

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

**“O CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO PODE SER UTILIZADO
COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR
PARA A GAROUPA-VERDADEIRA?”**

Victor Costa Spandri

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
Fevereiro – 2017

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

**“O CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO PODE SER UTILIZADO
COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR
PARA A GAROUPA-VERDADEIRA?”**

Victor Costa Spandri

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
Fevereiro – 2017

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

S735c

Spandri, Victor Costa

O crescimento compensatório pode ser utilizado como estratégia de manejo alimentar para a garoupa-verdadeira? / Victor Costa Spandri. – São Paulo, 2017. v, 43f. ; 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. *Epinephelus marginatus*. 2. Hematologia. 3. Hiperfagia. 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

**“O CRESCIMENTO COMPENSATÓRIO PODE SER UTILIZADO
COMO ESTRATÉGIA DE MANEJO ALIMENTAR
PARA A GAROUPA-VERDADEIRA ?”**

AUTOR: Victor Costa Spandri

ORIENTADOR: Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

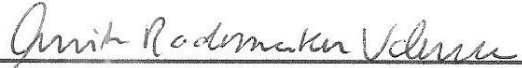
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Aquicultura, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches



Prof. Dr. Jonas Rodrigues Leite



Profa. Dra. Anita Rademaker Valença

Data da realização: 22 de fevereiro de 2017



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais Isabel e Sergio e minha irmã Thais por toda a paciência que tiveram comigo durante todos os tempos.

A minha família pelo apoio em todas as horas, pelas cobranças, pela compreensão e pelas alegrias que tivemos juntos nestes anos de estudo.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, pelo convívio e troca de experiências que foram enriquecedoras e muito importantes para minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Gomes Sanches, que confiou no meu potencial, me acompanhou nos estudos, soube me apoiar nas horas difíceis e principalmente por apontar o caminho do sucesso deste trabalho.

Aos amigos e funcionários do Instituto de Pesca de Ubatuba pela convivência e apoio durante a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Sumário	ii
Índice de tabelas e figuras	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Introdução geral	01
Objetivo	08
Referências	09
Artigo – “O crescimento compensatório pode ser utilizado como estratégia de manejo alimentar para a garoupa-verdadeira ? ”	14
Resumo	15
Abstract	16
Introdução	16
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	23
Conclusões	32
Referências	32
Considerações finais	43

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Desempenho produtivo da garoupa-verdadeira <i>Epinephelus marginatus</i> submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias.....	39
Tabela 2. Série vermelha da garoupa-verdadeira, <i>E. marginatus</i> submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias.....	41
Tabela 3. Série branca da garoupa-verdadeira, <i>E. marginatus</i> submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias.....	42
Figura 1. Índice viscerossomático (%) da garoupa-verdadeira <i>Epinephelus marginatus</i> submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante o período experimental de 60 dias.....	40
Figura 2. Índice hepatossomático (%) da garoupa-verdadeira <i>Epinephelus marginatus</i> submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante o período experimental de 60 dias.....	40

RESUMO

O crescimento compensatório pode ser uma importante ferramenta para o manejo alimentar de uma espécie. Este estudo avaliou o desempenho da garoupa-verdadeira submetido a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias. Os peixes (13 indivíduos por tanque), ($9,98 \pm 4,74$ g e $8,1 \pm 1,5$ cm comprimento total, 90 dias após eclosão), foram divididos em três tratamentos: T1 = alimentação todos os dias; T2 = alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação e T3 = alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação. Ao término do experimento uma amostra de sangue foi coletada para realizar os parâmetros sanguíneos e uma quantidade amostral de peixes foram sacrificados para a realização dos índices viscerais. A garoupa-verdadeira apresentou crescimento compensatório parcial. Os tratamentos com privação alimentar apresentaram alterações nos parâmetros sanguíneos relacionados ao stress. Não se aconselha formas jovens da espécie serem submetidas a períodos de privação alimentar pelos prejuízos que esta prática pode acarretar ao desempenho produtivo e a saúde dos animais.

Palavras-chave: *Epinephelus marginatus*, hematologia, hiperfagia, maricultura.

ABSTRACT

The compensatory growth can be an important tool for the alimentary handling of a species. This study evaluated the performance of the dusky grouper during different periods of alimentary restrictions for 60 days. The fish (13 individuals per tank) (9.98 ± 4.74 g and 8.1 ± 1.5 cm total length, 90 days after hatching), were divided in three treatments: T1 = feeding every day; T2 = feeding five days followed by two days of fasting and T3 = feeding eight days followed by four days of fasting. At the end of the experiment a blood sample was collected to perform the blood parameters and a sample amount of fish were sacrificed to perform the visceral indices. Dusky grouper presented partial compensatory growth. The treatments with food deprivation showed changes in blood parameters related to stress. The treatments with alimentary restriction provided performance indicators significantly inferior than the control. It is recommended that fingerlings of this species, do not go through large periods of alimentary restrictions, due to the damages that this practice may cause to their health and productivity performance.

Keywords: *Epinephelus marginatus*, hematology, hyperphagia, mariculture.

INTRODUÇÃO GERAL

A piscicultura 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 e seu desenvolvimento gera receitas nos valores de bilhões de dólares ao ano (FAO, 2014). Contudo para que essa expansão avance 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 garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (LOWE, 1934) é uma espécie da família Serranidae encontrada ao longo da costa Sudeste-Sul do Brasil entre a costa do Rio de Janeiro e a região da Patagônia, ao longo do mar Mediterrâneo, Oceano Atlântico, e da costa da Inglaterra até o sul da África (CONDINI et al., 2013). Pode chegar a 1,2 metros de comprimento e até 60kg, possui grande importância econômica e é muito apreciada na pesca esportiva e comercial (SANCHES et al., 2009).

A garoupa apresenta uma estratégia reprodutiva complexa, a qual inverte o sexo durante o ciclo de sua vida, ou seja, nasce inicialmente como fêmea e após um período de tempo e interações sociais, torna-se macho (hermafroditismo protogínico). Devido a questão reprodutiva e a elevada pressão de pesca, a espécie está ameaçada de extinção e permanece incluída na lista vermelha da IUCN (CONDINI et al., 2013).

Comparativamente ao expressivo crescimento em cativeiro, quando pode atingir 500g em menos de doze meses, na natureza os exemplares demoram mais de três anos para atingirem 400g (GRACIA LÓPEZ e CASTELLÓ-ORVAY, 2003). Ainda existem muitas lacunas em seu sistema produtivo, mas o potencial de desempenho da garoupa-verdadeira já vem despertando o interesse do setor empresarial em sua produção em escala, a exemplo do que já é observado no continente asiático com outras espécies de serranídeos (SANCHES et al., 2007).

Atualmente o cultivo de peixes marinhos vem sendo realizado principalmente em sistemas de tanques-rede. Apesar das dificuldades que esse tipo de produção apresenta, diversos produtores estão iniciando seus cultivos nesse tipo de sistema. A principal dificuldade encontrada nesse tipo de produção é a falta de controle sobre o ambiente aquático, gerando problemas ambientais e prejuízos econômicos (BARBIERI et al. 2014; CURTIUS et al., 2003).

Dentre os impactos ambientais podemos citar a introdução de espécies exóticas assim como patógenos e a deterioração da qualidade da água, pondo em risco espécies nativas do ambiente (BARBIERI et al., 2014; CURTIUS et al., 2003). Além disso são comuns baixas taxas de crescimento e altas taxas de conversão alimentar, implicando em baixos níveis produtivos e econômicos.

Com o aumento da disponibilidade de formas jovens da garoupa faz-se necessário avanços nos métodos de manejo alimentar e dietas específicas para esta espécie para que essa atividade continue crescendo (RAMOS et al., 2012, SANCHES et al., 2014).

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 (BADIOLA et al., 2012).

Através de mecanismos de controle em sistemas de recirculação, é possível controlar a temperatura, fotoperíodo e manejos alimentares, aumentando a produtividade. Definir um protocolo alimentar adequado para a espécie cultivada é importante para que ela consiga expressar todo o seu potencial zootécnico e como resultado melhorar o crescimento, reduzir a conversão alimentar e aumentar a sobrevivência dos animais, aumentando a rentabilidade econômica da produção, diminuir desperdícios de alimento e redução da mão de obra (ARAUCO e COSTA, 2012; CUNHA et al., 2013).

Devido ao fato da alimentação representar mais de 50% do custo de uma produção, algumas alternativas de manejo de alimentação estão sendo estudadas para tentar minimizar problemas dentro da cadeia produtiva, com foco em melhorar a sobrevivência, taxas de crescimento e conversão alimentar (PALMA et al., 2010). A restrição alimentar é uma possível alternativa para solucionar perdas econômicas dentro do cultivo, uma vez que os animais passam por períodos sem se alimentar na natureza (MEHNER e WIESER, 1994).

Durante a restrição ou privação alimentar os peixes alteram seus mecanismos físicos e metabólicos para suprir as necessidades fisiológicas e a falta de energia. (YARMOHAMMADI et al., 2013). Contudo essas respostas durante a restrição alimentar variam de acordo com a espécie, idade, estado nutricional antes da privação, ambiente e temperatura. Todos esses fatores influenciam o efeito da restrição alimentar aumentando ou diminuindo suas respostas metabólicas (BASTROP et al., 1991).

