

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**UTILIZAÇÃO DE ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS COMO ESTRATÉGIA
DE MANEJO ALIMENTAR PARA A GAROUPA-VERDADEIRA**

Otávio Mesquita de Sousa

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo
Julho – 2018

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**UTILIZAÇÃO E ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS
COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR
PARA A GAROUPA-VERDADEIRA**

Otávio Mesquita de Sousa

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca - APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo
Julho – 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

U731s Souza, Otávio Mesquita de
Utilização de alimentadores automáticos como estratégia de manejo alimentar
para a garoupa-verdadeira. - São Paulo, 2018
v, 32f. ; il. ; gráf. , tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em
Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e
Abastecimento.
Orientador: Eduardo Gomes Sanches

1. Epinephelus marginatus. 2. Frequência alimentar. 3. Sistema de
recirculação. 4. Maricultura. I. Sanches, Eduardo Gomes. II. Título.

CDD 639.3

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

“UTILIZAÇÃO DE ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS COMO
ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR
PARA A GAROUPA-VERDADEIRA”

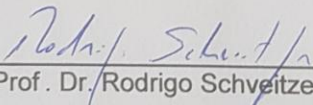
AUTOR: Otávio Mesquita de Souza

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

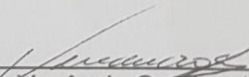
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aqüicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches



Prof. Dr. Rodrigo Schweitzer



Prof. Dr. Venâncio Guedes de Azevedo

Data da realização: 13 de julho de 2018



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais e irmãos por serem meus exemplos. A minha esposa e aos meus filhos por me encherem de coragem todos os dias.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches, pela confiança e por todos os ensinamentos. Aos amigos e funcionários do Instituto de Pesca de Ubatuba pela convivência e apoio durante a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Sumário.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv

Introdução geral.....	01
Objetivo.....	09
Referências.....	10

Artigo – Utilização de alimentadores automáticos como estratégia de manejo alimentar para garoupa-verdadeira.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	14
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	17
Resultados.....	22
Discussão.....	24
Referências.....	29

RESUMO

Foram avaliadas, em dois experimentos, diferentes frequências alimentares (1; 3; 6; 12 e 18 vezes ao dia), utilizando alimentadores automáticos, sobre o desempenho da garoupa-verdadeira em sistema de recirculação de água salgada. O objetivo foi determinar a frequência alimentar mais eficiente para a garoupa-verdadeira. As variáveis de qualidade de água (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, amônia total, pH e potencial de óxido redução) foram mantidas dentro da faixa recomendada para a espécie. A utilização da frequência alimentar de doze vezes ao dia proporcionou resultados superiores de desempenho quando comparada às diferentes frequências avaliadas.

Palavras chave: *Epinephelus marginatus*, frequência alimentar, sistema de recirculação, maricultura.

ABSTRACT

This study evaluated different alimentary frequencies (1; 3; 6; 12 and 18 times a day) using automatic feeders on the growth performance of dusky grouper in marine recirculation aquatic system. The aim of this study was to determine the most efficient food frequency for the dusky grouper. Waters parameters (temperature, salinity, oxygen level, total ammonia, pH and oxid-reduction potential) were maintained at specific ranges for the species. The use of the alimentary frequency of twelve times a day provided results acting superiors when compared to the different appraised frequencies.

Key words: *Epinephelus marginatus*, feed frequency, recirculation system, mariculture.

INTRODUÇÃO GERAL

A garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) é um peixe teleósteo da família Serranidae amplamente distribuído ao longo da costa Sudeste e Sul do Brasil. Estão associadas a substratos rochosos e apresentam ocorrência até profundidades de 50 metros (Bruslé, 1985; Harmelin e Harmelin-Vivien, 1999). Exibem características de espécies K-estrategistas, apresentam taxas de crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade e longa expectativa de vida, o que resulta em crescimento populacional baixo (Manooch, 1987). Possuem uma complexa estratégia referente à reprodução, são hermafroditas protogínicos, os indivíduos nascem fêmeas e depois sofrem inversão sexual se transformando em machos (Figueiredo e Menezes, 1980). Formam agregações reprodutivas com um período bem definido de desova (Whaylen et al., 2004). Essas agregações facilitam a pesca elevando a pressão de captura sobre a espécie.

São predadores topo de cadeia trófica e desempenham uma função importante na manutenção do equilíbrio ecológico (La Mesa et al., 2002). Através de análises de conteúdo estomacal, foi observado que a garoupa-verdadeira alimenta-se essencialmente de peixes, moluscos e crustáceos, havendo uma preferência alimentar na fase juvenil por crustáceos e pequenos peixes e quando adulta por polvos e peixes maiores (Machado et. al., 2008). Entretanto, como descrito por Borges et al. (2010), após observar características histológicas do trato digestivo da garoupa-verdadeira, esses peixes mesmo sendo grandes predadores podem optar também pelo hábito alimentar detritívoro, ou seja, alimentar-se de animais em decomposição.

Por apresentarem elevada demanda por parte do mercado consumidor e expressivo valor comercial para a pesca artesanal, esportiva e subaquática, os estoques naturais estão diminuindo. Atualmente a garoupa-verdadeira está incluída na Lista Vermelha e classificada como vulnerável pela União Internacional para Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature) (IUCN, 2017).

Visando a conservação da espécie, a criação em cativeiro tem sido recomendada como uma importante ferramenta para a proteção dos estoques de peixes marinhos ameaçados (Sanches et al., 2007). Porém, ainda existem poucos trabalhos que levem em consideração fatores zootécnicos para a criação da garoupa-verdadeira em cativeiro. A espécie apresenta particularidades adequadas à criação, sendo adaptáveis aos cultivos e possuindo resistência ao manejo (Sanches, 2006). A utilização do rejeito da pesca na alimentação é muito comum pelos produtores asiáticos, porém não fornecem os níveis adequados de nutrientes que os peixes marinhos necessitam (Izquierdo et al., 2001). Infelizmente, a utilização de dietas comerciais é dificultada pela falta de conhecimento sobre as exigências nutricionais da garoupa-verdadeira (Sanches et al., 2007)

A aquicultura vem crescendo notavelmente ao longo dos anos, tornando-se um importante atributo para a economia, contribuindo para a diminuição da pobreza e ajudando a eliminar a fome no mundo, sendo que seu desenvolvimento gera receitas nos valores de bilhões de dólares ao ano (FAO, 2013). Contudo para que essa expansão seja efetiva é necessário um adequado e contínuo aprimoramento de tecnologias focando não apenas no aumento de produção, mas também na redução

de impactos ambientais que são atribuídos aos cultivos de animais aquáticos (Barbieri et al., 2014).

