade) foram mantidas dentro da faixa recomendada para a espécie. O acréscimo de 4% de óleo de peixe na ração utilizada para a garoupa-verdadeira proporcionou resultados superiores de desempenho quando comparada à rações com distintos teores energéticos.

Palavras chave: Serranidae; nutrição; maricultura

CAN FISH OIL INCORPORATION IN DIET IMPROVE THE GROWTH PERFORMANCE OF DUSKY GROUPER *Epinephelus marginatus*?

ABSTRACT

This study evaluated the growth performance of dusky grouper fed with different fish oil proportion incorporated in a commercial diet (CD) with 8.8% Crude Lipid (CL). Diet 1 = CD with 0% oil; diet 2 = CD with 4% oil; and diet 3 = CD with 8.8% oil. Ninety fishes ranging 29.2 ± 1.3 g and 12.2 ± 0.7 cm were divided in nine 40 gal tanks, with ten fishes in each tank, three replicates to each diet, along 90 days. Waters parameters (temperature, oxygen level, total ammonia and salinity) were maintained at specific ranges for the species. The 4% fish oil incorporation on dusky grouper diet provides better performance results comparing with fish feeds with distinct energetic levels.

Keywords: Serranidae; nutrition; mariculture

Artigo Científico: Recebido em 17/07/2013 – Aprovado em 16/01/2014

¹ Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Instituto de Pesca/APTA/SAA. R. Joaquim Lauro Monte Claro Neto, 2275 – Itaguá – CEP: 11.680-000 – Ubatuba – SP – Brasil. e-mail: esanches@pesca.sp.gov.br (autor correspondente)

² Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Instituto de Pesca/APTA/SAA. R. Joaquim Lauro Monte Claro Neto, 2275 – Itaguá – CEP: 11.680-000 – Ubatuba – SP – Brasil. e-mail: francisco.bio@gmail.com

³ Programa de Pós Graduação em Oceanografia Ambiental na Universidade Federal do Espírito Santo (PPGOAm – UFES). Rodovia BR 101 Norte, km 60 - Bairro Litorâneo – CEP: 29932-540 – São Mateus – ES – Brasil. e-mail: jonasipa@yaho.com.br

⁴ Redemar Alevinos. Rua dos Eucaliptos, 208 – Bexiga – CEP: 11630-000 – Ilhabela – SP – Brasil. e-mail: claudia@redemareleunos.com.br

INTRODUÇÃO

A garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* ocorre nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Podendo superar um metro de comprimento e 40 kg de peso, é considerada importante recurso pesqueiro, com grande interesse para a pesca artesanal e esportiva, porém, ameaçada pela sobrepesca (RODRIGUES FILHO *et al.*, 2009). Estas características vêm despertando o interesse dos setores acadêmico e privado, que buscam uma espécie marinha com aceitação no mercado e potencial para criação. Grande esforço de pesquisa visando o desenvolvimento do cultivo comercial desta espécie vem sendo realizado pelo Instituto de Pesca desde 2005 (SANCHES *et al.*, 2009) e, mais recentemente, um empreendimento privado, a Redemar Alevinos, vem obtendo sucesso nas fases de reprodução e larvicultura (KERBER *et al.*, 2012), estimulando maricultores a iniciarem o cultivo de garoupas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

Embora se tenha disponível razoável conhecimento sobre a biologia da garoupa-verdadeira, os estudos focaram as áreas de reprodução e larvicultura, sendo poucos os trabalhos publicados sobre a nutrição desta espécie (SANCHES *et al.*, 2007; RAMOS *et al.*, 2012). Análises de conteúdo estomacal e hábitos alimentares indicam que a garoupa-verdadeira apresenta preferência, quando jovem, por crustáceos e pequenos peixes e, quando adulta, por polvos (*Octopus* sp.) e peixes maiores; entretanto, quando em condições de cativeiro, estes peixes aceitam dietas inertes, apresentando resultados expressivos de crescimento (GRACIA LÓPEZ e CASTELLÓ-ORVAY, 2003; MACHADO *et al.*, 2008).

