

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**A FREQUÊNCIA ALIMENTAR ELEVADA PODE
AFETAR O DESEMPENHO PRODUTIVO DO
ROBALO-FLECHA?**

Leandro Amaral Herrera

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.

Ubatuba

Junho - 2016

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA**

**A FREQUÊNCIA ALIMENTAR ELEVADA PODE
AFETAR O DESEMPENHO PRODUTIVO DO
ROBALO-FLECHA?**

Leandro Amaral Herrera

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.

Ubatuba

Junho – 2016

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

H565f

Herrera, Leandro Amaral

A frequência alimentar elevada pode afetar o desempenho produtivo do robalo-flecha? / Leandro Amaral Herrera. – São Paulo, 2016.

xxxix, 45f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Eduardo Gomes Sanches

1. *Centropomus undecimalis*. 2. Desempenho zootécnico alimentadores.
3. Nutrição de peixes. 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

**“A FREQUÊNCIA ALIMENTAR ELEVADA PODE AFETAR O
DESEMPENHO PRODUTIVO DO ROBALO-FLECHA ?”**

AUTOR: Leandro Amaral Herrera

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
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches



Prof.^a. Dr.^a. Vanessa Villanova Kuhnen



Prof. Dr. Jonas Rodrigues Leite

Data da realização: 07 de junho de 2016



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e filho sempre presentes e que propiciaram chegar à conclusão deste trabalho me fortalecendo com compreensão e apoio nos momentos mais desgastantes dessa jornada. Muito obrigado!

Aos meus pais que participaram na minha formação desde o início e me deram suporte para caminhar com segurança.

Ao pesquisador professor Dr. Eduardo Gomes Sanches pela oportunidade em complementar minha formação profissional numa das áreas que tenho profunda admiração, também pela orientação e ensinamento de práticas que a literatura jamais propiciaria plenamente.

Ao Instituto de Pesca, professores e funcionário do Programa de Pós-Graduação pela oportunidade de aprimoramento da minha formação acadêmica.

À CAPES através de seu programa de Bolsa Mestrado e Doutorado.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Sumário	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
Introdução Geral	01
Objetivos Gerais	09
Objetivos Específicos	09
Referências	10
Capítulo 1	13
Artigo científico.....	14
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão.....	21
Conclusões.....	25
Agradecimentos.....	26
Referências.....	26
Considerações Finais	36

RESUMO

O resultado apresentado demonstra ser necessário para o desenvolvimento da cadeia produtiva de pescados o emprego de novas tecnologias e ferramentas. Com a utilização de alimentadores automáticos, que propiciam o fornecimento de ração a quantidades definidas a intervalos regulares, foi possível obter precisão e eficiência ao alimentar altas frequências e a tecnologia do sistema de recirculação pode se tornar uma ferramenta primordial para engorda de peixes marinhos durante as primeiras fases, contribuindo para a diminuição da vulnerabilidade dos cultivos em sistemas abertos, também conferindo redução de desperdício de ração e lançamento de efluentes, assim como elevar o retorno econômico. Os parâmetros da qualidade da água (temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, amônia total, pH e ORP) foram mantidos dentro da faixa ideal para a espécie. Utilizados 135 peixes ($4,31 \pm 1,42$ g e $8,4 \pm 1,0$ cm comprimento total) divididos em nove tanques e submetidos a três tratamentos. Os tratamentos foram: alimentados seis vezes ao dia; doze vezes ao dia e dezoito vezes ao dia. Cada tratamento contou com três repetições. Foram avaliados como desempenho produtivo a sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico e conversão alimentar. A utilização de elevadas frequências alimentares influenciou o desempenho produtivo do robalo-flecha. Nas condições avaliadas a alimentação ofertada doze vezes ao dia proporcionou melhores resultados sendo indicada para o cultivo da espécie nesta faixa de peso.

Palavras-chave: *Centropomus undecimalis*, desempenho zootécnico alimentadores, maricultura.

ABSTRACT

The result presented demonstrates be necessary for the development of the productive chain of fish the use of new technologies and tools. With the use of automatic feeders, which provide the supply of feed quantities defined at regular intervals, it was possible to accurately and efficiently by feeding high frequency and recirculation system technology can become a major tool for fattening of marine fish during the early stages do, contributing to reducing the vulnerability of crops in open systems, also check reduction of feed waste and sewage discharge, as well as increase the economic return. The parameters of water quality (temperature, salinity, dissolved oxygen, total ammonia, pH and ORP) were kept within the ideal range for the species. Used 135 fish (4.31 ± 1.42 g and 8.4 ± 1.0 cm total length) in nine tanks and submitted to three treatments. The treatments were fed six times a day; twelve times a day and eighteen times a day. Each treatment had three replications. They were assessed as productive performance survival, final weight, daily weight gain, specific growth rate and feed conversion. The use of high food frequency influenced the common snook productive performance. The conditions evaluated to twelve times a day supplied power provided better results being suitable for the cultivation of the species in this weight range.

Keywords: *Centropomus undecimalis*, production performance, feeders, mariculture.

INTRODUÇÃO GERAL

A aquicultura tem se mostrado uma atividade importante na produção de pescado (FAO, 2014). Devido a sua privilegiada extensão litorânea (8,5 mil km), seu mar territorial e sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE) de duzentas milhas (4,5 milhões km²) e mais de 2,5 milhões de hectares de áreas estuarinas, o Brasil apresenta excepcionais condições para a expansão da maricultura (CAVALLI e FERREIRA, 2010). Avanços significativos vêm sendo observados neste sentido, principalmente com o cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) na região Nordeste e de moluscos bivalves no Sul do país. Entretanto, a piscicultura marinha ainda não é uma realidade a nível comercial em nosso país, tendo se limitado em algumas iniciativas de pesquisa (SANCHES *et al.*, 2014a).