A criação da garoupa-verdadeira ainda necessita de muitos avanços tecnológicos para ser definitivamente implantada no Brasil. O fornecimento de formas jovens por meio de adoção de novas tecnologias de larvicultura tem possibilitado maior disponibilidade para o atendimento da demanda dos maricultores (Kerber et al., 2012; Sanches et al., 2014) porém, os baixos resultados de desempenho da espécie submetida a engorda em diferentes sistemas de produção apontam que a questão do manejo alimentar ainda é um dos desafios para o cultivo da espécie (Ramos et al., 2012; Sanches et al., 2014). Estudos tem demonstrado a facilidade com que a garoupa-verdadeira aceita ração em condições de cativeiro (Sanches et al., 2014), entretanto, a eficiência na utilização da ração, um dos principais componentes do custo de produção, ainda está distante dos obtidos com outras espécies de peixes cultivados.

A frequência alimentar é a medida que define em quantas vezes o alimento será ofertado ao longo das vinte e quatro horas do dia. A utilização de uma frequência alimentar ótima promove melhor crescimento, lotes mais homogêneos (menor coeficiente de variação), sobrevivência elevada, menor conversão alimentar, além de minimizar o lançamento de efluentes e contribuir para a redução do impacto ambiental dos cultivos (Cunha et al., 2013). Por outro lado, frequências alimentares inadequadas são capazes de atrasar o crescimento, elevar as agressões intraespecíficas e as taxas de canibalismo, diminuir a atividade enzimática intestinal e reduzir a expressão hepática (IGF-I); conseqüentemente, ocorrem significativas

perdas econômicas e a lucratividade dos cultivos é reduzida (Booth et al., 2008, Tian et al., 2015).

A maioria dos peixes carnívoros tem trato digestivo curto e trânsito alimentar rápido (Weirich et al., 2006). Os nutrientes em uma única refeição podem não ser digeridos e absorvidos com eficácia durante um curto período de trânsito como os nutrientes em refeições mais intervaladas (Lazo et al., 1998).

Os regimes de alimentação estão entre as diferentes práticas de manejo da aquicultura que podem maximizar a eficiência da alimentação e conseqüentemente o crescimento (Trushenki et al., 2012) , O uso adequado dos regimes de alimentação (taxa de alimentação e frequência) é uma maneira eficiente de reduzir os custos, melhorando o crescimento do peixe (Goddard, 1996; Lawrence et al., 2012).

Além da frequência, a quantidade correta de alimento ofertada diariamente deve ser considerada, pois esta interfere no custo de produção e no tempo de cultivo. Este parâmetro é muito importante para melhorar as operações de cultivo, tanto econômicas como ambientais (Bureau et al., 2006).

Taxas e frequências inadequadas podem resultar em conseqüências indesejáveis, quando subestimadas podem causar redução no crescimento e aumento na taxa de canibalismo (Folkvord e Ottera, 1993). Por outro lado se superestimadas podem resultar em desperdício de alimento, que poderá ocasionar piora na qualidade da água e redução na produção (Booth et al., 2008).

O desempenho produtivo de peixes marinhos pode ser influenciado positivamente quando a frequência alimentar é elevada (De La Gándara et al., 2002; Cunha et al, 2013). Entretanto, as frequências alimentares estudadas são

relativamente baixas e variam entre uma vez ao dia a oito vezes ao dia, sendo raras as pesquisas com frequências maiores que doze vezes por dia. Estudos recentes demonstraram que a utilização de frequências alimentares elevadas (acima de doze vezes ao dia) resultam em melhor desempenho e menor impacto ambiental dos cultivos (Sousa et al., 2012; Castro et al., 2014). A utilização de alimentadores automáticos permite dividir a quantidade diária total de alimento em intervalos regulares, possibilita também o arrazoamento durante os períodos noturnos, além de reduzir a interferência do tratador (Zhou et al., 2003; Sousa et al., 2008). Entretanto, a utilização de elevadas frequências alimentares, distribuídas ao longo de vinte e quatro horas, é inviável de ser adotada pelos empreendimentos comerciais em função dos custos com mão-de-obra. Neste sentido, a adoção de alimentadores automáticos resolveria este problema, permitindo a utilização de distintas frequências alimentares sem a interferência humana. Estudos demonstraram que o fornecimento contínuo (diurno e noturno) da ração pode favorecer o desempenho produtivo (Hossain et al., 2001; Sousa et al., 2012). Apesar destas vantagens dos alimentadores automáticos, a sua utilização ainda é rara na aquicultura no Brasil.

Na piscicultura a alimentação manual é a forma mais utilizada, porém, quanto maior a unidade de produção, mais complexo e oneroso se torna o manejo alimentar devido à necessidade de maior número de tratadores capacitados para detectar mudanças no comportamento dos peixes e adequar o fornecimento de ração (Sousa et al., 2007). A alimentação automática apresentou papel importante no desenvolvimento industrial da avicultura, pois um tratador que antes monitorava um galpão de aproximadamente 15.000 aves em fase de recria e engorda, hoje devido à

automatização do sistema de produção, consegue cuidar de quatro galpões, com aproximadamente 60.000 aves (Sousa et al., 2007).

A quantidade de refeições diárias, além de afetar o desempenho, também pode alterar o modo como os peixes aproveitam o alimento. Chiu et al., (1987) observaram que o crescimento e a eficiência de utilização de ração foram 20% melhores para *milkfish* (*Chanos chanos*), alimentados mais vezes ao dia.

A definição de um protocolo alimentar deve possibilitar a manifestação plena do desempenho da espécie, a viabilidade econômica do cultivo e a sustentabilidade ambiental do mesmo, com foco na redução dos efluentes (Cunha et al., 2013). Considerando a influência do custo da dieta na piscicultura marinha, estratégias para o aperfeiçoamento na utilização do alimento devem ser aplicadas nos cultivos com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.

Ainda existem muitas lacunas para o perfeito conhecimento das particularidades do sistema digestório da garoupa-verdadeira. É de essencial importância à descrição histológica juntamente com o conhecimento dos hábitos alimentares, facilitando a compreensão da fisiologia nutricional da espécie e a partir do conhecimento morfológico e mecanismos fisiológicos envolvidos, inferir as funções e determinar os processos de absorção dos nutrientes (Sanches et al., 2007).

O número de refeições diárias em condições naturais pode variar com o hábito alimentar e plasticidade trófica da espécie, não podendo ser utilizada como parâmetro único na definição do manejo alimentar. Sendo assim, o efeito da frequência alimentar para cada espécie em confinamento é importante na definição do melhor manejo da criação.