No Sudeste da Ásia, muitos maricultores utilizam resíduo de pesca para alimentar as garoupas. Esta prática traz uma série de desvantagens que vão desde deficiências vitamínicas (resíduos de peixe podem conter a enzima tiaminase, que inibe a absorção da vitamina B, a tiamina), piora na qualidade da água dos cultivos pela decomposição das sobras alimentares e até transmissão de doenças (endo e ectoparasitos, bactérias e vírus presentes neste tipo de alimento podem ser transmitidos aos peixes em cultivo) (SIM *et al.*, 2005). Estes mesmos

autores demonstraram que a garoupa asiática (*Epinephelus coioides*) pode crescer 75% mais rápido quando alimentada com dietas balanceadas comparativamente à utilização de resíduo de pesca. Por outro lado, são limitadas as informações sobre requerimentos nutricionais de garoupas, sendo os poucos trabalhos realizados com espécies asiáticas (*E. coioides*, *Epinephelus tauvina*) (LUO *et al.*, 2005). Mais recentemente, foram obtidos progressos nesta área com o desenvolvimento de formulações mais específicas para o gênero *Epinephelus* (LIN *et al.*, 2007; RACHMANSYAH *et al.*, 2009).

A piscicultura marinha no Brasil enfrenta significativos gargalos para seu desenvolvimento como atividade produtiva. A par das dificuldades com a obtenção de formas jovens, que vem sendo solucionada lentamente nos últimos anos, a falta de informações sobre dietas para peixes marinhos vem limitando ainda mais o estabelecimento de criações comerciais. As espécies alvo de cultivo são essencialmente carnívoras, demandando dietas com elevado nível proteico. A proteína é o componente mais dispendioso das dietas, influenciando muito os custos das rações. Entretanto, a adição de outras classes de nutrientes nas rações produzidas deve ser avaliada, visando um melhor aproveitamento das proteínas.

Os lipídeos são nutrientes que podem ser utilizados para reduzir a conversão da proteína em energia. Fornecem duas vezes mais energia do que proteínas e carboidratos sendo tendência atual, na alimentação de peixes, sua utilização em níveis elevados na dieta. Os peixes marinhos utilizam os lipídeos como fonte de energia e de ácidos graxos essenciais, os quais desempenham papel vital na manutenção da estrutura e função das membranas celulares através dos fosfolipídios (WILLIAMS, 2009). Em função disso, as dietas para peixes marinhos devem conter níveis relativamente altos, sendo o óleo de peixe o ingrediente mais utilizado por ser naturalmente rico em ácidos graxos altamente insaturados (HUFA), principalmente os da série n-3, como o EPA (ácido eicosapentaenóico) e o DHA (ácido docosapentaenóico) (WATANABE, 2002; BOWYER *et al.*, 2013).

Em estudo com a garoupa asiática *Cromileptis altivelis* (com 150 g de peso inicial), USMAN *et al.*

(2005) examinaram a resposta a três níveis de proteína (42, 47 e 53%), em uma combinação fatorial, com três níveis de lipídeos na dieta (8, 12 e 16%). Estes autores concluíram que formas jovens desta espécie de garoupa requerem altos níveis de proteína (acima de 40%) e moderados níveis de lipídeos (10 a 12%) para o adequado desenvolvimento e eficiente retenção dos nutrientes.

Embora a elevação dos níveis de lipídeos na dieta possa reduzir o alto custo da ração para peixes marinhos, a utilização indiscriminada pode acarretar problemas. Em experimentos realizados com o robalo-flecha *Centropomus undecimalis* por NUNES *et al.* (2011) utilizando rações que apresentavam diferentes níveis lipídicos, foi verificado aumento significativo dos índices víscerosomático e da gordura visceral com o aumento do conteúdo lipídico das dietas, ou seja, ocorreu maior acúmulo de gordura na cavidade visceral. Do ponto de vista produtivo, esse acúmulo representa um ponto negativo, uma vez que reduz o valor comercial dos animais. Por outro lado, também deve ser considerado que, em todos os estágios ontogenéticos, existe a necessidade de oferecimento de ácidos graxos essenciais, ou seja, aqueles que não são sintetizados pelos organismos em questão, para que haja crescimento e desenvolvimento adequados.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da suplementação de ração comercial com óleo de peixe na dieta sobre o desempenho produtivo de formas jovens da garoupa-verdadeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Juvenis de garoupa-verdadeira ($29,2 \pm 1,3$ g de peso e $12,2 \pm 0,7$ cm de comprimento total), obtidos por reprodução em cativeiro na Redemar Alevinos, em Ilhabela/SP, foram distribuídos, aleatoriamente, em nove tanques circulares com 150 L, em sistema de recirculação de água salgada, dotado de filtragem mecânica, "skimmer" e esterilização por meio de lâmpadas ultra-violeta. A taxa de circulação de água nos tanques foi de 200% (o volume total de água dos tanques era renovado duas vezes ao dia). Os peixes (10 indivíduos por tanque) foram submetidos a três tratamentos com diferentes níveis de incorporação

de óleo de peixe em uma ração comercial (com 8,8% de extrato etéreo) destinada a trutas (dieta 1 = ração comercial sem acréscimo de óleo; dieta 2 = ração comercial acrescida com 4% óleo e dieta 3 = ração comercial acrescida com 8% óleo). Cada tratamento contou com três repetições.