Algumas espécies utilizam fontes de glicogênio produzidos no fígado como carboidrato para se manterem, enquanto outras espécies utilizam fontes de lipídios e proteínas armazenados no corpo. Essa nova mobilização de recursos energéticos podem causar alterações nos tecidos somáticos e hepáticos que podem ser irreparáveis (SOUZA et al., 2001).

Durante a fase de restrição alimentar os peixes direcionam o gasto energético para realizarem as principais funções vitais, e assim desfoam a atenção para as demais funções fisiológicas, o que pode ser prejudicial

dependendo do estágio de vida do animal, causando perda de peso e limitando processos reprodutivos (AUER et al. 2010).

Após o animal retomar a ingestão de alimentos, é iniciado um processo de reversão metabólica o qual possibilita um rápido ganho de peso. Esse processo se dá através da metabolização mais rápida do alimento recuperando as reservas de energia perdidas durante o período de restrição, o qual recebe o nome de crescimento compensatório (YARMOHAMMADI et al., 2013).

Crescimento compensatório é a denominação dada para o aumento da taxa de crescimento e ganho de peso após um período de privação alimentar prolongado. Esse processo pode ocorrer de três maneiras: compensação parcial, em que os animais não conseguem recuperar o crescimento perdido em relação aos animais sem privação, compensação total, onde os animais atingem o mesmo crescimento em relação aos que comem continuamente, e sobre compensação, onde aqueles que passaram por períodos restritivos de alimentação superam o crescimento dos animais que comem todos os dias (ALI et al., 2003).

A compensação é iniciada assim que o alimento volta a ser ofertado, fazendo com que os estoques de energias perdidos pelos animais voltem a ser recuperados. Esse processo se deve principalmente ao aumento de consumo de alimento (hiperfagia) que os animais apresentam. Essa hiperfagia permite que os peixes atinjam o mesmo crescimento em comprimento e peso ou superem o dos peixes que não passaram por um período restritivo de comida (ALI et al., 2003).

Para se ter sucesso nesse tipo de protocolo alimentar diversos aspectos estão envolvidas, como o tamanho e idade do peixe, duração do tempo de privação e alimentação, composição nutricional da ração e temperatura da água (CHO et al., 2014). Sendo assim, para melhorar o desempenho produtivo, deve-se saber quais os períodos de privação seguidos de realimentação que são considerados ótimos para cada espécie (ALI et al., 2003). Para tanto a oferta de alimento deve ser dada até atingir a saciedade total atendendo a hiperfagia que os animais apresentam.

Muitos estudos já vem sendo realizados para tentar entender melhor o mecanismo de crescimento compensatório. FERREIRA e NUÑER (2015) observaram crescimento parcial com *Leporinus obtusidens* para diferentes manejos alimentares de restrição e realimentação. ESLAMLOO et al. (2012) perceberam que *Barbonymus schwanenfeldii* apresenta crescimento compensatório total quando submetido a diferentes períodos de privação alimentar, entretanto CHATAKONDI e YANT (2001) demonstraram que *Ictalurus punctatus* consegue apresentar uma sobre compensação de peso após a fase de privação de alimento.

Entretanto estudos nessa área sobre peixes marinhos são escassos. Podemos citar FOSS et al. (2009) que estudou o efeito da privação alimentar no desempenho e metabolismo do linguado que pesavam $\pm 199g$ e passaram por 5 semanas de privação alimentar com 10 semanas de realimentação, e WANG et al. (2012) que estudou juvenis de bijupirá *Rachycentron canadum* submetido a até 8 dias de restrição alimentar.

A mudança no hábito alimentar pode intervir nos parâmetros sanguíneos dos peixes. A alimentação errada pode proporcionar um status nutricional inadequado causando uma deficiência no sistema imune comprometendo a saúde do animal. Em sistemas de produção, o alimento ofertado geralmente não atende as exigências nutricionais das espécies, ficando abaixo do considerado ótimo para o animal (WAAGBØ, 1994).

Atualmente já se sabe que mudanças na composição da dieta acarretam em mudanças nos componentes sanguíneos. Esta conclusão pôde ser observado com *Oplegnathus fasciatus* que teve um aumento na quantidade de vitamina E na dieta e em *Lateolabrax japonicas* por ocasião da introdução de óleo de palmeira misturado em sua dieta, fazendo com que as duas espécies apresentassem modificações significativas em seus sistemas imunes (HAN et al. 2012; GALAZ et al., 2010).

Embora a hematologia seja de difícil verificação nos peixes, uma vez que este aspecto fisiológico está diretamente relacionado com as adversidades

ambientais e metabólicas que o animal é submetido, é relevante a necessidade de aprofundamento dos estudos nesta área para elucidação destes aspectos (SATHEESHKUMAR et al., 2011). Os parâmetros hematológicos podem variar quando comparados entre peixes de vida livre e de sistemas produtivos. Peixes em cativeiro apresentam alterações hematológicas que podem estar associadas a homeostase e ao estado de saúde do peixe, sendo que isso está intrinsicamente ligado ao tipo de manutenção que o animal é criado, podendo assim ter um aumento nas células brancas em detrimento do tipo de ambiente que o animal se apresenta (DOTTA et al., 2015).

O sangue é constituído por duas partes: o plasma e as células. Dentre as células há 3 tipos: os eritrócitos, os trombócitos e os leucócitos. Cada um desempenha uma determinada função especializada dentro do corpo do animal. Os glóbulos vermelhos são responsáveis pelas trocas gasosas e retirada de excretas metabólicas produzidas pelo corpo, os leucócitos são responsáveis pelo sistema de defesa, enquanto os trombócitos são responsáveis principalmente pela coagulação que ocorre no corpo. Diferente dos mamíferos, em peixes os eritrócitos (células vermelhas) são nucleados e possuem diversas organelas. Outra diferença é o seu local de maturação, o qual ocorre dentro da corrente sanguínea. A principal função destas células consiste no transporte de gases, levando oxigênio para as diversas partes do corpo. Devido a existência de uma grande variedade de espécies de peixes, inclusive entre elasmobrânquios e teleósteos, há também diferenças entre o formato dessas células, tanto em seu formato externo quanto ao seu núcleo (SATAKE et al., 2009; PÁDUA et al., 2010; TAVARES-DIAS et al., 2011).

Dentre os glóbulos brancos há diversas células, como exemplo podemos citar os monócitos e os linfócitos. Os monócitos são os maiores leucócitos que estão no sangue. Estas células possuem a habilidade de migrar dos vasos até a área onde ocorre um processo inflamatório por meio de quimiotaxia, sendo assim elas são as principais células fagocíticas do organismo (RANZANI-PAIVA e GODINHO, 1983; MARTINS et al., 2009; SANTOS et al., 2009).

Em contrapartida os linfócitos apresentam-se, por serem os menores leucócitos, muito mais presentes na circulação. Essas células são responsáveis pela resposta humoral do peixe, sendo especializadas em reconhecer antígenos e montar a resposta imune, que são produzidos em órgãos linfóides como timo e o baço (TAVARES-DIAS et al., 1999). Além delas tem também os neutrófilos, eosinófilos, basófilos e a célula granulocítica especial (CGE), cada qual desempenhando um papel diferente e importante para a saúde do animal.

Contudo a hematologia é uma importante ferramenta para o diagnóstico da saúde dos peixes. O uso desta tecnologia através de kits comerciais específicos são vantajosos, uma vez que é possível realizar um grande número de exames em pouco tempo sem provocar a morte do animal, e assim essa ferramenta é capaz de averiguar a influência da alimentação e do ambiente na saúde dos peixes (ARAUJO et al., 2015).

Considerando estes distintos aspectos e a importância em contribuir com informações visando a definição de um pacote produtivo para a engorda da garoupa-verdadeira, este estudo buscou acompanhar os efeitos da privação alimentar e a existência do crescimento compensatório na garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* visando averiguar a existência e a possível utilização deste mecanismo fisiológico no manejo alimentar, considerando ainda, as questões de desempenho produtivo e de saúde da espécie, através dos parâmetros sanguíneos.

OBJETIVO GERAL

Avaliar se o crescimento compensatório pode ser utilizado no manejo alimentar da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*.

Objetivos Específicos

- Averiguar o crescimento compensatório na espécie;
- Desenvolver um adequado período de privação alimentar;
- Utilizar a hematologia como ferramenta de investigação de saúde.

REFERÊNCIAS

- ALI, M.; NICIEZA, Y.; WOOTTON, R. 2003 Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, 4: 147-190.
- ARAUCO, L. R. R.; COSTA, V. B. 2012 Restrição alimentar no desempenho produtivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Comunicata Scientiae*, 3 (2): 134-138.
- ARAUJO, D. M.; JUNIOR, A. C. F.; TEIXEIRA, C. P.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M. 2015 Perfil hematológico de tilápias-do-Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes lipídios e estimuladas por baixa temperatura. *Revista Caatinga*, 28 (1): 220-227.
- AUER, S. K.; ARENDT, J. D.; CHANDRAMOULI, R.; REZNICK, D.N. 2010 Juvenile compensatory growth has negative consequences for reproduction in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). *Ecology Letters*, 13: 998-1007.
- BADIOLA, M.; MENDIOLA, D.; BOSTOCK, J. 2012 Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. *Aquacultural Engineering*, 51: 26-35.
- 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.
- BRASTOP, R.; SPANGENBERG, R.; JURSS, K. 1991 Biochemical Adaptation of Juvenile Carp (*Cyprinus carpio* L.) to Food Deprivation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 1 (98A): 143-149.
- CHATAKONDI, N. G.; YANT, R. D. 2001 Application of Compensatory Growth to Enhance Production in Channel Catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32 (3): 278-285.
- CHO, S. H. 2014 Effects of Food Deprivation and Feeding Ratio on the Growth, Feed Utilization and Body Composition of Juvenile Olive Flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(4): 449-454.
- CONDINI, M. V.; FÁVARO, L. F.; VARELA JR., A. S.; GARCIA, A. M. 2013 Reproductive biology of the dusky grouper (*Epinephelus marginatus*) at the southern limit of its Distribution in the south-western Atlantic. *Marine and Freshwater Research* 65 (2): 142-152.
- CONDINI, M. V.; SEYBOTH, E.; VIEIRA, J. P.; VARELA JR., A. S.; BARREIROS, J. P.; FAVARO, L. F.; GARCIA, A. M. 2013 First record of the dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Actinopterygii: Epinephelidae) undergoing sexual transition in the South Western Atlantic, Brazil. *Hidrobiológica*, 23 (3): 448-451.