Atualmente o cultivo de peixes marinhos vem sendo realizado principalmente em sistemas de tanques-rede. Com o aumento da disponibilidade de formas jovens da garoupa-verdadeira faz-se necessário avanços nos métodos de manejo alimentar, como dietas específicas para esta espécie para que essa atividade continue crescendo (Ramos et al., 2012; Sanches et al., 2014).

A principal dificuldade encontrada nesse tipo de produção é a falta de controle sobre o ambiente aquático, gerando problemas ambientais e prejuízos econômicos. Dentre os impactos ambientais podemos citar a deterioração da qualidade da água, pondo em risco espécies nativas do ambiente (Barbieri et al., 2014). Além disso são comuns baixas taxas de crescimento e altas taxas de conversão alimentar, implicando em baixos níveis produtivos e econômicos.

Uma possível alternativa para a piscicultura marinha é o uso de sistemas fechados com recirculação de água. Através desse sistema a água é constantemente filtrada e recirculada. Também é possível controlar com rigor temperatura e demais parâmetros da água com o uso de equipamentos permanentes, como termostatos, filtros e aeradores (Losordo et al., 1999). Esse tipo de sistema já é utilizado por diversos países no mundo, tornando a produção mais sustentável (Hathurusingha e Davey, 2014). Entre as vantagens desse sistema pode-se citar: redução no consumo de água e menor descarte de efluentes, utilização de pouco espaço físico resultando em menores impactos ambientais e maior controle da produção, além da possibilidade de ser implantado perto do mercado consumidor (Sanches et al., 2011). Contudo um dos maiores desafios deste sistema reside em seu elevado custo de instalação e a manutenção de um adequado funcionamento dos mecanismos de filtragem.

Considerando os aspectos expostos, torna-se emergente a definição de um protocolo alimentar adequado para a garoupa-verdadeira para que a espécie possa expressar todo o seu potencial zootécnico em cativeiro. Paralelamente, através do incremento no desempenho produtivo, reduzir a conversão alimentar e aumentar a sobrevivência dos animais, elevando a rentabilidade econômica da produção.

OBJETIVO GERAL

Determinar a frequência alimentar mais efetiva para o desempenho produtivo de formas jovens da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* utilizando alimentadores automáticos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Avaliar o desempenho produtivo da garoupa-verdadeira em sistema de recirculação;
2. Determinar a frequência alimentar ideal para a garoupa-verdadeira;
3. Avaliar a utilização de alimentadores automáticos na criação da garoupa-verdadeira;
3. Avaliar o efeito da frequência alimentar elevada sobre o índice hepatossomático.

REFERÊNCIAS

- Barbieri, E.; Marquez, H.L.A.; Campolim, M.B.; Salvarani, P.I. 2014. Avaliação dos impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 14: 385-398.
- Booth, M.A.; Tucker, B.J.; Allan, G.L.; Fielder, D.S. 2008. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australia snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture*, 282: 104-110.
- Bureau, D.P.; Hua, K.; Cho, C.Y. 2006. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss walbaum*) growing from 150 to 600g. *Aquaculture Research*, 37(11): 1090-1098.
- Cunha, V.L.; Shei, M.R.P.; Okamoto, M.H.; Rodrigues, R.V.; Sampaio, L.A. 2013. Feeding rate and frequency on juvenile pompano growth. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 950-954.
- De La Gándara, F., García-Gómez A., Jover, M. 2002. Effect of feeding frequency on the daily oxygen consumption rhythms in young Mediterranean yellowtails (*Seriola dumerili*). *Aquaculture Engineering*, 26: 27–39.
- FAO 2013. *Anuário*, p.123-199.
- Hathurusingha, P.I. e Davey, K.R.A. 2014. A predictive model for taste taint accumulation in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) farmed-fish – demonstrated with geosmin (GSM) and 2-methylisoborneol (MIB). *Ecological Modelling*, 291: 242-249.
- Hossain, M. A. R., Haylor, G. S., Beveridge, M. C. M. 2001. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture Research*, 32: 999-1004.
- 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(2): 229-234.
- Lazo, J.P.; Davis, D.A.; Arnold, C.R. 1998. The effects of dietary protein level on growth, feed efficiency and survival of juvenile Florida pompano *Trachinotus carolinus*. *Aquaculture*, 169(3-4): 225–232.

Losordo, T.M.; Masser, M.P.; Rakocy, J.E. 1999. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems - A Review of Component Options. Southern Regional Aquaculture Center, 453.

Moreira, C.B.; Rombenso, A.N.; Candioto, F.B.; Tsuzuki, M.Y. 2015. Feeding frequency affects growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum* cultured in near-shore cages. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(2): 219-226.

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.

Sanches, E.G.; Silva, F.C.; Leite, J.R.; Silva, P.K.A.; Kerber, C.E.; Santos, P.A. 2014. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*? *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(2): 147-155.

Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Oliveira, F.A.; Argentim, D.; Novelli, P.; Agostinho, S.M.M. 2012. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64(1): 192-197.

Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Sousa, P.N.R.; Barbosa, J.V. 2013. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. *Informe Agropecuário*, 34(272): 76-79.

Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Oliveira, F.A.; Argentim, D.; Novelli, P.K.; Agostinho, S.M.M. 2008 Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64: 192-197.

Tian, H.Y.; Zhang, D.D.; Li, X.F.; Zhang, C.N.; Qian, Y.; Liu, W.B. 2015. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture*, 437: 60-66.

Tsuzuki, M. Y.; Berestinas, A. C. 2008. Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e freqüências alimentares. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34(4): 535-541.

Xie, F.; Ai, Q.; Mai, K.; Xu, W.; Ma, H. 2011. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. *Aquaculture*, 311(1): 162-167.

Weirich, C. R.; Groat, D. R.; Reigh, R. C.; Chesney, E. J.; Malone, R. F. 2006. Effect of feeding strategies on production characteristics and body composition of Florida pompano reared in marine recirculating systems. *North American Journal of Aquaculture*, 68(4): 330-338.

Zhou, Z.; Cui, Y.; Xie, S.; Zhu, X.; Lei, W.; Xue, M.; Yang, Y. 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 244-249.

Artigo para Publicação

Utilização de alimentadores automáticos como estratégia de manejo alimentar para
a garoupa-verdadeira

Artigo redigido nas normas do periódico científico

Boletim do Instituto de Pesca

QUALIS B1

UTILIZAÇÃO DE ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR PARA A GAROUPA-VERDADEIRA

Otávio Mesquita de SOUSA^(1,2), Nayara Yoshimini de OLIVEIRA⁽¹⁾, Vanessa Villanova KUHLEN⁽¹⁾, Eduardo Gomes SANCHES^(1*)

⁽¹⁾ Instituto de Pesca, APTA, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Governo do Estado de São Paulo. Rua Joaquim Lauro Monte Claro Neto, 2275 - Itaguá - CEP: 11.680-000 - Ubatuba/SP - Brasil.