A opção pela ração comercial de trutas foi baseada em estudos de necessidades nutricionais de peixes do gênero *Epinephelus* realizados por RACHMANSYAH *et al.* (2009) e pela disponibilidade comercial de uma formulação que apresentasse composição nutricional mais próxima destas exigências, pois no Brasil inexistem formulações específicas para peixes de água salgada. A composição centesimal da ração indicada pelo fabricante foi: Proteína Bruta 41,8%, Extrato Etéreo 8,8%, Cinzas 6,7%, Fibra Bruta 1,9%. Com a incorporação de óleo, as dietas avaliadas pelo fabricante apresentaram as seguintes composições: dieta 1 = mesma composição original; dieta 2 = Proteína Bruta 40,3%, Extrato Etéreo 12,5%, Cinzas 6,9%, Fibra Bruta 1,8% e dieta 3 = Proteína Bruta 40,0%, Extrato Etéreo 16,2%, Cinzas 6,2%, Fibra Bruta 1,8%. Esta ração apresentava granulometria entre 6 a 8 mm de diâmetro. A garoupa-verdadeira apresenta grande diâmetro de boca, exigindo peletes de maior tamanho. O óleo de peixe utilizado foi obtido junto ao fabricante da ração, sendo a mistura ração + óleo realizada em pequenas quantidades dentro de um saco plástico inflado e agitado em movimentos circulares.

Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (às 09:00 h e às 17:00 h) seguindo a metodologia proposta por SIM *et al.* (2005). Diariamente (após a última alimentação), foi realizada a limpeza do fundo dos tanques, por sifonamento, para a remoção dos dejetos.

O experimento teve duração de 90 dias. Diariamente foram verificados o consumo de alimento (por diferença de peso entre o alimento a ser fornecido e o alimento que restava ao final da alimentação) e a ocorrência de mortalidade. Para obtenção dos dados biométricos, os peixes de todos os tratamentos foram anestesiados com benzocaína ($0,05$ g L⁻¹ de água) e, em seguida, medidos em ictiômetro e pesados individualmente em balança eletrônica digital (precisão de 0,01 g) no início, após 30 e 60 dias e ao final do período experimental.

A partir dos valores de comprimento total (cm), peso (g) e ingestão (g dia⁻¹) e do registro de ocorrência de mortalidade, foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho:

$$\text{Sobrevivência (S, \%)} = 100 \times (\text{Pxf}/\text{Pxi}),$$

em que Pxf = número de peixes no final do período experimental; Pxi = número de peixes no início do período experimental;

Taxa de desenvolvimento específico - TDE:

$$\text{TDE (\%)} = 100 \times (\ln \text{cf} - \ln \text{ci}) / t,$$

em que cf = comprimento médio final; ci = comprimento médio inicial; t = número de dias do período experimental;

Taxa de crescimento específico - TCE:

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times (\ln \text{pf} - \ln \text{pi})/t,$$

em que pf = peso médio final; pi = peso médio inicial; t = número de dias do período experimental;

$$\text{Ganho em comprimento diário: GCD (cm dia}^{-1}\text{)} = (\text{cf} - \text{ci})/t,$$

$$\text{Ganho em peso diário: GPD (g dia}^{-1}\text{)} = (\text{pf} - \text{pi})/t;$$

$$\text{Conversão alimentar aparente: CAap} = C/\text{GP},$$

em que C = quantidade total de alimento consumida no período; GP = ganho em peso no período experimental.

Ao final do experimento, cinco peixes de cada parcela (45 peixes no total) foram insensibilizados por choque térmico, pesados individualmente, dissecados na região abdominal para retirada das vísceras, gordura visceral e do fígado, os quais foram pesados, sendo calculados os seguintes índices: viscerossomático (IVS, %), gordura visceral (GV, %) e hepatossomático (IHS, %) onde:

$$\text{Índice viscerossomático (IVS, \%)} = P_t/(P_v \times 100),$$

em que P_t = peso total e P_v = peso das vísceras;

$$\text{Gordura visceral (GV, \%)} = P_g/(P_t \times 100),$$

em que P_t = peso total e P_g = peso da gordura visceral;

$$\text{Índice hepatossomático (IHS, \%)} = P_f/(P_t \times 100),$$

em que P_t = peso total e P_f = peso do fígado.