Mundialmente são empregados dois sistemas distintos para produção dos peixes marinhos: sistemas fechados de recirculação de água salgada e tanques-redes (EBELING e TIMMONS, 2012). Ao considerar o cultivo em tanques-rede, eles apresentam desvantagens quando relacionados aos sistemas fechados, por ficarem vulneráveis às condições climáticas, poluentes, enfermidades presentes no meio e também susceptibilidade aos roubos. Existem algumas tecnologias que permitem minimizar a insegurança e manter o monitoramento nestes cultivos, porém necessitam de aporte expressivo de recursos financeiros, tais como a instalação de moradias flutuantes alocadas sobre suas áreas, a utilização de câmeras e sensores para acompanhar o comportamento dos peixes. Outro problema são os efluentes produzidos liberados diretamente no meio ambiente, podendo impactar as comunidades periféricas (BOOTH *et al.*, 2008). Em sistema de recirculação de água é possível controlar parâmetros ambientais necessários, como a temperatura,

oxigenação da água, potencial de oxi-redução, ph, salinidade, entre outros, para dispor a melhor condição possível para espécie e manter dentro de uma faixa de variação inexpressiva, ou seja, que não influencie no resultado final esperado. O cultivo é realizado em tanques de alvenaria construídos em regiões costeiras, a água captada no mar é tratada e conduzida até os tanques de cultivo (EBELING e TIMMONS, 2012) e é possível manipular e controlar as variáveis ambientais que influenciam o desempenho zootécnico da espécie (SANCHES *et al.*, 2014b). A manipulação das condições ambientais implica em manter os parâmetros ideais para a espécie durante toda a trajetória de crescimento até o momento em que o peso da espécie esteja aceitável para o mercado consumidor em potencial. Durante o cultivo, os resíduos gerados pelos peixes são reciclados em unidades externas (biofiltros), que tratam e purificam a água antes de retornar aos tanques de cultivo ou libera-las no ambiente (SUN *et al.*, 2014). A nutrição dos peixes recai exclusivamente sobre a ração ofertada, pois os restos de ração não consumidos e outros resíduos gerados no cultivo são rapidamente removidos dos tanques e transferidos para a unidade de tratamento externa.

Ao ser considerado a importância em ampliar a sustentabilidade dos cultivos aquáticos, SUN *et al.* (2014), avaliaram a elevação da frequência alimentar sobre o desempenho do salmão do Atlântico *Salmo salar* (LINNAEUS, 1758) produzido em sistemas de recirculação. Estes autores observaram que uma melhor eficiência alimentar é resultante da adoção de elevadas frequências alimentares, o que implica na redução dos teores de nitrogênio e fósforo, diminuindo o impacto ambiental do cultivo.

A espécie do presente estudo, o robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792), é um peixe marinho de águas costeiras que pode passar todas

as fases de seu ciclo de vida nos cursos inferiores de bacias hidrográficas ou alternar o ambiente marinho com o ambiente estuarino em fases reprodutivas (ALVAREZ-LANJONCHERE e TAYLOR, 2003). Estudos preliminares reportam que esta espécie em condições de cativeiro, suporta bem o confinamento em altas densidades, tolera transferência para água doce com apenas 15 dias de idade, além de resistir a águas com turbidez elevada e oxigênio dissolvido entre 0,9 a 1 mg L⁻¹ (TUCKER, 2000). NUNES (2013) ressaltou a rusticidade dos centropomídeos, afirmando que o robalo exibe boa resistência aos manejos tradicionais utilizados em empreendimentos aquícolas. Os robalos aceitam facilmente ração em cativeiro, inclusive alimentando-se com voracidade quando o alimento é distribuído nos tanques de cultivo (BARROSO *et al.*, 2002).

A implantação de empreendimentos de engorda do robalo-flecha em cativeiro pode minimizar os esforços de captura da espécie nas tradicionais artes de pesca (FAO, 2014). Recentemente, SANCHES *et al.* (2014a) comprovaram a viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura localizados em regiões estuarinas no Nordeste do Brasil. Os aspectos rusticidade, facilidade de alimentação, confinamento em altas densidades entre outros citados, corroboram ao desenvolvimento da cadeia produtiva, porém os fabricantes de rações para peixes estão quase que em sua totalidade focados na piscicultura continental de água doce.

Em estudo realizado por NHU *et al.* (2010) com bijupirá *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766) demonstrou que a importância da utilização de dietas adequadas às necessidades desta espécie.

No Sudeste da Ásia, maricultores utilizam resíduos de pesca para alimentar peixes marinhos em substituição às rações comerciais (THIA-ENG e SENGKEY, 1978). Esta prática traz uma série de desvantagens que vão desde deficiências vitamínicas (resíduos de peixes podem conter uma enzima, a tiaminase, que inibe a absorção de vitamina B e tiamina), piora na qualidade da água dos cultivos pelo apodrecimento das sobras alimentares e até a transmissão de doenças (endoparasitos e ectoparasitos, bactérias e vírus) presentes neste tipo de alimento podem ser transmitidos aos peixes em cultivo (SIM *et al.*, 2005).

Recentemente foram obtidos progressos na utilização de dietas comerciais, com o desenvolvimento de formulações específicas para outras espécies de peixes marinhos (LUO *et al.*, 2005; LIN *et al.*, 2007; RACHMANSYAH *et al.*, 2009; SANCHES *et al.*, 2014b). Por outro lado, são limitadas as informações sobre práticas de manejo alimentar para o robalo-flecha. Como resultado deste pouco conhecimento disponível, o robalo-flecha tem apresentado baixas taxas de crescimento e elevadas conversões alimentares, sendo que o elevado custo com dietas comerciais resulta em baixa efetividade produtiva e econômica, implicando em desestímulo aos empreendedores e impedindo o estabelecimento de criações comerciais (RAMOS *et al.*, 2012; SANCHES *et al.*, 2014b).

Recentes trabalhos abordaram a questão da reprodução e larvicultura (FERRAZ e CERQUEIRA, 2010; IBARRA-CASTRO *et al.*, 2011) possibilitando avanços na produção de formas jovens, entretanto, pouco conhecimento é disponível sobre práticas de manejo alimentar em condições de recirculação de água salgada.

Realizar um bom manejo alimentar não se trata apenas de fornecer uma dieta de qualidade aos peixes, mas efetivamente proporcionar a oferta de alimentos em quantidades e horários bem definidos, as quantidades e o número de vezes que o alimento é fornecido pode resultar em maior crescimento, melhor conversão alimentar e diminuir as perdas da ração (LUO *et al.*, 2006). Sendo assim a avaliação do efeito das frequências e das taxas alimentares para cada espécie em confinamento é importante na definição do melhor manejo.

A frequência alimentar é a medida que define quantas vezes a taxa alimentar diária será distribuída ao longo de vinte e quatro horas. Baseia-se no fato de que a ingestão de menores quantidades de alimento permitirá uma maior eficiência na absorção dos nutrientes (RABE e BROWN, 2000).