⁽²⁾ Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca, Instituto de Pesca, São Paulo, SP, Brasil.

*Corresponding author: esanches@pesca.sp.gov.br

RESUMO

Foram avaliadas, em dois experimentos, diferentes frequências alimentares (1; 3; 6; 12 e 18 vezes ao dia), utilizando alimentadores automáticos, sobre o desempenho da garoupa-verdadeira em sistema de recirculação de água salgada. O objetivo foi determinar a frequência alimentar mais eficiente para a garoupa-verdadeira. As variáveis de qualidade de água (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, amônia total, pH e potencial de óxido redução) foram mantidas dentro da faixa recomendada para a espécie. A utilização da frequência alimentar de doze vezes ao dia proporcionou resultados superiores de desempenho quando comparada às diferentes frequências avaliadas.

Palavras-chave: *Epinephelus marginatus*, frequência alimentar, sistema de recirculação, maricultura.

USE AUTOMATIC FEEDERS AS STRATEGY OF FEED MANAGEMENT FOR DUSKY GROUPEL

ABSTRACT

This study evaluated different alimentary frequencies (1; 3; 6; 12 and 18 times a day) using automatic feeders on the growth performance of dusky grouper in marine recirculation aquatic system. The aim of this study was to determine the most efficient food frequency for the dusky grouper. Waters parameters (temperature, salinity, oxygen level, total ammonia, pH and oxid-reduction potential) were maintained at specific ranges for the species. The use of the alimentary frequency of twelve times a day provided results acting superiors when compared to the different appraised frequencies.

Key words: *Epinephelus marginatus*, feed frequency, recirculation system, mariculture.

INTRODUÇÃO

A criação da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) ainda necessita de muitos avanços tecnológicos para ser definitivamente implantada no Brasil. O fornecimento de formas jovens por meio de adoção de novas tecnologias de larvicultura tem possibilitado maior disponibilidade para o atendimento da demanda dos maricultores (Kerber et al., 2012; Sanches et al., 2014) porém, os baixos resultados de desempenho da espécie submetida a engorda em diferentes sistemas de produção apontam que a questão do manejo alimentar ainda é um dos desafios para o cultivo da espécie (Ramos et al., 2012; Sanches et al., 2014). Estudos tem demonstrado a facilidade com que a garoupa-verdadeira aceita ração em condições de cativeiro (Sanches et al., 2014), entretanto, a eficiência na utilização da ração,

um dos principais componentes do custo de produção, ainda está distante dos obtidos com outras espécies de peixes cultivados.

A frequência alimentar é a medida que define em quantas vezes o alimento será ofertado ao longo das vinte e quatro horas do dia. A utilização de uma frequência alimentar ótima promove melhor crescimento, lotes mais homogêneos (menor coeficiente de variação), sobrevivência elevada, menor conversão alimentar, além de minimizar o lançamento de efluentes e contribuir para a redução do impacto ambiental dos cultivos (Cunha et al., 2013). Por outro lado, frequências alimentares inadequadas são capazes de atrasar o crescimento, elevar as agressões intra-específicas e as taxas de canibalismo, diminuir a atividade enzimática intestinal e reduzir a expressão hepática (IGF-I), conseqüentemente, ocorrem significativas perdas econômicas e redução na lucratividade dos cultivos (Booth et al., 2008, Tian et al., 2015).

O desempenho produtivo de peixes marinhos pode ser influenciado positivamente quando a frequência alimentar é elevada (De La Gándara et al., 2002; Cunha et al., 2013). Entretanto, as frequências alimentares estudadas são relativamente baixas e variam entre uma vez ao dia a oito vezes ao dia, sendo raras as pesquisas com frequências maiores que doze vezes por dia. Estudos recentes demonstraram que a utilização de frequências alimentares elevadas (acima de doze vezes ao dia) resulta em melhor desempenho e menor impacto ambiental dos cultivos (Sousa et al., 2012; Castro et al., 2014). A utilização de alimentadores automáticos permite dividir a quantidade diária total de alimento em intervalos regulares, possibilita também o arraçamento durante os períodos noturnos, além de reduzir a interferência do tratador (Zhou et al., 2003; Sousa et al., 2008). Entretanto, a utilização de elevadas frequências alimentares, distribuídas ao longo de vinte e quatro horas, é inviável de ser adotada pelos

empreendimentos comerciais em função dos custos com mão-de-obra. Neste sentido, a adoção de alimentadores automáticos resolveria este problema, permitindo a utilização de distintas frequências alimentares sem a interferência humana. Estudos demonstraram que o fornecimento contínuo (diurno e noturno) da ração pode favorecer o desempenho produtivo (Hossain et al., 2001; Sousa et al., 2012). Apesar destas vantagens dos alimentadores automáticos, a sua utilização ainda é rara na aquicultura no Brasil.

A definição de um protocolo alimentar deve possibilitar a manifestação plena do desempenho da espécie, a viabilidade econômica do cultivo e a sustentabilidade ambiental do mesmo, com foco na redução dos efluentes (Cunha et al., 2013). Considerando a influencia do custo da dieta na piscicultura marinha, estratégias para o aperfeiçoamento na utilização do alimento devem ser aplicadas nos cultivos com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. Desse modo, nossa hipótese é que a maior frequência alimentar irá proporcionar resultado superior de desempenho zootécnico, existindo uma frequência ótima para determinada espécie e fase de vida.

O objetivo deste trabalho foi determinar a frequência alimentar mais efetiva para o desempenho produtivo de formas jovens da garoupa-verdadeira utilizando alimentadores automáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Juvenis de garoupa-verdadeira, obtidos por reprodução em cativeiro, foram distribuídos, aleatoriamente, em nove tanques circulares com 150 litros, em sistema de recirculação de água salgada, dotado de filtragem mecânica, *skimmer* e esterilização da água através de

lâmpadas ultravioleta. O controle da temperatura da água foi realizado com termostatos e aquecedores. O foto período foi de 14:10 (14 horas de luz seguidas de 10 horas de escuridão). A taxa de circulação dos tanques foi de 200% (o volume total de água dos tanques era renovado duas vezes ao dia). Antes de ingressarem no sistema todos os peixes passaram por um banho de água doce por 5 minutos (Kerber et al., 2011) visando a eliminação de eventuais ectoparasitos. Os experimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal do Instituto de Pesca (001/2017).