A temperatura e o teor de oxigênio dissolvido da água dos tanques foram monitorados com um oxímetro YSI modelo 51. A amônia total foi monitorada pelo método colorimétrico Tetrastest® Kit e a salinidade com refratômetro óptico F3000. Todos os parâmetros foram mensurados diariamente na canaleta que reunia a saída de água de todos os tanques.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições. As médias dos parâmetros avaliados foram submetidas à análise de variância (ANOVA), para comparação entre os tratamentos. Os valores expressos em porcentagem (sobrevivência, índice viscerossomático, gordura visceral e índice hepatossomático) foram transformados de acordo com a fórmula: variável transformada = arcsen√x. Em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS

Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido, amônia total e salinidade (Tabela 1) mantiveram-se dentro do considerado como ideal para o cultivo de *E. marginatus*, reportados por GRACIA LÓPEZ e CASTELLÓ-ORVAY (2003), proporcionando aos peixes adequadas condições para a expressão de seu potencial de crescimento.

Foram encontradas diferenças significativas entre as dietas testadas, para os indicadores de desempenho avaliados (Tabela 2).

Tabela 1. Variáveis de qualidade de água registradas durante o período experimental de 90 dias.

Variável	Média	Amplitude	C.V.
Temperatura (°C)	28,2	27,5 - 29,0	6,2%
Oxigênio dissolvido (g L ⁻¹)	5,5	5,2 - 6,3	5,9%
Amônia total (mg L ⁻¹)	1,0	0,5 - 2,0	26,2%
Salinidade	34,0	33,0 - 36,0	5,0%

Tabela 2. Médias e desvios padrão dos parâmetros de desempenho produtivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* alimentada com diferentes dietas durante o período experimental de 90 dias (n = 3)¹.

Parâmetros	Dieta 1 *	Dieta 2**	Dieta 3***
Comprimento inicial (cm)	12,2 ± 0,7	12,2 ± 0,7	12,2 ± 0,7
Peso inicial (g)	29,2 ± 1,3	29,2 ± 1,3	29,2 ± 1,3
Biomassa inicial (g)	295,3 ± 2,8	301,1 ± 2,1	298,3 ± 3,1
Comprimento final (cm)	16,2 ± 0,5	17,9 ± 0,7	16,7 ± 0,5
Peso final (g)	80,1 ± 3,1 ^a	92,6 ± 4,2 ^b	83,2 ± 6,9 ^a
Biomassa final (g)	803,1 ± 20,3 ^a	930,1 ± 19,1 ^b	860,4 ± 32,9 ^a
Sobrevivência (%)	100,0	100,0	100,0
TDE (%)	0,86 ± 0,08	0,92 ± 0,15	0,87 ± 0,12
TCE (%)	1,85 ± 0,43 ^a	1,95 ± 0,36 ^b	1,87 ± 0,45 ^a
GCD (cm dia ⁻¹)	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,01
GPD (g dia ⁻¹)	0,56 ± 0,2 ^a	0,70 ± 0,3 ^b	0,61 ± 0,2 ^a
CAap	1,8 ± 0,2 ^a	1,4 ± 0,3 ^a	2,1 ± 0,3 ^b

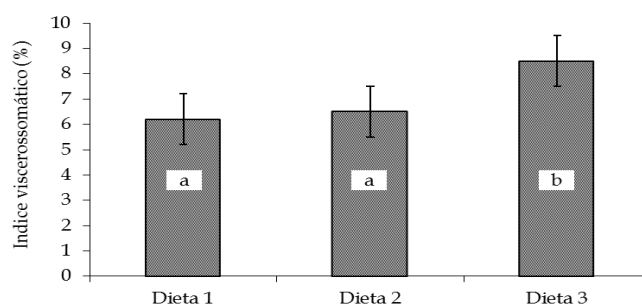
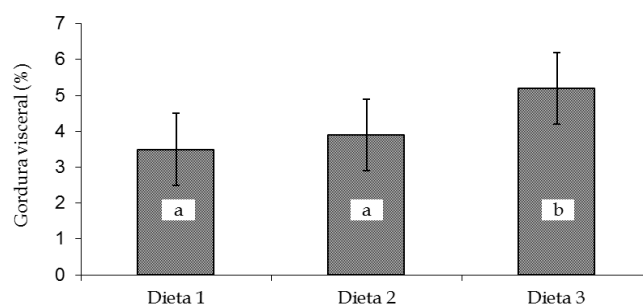
* Dieta 1 (ração comercial sem acréscimo de óleo: 8,8% E.E.), **Dieta 2 (ração comercial acrescida com 4% óleo: 12,5% E.E.), *** Dieta 3 (ração comercial acrescida com 8% óleo: 16,2% E.E.).