Premissa básica para o cultivo de uma espécie, um protocolo alimentar visa melhorar o desempenho produtivo, a sobrevivência, reduzir a taxa de conversão alimentar, reduzir a heterogeneidade do lote e, simultaneamente, contribuir para o mínimo desperdício de alimento, maximizando o lucro do empreendimento (AYDIN *et al.*, 2011; AL ZAHRANI *et al.*, 2013). Entretanto, a ausência de informações sobre a quantidade de alimento correta a ser fornecida aos peixes pode acarretar em excessos, que provocam a deterioração da qualidade da água, elevando a quantidade de efluentes lançados ao ambiente e conferindo baixa sustentabilidade ambiental ao cultivo (TABATA *et al.*, 1998), também elevam as agressões intraespecíficas e incrementam as taxas de canibalismo (BOOTH *et al.*, 2008). A exemplo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (LOWE, 1834), baixas taxas de crescimento e elevadas taxas de conversão alimentar utilizando dietas de alto valor nutricional, resultam em baixa efetividade produtiva e econômica, implicando em desestímulo aos empreendedores e impedindo o

estabelecimento de criações comerciais (RAMOS *et al.*, 2012; SANCHES *et al.*, 2014b).

Diante de um protocolo alimentar definido em sistema de recirculação de água salgada, será possível proporcionar as condições básicas para o estabelecimento da produção comercial do robalo-flecha no Brasil em bases sustentáveis, ou seja, um menor impacto ambiental, melhor desempenho zootécnico que possibilitará retorno maior do investimento ao melhorar a lucratividade.

Teoricamente, a elevação da frequência alimentar para peixes marinhos carnívoros não resultaria em ganhos, já que estas espécies apresentam estômago grande e musculoso adaptado para a ingestão de grandes porções de comida de uma só vez e trato intestinal relativamente curto, com um tempo entre ingestão e evacuação mais elevado que peixes onívoros (KUBITZA *et al.*, 1998). Entretanto, alguns estudos tem demonstrado que a elevação da frequência alimentar para peixes marinhos carnívoros pode trazer significativos ganhos em peso e elevação da eficiência da absorção de alimentos, medidos pela conversão alimentar (JEONG *et al.*, 2003; CUNHA *et al.*, 2013).

Raros são os estudos envolvendo frequência e taxas alimentares e seus efeitos no crescimento do robalo-flecha, sendo que as frequências normalmente utilizadas nas experimentações e nas produções comerciais de peixes marinhos, variam entre uma ou duas vezes ao dia (CANTON *et al.*, 2007; GANDRA *et al.*, 2007; SANCHES *et al.*, 2007; TSUZUKI e BERESTINAS, 2008; RAMOS *et al.*, 2012; SANCHES *et al.*, 2014b).

Uma ferramenta em desenvolvimento nos últimos anos e com grande capacidade para modificar este cenário são os alimentadores automáticos, compostos por um relógio, um sistema de regulagem e um reservatório para o alimento; eles ainda são pouco conhecidos e avaliados, sendo escassos os estudos que abordem a utilização deles para peixes marinhos tropicais. Os alimentadores automáticos adequadamente programados possibilitam o fornecimento de ração em quantidades definidas e em intervalos regulares resultando em uma maior precisão, possibilitando a efetiva aplicação de altas frequências alimentares.

A vantagem competitiva na utilização de alimentadores automáticos, além de propiciar um controle total sobre a dieta planejada em quantidade e horário definido sem que haja falhas, eliminam o componente humano do arraçoamento. Podemos exemplificar que as pessoas encarregadas em alimentar os peixes podem falhar, o controle diário de pesagem da quantidade de ração pode variar além do horário para alimentação ficar restrito a um período dentro de uma faixa do dia a qual o responsável pela atividade possui um período para trabalhar.

Embora exista um investimento inicial a ser considerado na utilização de alimentadores automáticos, a garantia do retorno sobre o investimento passa a ser muito acentuada. AZZAYDI *et al.* (2000) em seu estudo, demonstraram que os hábitos alimentares do robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (LINNAEUS, 1758) com a utilização de alimentadores automáticos, variaram conforme as estações do ano se fazendo necessário alimentações diurnas e noturnas para maximizar o potencial de crescimento da espécie durante o ciclo de engorda. Os resultados demonstraram que no inverno os peixes possuem

comportamento noturno ao contrário das outras estações do ano, o que pode melhorar o seu crescimento e a eficiência alimentar.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo de formas jovens do robalo-flecha, com utilização do sistema de recirculação e alimentadores automáticos, e sua influência entre as altas frequências alimentares propostas. É esperado como resultado deste estudo a consolidação de um pacote tecnológico para a produção comercial do robalo-flecha, baseado em uma adequada prática de manejo alimentar incorporando a utilização de alimentadores automáticos na produção desta espécie.

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito de distintas frequências alimentares sobre o desempenho produtivo do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a relação de três distintas frequências alimentares (6, 12 e 18 vezes ao dia) sobre os seguintes parâmetros de desempenho:

- Sobrevivência;
- Fator de condição;
- Taxa de crescimento específico;
- Ganho de peso diário;
- Conversão alimentar;
- Comprimento médio;
- Peso médio;
- Biomassa.

REFERÊNCIAS

- AL ZHRANI, A W.; MOHAMED, A H.; SERRANO, A E.; TRAI FALGAR, R. F. M. 2013 Effects of feeding rate and frequency on growth and feed utilization efficiency in the camouflage grouper (*Epinephelus polyphkadion*) fingerlings fed a commercial diet. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 596-601.
- AYDIN, İ.; KÜÇÜK, E.; ŞAHİN, T.; KOLOTOĞLU, L. 2011 The effect of feeding frequency and feeding rate on growth performance of juvenile black sea turbot (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758). *Journal of Fisheries Sciences.com*, 5(1): 35-42.
- ALVAREZ- LAJONCHÈRE, L. e TAYLOR, R.G. 2003 Economies of scale for juvenile production of common snook (*Centropomus undecimalis* Bloch). *Aquaculture Economics & Management*, 7(5): 273-292.
- AZZAYDI, M.; MARTÍNEZ, F. J.; ZAMORA, S. VÁZQUEZ, F. J. S. 2000 The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. *Aquaculture*, 182: 329-338.
- BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKI, P.C.M.; HELMER, J.L. 2002 Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(6): 2157-2164.
- BOOTH, M.A.; TUCKER, B.J.; ALLAN, G.L.; FIELDER, D.S. 2008 Effect of feeding regime 469 and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australia 470 snapper *Pagrus auratus*. *Aquaculture*, 282: 104-110.
- CANTON, R; WEINGARTNER, M; FRACALOSSO, D. M.; FILHO, E. Z. 2007. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(4): 749 – 753.
- CAVALLI, R.O. e FERREIRA, J.F. 2010 O Futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: A maricultura. *Ciência e cultura*, 62(3): **Online version** ISSN 2317-6660.
- 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.
- EBELING, J. M. e TIMMONS, M. B. 2012 Recirculating Aquaculture Systems. In: TIDWELL, J. H. *Aquaculture Production Systems*. Iowa: Wiley-Blackwell.
- FAO (Food and Agricultural Organization of the United Nations), 2014 The State of World Fisheries and Aquaculture, Available at www.fao.org. E-ISBN 978-92-5-108276-8 (PDF).