Foram realizados dois experimentos, sequencialmente:

Experimento I. Determinação da frequência alimentar

Os peixes (10 indivíduos por tanque) ($1,96 \pm 0,43$ g; $5,0 \pm 0,6$ cm comprimento total) foram divididos em três tratamentos e submetidos a três frequências alimentares: alimentação 1 vez ao dia; alimentação três vezes ao dia e alimentação seis vezes ao dia. Cada tratamento contou com três repetições.

Experimento II. Elevação da frequência alimentar

Os peixes (10 indivíduos por tanque) ($6,34 \pm 1,55$ g e $7,1 \pm 0,9$ cm comprimento total) foram avaliados sob três frequências alimentares: alimentação seis vezes ao dia (a cada 4 horas), doze vezes ao dia (a cada 2 horas) e dezoito vezes ao dia (a cada 1,3 horas). Cada tratamento contou com três repetições.

Cada tanque recebeu uma unidade de alimentador automático (SOMA Fish WT180) com capacidade de armazenamento de 50 g de ração. Para o cálculo da quantidade de alimento a ser ofertado foi utilizada a taxa alimentar de 2,5% peso vivo dia⁻¹. Como dieta foi utilizada uma ração comercial para peixes marinhos com granulometria entre 1 e 2 mm de diâmetro e

composição centesimal indicada pelo fabricante: Proteína Bruta 41,8%, Extrato Etéreo 8,75%, Cinzas 6,77%, Fibra Bruta 1,96%. Cada experimento teve duração de 60 dias. Semanalmente os alimentadores foram abastecidos em quantidade suficiente para garantir a taxa alimentar fixada (2,5% PV dia⁻¹). Diariamente como prática de operação foi observado a ocorrência de mortalidade, a quantia de água perdida por evaporação do sistema foi repostada com água deionizada e realizada a limpeza do fundo dos tanques por sifonamento.

Foram realizadas biometrias em todos os animais antes do início, a cada 20 dias e ao término do experimento, utilizando-se ictiômetro e balança eletrônica digital (precisão de 0,01 g). Para realização da biometria, os indivíduos foram anestesiados com benzocaína (0,05 g L⁻¹ de água) e em seguida, medidos e pesados individualmente. Após cada biometria o incremento de biomassa foi considerado para definição da nova quantidade de alimento a ser ofertada.

Os seguintes parâmetros de desempenho foram avaliados: Sobrevivência [(peixes vivos/número inicial de indivíduos) x 100], Taxa de crescimento específico [((ln peso final - ln peso inicial)/ número de dias do período experimental) x 100], Ganho de peso diário [(peso final - peso inicial)/ número de dias do período experimental], Conversão alimentar aparente [(quantidade total de alimento consumido no período/ganho de peso no período experimental)].

Ao final do experimento II, quatro peixes de cada parcela (trinta e seis peixes no total) foram insensibilizados por choque térmico, pesados individualmente, dissecados na região abdominal para retirada do fígado, os quais foram pesados e calculado o índice hepatossomático (IHS, %) onde: Índice hepatossomático (IHS, %) = $(P_f/P_t) \times 100$, em que P_f = peso do fígado e P_t = peso total.

A temperatura e o teor de oxigênio dissolvido da água dos tanques foi monitorado com um oxímetro YSI modelo 51 (Yellow Springs Instrument Company, Yellow Springs, Ohio, EUA). A amônia total foi monitorada pelo método colorimétrico, com um TetraTest® Kit (Tetra Werke, Melle, Germany) e a salinidade com um refratômetro óptico F3000 (Bernauer Aquacultura, Blumenau, Brasil). O potencial de óxido-redução (ORP) foi mensurado através do PH-ORP Controller (PH-303) (Omega Engineering Inc., Taiwan). Todos os parâmetros foram mensurados diariamente na canaleta que reunia a saída de água de todos os tanques. A qualidade da água do sistema de recirculação, nos dois experimentos, manteve-se dentro da faixa aceitável para o cultivo da garoupa-verdadeira: temperatura da água em $27,9 \pm 1,1$ °C; salinidade $30,0 \pm 2,1$; oxigênio dissolvido $5,9 \pm 0,8$ g L⁻¹; amônia total $0,1 \pm 0,1$ mgL⁻¹; pH $8,2 \pm 0,1$; Potencial de óxido-redução (ORP) $245,2 \pm 15,3$ μS cm⁻¹.

Nos dois experimentos foram utilizados o delineamento inteiramente casualizado. Cada tanque foi considerado como uma unidade experimental, e o valor médio das triplicatas para cada tratamento foi utilizado para as análises estatísticas. Todos os dados foram testados para normalidade e homogeneidade das variâncias. Para comparação entre os tratamentos, as médias dos parâmetros avaliados foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Os valores expressos em porcentagem (sobrevivência) foram transformados de acordo com a fórmula: variável transformada = $\arcsen \sqrt{x}$. Em caso de diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Os dados de desempenho zootécnico do experimento I estão apresentados na Tabela 1. Os peixes submetidos a diferentes frequências alimentares apresentaram resultados significativos para a taxa de crescimento específico (TCE) e para a conversão alimentar aparente (CAap). Ambas variáveis apresentaram relação matemática com a frequência alimentar (Figura 1).

Tabela 1. Desempenho produtivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes frequências alimentares durante 60 dias (n=3)¹.

Parâmetros	T 1 *	T 2	T 3
Comprimento final (cm)	6,4 ± 0,7 ^b	6,8 ± 0,9 ^b	7,5 ± 1,2 ^a
Peso final (g)	4,30 ± 0,86 ^b	5,46 ± 0,78 ^b	7,53 ± 0,38 ^a
Biomassa final (g)	41,55 ± 7,08 ^b	49,13 ± 15,74 ^b	80,33 ± 15,67 ^a
Sobrevivência (%)	96,7 ± 5,8	90,0 ± 10,0	96,9 ± 5,3
TCE peso (%PV dia ⁻¹)	1,30 ± 0,08 ^c	1,67 ± 0,16 ^b	2,04 ± 0,13 ^a
GPD (g dia ⁻¹)	0,04 ± 0,01 ^b	0,06 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,01 ^a
CAap	1,63 ± 0,06 ^a	1,41 ± 0,05 ^b	1,42 ± 0,06 ^b

*T1 (alimentação 1 X ao dia), T2 (alimentação 3 X ao dia), T3 (alimentação 6 X ao dia).