TCE = taxa de crescimento específico; GCD = ganho em comprimento diário; GPD = ganho em peso diário; CAap = conversão alimentar aparente.

¹ Linhas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0.05).

Os resultados da análise de variância indicaram a existência de diferenças entre as médias para os parâmetros índice viscerossomático (Figura 1), gordura visceral (Figura 2) e índice hepatossomático (Figura 3). Foi

realizada, então, a análise de regressão dos dados, mas nenhum dos parâmetros avaliados se ajustou aos modelos (linear, quadrático e polinomial); portanto realizou-se o teste de Tukey para comparação de médias.

**Figura 1.** Índice viscerossomático (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* alimentada com diferentes dietas durante o período experimental de 90 dias (n = 3). Colunas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,05).**Figura 2.** Gordura visceral (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* alimentada com diferentes dietas durante o período experimental de 90 dias (n = 3). Colunas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,05).

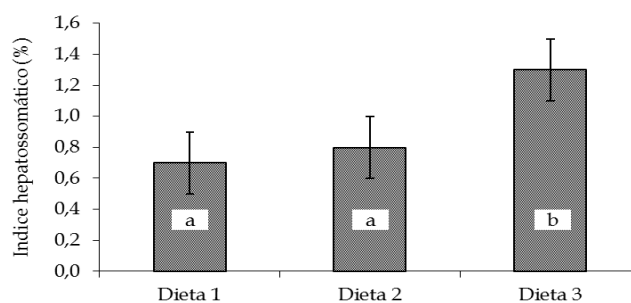


Figura 3. Índice hepatossomático (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* alimentada com diferentes dietas durante o período experimental de 90 dias ($n = 3$). Colunas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

A taxa de sobrevivência obtida neste estudo, mesmo com dietas que não sejam baseadas nas necessidades nutricionais definidas para a espécie, mostra a rusticidade da garoupa-verdadeira quando em condição de cultivo. O manejo alimentar proposto por SIM *et al.* (2005) para peixes do gênero *Epinephelus*, com peso entre 20 e 100 g, em que a ração diária seja baseada em 1,5 a 2,0% PV ao dia e dividida em duas vezes mostrou-se apropriado para a garoupa-verdadeira.

Neste estudo a garoupa-verdadeira, partindo de peixes com 29,2 g, atingiu peso médio final superior a 90 g após 90 dias. Considerando este mesmo período, BOMBEO-TUBURAN *et al.* (2001), avaliando o crescimento de formas jovens (3 a 4 g) da garoupa asiática *E. coioides*, obtiveram peixes com 25 g. Os dados para ganho em peso diário (0,56 a 0,70 g), TCE (1,85 a 1,95) e conversão alimentar (1,4 a 2,1) demonstraram que a espécie respondeu positivamente à criação em cativeiro. Comparando com dados obtidos por ABDULLAH *et al.* (1987), que estudaram o desempenho da garoupa asiática *E. tauvina*, obtiveram, com peixes de 17 g, ganhos em peso entre 0,86 e 0,90 g dia⁻¹, valores pouco superiores aos obtidos com a garoupa-verdadeira.

A TCE pode ser um eficiente indicativo para comparações de desempenho produtivo. GRACIA LÓPEZ e CASTELLÓ-ORVAY (2003), partindo de exemplares de 50 g da garoupa-verdadeira e alimentados com uma ração com 49% PB e 12% E.E., obtiveram TCE de 0,78. SANCHES *et al.* (2007), utilizando rejeito de pesca comparativamente com ração contendo 40% P.B.

e 8% E.E. enriquecida com 3% óleo de peixe obtiveram, para a garoupa-verdadeira, TCE de 0,45 (peixes alimentados com ração) e 0,58 (alimentados com rejeito de pesca). Avaliando a fase inicial do crescimento da garoupa-verdadeira (a partir de 5,5 g), RAMOS *et al.* (2012), utilizando ração com 40% P.B. e 8% E.E., obtiveram TCE de 1,68. Avaliando-se a TCE de outras espécies de serranídeos, BOTERO e OSPINA (2003) encontraram para o mero *Epinephelus itajara*, valores entre 0,13 (peixes alimentados com ração) e 0,96 a 1,40 (alimentados com rejeito de pesca). No presente estudo, utilizando a dieta com incorporação de 4% de óleo de peixe, a TCE obtida (1,95) foi muito superior aos estudos relatados acima. Este resultado pode estar relacionado com a idade dos exemplares e a melhor composição das dietas utilizadas, que, conjuntamente, proporcionaram melhor eficiência na utilização do alimento.