- 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.
- CURTIUS, A. J.; SEIBERT, E. L.; FIEDLER, H. D.; FERREIRA, J. F.; VIEIRA, P. H. F. 2003 Avaliando a contaminação por elementos traço em atividades de maricultura. Resultados parciais de um estudo de caso realizado na ilha de Santa Catarina, Brasil. *Química Nova*, 26 (1): 44-52.
- DOTTA, G.; ROUMBEDAKIS, K.; SANCHES, E. G.; JERÔNIMO, G. T.; CERQUEIRA, V. R.; MARTINS, M. L. 2015 Hematological profile of the red snapper *Lutjanus analis* captured in Florianópolis, SC, Brazil, and cultured in floating net cages. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41 (1): 183-189.
- ESLAMLOO, K.; MORSHEDI, V.; AZODI, M.; ASHOURI, G.; ALI, M. IQBAL, F. 2012 Effects of Starvation and Re-Feeding on Growth Performance, Feed Utilization and Body Composition of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4 (5): 489-495.
- FAO 2014 The State of World Fisheries and Aquaculture. 3-93.
- FERREIRA, L. S. B. P. e NUÑER, A. P. O. 2015 Food Deprivation and Compensatory Growth in Juvenile Piava, *Leporinus obtusidens*. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41 (3): 471-478.
- FOSS, A.; IMSLAND, A. K.; VIRKINGSTAD, E.; STEFANSSON, S. O.; NORBERG, B.; PEDERSEN, S.; SANDVIK, T.; ROTH, B. 2009 Compensatory growth in Atlantic halibut: Effect of starvation and subsequent feeding on growth, maturation, feed utilization and flesh quality. *Aquaculture*, 290: 304-310.
- GALAZ, G. B.; KIM, S. S.; LEE, K. J. 2010 Effects of different dietary vitamin E levels on growth performance, non-specific immune responses, and disease resistance against *Vibrio anguillarum* in Parrot Fish (*Oplegnathus fasciatus*). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 23 (7): 916-923.
- GRACIA LOPEZ, V. & CASTELLO-ORVAY, F. 2003 Preliminary data on the culture of juveniles of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834). *Hidrobiologica*, 13 (4): 321-327.
- HAN, Y. Z.; REN, T. J.; JIANG, Z. Q.; JIANG, B. Q.; GAO, J.; KOSHIO, S.; KOMILUS, C. F. 2012 Effects of palm oil blended with oxidized fish oil on growth performances, hematology, and several immune parameters in juvenile Japanese sea bass, *Lateolabrax japonicus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38 (6): 1785-1794.
- 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.

- 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.
- MARTINS, M. L.; MYIAZAKI, D. M. Y.; TAVARES-DIAS, M.; FENERICK JR, J.; ONAKA, E. M.; BOZO, F.; FUJIMOTO, R. Y.; MORAES, F. R. 2009 Characterization of the acute inflammatory response in the hybrid tambacu (*Piaractus mesopotamicus* male x *Colossoma macropomum* female) (Osteichthyes). *Brazilian Journal of Biology*, 69 (2): 631-637.
- MEHNER, T.; WIESER, W. 1994 Energetics and metabolic correlates of starvation in juvenile perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Fish Biology*, 45(2): 325-333.
- PÁDUA, S. B.; VENTURA, A. S.; SATAKE, F.; ISHIKAWA, M. M. 2010 Características morfológicas, morfométricas e citoquímicas das células sanguíneas da arraia ocelada *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii, Potamotrygonidae): Estudo de caso. *Ensaio de Ciência*, 14 (1): 147-158.
- PALMA, E.H.; TAKAHASHI, L.S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. 2010 Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. *Ciência Rural*, 40 (2): 421-426
- 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.
- RANZANI-PAIVA, M. J. T.; GODINHO, H. M. 1983 Sobre células sanguíneas e contagem diferencial de leucócitos e eritroblastos em curimatá, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, 1881 (Osteichthyes, Cypriniformes, Prochilodontidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 43 (4): 331-338.
- SANCHES, E.G.; AZEVEDO, V.G.; COSTA, M.R. 2007 Criação da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae) alimentada com rejeito de pesca e ração úmida em tanques-rede. *Atlântica*, 29 (2): 121-126.
- SANCHES, E.G.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S. 2009 Crioconservação do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 35 (3): 389-399.
- SANCHES, E.G.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S.; OSTINI, S. 2011 Cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, em sistema de recirculação marinho. *Arquivos de Ciências do Mar*, 44 (1): 40-46.

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

SANTOS, A. A.; EGAMI, M. I.; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; JULIANO, Y. 2009 Hematological parameters and phagocytic activity in fat snook (*Centropomus parallelus*): seasonal variation, sex and gonadal maturation. *Aquaculture*, 296 (4): 359-366.

SATAKE, F.; PÁDUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M. 2009 Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In: TAVARES-DIAS, M. *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*, 1: 330-345.

SATHEESHKUMAR, P.; SENTHILKUMAR, D.; ANANTHAN, G.; SOUNDARAPANDIAN, P. KHAN, A. B. 2011 Measurement of hematological and biochemical studies on wild marine carnivorous fishes from Vellar estuary, southeast coast of India. *Comparative Clinical Pathology*, 20 (2): 127-134.

SOUZA, V. L.; LUNARDI, L. O.; VASQUES, L. H.; CASALETTI, L.; NAKAGHI, L. S. O.; URBINATI, E. C. 2001 Morphometric alterations in hepatocytes and ultrastructural distribution of liver glycogen in pacu (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887) during food restriction and refeeding. *Journal of Morphological Sciences*, 18 (1): 15-20.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E. F. S.; CAMPOS-FILHO, E. 1999 Características hematológicas do tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier (Osteichthyes, Characidae) em sistemas de monocultivo intensivo. II. Leucócitos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (1): 175-184.

TAVARES-DIAS, M.; MONTEIRO, A. M. C.; AFFONSO, E. G.; AMARAL, K. D. S. 2011 Weigh-length relationship, condition factor and blood parameters of farmed *Cichla temensis* Humboldt, 1821 (Cichlidae) in central Amazon. *Neotropical Ichthyology*, 9 (1): 113-119.

WAAGBØ, R. 1994 The impact of nutritional factors on the immune system in Atlantic salmon, *Salmo salar* L.: a review. *Aquaculture and Fisheries Management*, 25: 175-197.

WANG, Z. L.; HUANG, Y. B.; CHEN, G.; ZHANG, J. D.; TANG, B. G.; ZHOU, H.; SHI, G.; PAN, C. H.; HUANG, J. S. 2012 Effects of Starvation and Compensatory Growth on Energy Budget of Juvenile Cobia *Rachycentron canadum*. *Journal of Jishou University (Natural Science Edition)*, 33 (6): 102-106.

YARMOHAMMADI, M.; SHABANI, A.; POURKAZEMI, M.; SOLTANLOO, H.; IMANPOUR, M. R.; RAMEZANPOUR, S.; SMITH-KENUNE, C.; JERRY, D. R. 2013 Effects of starvation and re-feeding on compensatory growth performance, plasma metabolites and IGF-I gene expression of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin 1897). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12 (2): 465 - 483.

Artigo para Publicação

“O crescimento compensatório pode ser utilizado como estratégia de manejo alimentar para a garoupa-verdadeira?”

Artigo redigido nas normas do periódico científico
Pesquisa Agropecuária Brasileira

QUALIS B1

O crescimento compensatório pode ser utilizado como estratégia de manejo alimentar para a garoupa-verdadeira?

Victor Costa Spandri ⁽¹⁾, Verônica Takatsuka Manoel ⁽¹⁾, Ana Paula dos Santos ⁽¹⁾, Otávio Mesquita de Sousa ⁽¹⁾, Vanessa Villanova Kuhnen ⁽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, 11680-000 Ubatuba-SP – email: victor_spandri@hotmail.com, veronicatakatsuka@gmail.com, apaulasa13@gmail.com, sousapitchu@gmail.com, vanessavk3@gmail.com, esanches@pesca.sp.gov.br

Resumo - O crescimento compensatório pode ser uma importante ferramenta para o manejo alimentar de uma espécie. Este estudo avaliou o desempenho da garoupa-verdadeira submetido a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias. Os peixes (13 indivíduos por tanque), (9,98±4,74 g e 8,1±1,5 cm comprimento total, 90 dias após eclosão), foram divididos em três tratamentos: T1 = alimentação todos os dias; T2 = alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação e T3 = alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação. Ao término do experimento uma amostra de sangue foi coletada para realizar os parâmetros sanguíneos e uma quantidade amostral de peixes foram sacrificados para a realização dos índices viscerais. A garoupa-verdadeira apresentou crescimento compensatório parcial. Os tratamentos com privação alimentar apresentaram alterações nos parâmetros sanguíneos relacionados ao stress. Não se aconselha formas jovens da espécie serem submetidas a períodos de privação alimentar pelos prejuízos que esta prática pode acarretar ao desempenho produtivo e a saúde dos animais

Termos para indexação: *Epinephelus marginatus*, hematologia, hiperfagia, maricultura.

