

**RICARDO LUÍS MENDES DE OLIVEIRA**

**MANEJO ALIMENTAR E DESEMPENHO DE JUVENIS DE  
ROBALO – FLECHA, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) E DE  
BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)**

**RECIFE, PE**

**2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**MANEJO ALIMENTAR E DESEMPENHO DE JUVENIS DE**  
**ROBALO – FLECHA, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) E DE**  
**BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)**

**Ricardo Luís Mendes de Oliveira**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Doutor.

**Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli**  
Orientador

**Recife, PE**  
**Fevereiro de 2016**

Ficha catalográfica

O48m Oliveira, Ricardo Luís Mendes de  
Manejo alimentar e desempenho de juvenis de  
Robalo – Flecha, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) e  
de beijupirá, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766) /  
Ricardo Luís Mendes de Oliveira. – Recife, 2016.  
70 f. : il.

Orientador: Ronaldo Olivera Cavalli.  
Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e  
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2016.  
Referências.

1. Beijupirá (Peixe) 2. Camurim (Peixe) 3. Arraçoamento  
4. Peixe – Criação 5. Peixe – Alimentação e rações  
I. Cavalli, Ronaldo Olivera, orientador II. Título

**CDD 639.3**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**MANEJO ALIMENTAR E DESEMPENHO DE JUVENIS DE**  
**ROBALO – FLECHA, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) E DE**  
**BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)**

**Ricardo Luís Mendes de Oliveira**

Tese julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 24/02/2016 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli** - Orientador  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Eudes de Souza Correia** - Membro interno  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez** - Membro interno  
Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof(a). Dr(a). Maria do Carmo Mohaupt M. Ludke** - Membro externo  
Departamento de Zootecnia  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Fernando Antônio do Nascimento Feitosa**- Membro externo  
Departamento de Oceanografia  
Universidade Federal de Pernambuco

## **Dedicatória**

*Dedico essa pesquisa aos meus pais  
Gildásio José Lopes de Oliveira e Vilma  
Maria Mendes Ribeiro de Oliveira pela  
educação, atenção, amor e exemplo de  
vida.*

## **Agradecimentos**

À Deus antes de tudo.

A minha esposa e amiga Leilane Bruna Gomes dos Santos pelo carinho, paciência, apoio e amor de sempre.

Aos meus pais Gildásio Oliveira e Vilma Oliveira, aos irmãos Gildásio Junior e Cássia Oliveira, pelo apoio durante esses 29 anos e aos sobrinhos Caio Oliveira, Letícia Barros, Camila Oliveira e Laís Barros pelos momentos de descontração.

Aos grandes amigos, desde a época da graduação, André Souza, Carolina Costa-Bomfim, Cecília Craveiro, Ernesto Domingues, Fabiana Penalva, Gabriel Crema, Henrique Lavander, Izabel Funo, Larissa Simões, Leônidas Oliveira, Marcelo Rego, Sergio Rodrigues, Thales Ramón, Tomas Azevedo e Victor Andrade, pela amizade.

Aos colegas do Laboratório de Piscicultura Marinha (LPM) nos nomes de Carlos Zarzar, Clebson Marçal, Enrique Mellati, Felipe Santos, João Farias, Júlio César, Nelson Gomes, Paloma Alves, Reginaldo Florêncio, Santiago Hamilton e Silvaneide Rodrigues pelo apoio.

Aos amigos Eduarda Freitas, Elton Costa, Dalton Salles, Felipe Medeiros, Filipe Mendonça, Jorge Vieira, Laerte Santos, Lucilene Oliveira, Roberto Souza, Tamires Queiroz e Nélida Freitas.

Aos amigos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba nos nomes de Ariana Guimarães, Bruna Lima, Cristine Pimentel, Fabio Lucena, Robson Santiago e Ynakam Leal.

Aos Professores Dr. Alfredo Gálvez, Dr. Roberta Soares, Dr. Ronaldo Cavalli e Dr. Silvio Peixoto pelas oportunidades, orientações, acompanhamentos, ensinamentos e amizade durante a graduação e pós-graduação.