- FERRAZ, E.M. e CERQUEIRA, V.R. 2010 Influência da temperatura na maturação gonadal de machos de robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 36(2): 73-83.
- GANDRA, A. L.; ITUASSU, D. R.; FILHO, M. P.; ROUBACH, R.; CRESCENCIO, R.; CAVERO, B. A. S. 2007 Pirarucu growth under different feeding regimes. *Aquaculture Internacional*, 15: 91-96.
- IBARRA-CASTRO, L.; ALVAREZ- LAJONCHÈRE, L.; ROSAS, C.; PALOMINO-ALBARRAN, I.G.; HOLT, J.G.; SANCHEZ-ZAMORA, A. 2011 GnRH-induced spawning with natural fertilization and a pilot-scale juvenile mass production of common snook, *Centropomus undecimalis* (BLOCH,1792). *Aquaculture*, 319: 479–483.
- JEONG, D. S.; KAYANO, Y.; ODA, T.; NAKAGAWA, H. 2003 Influence of feeding regime on fatty acid composition in young red-spotted grouper *Epinephelus akaara*. *Fisheries Science*, 69(3): 569.
- KUBITZA, F. e LOVSHIN, L.L. 1998 Formulated Diets, Feeding Strategies, and Cannibalism Control during Intensive Culture of Juvenile Carnivorous Fishes. *Reviews in Fisheries Science*, 7(1): 1-22.
- 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.
- LUO, Z.; LIU, Y.; MAI, K.; TIAN, L.; TAN, X.; SHI, J. 2006 Effects of Feeding Levels on Growth Performance, Feed Utilization, Body Composition, and Apparent Digestibility Coefficients of Nutrients for Grouper *Epinephelus coioides* Juveniles. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(1): 32-40.
- NHU, V. C.; DIERCKENS, K.; NGUYEN, H. T.; HOANG, T. M. T.; LE, T. L.; TRAN, M.T.; NYS, C.; SORGELOOS, P. 2010 Effect of early co-feeding and different weaning diets on the performance of cobia (*Rachycentron canadum*) larvae and juveniles. *Aquaculture*, 305: 52-58.
- 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.
- NUNES, A.J.P. 2013 Perspectivas da piscicultura marinha no Nordeste do Brasil. *Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão*, 151(1): 50-55.
- OSTRENSKY, A. e BOEGER, W.A. 2008 Principais problemas enfrentados atualmente pela aquicultura brasileira. In: *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Ostrensky, A.; Borghetti, J.R.; Soto, D. (editores). p.135-158.

- RABE, J. e BROWN, J. A. 2000 A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. *Aquaculture*, 191: 289-302.
- RACHMANSYAH, U.; PALINGGI, N.N.; WILLIAMS, K. 2009 Formulated feed for tiger grouper grow-out. *Aquaculture Asia Magazine*, Manila, 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.
- 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.; SILVA, F.C.; RAMOS, A.P.F.A. 2014a Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no Nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40(4): 577-588.
- SANCHES, E.G.; SILVA, F.C.; LEITE, J.R.; SILVA, P.K.A.; KERBER, C.E.; SANTOS, P.A. 2014b 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.
- SCHNAITTACHER, G.; KING, W.; BERLINSKY, D.L. 2005 The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture International*, 36(1): 370-377.
- 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.
- SUN, G.; LIU, Y.; QIUL, D.; YIL, 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*, 2:1-13.
- TABATA, Y. A.; RIGOLINO, M. G.; NETO, B. C. S.; PAIVA, P.; ISHIKAWA, C. M. 1998 Influência de diferentes taxas de arraçoamento no crescimento de truta arco-íris, *Salmo irideus gibbons*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 15(1):31-38
- THIA-ENG C. E SENG-KEH T. 1978 Effects of feeding frequency on the growth of young estuary grouper, *Epinephelus tauvina* (FORSKAL), cultured in floating net-cages. *Aquaculture*, 14: 31-47.
- TUCKER, J.W. *Marine fish culture*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000. 750p.
- TSUZUKI, M.Y. e 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.

CAPÍTULO 1

A frequência alimentar elevada pode afetar o desempenho produtivo do robalo-flecha?

Artigo redigido nas normas do periódico científico

Pesquisa Agropecuária Brasileira

QUALIS B1

A frequência alimentar elevada pode afetar o desempenho produtivo do robalo-flecha?

Leandro Amaral Herrera⁽¹⁾, Francisco da Costa Silva⁽¹⁾, Ana Paula dos Santos⁽¹⁾ e
Eduardo Gomes Sanches^(1*)

⁽¹⁾ Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Litoral Norte, Instituto de Pesca/APTA/SAA. Rua Joaquim Lauro Monte Claro Neto, 2275 – Itaguá – CEP: 11.680-000 – Ubatuba - SP – Brasil. E-mail: herrerala@gmail.com, francisco.bio@gmail.com, apaulasa13@gmail.com, esanches@pesca.sp.gov.br (*autor correspondente)

Resumo – Sistemas de recirculação utilizando alimentadores automáticos são uma nova fronteira para a aquicultura marinha. Possibilitam diminuir a vulnerabilidade dos cultivos em sistemas abertos e conferir redução de desperdício de ração e lançamento de efluentes, assim como elevar o retorno econômico. Foram utilizados robalos-flecha com peso de $4,31 \pm 1,42$ g e $8,4 \pm 1,0$ cm de comprimento total, submetidos a três tratamentos: alimentação seis vezes ao dia; doze vezes ao dia, e; dezoito vezes ao dia, em três repetições. Foram avaliados como desempenho produtivo a sobrevivência, peso final, ganho de peso diário, taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar. Para o desempenho produtivo diferenças significativas foram demonstradas através de análises de variância para os peixes alimentados doze vezes ao

dia. A utilização de elevadas frequências alimentares influenciou o desempenho produtivo do robalo-flecha nesta faixa e peso.

Termos para indexação: *Centropomus undecimalis*, desempenho zootécnico, alimentador automático, nutrição de peixes, piscicultura marinha.

Does intensive feeding frequency affect growth performance of common snook?

Abstract – Recirculation systems using automatic feeders are a new frontier for marine aquaculture. It is possible decrease the vulnerability of the traditional fish farming in open systems and reduction of waste feed and discharge of effluents, as well as increase the economic return. Common snook were used to weight 4.31 ± 1.42 g and 8.4 ± 1.0 cm total length, submitted to three treatments: fed up six; twelve and eighteen times per day in three replications. They were evaluate productive performance survival, final weight, daily weight gain, specific growth rate (SGR) and feed conversion. Production performance differences were demonstrated by analysis of variance for fish fed twelve times per day. The used high food frequency influenced the productive performance in this range and weight for common snook.