Can compensatory growth be used as feed management for dusky grouper?

Abstract – The compensatory growth can be an important tool for the alimentary handling of a species. This study evaluated the performance of the dusky grouper during different periods of alimentary restrictions for 60 days. The fish (13 individuals per tank)(9.98 ± 4.74 g and 8.1 ± 1.5 cm total length, 90 days after hatching), were divided in three treatments: T1= feeding every day; T2= feeding five days followed by two days of fasting and T3= feeding eight days followed by four days of fasting. At the end of the experiment a blood sample was collected to perform the visceral indices. Dusky grouper presented partial compensatory growth. The treatments with food deprivation showed changes in blood parameters related to stress. The treatments with alimentary restriction provided performance indicators significantly inferior than the control. It is recommended that fingerlings of this species do not go through large periods of alimentary restrictions, due to the damages that this practice may cause to their health and productivity performance.

Index terms: *Epinephelus marginatus*, hematology, hyperphagia, mariculture.

Introdução

O cultivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* vem atraindo o interesse dos setores acadêmico e privado, que buscam uma espécie marinha com aceitação no mercado e potencial para cultivo (Sanches et al., 2009). Apesar das dificuldades com a obtenção de formas jovens, que vem sendo solucionada nos últimos anos (Kerber et al., 2012), a utilização de dietas para peixes marinhos vem sendo limitada pela ausência de informações sobre práticas adequadas de manejo alimentar (Ramos et al., 2012, Sanches et al., 2014).

Períodos de privação alimentar em função da escassez temporal e espacial de alimentos, migração para desova, condições ambientais desfavoráveis, entre outros, são comuns em muitas espécies de peixes na natureza (Mehner e Wieser, 1994). Após um período de privação, a realimentação promove uma reversão nos processos de mobilização de

reservas para suprir o catabolismo. A inibição do crescimento durante o período de privação alimentar pode ser acompanhada de uma fase de rápido desenvolvimento quando a alimentação é restabelecida, permitindo a estes exemplares alcançarem ou até mesmo ultrapassarem o crescimento dos peixes que não foram submetidos à privação alimentar (Bavčević et al., 2010). Esta condição, denominada de crescimento compensatório, pode ser classificado em três tipos: a) compensação parcial, peixes submetidos a privação alimentar e realimentados não alcançam o porte dos animais continuamente alimentados, mas apresentam alta ingestão de alimento (hiperfagia), crescimento e melhor conversão alimentar; b) compensação total ou completa, peixes privados ao alimento e realimentados atingem o mesmo porte dos alimentados continuamente; c) sobre compensação, ocorre quando peixes privados do alimento atingem um tamanho maior que aqueles alimentados, exibindo uma alta taxa de crescimento quando o alimento é disponibilizado novamente (Ali et al., 2003).

Considerando este mecanismo fisiológico, o fornecimento diário de alimento pode ser desnecessário, já que os peixes passam por períodos de jejum durante o ciclo de vida, sendo possível uma redução nos custos na produção e, conseqüentemente garantindo maior rentabilidade para o produtor (Camargo et al., 2008). Protocolos de alimentação que envolvem diferentes ciclos de privação alimentar e realimentação têm sido utilizados no manejo alimentar durante a criação de diferentes espécies de peixes (Kim e Lovell, 1995; Ortiz et al., 2008; Palma et al., 2010).

Existe significativa possibilidade de melhoria nas taxas de crescimento, através da escolha cuidadosa dos períodos de alimentação, onde períodos de privação alimentar são seguidos por períodos de saciedade alimentar (Ali et al., 2003).

Entretanto, são necessários estudos prévios avaliando a resposta de desempenho de cada espécie antes da adoção desta prática de manejo alimentar, considerando as respostas diferenciadas das espécies reportadas na literatura.

Um aspecto chave na manifestação do crescimento compensatório está relacionado à duração dos períodos de privação alimentar e de realimentação. Após um período de privação alimentar os peixes parecem necessitar de uma fase razoável de realimentação para recuperarem suas reservas energéticas. Peixes submetidos a privação alimentar, quando por ocasião do fornecimento de alimento, exibem hiperfagia durante mais de duas semanas, o que indicaria a necessidade de um período mais extenso de realimentação para que pudessem voltar ao estágio metabólico inicial (Zhu et al., 2004).

Períodos curtos de privação alimentar permitiram ao esturjão da Pérsia *Acipenser persicus* compensar integralmente o crescimento, ao passo que períodos mais extensos de privação proporcionaram apenas ganhos parciais de crescimento compensatório (Yarmohammadi et al., 2013). Períodos de privação alimentar afetaram negativamente o crescimento de juvenis do linguado *Paralichthys olivaceus*, embora a espécie pudesse exibir crescimento compensatório total somente quando o alimento fosse ofertado até a saciedade durante 7 semanas de realimentação (Cho, 2014).

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.

Neste sentido a utilização do crescimento compensatório somente faz sentido se, após a realização de ciclos de privação de alimento e realimentação, for obtido um ganho de peso final dos peixes igual ou superior ao de um lote em que foi ofertado alimento ininterruptamente. O ciclo semanal de arraçoamento, incluindo um ou dois dias de privação alimentar, poderia ser compensado pela redução dos custos com ração e mão-de-obra (Kindschi, 1988). Além disso, estratégias de alimentação com apenas uma fase de privação alimentar e realimentação, assim como vários ciclos de privação e realimentação, poderiam ser utilizadas para promover respostas compensatórias no desempenho produtivo da garoupa-verdadeira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar se juvenis da garoupa-verdadeira exibem crescimento compensatório quando submetidos a regimes alimentares de privação e realimentação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em tanques circulares de 500 litros, conectados a um sistema de recirculação de água marinha (circulação da água dos tanques de 200% em 24h), dotado de filtragem mecânica composto por um *bag*, *skimmer* e esterilização por ultravioleta. O fotoperíodo foi mantido em 14 h claro: 10 h escuro. No início do experimento, 117 juvenis de garoupa-verdadeira, obtidos por reprodução em cativeiro, ($9,98 \pm 4,74$ g e $8,1 \pm 1,5$ cm comprimento total, 90 dias após eclosão) foram distribuídos, aleatoriamente, em nove tanques experimentais (13 peixes por tanque). 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 peixes foram divididos em três tratamentos: Controle = alimentação todos os dias;

(5 x 2) = alimentação por cinco dias seguidos e dois dias de privação, com o objetivo de simular os dias de trabalho úteis e os finais de semana; e (8 x 4) = alimentação por oito dias seguidos e quatro dias de privação, para teste de aumento de dias de alimentação e privação. Cada tratamento contou com três repetições. Durante os períodos de alimentação, os peixes foram alimentados com ração comercial (Proteína Bruta 41,8%, Extrato Etéreo 8,75%, Cinzas 6,77%, Fibra Bruta 1,96%) duas vezes ao dia (09h e 17h), até saciedade aparente, sendo o peso total do alimento ofertado mensurado após cada alimentação. Como prática de operação, diariamente foi reposta, com água deionizada, a perda por evaporação do sistema. Após a última alimentação diária, era realizada a limpeza do fundo dos tanques, por sifonamento, para a remoção dos dejetos sólidos. Semanalmente, 10% do volume total do sistema de recirculação foi substituído, visando a eliminação de componentes não retidos ou eliminados pelo sistema de filtragem.

O experimento teve duração de 60 dias, sendo que o consumo alimentar e a mortalidade foram anotados diariamente. O consumo alimentar foi obtido pelo peso total do alimento disponível subtraindo-se o peso do alimento que restou ao final da alimentação, resultando no peso do alimento ofertado acrescido de eventuais sobras no fundo do tanque. Biometrias foram conduzidas a cada 20 dias quando os peixes eram anestesiados com benzocaína (0,05 g L⁻¹ de água) e, em seguida, medidos (cm) em ictiômetro e pesados (g) individualmente em balança eletrônica digital (precisão de 0,01 g). 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

Ao final do período experimental os peixes foram anestesiados com benzocaína (0,15 g L⁻¹) e uma alíquota de sangue coletada por punção do vaso caudal. O sangue foi utilizado para as determinações do hematócrito (%) determinado pelo método de microhematócrito, a hemoglobina (g dL⁻¹) pelo método da cianometahemoglobina e leitura em aparelho Celm 500 e Celm 550 (Quimis®, Brasil) e a contagem de eritrócitos totais (μL) em câmara de Neubauer e a Proteína Plasmática Total através de um refratômetro (Santa Lydia). De posse desses dados (eritrócitos, hematócrito e hemoglobina) foram calculados os índices hematimétricos: Volume Corpuscular Médio (VCM) = (Hematócrito x 10)/Número de Eritrócitos (x10⁶μL⁻¹); Hemoglobina Corpuscular Média (HCM) = (Concentração de Hemoglobina x 10)/ Número de Eritrócitos (x10⁶μL⁻¹); Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM) = (Concentração de Hemoglobina x 100)/Hematócrito. Para a determinação dos níveis de proteína plasmática total (g dL⁻¹) utilizou-se refratômetro (Quimis®). Extensões sanguíneas foram confeccionadas, secas ao ar e coradas pancromicamente para contagens total e diferencial de leucócitos e trombócitos pelo método indireto (Tavares-dias e Moraes, 2006).