À todos os funcionários que compõem o Departamento de Pesca e Aquicultura e o Programa de Pós – Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em especial ao Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura (PPG-REPAq), pelo apoio na minha graduação e pós-graduação.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsas de pós-graduação ao longo do meu doutorado.

À todos aqueles, que não citei, mas que me apoiaram nesta caminhada de forma direta ou indireta, para conclusão desta etapa da minha vida.

## Resumo

Os efeitos da frequência e da taxa de alimentação sobre o crescimento de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) e do beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em laboratório foram avaliados. No primeiro experimento (denominado "R"), grupos de 20 juvenis de robalo com peso médio de 2,55 g ( $\pm 0,48$ ) e comprimento total médio de 6,81 cm ( $\pm 0,48$ ) foram mantidos em 30 unidades experimentais de 50 L durante 60 dias. No segundo experimento ("B"), juvenis de beijupirá com peso médio de 2,47 g ( $\pm 0,12$ ) e comprimento total médio de 9,55 cm ( $\pm 0,18$ ) foram divididos em grupos de 12 peixes e mantidos em 30 unidades experimentais de 50 L durante 28 dias. Em ambos estudos o delineamento experimental foi fatorial (3 x 3) com três frequências alimentares e três taxas de alimentação diárias, as quais diferiram entre as espécies. Para o robalo, foram testadas 2, 4 e 6 refeições diárias e taxas de 1,0, 2,5 e 4,0% da biomassa dos peixes, enquanto para o beijupirá testamos 1, 3 e 6 refeições diárias e 3, 6 e 12% da biomassa dos peixes. Foi adicionado um controle externo, utilizando a frequência alimentar média de cada estudo (R = 4 e B = 3) e alimentação até a saciedade aparente. Houveram, portanto, dez tratamentos com três repetições cada. Nos dois estudos foram aferidos peso e comprimento total de todos os peixes para ajuste da quantidade de ração a ser administrada a cada 15 (R) e 7 dias (B). A qualidade de água manteve-se dentro de níveis considerados aceitáveis para ambas espécies. Em ambas espécies, a taxa de alimentação teve maior influência nos resultados do que a frequência. Para juvenis de robalo com peso entre 1 a 16 g recomenda-se de quatro a seis refeições diárias com uma taxa de alimentação entre 1,86 e 3,31%/dia, enquanto que, para beijupirás com peso entre 1,6 a 38,7 g, recomenda-se o fornecimento de três a seis refeições diárias com uma taxa de alimentação entre 6,16 e 10,51%. Em ambos casos, a taxa de alimentação deve decrescer de acordo com o tamanho dos peixes.

**Palavras-chave:** alimentação; arraçoamento; beijupirá; camurim; manejo; piscicultura marinha.

## **Abstract**

The combined effects of feeding frequency and ration size on the growth of laboratory-reared common snook (*Centropomus undecimalis*) and cobia (*Rachycentron canadum*) juveniles were evaluated. For the first experiment (named "S") juveniles of snook with a mean weight of 2.55 g ( $\pm$  0.48) and mean total length of 6.81 cm ( $\pm$  0.48) were divided into groups of 20 fish and kept in 30 x 50 L experimental units for 60 days. For the cobia experiment ("C") juveniles with a weight of 2.47 g ( $\pm$  0.12) and total length of 9.55 cm ( $\pm$  0.18) were divided into groups of 12 fish and kept at 30 x 50 L experimental units for 28 days. In both studies the experimental design was factorial (3 x 3) with three feeding frequencies and three ration sizes, which differed between species. For the snook, 2, 4 and 6 daily meals and ration sizes of 1.0, 2.5 and 4.0% of fish biomass were tested, while for the cobia we tested 1, 3 and 6 daily meals and 3, 6 and 12% of fish biomass. An external control, using the mean food frequency of each experiment (S = 4 and C = 3) and feeding to apparent satiation, was added. There were thus ten treatments with three replicates each. The weight and length of all fish in both studies was measured to adjust the amount of feed to be administered every 15 (S) and 7 days (C). Water quality remained within acceptable levels for both species. For both species, the ration size had a larger effect on the results than feeding frequency. It is recommended to feed common snook juveniles weighing from 1 to 16 g with 4 to 6 meals a day with a ration size between 1.86 and 3.31%, while for juvenile cobia ranging from 1.6 to 38.6 g it is recommended 3 to 6 daily meals with a ration size between 6.16 and 10.51%. In both cases the ration size should decrease according to fish size.