Index terms: *Centropomus undecimalis*, production performance, feeders, fish nutrition, mariculture

Introdução

O robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) é um peixe marinho de águas costeiras, que ocorre desde os Estados Unidos até o sul do Brasil. A espécie possui elevada resistência aos manejos tradicionais utilizados em empreendimentos aquícolas (Nunes, 2013). A viabilidade econômica da espécie já foi comprovada (Sanchez et al. 2014a) e diversos progressos científicos já foram obtidos visando otimizar a oferta de formas jovens para produtores (Ibarra-Castro et al., 2011; Sanchez et al., 2013). Entretanto, ainda existem uma lacuna de conhecimento sobre práticas de manejo ideais que fossem capazes de proporcionar à espécie a expressão de todo seu potencial zootécnico. Dentre as distintas práticas de manejo necessárias ao cultivo de peixes, a escolha da frequência alimentar adequada tem demonstrado ser uma ferramenta importante para melhorar o desempenho das espécies cultivadas (Lawrence et al., 2012).

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 a lucratividade dos cultivos é reduzida (Booth et al., 2008, Tian et al., 2015). A frequência alimentar adequada a ser ofertada para uma espécie irá depender da capacidade de ingestão do seu estômago, da estrutura do seu sistema digestório, e das taxas de digestão e evacuação (Kucska et al., 2007).

Espécies carnívoras, como o robalo-flecha, possuem estômago volumoso e um intestino curto quando comparado aos peixes onívoros e herbívoros. Conseqüentemente, peixes carnívoros seriam capazes de ingerir grandes quantidades de alimento e teriam uma digestão lenta (Kubitza et al., 1998). Seria esperado, portanto, que estas espécies alcançariam a saciedade rapidamente e não se beneficiariam com a elevação da frequência alimentar. Apoiados nesta premissa de que para espécies carnívoras não seriam necessárias múltiplas refeições ao longo do dia, a maioria dos estudos realizados com peixes marinhos carnívoros utilizam baixas frequências de alimentação (entre uma a quatro refeições diárias, Garcia-Galano et al., 2003; Souza-Filho & Cerqueira, 2003; Tsuzuki & Berestinas, 2008; Correa et al., 2010; Sanches et al., 2014b).

A oferta de alimento poucas vezes ao dia é uma prática amplamente difundida entre os produtores por conta principalmente das dificuldades associadas ao manejo alimentar. Uma tecnologia em desenvolvimento nos últimos anos e com grande capacidade para

modificar este cenário são os alimentadores automáticos. A utilização de alimentadores automáticos permite dividir a quantidade diária total de alimento em intervalos regulares, possibilita também o arraçoamento durante os períodos noturnos, além de reduzir a interferência do tratador (Zhou et al., 2003; Sousa et al., 2008). Apesar das vantagens dos alimentadores automáticos, a sua utilização ainda é rara nos cultivos brasileiros. A maior parte dos empreendimentos de piscicultura marinha no Brasil ainda realizam o arraçoamento manualmente duas vezes ao dia.

Considerando que o potencial econômico do robalo-flecha já foi comprovado, mas que o cultivo da espécie de modo a atingir a expressão de todo seu desempenho produtivo ainda é um desafio, nossa hipótese é que a prática de manejo alimentar que vem sendo adotada (2 a 4 vezes ao dia, Correa et al., 2010) possa ser inadequada para atingir o potencial zootécnico da espécie. Desta forma, o presente estudo visa avaliar o desempenho produtivo de juvenis do robalo-flecha sob elevadas frequências alimentares.

Material e Métodos

Ao início do experimento, 135 juvenis de robalo-flecha, obtidos por reprodução em cativeiro, ($4,34 \pm 1,42$ g e $8,4 \pm 1,0$ cm comprimento total, 90 dias após eclosão) 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, totalizando nove tanques. Os tanques utilizados foram tanques circulares de 150 litros e em cada tanque foram colocados de forma aleatória 15 juvenis de robalo-flecha (obtidos por reprodução em cativeiro).

Todos os tanques foram mantidos em sistema de recirculação de água salgada, dotado de filtragem mecânica (100 micra), *skimmer* e filtro com lâmpadas ultravioleta. Antes de ingressarem no sistema todos os peixes foram pesados, medidos e passaram por um banho de água doce por 5 minutos visando eliminar eventuais ectoparasitos (Kerber et al., 2011). 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 utilizado a taxa alimentar de 2,5% peso vivo dia⁻¹. Este valor foi obtido a partir dos resultados prévios onde foi testado frequências alimentares de 1 a 6 vezes ao dia, para a mesma espécie e na mesma faixa de peso. 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%.

O experimento teve duração de 60 dias. Semanalmente os alimentadores foram abastecidos em quantidade suficiente para garantir a taxa alimentar fixada. Diariamente como prática de operação foi observado a ocorrência de mortalidade, a quantia de água

perdida por evaporação do sistema era reposta com água deionizada, era realizada a limpeza do fundo dos tanques por sifonamento, e eram mensurados todos os parâmetros de qualidade de água na canaleta que reunia a saída de água de todos os tanques. A temperatura e o teor de oxigênio dissolvido da água do sistema foram monitorados 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 pH e a ORP foram mensurados através do PH-ORP Controller (PH-303) (Omega Engineering Inc., Taiwan).

Foram realizadas biometrias em todos os animais antes do início 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 era considerado para definição da nova quantidade de alimento a ser ofertada.

Foram calculados os seguintes parâmetros de desempenho: Sobrevivência [(peixes vivos/número inicial de indivíduos) x 100], Fator de condição [(Peso final/comprimento final³) 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 consumida no período/ganho de peso no período experimental)].

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. 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 e Discussão

Dentre as três frequências testadas (alimentação 6, 12 e 18 vezes ao dia), a frequência alimentar de 12 vezes ao dia foi a que apresentou os melhores valores nos parâmetros de desempenho produtivo avaliados (Tabela 1). Os valores de peso final, biomassa final, fator de condição, taxa de crescimento específico e ganho de peso diário foram todos significativamente maiores para os indivíduos que foram alimentados 12 vezes ao dia. Além disto, a conversão alimentar aparente deste tratamento também foi significativamente menor do que as demais. Apenas o comprimento e sobrevivência não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Resultados similares têm demonstrado que a frequência alimentar elevada também é vantajosa para outras

espécies de peixes (Zhou et al., 2003; Bascinar et al., 2007; Canton et al., 2007; Souza et al., 2008; Kasiri et al., 2011).