Ao final do experimento, quatro peixes de cada tanque (trinta e seis peixes no total) foram insensibilizados por choque térmico, pesados individualmente, dissecados na região abdominal para retirada das vísceras, gordura visceral e do fígado, os quais foram pesados e calculados os seguintes índices: viscerossomático (IVS, %), gordural visceral (GV, %) e hepatossomático (IHS, %) onde: Índice viscerossomático (IVS, %) = $P_t/(P_v \times 100)$, em que P_t = peso total e P_v = peso das vísceras;

Gordura visceral (GV, %) = $P_t/(P_g \times 100)$, em que P_t = peso total e P_g = peso da gordura visceral; Índice hepatossomático (IHS, %) = $P_t/(P_f \times 100)$, em que P_t = peso total e P_f = peso do fígado.

A qualidade da água foi monitorada diariamente e manteve-se dentro da faixa aceitável para o cultivo da garoupa-verdadeira: temperatura da água em $27,3 \pm 1,8$ °C; salinidade $31,5 \pm 2,2$; oxigênio dissolvido $6,5 \pm 0,9$ g L⁻¹; amônia total $0,1 \pm 0,1$ mg L⁻¹; pH $8,0 \pm 0,3$; Potencial de óxido-redução (ORP) $232,5 \pm 9,1$ μS cm⁻¹.

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

Resultados e Discussão

Os dados de desempenho zootécnico do controle foram significativamente superiores aos dos demais tratamentos (Tabela 1). Os peixes que não foram submetidos à privação alimentar apresentaram melhor desempenho, atingindo peso e comprimento final mais elevado. A taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso diário e o consumo total de alimento do controle também foram significativamente superiores aos demais tratamentos. A sobrevivência foi elevada em todos os tratamentos o que demonstrou a rusticidade da garoupa-verdadeira quando submetida a períodos de privação alimentar.

Hiperfagia é a resposta mais comum ao déficit de energia em várias espécies de peixes, sendo que o período e a intensidade da hiperfagia irão depender da duração do privação e do estado das reservas de gordura (Won e Borski, 2013). Uma condição de crescimento compensatório completo deve proporcionar uma melhor eficiência na utilização do alimento, conseqüentemente, uma menor conversão alimentar e maior TCE. Avaliando a privação alimentar, juvenis de bijupiras *Rachycentron canadum* exibiram, após o período de hiperfagia, crescimento compensatório completo, com TCE elevadas entre 3,62 e 5,56 (Wang et al., 2012). Isto não foi observado com a garoupa-verdadeira, que exibiu baixos valores para TCE, notadamente para os peixes submetidos a privação alimentar. Estes cresceram entre 77% a 85% do peso atingido pelos peixes do controle. Este resultado, entretanto, foi similar ao encontrado por outros autores. Zhu et al. (2004) investigaram a capacidade de duas espécies de peixes em fases juvenis: *Carassius auratus gibelio* (onívoro) e *Leiocassis longirostris* (carnívoro) quanto ao crescimento compensatório como uma resposta aos ciclos de privação e de realimentação. Ambas as espécies apresentaram crescimento compensatório de forma parcial, alcançando, em média, de 75-80% do desempenho dos controles.

Exemplares de robalo-flecha submetidos a privação alimentar atingiram apenas 74% do peso dos peixes alimentados diariamente (Herrera et al., 2016). Estes resultados comprovaram o prejuízo no desempenho quando estas espécies são submetidas a períodos de privação alimentar. Neste experimento foi observado que a garoupa-verdadeira submetida a diferentes períodos de privação alimentar apresentou crescimento compensatório parcial. Mesmo demonstrando hiperfagia, os peixes não conseguiram atingir os níveis de ganho de peso dos que não foram submetidos à privação alimentar.

Contrariamente a estes resultados, Hayward et al. (1997), avaliando a influência do ganho compensatório sobre as taxas de crescimento do híbrido sunfish *Lepomis cyanellus* x *Lepomis macrochirus*, utilizaram repetidos ciclos de privação alimentar e em seguida, a realimentação até a saciedade. Estes autores observaram que o desempenho produtivo dos lotes submetidos a privação alimentar foram superiores ao lote controle (que recebiam alimentação diariamente), manifestando um ganho compensatório de sobre compensação. A elevada hiperfagia (incremento no consumo de alimento) possibilitava a manifestação do ganho compensatório que era, então, ampliado por rodadas adicionais de privação de alimento.

A intensidade da hiperfagia e a resposta do ganho compensatório dependem do período de privação alimentar (Jobling et al., 1993). Neste estudo com a garoupa-verdadeira, após a fase de privação, os peixes elevavam o consumo de alimento nos períodos de realimentação. Embora observada, a hiperfagia pode ter sido restringida, entretanto, pelo curto período de realimentação, reduzindo a capacidade de resposta da garoupa-verdadeira em ampliar seu consumo de alimento e ganho de peso. Eslamloo et al. (2012) avaliaram o crescimento compensatório em juvenis do barbo asiático *Barbonymus schwanenfeldii*.

Esta espécie, de hábito onívoro, foi submetida a quatro tratamentos (controle = alimentação diária, t1= 2 dias de privação seguidos de 6 dias de realimentação, t2 = 4 dias de privação seguidos de 12 dias de realimentação e t3 = 8 dias de privação seguidos de 24 dias de realimentação). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para ganho de peso sendo que em todos os tratamentos em que houve privação alimentar foi observado ganho compensatório total. Os autores concluíram que períodos moderados de fome (quatro dias) proporcionam melhores resultados para peso final, taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar, além de redução na ingestão total do alimento. Este estudo mostrou uma compensação completa no crescimento, indicando que programações de alimentação envolvendo ciclos de restrição seguidos de realimentação podem ser uma opção de manejo alimentar promissor para o cultivo desta espécie. No caso da garoupa-verdadeira, independente da duração da privação alimentar e do menor consumo de alimento, os peixes apresentaram resultados de peso final, ganho de peso e TCE significativamente inferiores aos alimentados diariamente.

Um aspecto chave na manifestação do crescimento compensatório está relacionado à duração dos períodos de privação alimentar e de realimentação. Após um período de privação alimentar os peixes parecem necessitar de uma fase razoável de realimentação para recuperarem suas reservas energéticas. Zhu et al. (2004) observaram que após submetidos a privação alimentar, os peixes apresentavam hiperfagia durante mais de duas semanas, o que indicaria a necessidade de um período mais extenso de realimentação para que pudessem voltar ao estágio metabólico inicial. Períodos curtos de privação alimentar permitiram ao esturjão da Pérsia *Acipenser persicus* compensar integralmente o crescimento, ao passo que períodos mais extensos de privação proporcionaram apenas ganhos parciais de crescimento compensatório (Yarmohammadi et al., 2013).

Linguados *Paralichthys olivaceus* de 6,4 g, submetidos a privação alimentar tiveram seu crescimento prejudicado, embora a espécie pudesse exibir ganho compensatório total quando o alimento fosse ofertado até a saciedade durante um extenso período de realimentação (Cho, 2014). Crescimento compensatório parcial é definido quando os animais, logo após um período de privação alimentar, exibem aumento de consumo alimentar (hiperfagia), melhora nas taxas de crescimento e melhora na conversão alimentar. Entretanto, esta melhora restringe-se em um curto espaço de tempo, e não suficiente para que os animais atinjam a mesma massa corporal de animais continuamente alimentados. No presente estudo, o período de realimentação utilizado foi demasiadamente curto para a garoupa-verdadeira, não permitindo que a hiperfagia durante a realimentação proporcionasse a recuperação da condição corporal anterior. Espécies de peixes de água fria respondem bem a regimes de privação alimentar e realimentação pois estão naturalmente e fisiologicamente adaptadas, entretanto, espécies de peixes de águas tropicais, como é o caso da garoupa-verdadeira, ou do robalo-flecha, podem responder de diferentes formas (Jobling e Johansen, 1999). Os sucessivos e curtos intervalos de privação alimentar e realimentação não foram suficientes para que a garoupa-verdadeira conseguisse compensar a perda de peso. Futuros estudos deveriam abordar períodos mais longos de realimentação de forma a propiciar um tempo mais longo para a recuperação das reservas corporais e direcionamento do alimento para ganho de peso.

A utilização do ganho compensatório nas fases iniciais do crescimento do robalo-peva *Centropomus paralellus* foi avaliada por Ribeiro e Tsuzuki (2010), utilizando peixes com 12 g submetidos a 1, 2 e 3 semanas de privação alimentar seguidos por cinco semanas de realimentação.