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

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

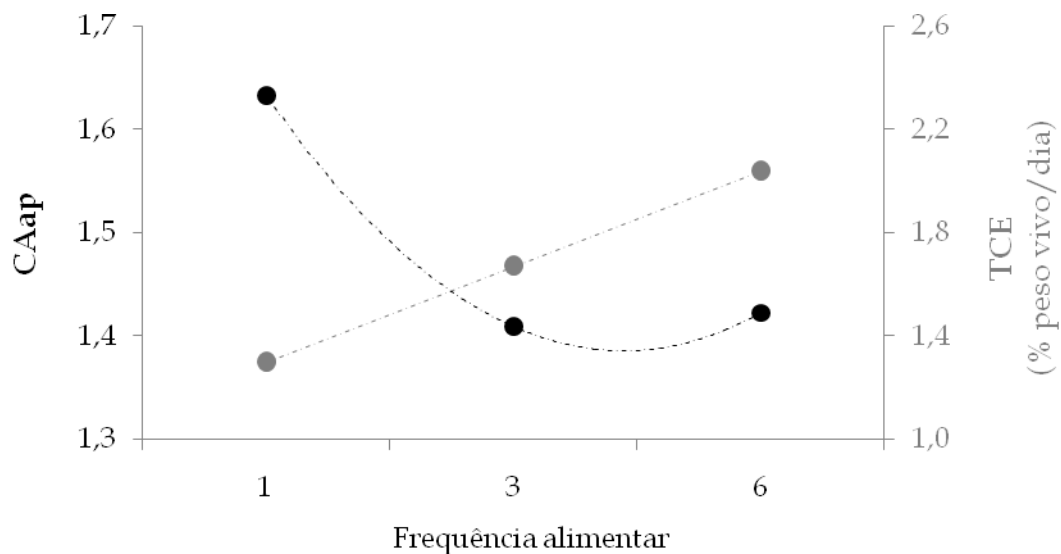


Figura 1. Relação entre frequência alimentar, conversão alimentar aparente - CAap (preto) e taxa de crescimento específico - TCE (cinza) para garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*.

O desempenho zootécnico da garoupa-verdadeira observado no experimento II estão apresentados na Tabela 2. Os peixes submetidos a diferentes frequências alimentares apresentaram resultados significativos para peso final, biomassa final, taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso diário (GPD) e para a conversão alimentar aparente (CAap). Foi observada relação matemática entre as diferentes frequências alimentares e a conversão alimentar e a taxa de crescimento específico (Figura 2).

Tabela 2. Desempenho produtivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes frequências alimentares durante 60 dias (n=3)¹.

Parâmetros	T 1 *	T 2	T 3
Comprimento final (cm)	11,1 ± 1,0 ^b	11,9 ± 1,4 ^a	11,8 ± 1,4 ^a
Peso final (g)	11,97 ± 2,16 ^b	16,07 ± 1,32 ^a	13,54 ± 1,18 ^b
Biomassa final (g)	163,63 ± 15,38 ^b	219,66 ± 26,24 ^a	185,01 ± 23,44 ^b
Sobrevivência (%)	97,6 ± 4,2	97,6 ± 4,2	97,6 ± 4,2
TCE peso (%PV dia ⁻¹)	1,69 ± 0,09 ^b	2,22 ± 0,16 ^a	1,88 ± 0,13 ^b
GPD (g dia ⁻¹)	0,13 ± 0,02 ^b	0,20 ± 0,01 ^a	0,15 ± 0,02 ^b
CAap	1,56 ± 0,04 ^c	1,18 ± 0,05 ^a	1,38 ± 0,06 ^b

*T1 (alimentação 6 X ao dia), T2 (alimentação 12 X ao dia), T3 (alimentação 18 X ao dia).

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

¹Médias nas linhas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos (P<0,05).

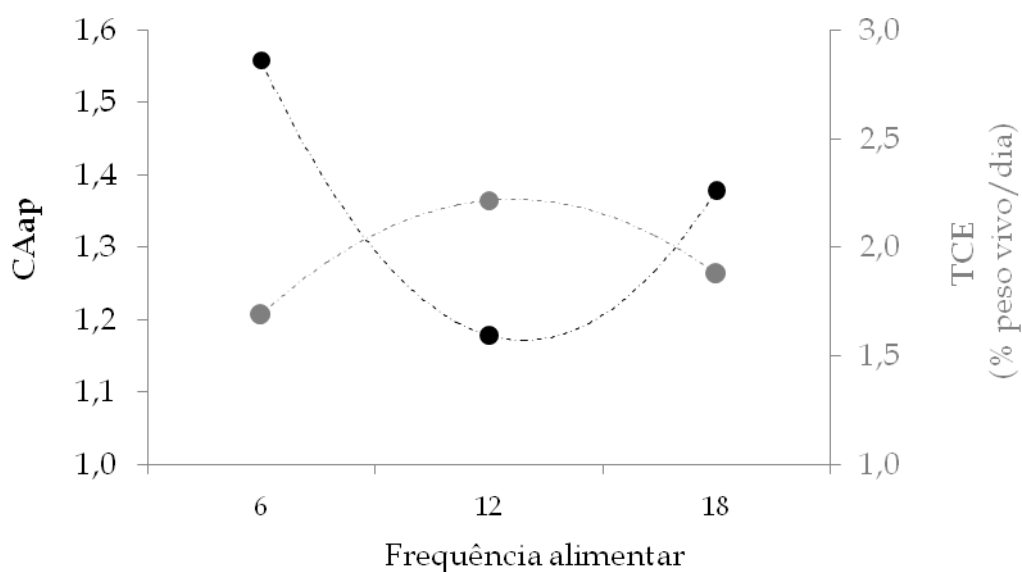


Figura 2. Relação entre frequência alimentar, conversão alimentar aparente - CAap (preto) e taxa de crescimento específico - TCE (cinza) para garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*.

Os valores obtidos para o índice hepatossomático ao final do experimento II apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, sendo obtidos maiores valores diretamente relacionados à elevação da frequência alimentar (Figura 3).