Apesar de ficar evidente que a frequência alimentar elevada é capaz de refletir positivamente sobre o desempenho do robalo-flecha, esta relação não é linear (Fig. 1 e 2). Nossos resultados demonstram que a alimentação intervalada a cada duas horas é o ponto ótimo de frequência alimentar para juvenis da espécie, porém o aumento desta frequência não foi acompanhado de melhor desempenho. Para a maioria dos parâmetros, a frequência alimentar mais elevada do experimento (18 vezes ao dia) resultou num desempenho inferior ao de 12 vezes ao dia, e similar ao obtido no tratamento de 6 alimentações diárias (Tabela 1). A correlação positiva entre frequência alimentar e taxa de crescimento específico, demonstrada por Schnaittacher et al. (2005), poderia explicar a elevada taxa de crescimento obtida com o robalo-flecha no presente estudo se tratando de alta frequência alimentar. Diversos estudos demonstraram que a elevação excessiva da frequência alimentar resulta na piora da conversão alimentar (Cunha et al., 2013).

Garcia-Galano et al. (2003) que observaram que o tempo de evacuação gástrica do robalo-flecha diminui a medida em que é ampliada a frequência alimentar. Em seu estudo, o tempo em que se atingiu 100% de esvaziamento gástrico foi de 16 horas para peixes alimentados 1 vez ao dia, 10 horas para os alimentados 2 vezes ao dia e 5 horas

para os que foram arraçoados 3 vezes ao dia. Estes resultados demonstraram que o robalo-flecha possui a capacidade de ajustar seu tempo de esvaziamento gástrico em relação a quantidade de vezes que o alimento é ofertado. Paralelamente em nossos resultados, podemos entender que os peixes que se alimentaram 12 vezes ao dia, armazenaram grande quantidade de ração no estomago para posteriormente poderem digerir, já os peixes que receberam 6 ou 18 refeições foram menos estimulados a aumentar a peristalse intestinal e a taxa de passagem do alimento pelo trato, diminuindo assim o ganho de peso.

Em nossos experimentos 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 é uma excelente ferramenta que permite ofertar com facilidade e precisão uma elevada frequência alimentar. Experimentos realizados com robalo-peva utilizando arraçoamento manual e baixas frequências alimentares obtiveram conversões alimentares muito superiores às dos presente estudo (e.g. 1,5 a 2,2 Sanches et al., 2011; e 6,7 a 7,1 Ostini et al., 2007). A prática de alimentar manualmente até a saciedade aparente é uma metodologia que insere uma parcela significativa de

variabilidade, podendo mascarar os resultados entre os tratamentos. Além disto, a oferta manual está diretamente relacionada à subjetividade do tratador o que pode acarretar prejuízos na conversão alimentar.

Uma melhor conversão alimentar reflete diretamente nos custos de produção. A diminuição da conversão alimentar obtida a partir da elevação da frequência alimentar pode representar uma economia para o cultivo equivalente a 360 kg de ração para cada tonelada de peixe produzida (Sousa et al., 2008). Ao defrontar com os resultados obtidos, considerado a taxa alimentar fixa em todos tratamentos (mesmo quantidade de ração ofertada no período entre os tratamentos) há um aumento médio da biomassa em 25% do melhor para o pior resultado, ou seja um ganho efetivo de 56 g transcorridos 60 dias. Além da redução no custo de produção, a diminuição da conversão alimentar também representa uma efetiva redução no lançamento de efluentes do cultivo (Norði et al., 2011).

As variáveis de qualidade da água demonstraram que o sistema utilizado de recirculação da água salgada foi eficiente em manter a qualidade da água adequada para a manutenção da espécie (Temperatura ($28,2 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$); Salinidade ($32,3 \pm 2,1$); Oxigênio dissolvido ($6,2 \pm 0,6 \text{ mg L}^{-1}$); Saturação ($96,7 \pm 1,6\%$); Amônia total ($0,1 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$); pH ($8,0 \pm 0,4$); Potencial de Óxido-Redução ORP ($261,2 \pm 9,3 \mu\text{S cm}^{-1}$). Os valores obtidos estavam todos dentro da faixa de variação considerada adequada para o cultivo

de centropomídeos (Ferraz & Cerqueira, 2010; Oliveira et al., 2013). Nossos resultados demonstram a viabilidade do cultivo de juvenis de robalo-flecha em sistemas de recirculação de água salgada.

Somente através da incorporação de tecnologias nos cultivos será possível suprir as demandas peculiares de cada espécie. Para juvenis de robalo-flecha, 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 do robalo-flecha.

Conclusões

1. Para juvenis de robalo-flecha, a frequência alimentar ideal é de intervalos regulares de duas horas.

2. Para juvenis de robalo-flecha, a relação entre frequência alimentar e desempenho produtivo não é linear - acima do número ideal de alimentações diárias o desempenho produtivo diminui.

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).

Referências

AYDIN, I.; KÜÇÜK, E.; ŞAHİN, T.; KOLOTOĞLU, L. The effect of feeding frequency and feeding rate on growth performance of juvenile black sea turbot (*Psetta maxima*, Linnaeus, 1758). **Journal of Fisheries Sciences**, v.5, p. 35-42, 2011.

AZZAYDI, M.; MARTÍNEZ, F. J.; ZAMORA, S. VÁZQUEZ, F.J.S. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. **Aquaculture**, v. 182, p. 329-338, 2000.

BAŞÇINAR, N.; ÇAKMAK, E.; ÇAVDAR, Y.; AKSUNGUR, N. The effect of feeding frequency on growth performance and feed conversion rate of black sea trout (*Salmo trutta labrax* Pallas, 1811). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.7, p. 13-17, 2007.

BOOTH, M.A.; TUCKER, B.J.; ALLAN, G.L.; FIELDER, D.S. Effect of feeding regime and fish size on weight gain, feed intake and gastric evacuation in juvenile Australia snapper *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, v. 282, p. 104-110, 2008.

CANTON, R.; WEINGARTNER, M.; FRACALOSSO, D.M.; ZANIBONI FILHO, E. Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 749-753, 2007.

CORRÊA, C.F.; LEONARDO, A.F.G.; TACHIBANA, L.; CORRÊA JUNIOR, L. Frequência alimentar para juvenis de robalo-peva criados em água doce. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais**, v. 8, p. 429-436, 2010.

COSTA-BOMFIM, C.N.; PESSOAL, W.V.N.; OLIVEIRA, R.L.M.; FARIAS, J.L.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 30, p. 135-139, 2014.