Avaliando dietas com teores de 6 e 10% de lipídeos, ELLIS e REIGH (1991) concluíram que a elevação do teor de lipídeos na dieta resultou em menor ganho em peso diário em *Sciaenops ocellatus*. SHIAU e LAN (1996), utilizando dietas contendo níveis de lipídeos entre 7 e 18%, concluíram que dietas com teor lipídico acima de 13% provocaram redução no ganho em peso dos peixes e acúmulo de gordura nas vísceras. THOMAN *et al.* (1999) reportaram que dietas com valores acima de 9% de lipídeos facilitam o acúmulo de gordura. Este fato foi também observado no presente estudo, pois a dieta com maior incorporação de óleo (16,2% E.E.) resultou, para a garoupa-verdadeira, menor ganho em peso diário e pior conversão alimentar.

CHOU *et al.* (2001), avaliando diferentes níveis de lipídeos na dieta do bijupirá *Rachycentron canadum*, concluíram que dietas com teor de lipídeos abaixo de 3% provocam depleção no crescimento, ao passo em que dietas com teores superiores a 18% resultam na diminuição da taxa de ingestão de alimento e excessiva deposição de gordura na cavidade abdominal. LIN e SHIAU (2003), examinando qual o valor ideal para lipídeos na dieta da garoupa asiática *Epinephelus malabaricus*, avaliaram teores entre 0 e 16%. Estes autores concluíram que dietas com teores abaixo de 4% apresentaram elevadas mortalidades. Paralelamente, destacaram que dietas com mais de 8% de lipídeos elevaram os níveis de lisozima no plasma, resultando em maior eficiência do sistema imunológico dos peixes. USMAN *et al.* (2005), avaliando diferentes níveis de lipídeos (8, 12 e 16%) na dieta da garoupa asiática (*Cromileptes altivelis*), concluíram que níveis entre 10 e 12% são suficientes para promover o crescimento adequado de garoupas quando cultivadas em tanques-rede. Níveis superiores não promovem melhoras nas taxas de crescimento, mas incrementam a deposição de gordura na cavidade abdominal e reduzem as taxas de ingestão de alimento. SUWIRYA e GIRI (2005), estudando cinco níveis de adição de óleo (0, 3, 6, 9, 12%), encontraram que 12% de lipídeos em dietas para garoupas promovem incremento na taxa de crescimento. Outro estudo (TUAN e WILLIAMS, 2007) reforçou estas observações, indicando que o nível ótimo de lipídeos para a garoupa asiática *E. malabaricus* é de 12%. Este valor é praticamente o mesmo da dieta 2 (12,5% E.E.) avaliada neste estudo e que resultou no melhor desempenho produtivo para a garoupa-verdadeira. Em estudo realizado por WANG *et al.* (2005), dietas com 5 e 15% de lipídeos proporcionaram melhor desempenho para o bijupirá em comparação com dietas com 25%. A elevação do teor de lipídeos na dieta implicou na redução do consumo diário de alimento. Estes autores ainda observaram que a elevação do teor lipídico das dietas resultou tanto na elevação significativa da gordura visceral como do índice hepatossomático. No presente estudo com a garoupa-verdadeira, a dieta com maior teor lipídico proporcionou elevação dos índices viscerossomático e da gordura visceral, indicando que a incorporação de 8% de óleo (ração com

16,2% E.E.) excedeu as necessidades da espécie, com resultados negativos para o desempenho produtivo.

Um dado fisiológico que pode contribuir para avaliação da utilização do alimento pelos peixes é o índice hepatossomático, que mede a relação entre peso do fígado e peso corporal do indivíduo, expressando um possível crescimento hepático decorrente de demandas metabólicas tais como a necessidade de eliminação de resíduos de origem nutricional (MIHELAKAKIS *et al.*, 2002). O incremento do índice viscerossomático e da gordura visceral estão correlacionados diretamente com a elevação dos teores lipídicos da dieta, indicando que o acúmulo de gordura nas vísceras é resultante de excessiva quantidade de lipídeos na dieta (NUNES *et al.*, 2011). No presente experimento com a garoupa-verdadeira, o índice hepatossomático variou de 0,70 a 1,30, sendo observado efeito significativo entre os tratamentos, indicando que a adição de óleo de peixe na ração, nos níveis utilizados, propiciou elevado acúmulo de gordura no fígado.