Os resultados demonstraram que a recuperação da taxa metabólica basal consumiu a maior parte dos gastos energéticos durante a realimentação e pouco desta energia foi canalizada em crescimento, comprometendo a capacidade desta espécie de demonstrar total compensação de crescimento. Isto evidenciou que orobalo-peva juvenil é capaz de demonstrar apenas compensação de crescimento parcial, porém com inegáveis prejuízos a seu crescimento. Os autores concluíram que a espécie não deve ser submetida a períodos de privação de alimento maiores do que 1 semana, por não recuperarem o peso normal, implicando em perdas econômicas nos cultivos. Corroborando estes resultados, períodos de privação alimentar superiores a 1 semana não foram adequados para juvenis de truta arco-íris *Oncorhynchus mykiss* (Sevgili et al., 2013). Estudos demonstraram que a privação alimentar na fase juvenil podem reduzir o desempenho de crescimento futuro em até 20% (Auer et al., 2010). Isto também foi observado com exemplares juvenis (13 a 15 g) de tilápia do Nilo submetidos a privação alimentar, que manifestaram prejuízos em seu crescimento (Arauco e Costa, 2012). Estudos conduzidos com exemplares jovens do robalo-flecha também demonstraram os prejuízos da adoção da privação alimentar nesta fase do desenvolvimento (Herrera et al., 2016). Para a faixa de peso avaliada neste estudo com a garoupa-verdadeira, foram expressivos os prejuízos ao desempenho produtivo que a restrição alimentar pode implicar no crescimento da espécie.

O mecanismo de crescimento compensatório pode ser utilizado por produtores para reduzir os custos de produção (Cho et al., 2006). Uma expressiva redução de 40% no consumo de ração, sem diferenças significativas para peso final e TCE foi obtida para o matrinxã *Brycon amazonicus* (Urbinati et al., 2004). Isto representou redução nos custos de produção e menor lançamento de efluentes, reduzindo o impacto ambiental da atividade.

Resultados similares foram obtidos utilizando o ganho compensatório no manejo alimentar da tilápia do Nilo, possibilitando uma economia de 22,5% no consumo de ração (Palma et al., 2010). Nossos estudos com a garoupa-verdadeira, entretanto, indicam o mesmo padrão obtido por Paul et al. (1995) ao observarem que aprivação alimentar para o linguado *Pleuronectes asper* implicou em prejuízos no desempenho. No caso da garoupa-verdadeira, a redução no consumo de ração foi de apenas 17%, entretanto, a par desta redução, o menor peso dos exemplares que sofreram privação do alimento não justificaria esta opção. A conversão alimentar foi significativamente menos efetiva nos peixes submetidos à privação alimentar. Neste caso os peixes parecem ter destinado parte do alimento para recompor suas reservas gastas durante o intervalo de ausência na oferta de alimento, interferindo negativamente no ganho de peso e conseqüentemente na eficiência alimentar.

Uma das possíveis causas para este baixo desempenho pode estar relacionada a disponibilidade de lipídeos na dieta durante o período de realimentação. Avaliando ciclos de 1 dia de privação seguidos por quatro de realimentação, o robalo europeu *Dicentrarchus labrax* exibiu ganho compensatório completo, sem diferenças com os peixes controle para peso final, ganho de peso, TCE e CAap (Türkmen et al., 2011). Neste caso foi utilizada uma dieta com 18% de extrato etéreo (E.E.). Semelhante resultado foi obtido com o robalo asiático *Lates calcarifer* submetido a privação alimentar. Após a realimentação, com uma dieta com 16% E.E., foi obtido ganho compensatório completo, sem diferenças para peso final, ganho de peso e TCE (Azodi et al., 2016). Valores ainda mais altos, de até 22% E.E. na dieta já foram utilizados em estudos de ganho compensatório (Bavčević et al., 2010).

A oferta de níveis mais elevados de lipídeos na dieta por ocasião da realimentação pode favorecer a recuperação mais rápida das reservas de gordura e a manifestação do ganho compensatório completo. A dieta utilizada para a garoupa-verdadeira apresentava apenas 8,75% E.E. o que poderia explicar o baixo desempenho da espécie submetida a privação alimentar

Os índices viscerosomático e hepatosomático podem ser utilizados como indicativos da situação de acúmulo de reservas de gordura e desempenho produtivo. Valores significativamente mais elevados para o índice viscerosomático dos peixes não submetidos a privação alimentar (Figura 1) demonstraram que foi possível a estes exemplares acumular mais gordura que os exemplares que foram privados de alimento. Não foi possível observar diferenças para o índice hepatosomático (IHS) dos diferentes tratamentos (Figura 2). O fígado pode estar envolvido na manutenção dos níveis de reserva lipídica, entretanto, o IHS pode não possibilitar esta comprovação em estudos de privação alimentar (Won e Borski, 2013). Trutas arco-íris submetidas a dois dias de privação alimentar por semana não apresentaram diferenças significativas para IHS após o período de realimentação comparativamente a peixes que não sofreram privação alimentar (Guzel e Arvas, 2011). Assim como observado com a garoupa-verdadeira neste estudo, tanto para o linguado *Paralichthys olivaceus* (Cho, 2014) como para o *Labeo rohita* (Yengkokpam et al., 2014), após o período de realimentação, não foram observadas diferenças para IHS entre peixes do controle e os que sofreram privação alimentar.

Dentre os principais fatores estressantes responsáveis pelas mudanças nos parâmetros hematológicos nos peixes estão a composição da dieta, as adaptações metabólicas sob condições de reprodução e a densidade (Ranzani-Paiva et al., 2013).

A disfunção osmorregulatória é característica de estresse podendo ser caracterizada por hemoconcentração ou hemodiluição, sendo que modificações na concentração de hemoglobina e hematócrito seguidas por diminuição do número de linfócitos são respostas ao estresse ocasionado por manejo inadequado (Urbinati e Carneiro, 2001).

Nos peixes submetidos a privação alimentar ocorreu elevação significativa no número de eritrócitos (eritrocitose), da hemoglobina e do CHCM (Tabela 2). Paralelamente, foi observada redução significativa para leucócitos e para linfócitos (Tabela 3). Nos peixes que receberam alimentação ininterrupta, foi constatado maiores valores para hematócrito, VCM e HCM, mas dentro dos parâmetros de referência para a espécie (Roumbedakis et al., 2015). A eritrocitose e a redução do CHCM nos peixes submetidos à privação alimentar revelam um quadro de hemoconcentração. Este quadro indicou a existência de distorções osmoregulatórias, provavelmente relacionada a elevação da excreção. Os elevados valores para hemoglobina reforçam o quadro de estresse, implicando em eritropoiese, ou seja, em liberações de expressivas quantidades de células sanguíneas do baço para a corrente sanguínea (Heath, 1995). Nos peixes o baço atua estimulando respostas imunitárias e como órgão hematopoiético, sendo um reservatório para as células do sangue (Fange, 1992). Durante o estresse ocorre uma estimulação por catecolaminas fazendo com que o baço se contraia até expelir as células sanguíneas na circulação (Randall e Perry, 1992), o que pode indicar que a privação induziu o estresse nos peixes, explicando assim o aumento dos eritrócitos e taxa de hemoglobina nos peixes submetidos a privação alimentar.

A leucocitose e linfocitose foram resultado da exposição dos peixes a privação prolongada, pois essa resposta hematológica é típica de situações estressantes (Tavares-Dias et al., 2001).

Os leucócitos e os linfócitos formam uma população celular de defesa orgânica contra situações agentes estressores (Tavares-Dias et al., 2002). Quadros de diminuição de linfócitos já foram registrados em juvenis de *Hemigrammus* sp. infestados com monogênicos e tratados com formaldeído (Paixão et al., 2013) e em ciobas *Lutjanus analis* selvagens transferidos para condições de cativeiro com modificações na dieta (Dotta et al., 2015). Os neutrófilos contribuem na defesa contra infecções devido a sua capacidade fagocítica, sendo os primeiros leucócitos a realizar diapedese. A leucocitose é uma resposta a um estímulo estressor que causa contração esplênica devido ao efeito simpático e consequente liberação de leucócitos para a circulação sanguínea (Fujimoto et al., 2007). Os leucogramas da garoupa-verdadeira foram similares ao descrito para diversas espécies de peixes quando em situação de estresse, porém a linfocitopenia é uma das respostas leucocitárias indicadoras de estresse em peixes (Abreu e Urbinati, 2006). Os linfócitos são componentes tanto do sistema imune inato como do adaptativo (Moretta, 2005). O aumento do estresse crônico causa a morte celular por apoptose podendo levar os linfócitos à necrose, o que pode explicar a diminuição significativa destas células nos animais que passaram por privação alimentar, comprometendo negativamente a atividade fagocitária, produção de anticorpos e resistência à patógenos (Srivastava e Kumar, 2015).

A alimentação na aquicultura responde por mais de 50% dos custos de produção (Sanches et al., 2014), portanto, 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. Futuros estudos deveriam abordar mudanças no teor de lipídeos na dieta e em fases mais adiantadas de desenvolvimento da espécie, buscando ampliar a compreensão sobre este mecanismo fisiológico e sua utilização em práticas de manejo alimentar com peixes marinhos tropicais em faixas de peso mais elevadas onde a economia na quantidade de ração pode ser mais significativa.

Conclusões

1. A garoupa-verdadeira, na fase jovem, apresenta crescimento compensatório parcial nos tratamentos testados.
2. Os tratamentos testados resultaram em prejuízos no desempenho produtivo e na saúde das formas jovens da garoupa-verdadeira.

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

- ABREU, J.S. e URBINATI, E.C. Physiological responses of matrinxã *Brycon amazonicus* fed different levels of vitamin C and submitted to air exposure. **Acta Amazonica**, v.36, n.4, 519-524, 2006.
- ALI, M.; NICIEZA, Y.; WOOTTON, R. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and Fisheries**, v.4, p.147-190, 2003.
- ARAUCO, L.; COSTA, V. Privação alimentar no desempenho produtivo da tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Comunicata Scientiae**, v.3, n.2, p.134-138, 2012.
- AUER, S.K.; ARENDT, J.D.; CHANDRAMOULI, R.; REZNICK, D.N. Juvenile compensatory growth has negative consequences for reproduction in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). **Ecology Letters**, v.13, n.8, p. 998-1007, 2010.
- AZODI, M.; NAFISI, M.; MORSHEDI, V.; MODARRESI, M.; FAGHIH-AHMADANI, A. Effects of intermittent feeding on compensatory growth, feed intake and body composition in Asian sea bass (*Lates calcarifer*). **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v.15, n.1, p.144-156, 2016.