CUNHA, V.L.; SHEI, M.R.P.; OKAMOTO, M.H.; RODRIGUES, R.V.; SAMPAIO, L.A. Feeding rate and frequency on juvenile pompano growth. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n.8, p. 950-954, 2013.

FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos de robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n.2, p. 73-83, 2010.

GARCÍA-GALANO, T.; PÉREZ, J.C.; GAXIOLA, G.; SÁNCHEZ, A. Effect of feeding frequency on food intake, gastric evacuation and growth in juvenile snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). **Revista de Investigaciones Marinas**, v. 24, n.2, p. 145-154, 2003.

IBARRA-CASTRO, L.; ALVAREZ- LAJONCHÈRE, L.; ROSAS, C.; PALOMINO-ALBARRAN, I.G.; HOLT, J.G.; SANCHEZ-ZAMORA, A. GnRH α -induced spawning with natural fertilization and a pilot-scale juvenile mass production of common snook, *Centropomus undecimalis* (BLOCH,1792). **Aquaculture**, v. 319, p. 479-483, 2011.

KASIRI, M.; FARAH, A.; SUDAGAR, M. Effects of feeding frequency on growth performance and survival rate of angel fish, *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae). **Veterinary Research Forum**, v. 2, p. 97-102, 2011.

KERBER, C.E.; SANCHES, E.G.; SANTIAGO, M.; LUQUE, J.L. First record of *Neobenedenia melleni* (Monogenea: Capsalidae) in sea-farmed cobia (*Rachycentron canadum*) in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n.4, p. 331-333, 2011.

KUBITZA, F. e LOVSHIN, L.L. Formulated Diets, Feeding Strategies, and Cannibalism Control during Intensive Culture of Juvenile Carnivorous Fishes. **Reviews in Fisheries Science**, v.7, p. 1-22, 1998.

KUCSKA, B., MÜLLER, T., BERCSÉNYI, M. The effect of feeding frequency on the growth and survival of pike (*Esox lucius* L.) using floating pellets. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 23, p. 193-194, 2007.

KUÇUK, E.; AYDIM, I.; POLAT, H.; EROLDÖGAN, O.T.; SAHIN, T. Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency and nutrient utilization of juvenile flounder (*Platichthys flesus luscus*). **Aquaculture Internacional**, v. 22, p. 723-732, 2014.

LAWRENCE, C.; BEST, J.; JAMES, A.; MALONEY, K. The effects of feeding frequency on growth and reproduction in zebrafish (*Danio rerio*). **Aquaculture**, v. 368, p. 103-108, 2012.

NORDI, G.; GLUD, R.N.; GAARD, E.; SIMONSEN, K. Environmental impacts of coastal fish farming: carbon and nitrogen budgets for trout farming in Kaldbaksfjørður (Faroe Islands). **Marine Ecological Progressive**, v.431, p. 223–241, 2011.

NUNES, A.J.P. Perspectivas da piscicultura marinha no Nordeste do Brasil. *Revista da Associação Brasileira dos Criadores de Camarão*, v. 151, n.1, p. 50-55, 2013.

OLIVEIRA, L.A.A.G.; ALMEIDA, A.M.; PANDOLFO, P.S.V.; SOUZA, R.M.; FERNANDES, L.F.L.; GOMES, L.C. Crescimento e produtividade de juvenis de robalo-peva a diferentes temperaturas e taxas de alimentação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.8, p.857-862, 2013.

OSTINI, S; OLIVEIRA, I.R; SERRALHEIRO, P.C.S.; SANCHES, E.G. Criação do robalo-peva (*Centropomus parallelus*) submetido a diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n.3, p. 250-257, 2007.

RAMOS, F.M.; SANCHES, E.G.; FUJIMOTO, R.Y.; COTTENS, K.F.; CERQUEIRA, V.R. Crescimento de juvenis da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetidos a diferentes dietas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n.1, p. 81-88, 2012.

SANCHES, E.G.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S.; OSTINI, S. Cultivo do robalo peva *Centropomus parallelus* em sistema de recirculação. **Ciências do Mar**, v. 44, n.1, p. 40-46, 2011.

SANCHES, E.G.; MELLO, G.L.; AMARAL JUNIOR, H. Primeira ocorrência de malformação na coluna vertebral em juvenis de robalo-flecha. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 39, n.1, p. 77-83, 2013.

SANCHES, E.G.; SILVA, F.C.; RAMOS, A.P.F.A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no Nordeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n.4, p. 577-588, 2014a.

SANCHES, E.G.; SILVA, F.C.; LEITE, J.R.; SILVA, P.K.A.; KERBER, C.E.; SANTOS, P.A. A incorporação de óleo de peixe na dieta pode melhorar o desempenho da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*? **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n.2, p. 147-155, 2014b.

SCHNAITTACHER, G.; WILLIAM, K.V.; BERLINSKY, D.L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 370-377, 2005.

SOUSA, R.M.R.; AGOSTINHO, C.A.; OLIVEIRA, F.A.; ARGENTIM, D.; NOVELLI, P.K.; AGOSTINHO, S.M.M. Productive performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 192-197, 2008.

SOUZA-FILHO, J.J. & CERQUEIRA, V.R. Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis de robalo-flecha mantidos em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n.11, p. 1317-1322, 2003.

SUN, G.; LIU, Y.; QIUL, D.; YIL, M.; LI, X.; LI, Y. 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**, v. 2, p.1-13, 2014.

TIAN, H.Y.; ZHANG, D.D.; LI, X.F.; ZHANG, C.N.; QIAN, Y.; LIU, W.B. Optimum feeding frequency of juvenile blunt snout bream *Megalobrama amblycephala*. **Aquaculture**, v. 437, p. 60-66, 2015.

TSUZUKI, M. Y.; BERESTINAS, A. C. Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequências alimentares. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n.4, p. 535-541, 2008.

TUCKER, B.J.; BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; BOOTH, D.; FIELDER, S. Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper *Pagrus auratus*. **Aquaculture**, v. 258, p. 514-520, 2006.

WEINERICH, C.R.; GROAT, D.R.; REIGH, R.C.; CHESNEY, E.J.; MALONE, R.F. Effect of feeding strategies on production characteristics and body composition of florida pompano reared in marine recirculating systems. **North American Journal of Aquaculture**, v. 68, p. 330-338, 2006.

ZHOU, Z.; CUI, Y.; XIE, S.; ZHU,X.; LEI, W.; XUE, M.; YANG, Y. Effect of feeding frequency on growth, feed utilization, and size variation of juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio*). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 19, p. 244-249, 2003.