A elevação do índice hepatossomático pode ser resultante de maior deposição de gordura no fígado, proveniente de distúrbio no metabolismo, ou de aumento do processo de gliconeogênese por fatores estressantes (como no caso, pela necessidade de metabolização de teores elevados de lipídeos). Elevações no índice hepatossomático resultante de deposição lipídica no fígado foram observados por KAUSHIK *et al.* (2004) e por FABREGAT *et al.* (2011). Estes autores convergem afirmando que tal elevação seria resultante de hiperplasia devido à sobrecarga do órgão em função de um desbalanceamento nutricional.

Acredita-se que melhores resultados poderiam ter sido obtidos por meio de alterações na composição nutricional da ração utilizada no presente estudo. WILLIAMS *et al.* (2004) demonstraram a necessidade de altos teores proteicos (acima de 45%) na nutrição de formas jovens de garoupas, destacando, ainda, a alta exigência lipídica (superior a 14%). Outra linha de trabalho que se abre com este estudo reside na substituição parcial do óleo de peixe por óleos vegetais. LIN *et al.* (2007) provaram a viabilidade de substituição de até 50% do óleo de peixe (principal fonte lipídica na ração de peixes marinhos) por óleo de soja ou de milho, sem

redução do crescimento da garoupa asiática *E. coioides*. Todas estas informações fornecem subsídios para a formulação de dietas mais adequadas às exigências nutricionais da garoupa-verdadeira, que certamente proporcionarão melhor desempenho produtivo e aproveitamento nutricional mais econômico dos ingredientes, ampliando as perspectivas para o cultivo comercial da espécie.

CONCLUSÕES

O acréscimo de 4% de óleo de peixe na ração comercial utilizada (totalizando 12,5% E.E.) proporcionou desempenho produtivo superior, quando comparado com os valores de 8,8 e 16,2% E.E., sendo indicado para o crescimento da garoupa-verdadeira.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Giorgio de Angeli, pela cessão do espaço para a produção das formas jovens, e ao Sr. Afonso Vivolo, pela participação na elaboração e fornecimento do óleo e da ração utilizada no experimento.

REFERENCIAS

- ABDULLAH, M.S.; WUAN, T.O.; KAWAHARA, S. 1987 Preliminary studies in stocking density and production of hamoor *Epinephelus tauvina* in PVC-lined raceways. *Journal of World Aquaculture Society*, 18(4): 126-132.
- BOMBEO-TUBURAN, I.; CONIZA, E.B.; RODRIGUES, E.M.; AGBAYANI, R. 2001 Culture and economics of wild grouper (*Epinephelus coioides*) using three feed types in ponds. *Aquaculture*, 201: 229-240.
- BOTERO, J.Y. e OSPINA, J.F. 2003 Crecimiento y desempeño general de juveniles silvestres de *Epinephelus itajara* in condiciones de cultivo. *Boletim Investigações Marinhas Costeiras*, 32: 25-36.
- BOWYER, J.N.; QIN, J.G.; STONE, D.A.J. 2013 Protein, lipid and energy requirements of cultured marine fish in cold, temperate and warm water. *Reviews in Aquaculture*, 5: 10-32.
- CHOU, R.L.; SU, M.S.; CHEN, H.Y. 2001 Optimal dietary protein and lipid levels for juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 193: 81-89.
- ELLIS, S.C. e REIGH, R.C. 1991 Effects of dietary lipid and carbohydrate levels on the growth and body composition of juvenile red drum *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 97: 383-394.
- FABREGAT, T.H.P.; PEREIRA, T.S.; BOSCOLO, C.N.; ALVARADO, J.D.; FERNANDES, J.B. 2011 Substituição da farinha de peixe pelo farelo de soja em dietas para juvenis de curimba. *Boletim do Instituto de Pesca*, 37: 289-294.
- GRACIA LÓPEZ, V. e CASTELLÓ-ORVAY, F. 2003 Preliminary data on the culture of juveniles of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Hidrobiológica*, 13(4): 321-327.
- KAUSHIK, S.J.; COVES, D.; DUTTO, G.; BLANC, D. 2004 Almost total replacement of fish meal by plant protein sources in the diet of marine teleost, the European seabass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 230: 391-404.
- KERBER, C.E.; AZEVEDO SILVA, H.K.; SANTOS, P.A.; SANCHES, E.G. 2012 Reproduction and larviculture of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) in Brazil. *Journal of Agricultural Sciences and Technology*, 2: 229-234.
- LIN, Y.H. e SHIAU, S.Y. 2003 Dietary lipid requirement of grouper, *Epinephelus malabaricus*, and effects on immune responses. *Aquaculture*, 225: 243-250.
- LIN, H.Z.; LIU, Y.J.; HE, J.G.; ZHENG, W.H.; TIAN, L.X. 2007 Alternative vegetable lipid sources in diets for grouper *Epinephelus coioides* (Hamilton): effects on growth and muscle and liver fatty acid composition. *Aquaculture Research*, 38: 1605-1611.
- LUO, Z.; LIU, Y.; MAI, K.; TIAN, L. 2005 Advances in the study on nutrient requirements of Grouper (*Epinephelus* sp.): a Review. *Journal of Ocean University of China*, 4(2): 93-98.
- MACHADO, L.F.; DAROS, F.A.M.L.; BERTONCINI, A.A.; HOSTIM-SILVA, M.; BARREIROS, J.P. 2008 Feeding strategy and trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from Southern Brazil. *Cybium*, 32(1): 33-41.
- MIHELAKAKIS, A.; TSOLKAS, C.; YOSHIMATSU, T. 2002 Optimization of feeding rate of hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33: 169-175.
- NUNES, A.J.P.; PINTO, R.C.C.; SÁ, M.V.C. 2011 Labomar study defines optimal dietary lipid,