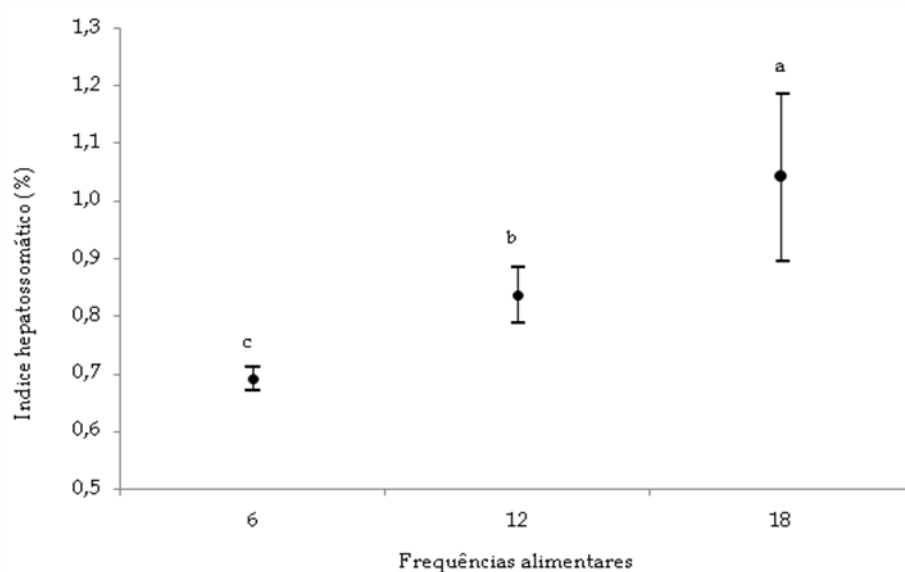


Figura 3. Índice hepatossomático (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes frequências alimentares (6; 12 e 18 x ao dia) durante o período experimental de 60 dias. Médias seguidas de letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os resultados do experimento I demonstraram que a frequência de seis vezes ao dia propiciou o melhor desempenho produtivo para a garoupa-verdadeira. Apesar deste experimento indicar uma relação diretamente proporcional entre desempenho produtivo e elevação da frequência alimentar, os dados de desempenho zootécnico do experimento II, entretanto, não comprovaram esta tendência quando a frequência foi ampliada.

A literatura tem comprovado os benefícios que a adoção de frequências alimentares elevadas podem propiciar, tais como maior uniformidade dos lotes e melhor eficiência no aproveitamento do alimento resultando em menor impacto ambiental dos cultivos (Xie et al., 2011; Sousa et al., 2012; Sousa et al., 2013). Mesmo a modificação da frequência de 1 para 3 vezes ao dia já proporciona melhores resultados para ganho de peso e conversão alimentar (Moreira et al., 2015).

Por outro lado, a relação entre taxa e frequência alimentar influencia o aproveitamento da dieta, pois o excesso de alimento, ocasionado por uma taxa alimentar inadequada, ocasiona sobras que são agravadas pela elevação da frequência (Silva et al., 2007). Neste estudo a fixação da taxa alimentar de 2,5% mostrou-se adequada, com efetivos resultados no aproveitamento da dieta.

Os peixes apresentaram melhor desempenho com a adoção da frequência de doze vezes ao dia, atingindo peso e comprimento final mais elevado. A taxa de crescimento específico (TCE) e o ganho de peso diário foram significativamente superiores aos obtidos com as demais frequências avaliadas. A sobrevivência foi elevada em todos os tratamentos o que

demonstrou a rusticidade da garoupa-verdadeira quando cultivada em sistemas de recirculação de água salgada. A utilização de frequências alimentares mais elevadas propiciaram resultados significativos para a taxa de crescimento específico (TCE) e para a conversão alimentar aparente (CAap).

O índice hepatossomático pode ser utilizado como indicativo da situação de acúmulo de reservas de gordura e desempenho produtivo (Sanches et al., 2014). Os resultados obtidos com a utilização da frequência de 18 vezes demonstraram a elevação nos valores do índice hepatossomático. Valores significativamente mais elevados para o índice hepatossomático dos peixes conforme o incremento da frequência alimentar indicaram que um excesso de alimento foi ofertado, resultando no acúmulo de gordura no fígado. Esta condição não é desejável em situações de cultivo pois indica desperdício de alimento e uma consequente elevação na quantidade de efluentes originários do processo produtivo.

O menor desempenho produtivo com a adoção da frequência de dezoito vezes ao dia pode ser explicada considerando que a ingestão de alimento estaria ocasionando um incremento na passagem pelo trato digestório, reduzindo a digestão e a assimilação e consequentemente afetando negativamente a taxa de crescimento específico e a conversão alimentar. Frequências alimentares excessivas às características fisiológicas da espécie podem implicar em elevação dos custos de produção, devido ao desperdício de dietas de elevado valor associado a piora na qualidade da água dos cultivos, implicando no aparecimento de patologias e mortalidade (Priestley et al., 2006; Marimuthu et al., 2011). Os resultados de desempenho produtivo da garoupa-verdadeira obtidos com a utilização da frequência de doze vezes demonstraram que esta prática de manejo alimentar pode reduzir as perdas de

alimento e reduzir os custos de produção, com paralelo impacto na redução de efluentes e na sustentabilidade dos cultivos de peixes marinhos.

Nossos resultados demonstram que a alimentação intervalada a cada duas horas é o ponto ótimo de frequência alimentar para juvenis da espécie. Estes resultados corroboram os já obtidos com outra espécie de peixe marinho, o pampo *Trachinotus marginatus* quando a utilização de excessiva frequência alimentar resultou na piora da conversão alimentar (Cunha et al., 2013). Cabe destacar, entretanto, que baixas frequências alimentares (até 3 vezes ao dia) são as mais empregadas por produtores ou em experimentos científicos (Moreira et al., 2015). Esta utilização reside na dificuldade com mão-de-obra e no caso da piscicultura marinha com as operações que envolvem embarcações e acesso aos tanques-rede.

A melhor conversão alimentar aparente foi obtida com frequência alimentar de 12 vezes ao dia ($1,18 \pm 0,05$). Para peixes dentro da faixa de peso dos que foram utilizados no presente estudo, conversões alimentares inferiores a 1,5 podem ser consideradas muito expressivas por otimizarem o desempenho em relação ao principal item de dispêndio no custo de produção, que é a ração, e por reduzirem o impacto nos efluentes do cultivo (Sun et al., 2014). A utilização de alimentadores automáticos permitiu ofertar com facilidade e precisão uma elevada frequência alimentar. Não haveria possibilidade de adoção desta prática de manejo alimentar através da oferta manual, que ainda somaria a subjetividade do tratador, implicando em prejuízos no processo produtivo.

A excessiva oferta de alimentação provoca alterações ao organismo cultivado (acúmulo de gordura no carne e na região intraperitoneal, além de elevar a evacuação). Paralelamente

provoca prejuízos ao sistema de produção e ao ambiente, ao elevar o desperdício do alimento e aumentar a liberação de nutrientes no sistema aquático. Por outro lado, a oferta restrita de alimento impede o adequado desempenho do organismo aquático. Apesar da grande importância ao setor produtivo e da relativa baixa complexidade científica, ainda são restritos os estudos que abordem esta questão para peixes marinhos. Quando existem, os estudos abordam a utilização de baixas frequências (inferiores a 6 x ao dia), limitando a expansão do conhecimento nesta área. A alimentação na piscicultura marinha pode responder por mais de 60% do custo de produção (Sanches et al., 2014), portanto, é essencial que as pesquisas apontem mecanismos para reduzir os gastos com este insumo visando elevar a produtividade, reduzir o custo operacional e reduzir a liberação de efluentes dos cultivos pelo melhor aproveitamento da dieta. Neste sentido, os resultados aqui obtidos mostram que a adoção de frequências alimentares mais elevadas que as convencionalmente utilizadas podem ser muito eficientes em atender este novo modelo produtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. Futuros estudos deveriam abordar mudanças na composição da dieta e em fases mais adiantadas de desenvolvimento da espécie, buscando ampliar a compreensão sobre as práticas de manejo alimentar com peixes marinhos tropicais.