Tabela 1. Médias e desvios padrão dos parâmetros de desempenho produtivo do robalo-flecha *Centropomus undecimalis* submetido 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 ± 3,16 ^b	16,07 ± 5,70 ^a	13,54 ± 4,76 ^b
Biomassa final (g)	163,63 ± 25,38 ^b	219,66 ± 36,24 ^a	185,01 ± 33,44 ^b
K final	0,86 ± 0,03 ^b	0,95 ± 0,04 ^a	0,81 ± 0,04 ^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 ± 0,50 ^b
GPD (g dia ⁻¹)	0,13 ± 0,02 ^b	0,20 ± 0,04 ^a	0,15 ± 0,05 ^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).

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

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

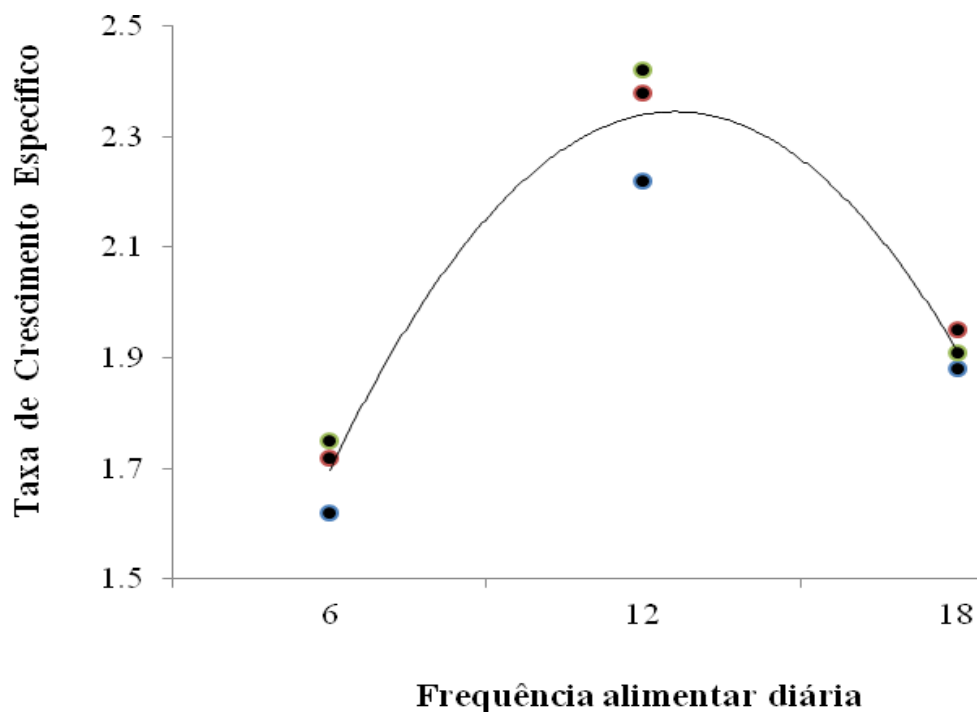


Figura 1. Relação entre frequência alimentar e taxa de crescimento específico para juvenis de robalo-flecha *Centropomus undecimalis*. ($y = -0,016x^2 + 0,406x - 0,1$; $R^2 = 0,91$)

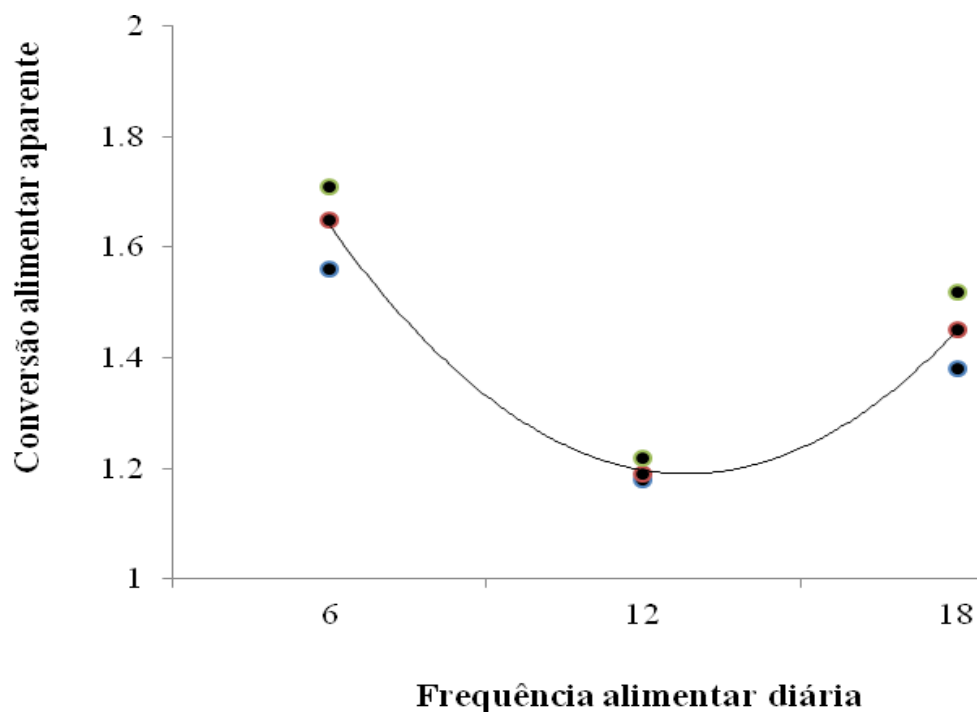


Figura 2. Relação entre frequência alimentar e conversão alimentar aparente para juvenis de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*). ($y = -0,011x^2 + 0,279x + 2,99$; $R^2 = 0,92$)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A possibilidade de reduzir os riscos na recria de formas jovens, empregando sistemas de recirculação de água salgada representa um avanço para a piscicultura marinha. A utilização de alimentadores automáticos amplia este avanço, possibilitando obter melhoria no desempenho produtivo da espécie e redução nos efluentes, com inegáveis benefícios econômicos e ambientais.

Além disto, esta dissertação adiciona conhecimento em uma das áreas de maior relevância na piscicultura marinha: o manejo alimentar. A facilidade de implantar uma frequência alimentar elevada através de alimentadores automáticos, aliado à estabilidade de um sistema de recirculação de água, se mostra uma alternativa viável para melhorar o desempenho produtivo de juvenis de robalo-flecha.

Futuros estudos deveriam abordar a adoção de sistemas de recirculação e da utilização de alimentadores automáticos em fases de desenvolvimento mais elevadas do robalo-flecha, aliado a estudos de viabilidade econômica desta proposta tecnológica, buscando aperfeiçoar os avanços aqui propostos.