- BAVČEVIĆ, L.; KLANJŠČEK, T.; KARAMARKO, V.; ANIČIĆ, I.; LEGOVIĆ, T. Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. **Aquaculture**, v.301, p.57-63, 2010.
- CAMARGO, A.C.S.; ZAIDEN, S.F.; URBINATI, E.C. Desenvolvimento gonadal de fêmeas de matrinxã, *Brycon amazonicus*, submetidas a privação alimentar. **Ciência Rural**, v.38, p.1105-1110, 2008.
- CHO, S.H.; LEE, S.M.; PARK, B.H.; LEE S. M. Effect of feeding ratio on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus* fed extruded pellets during the summer season. **Aquaculture**, v.251, p.78-84, 2006.
- CHO, S.H. Effects of food deprivation and feeding ratio on the growth, feed utilization and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. **Fisheries and Aquatic Sciences**, v.17, n.4, p.449-454, 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.
- DOTTA, G.; ROUMBEDAKIS, K.; SANCHES, E.G.; JERÔNIMO, G.T.; CERQUEIRA, V.R.; MARTINS, M.L. Hematologia profile of the red snapper *Lutjanus analis* captured in Florianópolis, SC, Brazil, and cultured in floating net cages. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.41, n.1, p.183-189, 2015.
- ESLAMLOO, K.; MORSHEDI, V.; AZODI, M.; ASHOURI, G.; ALI, M.; IQBAL, F. Effects of starvation and re-feeding on growth performance, feed utilization and body composition of Tinfoil Barb (*Barbonymus schwanenfeldii*). **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v.4, n.5, p.489-495, 2012.
- FANGE, R. Fish blood cells. In *Fish Physiology: The Cardiovascular System* (Edited by Hoar W. S., Randall D. J. and Farrell A. P.), Vol. XII (Part B). **Academic Press, London**, 1992.

FUJIMOTO, R.Y.; CASTRO, M.P.; MARTINS, M.L.; MOARES, F.R.; MONFORT, K.C.F. Parâmetros sanguíneos de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg,1887) alimentados com dietas suplementadas com cromo trivalente em duas densidades de estocagem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.4, p.465-471, 2007.

GUZEL, S. e ARVAS, A. Effect of different feeding strategies on the growth of young rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **African Journal of Biotechnology**, v.10, p.5048–5052, 2011.

HAYWARD, R.; NOLTIE, D.; WANG, N. Use of compensatory growth to Double Hybrid Sunfish growth rates. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.126, p.316-322, 1997.

HEATH, A.G. **Water pollution and fish physiology**. CRC press, 1995.

HERRERA, L.A.; SILVA, F.C.; SANTOS, A.P.; SANCHES, E.G. Utilização da frequência alimentar elevada pode afetar o desempenho produtivo do robalo flecha?

Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2016

JOBLING, M.; JØRGENSEN, E.H.; SIIKAVUOPIO, S.I. The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic char, *Salvelinus alpinus*. **Journal of Fish Biology**, v.43, n.3, p.409-419, 1993.

JOBLING, M.; JOHANSEN, S. J. S. The lipostat, hyperphagia and catch- up growth. *Aquaculture Research*, v.30, n.7, p.473-478, 1999.

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.

KERBER, C.E.; AZEVEDO SILVA, H.K.; SANTOS, P.A.; SANCHES, E.G. Reproduction and larviculture of dusky grouper *Epinephelus marginatus* (Lowe 1834) in Brazil. **Journal of Agricultural Sciences and Technology**, v.2, n.2B, p.229-234, 2012.

KIM, M.K.; LOVELL, R.T. Effect of restricted feeding regimes on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) in ponds.

Aquaculture, v.135, n.4, p.285-293, 1995.

KINDSCHI, G. A. Effect of intermittent feeding on growth of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. **Aquaculture Research**, v.19, n.2, p.213-215, 1988.

MEHNER, T.; WIESER, W. Energetics and metabolic correlates of starvation in juvenile perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Fish Biology**, v.45, p.325-333, 1994.

MORETTA, L. Lymphocyte effector functions: Lymphocyte effector mechanisms in innate and adaptive immunity. **Current Opinion in Immunology**, v.17, n.3, p.303–305, 2005.

ORTIZ, J.; SÁNCHEZ, S.; ROUX, J.; GONZÁLEZ, A. Crecimiento compensatorio de juveniles de pacú (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) en diferentes sistemas de alimentación. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.2, p.251-258, 2008.

PAIXÃO, L.F.; SANTOS, R.F.B.; RAMOS, F.M.; FUJIMOTO, R.Y. Efeitos do tratamento com formalina e sulfato de cobre sobre os parâmetros hematológicos e parasitos monogenéticos em juvenis de *Hemigrammus* sp. (Osteichthyes: Characidae).

Acta Amazonica, v.43, n.2, p.211-216, 2013.

PALMA, E.; TAKAHASHI, L.; DIAS, L.; GIMBO, R.; KOJIMA, J.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de privação e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.421-426, 2010.

PAUL, A.J.; PAUL, J.M.; SMITH, R.L. Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, *Pleuronectes asper*, following food deprivation. **Journal of Fish Biology**, v. 46, n. 3, p. 442-448, 1995.

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.

RANDALL, D.J. and PERRY, S.F. Catecholamines. In *Fish Physiology: The Cardiovascular System* (Edited by Hoar W. S., Randall D. J. and Farrell A. P.), Vol. XII (Part B). Academic Press, London, 1992.

RANZANI-PAIVA, M.J.T.; PÁDUA S.B.; TAVARES-DIAS M.; EGAMI M.I. Métodos para análise hematológica em peixes. Maringá: Eduem, 2013.

RIBEIRO, F.; TSUZUKI, M. Compensatory growth responses in juvenile fat snook, *Centropomus parallelus* Poey, following food deprivation. **Aquaculture Research**, v.41, n.9, p.226-233, 2010.

ROUMBEDAKIS, K.; GONÇALVES, E.L.T.; RAMOS, C.O.; SANCHES, E.G.; PASETO, A.; PIRATH, R.; MARTINS, M.L. Influence of ectoparasites on hematological parameters of wild and cultured dusky grouper from southeastern Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 4, p. 907-915, 2015.

SANCHES, E.G.; OLIVEIRA, I.R.; SERRALHEIRO, P.C.S. Crioconservação do sêmen da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Teleostei, Serranidae). **Boletim do Instituto de Pesca**, v.35, n.3, p. 389 – 399, 2009.

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, 2014.

SEVGILI, H.; HOSSU, B.; EMREI, Y.; KANYILMAZ, M. Effect of various lengths of single phase starvation on compensatory growth in rainbow trout under summer conditions (*Oncorhynchus mykiss*). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.13, p.465-477, 2013.

SRIVASTAVA, K.K.; KUMAR, R. Stress, Oxidative Injury and Disease. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v.30, n.1, p.3-10, 2015.

TAVARES-DIAS, M.; SANDRIM, E.F.S.; MORAES, F.R.; CARNEIRO, P.C.F. Physiological responses of “tambaqui” *Colossoma macropomum* (CHARACIDAE) to acute stress. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.27, n1, p.43-48, 2001.

TAVARES-DIAS, M.; MATAQUEIRO, M.I.; PERECIN, D. Total leukocyte counts in fishes by direct or indirect methods. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.28, n.2, p.155-161, 2002.

TAVARES-DIAS, M. e MORAES, F.R. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus* Valenciennes, 1850 (Osteichthyes, Characidae) intensively bred. **Hidrobiológica**, v.16, n.3, p.271-274, 2006.

TÜRKMEN, S.; EROLDÖGAN, O.T.; YILMAZ, H.A. OLÇULU, A.; INAN, G.A.K.; ERÇEN, Z.; TEKELIOĞLU, N. Compensatory growth response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under cycled starvation and restricted feeding rate. **Aquaculture Research**, v.43, n.11, p.1643-1650, 2011.

URBINATI, E.C. e CARNEIRO, P.C.F. Metabolic and hormonal responses of matrixã, *Brycon cephalus* (Teleost: Characidae) to transport stress under influence benzocaine. **Journal of Aquaculture Tropics**, v.16, n.1, p.75-85, 2001.

URBINATI, E.C.; ABREU, J.S.; CAMARGO, A.C.S.; PARRA, M.A.L. Loading and transport stress of juvenile matrixã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. **Aquaculture**, v.229, n.1, p.389-400, 2004.

WANG, Z.L.; HUANG, Y.B.; CHEN, G.; ZHANG, J.D.; TANG, B.G.; ZHOU, H.; SHI, Z.; PAN, C.H.; HUANG, J.S. Effects of starvation and compensatory growth on energy budget of juvenile cobia *Rachycentron canadum*. **Journal of Jishou University**, v.33, n.6, p.102-106, 2012.

WON, E.T.; BORSKI, R. J. Endocrine regulation of compensatory growth in fish. **Frontiers in endocrinology**, v.4, p.74, 2013.