Somente através da incorporação de tecnologias nos cultivos será possível suprir as demandas peculiares de cada espécie. Para juvenis da garoupa-verdadeira, a frequência alimentar ideal é de alimentações regulares a cada duas horas, o que é inviável executar sem a utilização de alimentadores automáticos. A partir do conhecimento das necessidades intrínsecas da espécie, e da adoção de uma aquicultura de precisão para práticas de manejo ajustadas a estas necessidades, será possível alcançar o avanço desejado no cultivo da garoupa-verdadeira.

CONCLUSÕES

1. A frequência alimentar ideal, para juvenis da garoupa-verdadeira, é de intervalos regulares de duas horas.
2. A utilização da frequência alimentar, de doze vezes ao dia proporciona melhor aproveitamento da dieta, reduzindo os custos de produção e minimizando o impacto ambiental dos cultivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores prestam seus agradecimentos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento deste projeto (processo 2014/07886-7) e à CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Booth, M.A.; Tucker, B.J.; Allan, G.L.; Fielder, D.S. 2008. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australia snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture*, 282(1): 104-110.
- Canton, R.; Weingartner, M.; Fracalossi, D.M.; Zaniboni Filho, E. 2007. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4): 749-753.
- Castro, C. S.; Ribeiro, R.R.; Agostinho, L.M.; Santos, A.A.D.; Carmelin Jr, C.A.; Chan, R.V.; Neto, J.F.; Agostinho, C.A. 2014. Polyculture of frogs and tilapia in cages with high feeding frequency. *Aquaculture Engineering*, 61(3): 43-48.
- Costa-Bomfim, C.N.; Pessôal, W.V.N.; Oliveira, R.L.M.; Farias, J.L.; Domingues, E.C.; Hamilton, S.; Cavalli, R. 2014. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). *Journal of Applied Ichthyology*, 30(2): 135-139.

- Cunha, V.L.; Shei, M.R.P.; Okamoto, M.H.; Rodrigues, R.V.; Sampaio, L.A. 2013. Feeding rate and frequency on juvenile pompano growth. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 950-954.
- De La Gándara, F.; García-Gómez, A.; Jover, M. 2002. Effect of feeding frequency on the daily oxygen consumption rhythms in young Mediterranean yellowtails (*Seriola dumerili*). *Aquaculture Engineering*, 26(1): 27-39.
- Hossain, M. A. R.; Haylor, G. S.; Beveridge, M. C. M. 2001. Effect of feeding time and frequency on the growth and feed utilization of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Aquaculture Research*, 32(1): 999-1004.
- Kasiri, M.; Farahi, A.; Sudagar, M. 2011. Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). *Veterinary Research Forum*, 2(2): 97-102.
- Kerber, C.E.; Sanches, E.G.; Santiago, M.; Luque, J.L. 2011. First record of *Neobenedenia melleni* (Monogenea: Capsalidae) in sea-farmed cobia (*Rachycentron canadum*) in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 20(4): 331-333.
- 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(2): 229-234.
- Kuçük, E.; Aydim, I.; Polat, H.; Eroldogan, O.T.; Sahin, T. 2014. Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and nutrient utilization of juvenile flounder (*Platichthys flesus luscus*). *Aquaculture International*, 22(1): 723-732.
- Marimuthu, K.; Umah, R.; Muralikrishnan, S.; Xavier, R.; Kathiresan, S. 2011. Effect of different feed application rate on growth, survival and cannibalism of African catfish, *Clarias gariepinus* fingerlings. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 23(4): 330-337.
- Moreira, C.B.; Rombenso, A.N.; Candioto, F.B.; Tsuzuki, M.Y. 2015. Feeding frequency affects growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum* cultured in near-shore cages. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41(2): 219-226.
- Priestley, S.M.; Stevenson, A.E.; Alexander, L.G. 2006. The influence of feeding frequency on growth and body condition of the common goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Nutrition*, 136(7): 1979-1981.
- 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.

- Sanches, E.G.; Silva, F.C.; Leite, J.R.; Silva, P.K.A.; Kerber, C.E.; Santos, P.A. 2014. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*? Boletim do Instituto de Pesca, 40(2): 147-155.
- Silva, C.R.; Gomes, L.C.; Brandão, F.R. 2007. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding coast during the first growth phase in cages. Aquaculture, 264(1): 135-139.
- Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Oliveira, F.A.; Argentim, D.; Novelli, P.; Agostinho, S.M.M. 2012. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(1): 192-197.
- Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Sousa, P.N.R.; Barbosa, J.V. 2013. Avanço tecnológico na produção brasileira de peixe: utilização de alimentadores automáticos na larvicultura de tilápia. Informe Agropecuário, 34(272): 76-79.
- Sousa, R.M.R.; Agostinho, C.A.; Oliveira, F.A.; Argentim, D.; Novelli, P.K.; Agostinho, S.M.M. 2008. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 64(1): 192-197.
- Sun, G.; Liu, Y.; Qiu, D.; Yi, M.; Li, X.; Li, Y. 2014. Effects of feeding rate and frequency on growth performance, digestion and nutrients balances of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in recirculating aquaculture systems (RAS). Aquaculture Research, 2(1): 1-13.
- Tian, H.Y.; Zhang, D.D.; Li, X.F.; Zhang, C.N.; Qian, Y.; Liu, W.B. 2015. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. Aquaculture, 437(3): 60-66.
- Tsuzuki, M.Y.; Berestinas, A.C. 2008. Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares. Boletim do Instituto de Pesca, 34(4): 535-541.
- Xie, F.; Ai, Q.; Mai, K.; Xu, W.; Ma, H. 2011. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*, Richardson) larvae. Aquaculture, 311(1): 162-167.
- Zhou, Z.; Cui, Y.; Xie, S.; Zhu, X.; Lei, W.; Xue, M.; Yang, Y. 2003. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Applied Ichthyology, 19(2): 244-249.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a frequência alimentar mais efetiva para o desempenho produtivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*.

Considerando a faixa de peso dos exemplares estudados, entendemos que futuros estudos deveriam abordar faixas mais elevadas de peso.

A garoupa-verdadeira é uma espécie importante nos ecossistemas costeiros e sua utilização na maricultura pode ser uma importante ferramenta para o desenvolvimento de uma atividade produtiva.