- energy content for fat snook. *Global Aquaculture Advocate*, 78: 74-75.
- RACHMANSYAH, U.; PALINGGI, N.N.; WILLIAMS, K. 2009 Formulated feed for tiger grouper grow-out. *Aquaculture Asia Magazine*, 4(3): 30-35.
- 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.
- RODRIGUES FILHO, J.A.; SANCHES, E.G.; GARCIA, C.E.O.; PANNUTI, C.V.; SEBASTIANI, E.F.; MOREIRA, R.G. 2009. Threatened fishes of the world: *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Serranidae: Epinephelinae) *Environmental Biology of Fishes*, 85: 301-302.
- SANCHES, E.G.; AZEVEDO, V.G.; COSTA, M.R. 2007 Criação da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae) alimentada com rejeito de pesca e ração úmida em tanques-rede. *Atlântica*, 29(2): 121-126.
- 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.
- SHIAU, S.Y. e LAN, C.W. 1996 Optimum dietary protein level and protein to energy ratio for growth of grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 145: 259-266.
- SIM, S.Y.; RIMMER, M.; WILLIAMS, K.; TOLEDO, J.D.; SUGAMA, K.; RUMEGAN, I.; WILLIAMS, K.C.; PHILLIPS, M.J. 2005 *A practical guide to feeds and feed management for cultured groupers*. Bangkok: NACA. 18p.
- SUWIRYA, K. e GIRI, N.A. 2005 Feed development and application for juvenile grouper. *Aquaculture Asia Magazine*, 45: 34-35.
- THOMAN, E.S.; DAVIS, D.A.; ARNOLD, C.R. 1999 Evaluation of growout diets with varying protein and energy levels for red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture*, 176: 343-353.
- TUAN, L.A. e WILLIAMS, K.C. 2007 Optimum dietary protein and lipid specifications for juvenile malabar grouper (*Epinephelus malabaricus*). *Aquaculture*, 267: 129-138.
- USMAN, R.; LAINING, A.; AHMAD, T.; WILLIAMS, K.C. 2005 Optimum dietary protein and lipid specifications for grow-out of humpback grouper *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 36: 1285-1292.
- WANG, J.T.; LIU, Y.J.; TIAN, L.X.; MAI, K.S.; DU, Z.Y.; WANG, Y.; YANG, H.J. 2005 Effects of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 249: 439-447.
- WATANABE, T. 2002 Strategies for further development of aquatic feeds. *Fisheries Science*, 68: 242-252.
- WILLIAMS, K.C. 2009 A review of feeding practices and nutritional requirements of postlarval groupers. *Aquaculture*, 292: 141-152.
- WILLIAMS, K.C.; IRVIN, S.; BARDAY, M. 2004 Polka dot grouper *Cromileptes altivelis* fingerlings require high protein and moderate lipid diets for optimal growth and nutrient retention. *Aquaculture Nutrition*, 10: 125-134.