YARMOHAMMADI, M.; SHABANI, A.; POURKAZEMI, M.; SOLTANLOO, H.; IMANPOUR, M.R.; RAMEZANPOUR, S.; SMITH-KEUNE, C.; JERRY, D. R. Effects of starvation and re-feeding on compensatory growth performance, plasma metabolites and IGF-I gene expression of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin 1897). **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v.12, n.2, p.465-483, 2013.

YENGGOKPAM, S.; SAHU, N.P.; PAL, A.K.; DEBNATH, D.; KUMAR, S.; JAIN, K.K. Compensatory growth, feed intake and body composition of *Labeo rohita* fingerlings following feed deprivation. **Aquaculture Nutrition**, v.20, n.2, p.101-108, 2014.

ZHU, X.; XIE, S.; ZOU, Z.; LEI, W.; CUI, Y.; YANG, Y.; WOOTTON, R. Compensatory growth and food consumption in gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese longsnout catfish, *Leiocassis longirostris*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding. **Aquaculture**, v.241, p.235-247, 2004.

Tabela 1. Desempenho produtivo da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias¹.

	Controle *	(5 x 2)**	(8 x 4)***
Número dias alimentação	60	44	36
Comprimento final (cm)	11,0 ± 2,1 ^a	10,6 ± 1,5 ^b	10,3 ± 1,4 ^b
Peso final (g)	22,35 ± 12,40 ^a	18,97 ± 7,66 ^b	17,31 ± 7,41 ^b
Biomassa final (g)	260,71 ± 126,21 ^a	233,99 ± 55,45 ^b	207,68 ± 66,32 ^c
Sobrevivência (%)	89,7 ± 4,4	94,9 ± 8,9	92,3 ± 0,0
TCE peso (%PV dia ⁻¹)	1,23 ± 0,70 ^a	1,04 ± 0,54 ^b	0,86 ± 0,51 ^c
GPD (g dia ⁻¹)	2,18 ± 2,10 ^a	1,74 ± 0,92 ^b	1,30 ± 1,11 ^c
Consumo alimento diário (g)	3,28 ± 0,76 ^c	3,80 ± 0,37 ^b	4,56 ± 0,26 ^a
Consumo alimento acumulado (g)	196,95 ± 45,44 ^a	167,34 ± 16,16 ^b	164,09 ± 9,24 ^b
CAap	2,35 ± 1,37 ^b	1,94 ± 0,95 ^a	3,38 ± 2,50 ^c

*Controle (alimentação todos os dias), ** (5 x 2) (alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação), *** (8 x 4) (alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação). 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).

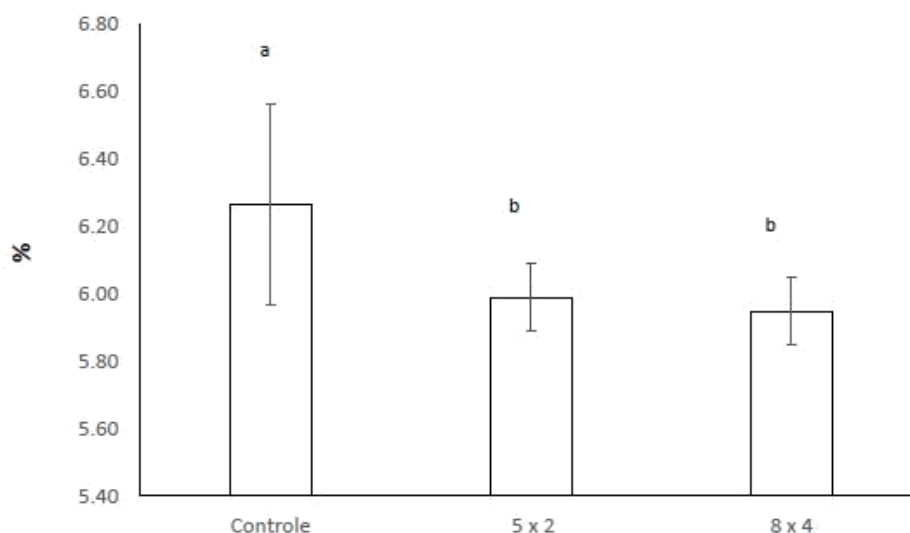


Figura 1. Índice viscerossomático (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante o período experimental de 60 dias. *Controle (alimentação todos os dias), ** (5 x 2) (alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação), *** (8 x 4) (alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação). Colunas com diferentes letras indicam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$).

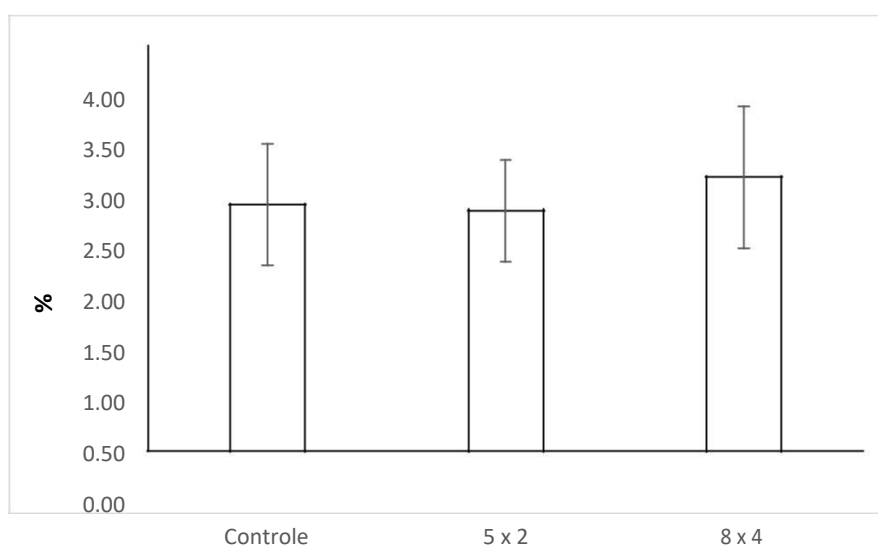


Figura 2. Índice hepatossomático (%) da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus* submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante o período experimental de 60 dias. *Controle (alimentação todos os dias), ** (5 x 2) (alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação), *** (8 x 4) (alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação).

Tabela 2. Série vermelha da garoupa-verdadeira, *E. marginatus* submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias¹.

	Controle *	5 x 2 **	8 x 4 ***
Hematócrito (%)	30,25 ± 5,91 ^a	26,00 ± 7,07 ^b	28,50 ± 7,78 ^b
Eritrócitos (10 ⁶ .µL ⁻¹)	2,70 ± 1,01 ^b	3,74 ± 1,06 ^a	4,08 ± 0,18 ^a
Hemoglobina (g.dL ⁻¹)	8,18 ± 1,56 ^b	7,65 ± 1,48 ^b	9,80 ± 0,57 ^a
PPT (g.dL ⁻¹)	3,60 ± 0,75 ^a	3,10 ± 0,42 ^b	3,20 ± 0,57 ^b
VCM (fL)	125,62 ± 58,28 ^a	75,34 ± 40,33 ^b	70,42 ± 22,14 ^b
HCM (pg)	34,05 ± 16,07 ^a	21,93 ± 10,20 ^b	24,10 ± 2,43 ^b
CHCM (g.dL ⁻¹)	27,05 ± 0,35 ^b	29,75 ± 2,38 ^b	35,43 ± 7,69 ^a

Proteína Plasmática Total (PPT), Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM).

*Controle (alimentação todos os dias), **(5 x 2) (alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação), **(8 x 4) (alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação).

¹Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 3. Série branca da garoupa-verdadeira, *E. marginatus* submetida a diferentes períodos de privação alimentar durante 60 dias¹.

Células ($10^4 \cdot \mu\text{L}^{-1}$)	Controle *	5 x 2 **	8 x 4 ***
Leucócitos	$3,51 \pm 2,66^a$	$2,05 \pm 0,39^c$	$2,51 \pm 0,64^b$
Linfócitos	$1,85 \pm 1,87^a$	$0,55 \pm 0,24^b$	$0,41 \pm 0,02^b$
Neutrófilos	$1,16 \pm 0,97^a$	$0,57 \pm 0,26^b$	$1,30 \pm 0,56^a$
Monócitos	$0,36 \pm 0,24$	$0,50 \pm 0,38$	$0,57 \pm 0,20$
Eosinófilos	$0,07 \pm 0,08^c$	$0,21 \pm 0,25^a$	$0,12 \pm 0,14^b$
Basófilos	0	0	0

*Controle (alimentação todos os dias), ** (5 x 2) (alimentação cinco dias seguidos de dois dias de privação), *** (8 x 4) (alimentação oito dias seguidos de quatro dias de privação).

¹Valores seguidos por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da utilização do crescimento compensatório no manejo alimentar da garoupa-verdadeira *Epinephelus marginatus*. Nossas observações demonstraram, entretanto, a inviabilidade desta utilização, dado os prejuízos no desempenho produtivo e as modificações expressivas nos parâmetros imunológicos.

Considerando a faixa de peso dos exemplares estudados, entendemos que futuros estudos deveriam abordar faixas mais elevadas de peso, visto a possibilidade da manifestação do crescimento compensatório em outras faixas etárias e na maior perspectiva de economia de ração nestas fases do crescimento serem mais significativas do que nas faixas iniciais de desenvolvimento.

Paralelamente, modificações na composição da dieta podem implicar em melhores resultados e devem ser avaliadas por futuras investigações.

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.