**Key words:** marine fish farming; common snook; cobia; feeding; management.

## Lista de figuras

	Página
Figura 1. Exemplar do beijupirá ( <i>Rachycentron canadum</i> ) (Fonte: www.fishbase.org.br).	14
Figura 2. Distribuição do beijupirá ( <i>Rachycentron canadum</i> ) (Fonte: www.fishbase.org.br).	15
Figura 3. Exemplar do robalo-flecha ( <i>Centropomus undecimalis</i> ) (Fonte: www.fishbase.org.br).	16
Figura 4. Distribuição do robalo-flecha ( <i>Centropomus undecimalis</i> ) (Fonte: www.fishbase.org.br).	16

### Artigo I

Figura 1. Peso médio (g) e comprimento total médio (cm) de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) submetidos a três frequências e três taxas de alimentação ao longo de 60 dias. 36

Figura 2. Ganho de peso (g) de juvenis de robalo flecha (*Centropomus undecimalis*) alimentados com diferentes taxas durante 60 dias. A linha tracejada representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados, onde  $y$  = taxa alimentar,  $x$  = ganho de peso, e "a" e "b" são constantes determinadas pela regressão. A  $T_{man}$ ,  $T_o$  e  $T_{máx}$  foram estimadas em 0,93%, 1,86% e 3,31%, respectivamente. 38

Figura 3. Ganho de peso (GP; g) de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) submetidos a três frequências e três taxas de alimentação durante 60 dias. Sendo: GP = ganho de peso (g); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração oferta); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia). 39

### Artigo II

Figura 1. Peso médio (g) e comprimento total médio (cm) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados em 1, 3 ou 6 refeições diárias (F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos

peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

55

Figura 2. Ganho de peso (g) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados com diferentes taxas (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes) durante 28 dias. A linha tracejada representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados, onde  $y$  = taxa alimentar,  $x$  = ganho de peso, e "a" e "b" são constantes determinadas pela regressão. As taxas alimentares de manutenção (Tman), ótima (To) e máxima (Tmáx) foram estimadas em 1,99%, 6,16% e 10,51%, respectivamente.

57

Figura 3. Ganho de peso (GP; g) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) submetidos a três frequências (1, 3 e 6 refeições diárias) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes) durante 28 dias, sendo: GP = ganho de peso (g); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração ofertada); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia).

59

## Lista de tabelas

Página

### Artigo I

Tabela 1. Sobrevivência (S; %), ganho de peso (GP; g), ganho de comprimento total (GC; cm), consumo alimentar aparente (CAA), fator de condição (K), eficiência alimentar (EA; %), taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF) de robalos-flecha (*Centropomus undecimalis*) submetidos a três frequências e três taxas de alimentação durante 60 dias.

37

### Artigo II

Tabela 1. Resultados da análise de variância bifatorial (nível de significância de 5%) para ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, ganho de comprimento total, eficiência alimentar e fator de condição de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados em 1, 3 ou 6 refeições diárias (F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

56

Tabela 2. Sobrevivência (S; %), ganho de peso (GP; g), ganho de comprimento total (GC; cm), consumo alimentar aparente (CAA), fator de condição (K), eficiência alimentar (EA; %), taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) submetidos a três frequências (1, 3 e 6 refeições diárias: F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

58

## Sumário

	Página
Dedicatória.....	iv
Agradecimento.....	v
Resumo .....	vi
Abstract.....	vii
Lista de figuras .....	viii
Lista de tabelas .....	x
1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	14
3 - Objetivo Geral .....	20
3.1 Objetivos específicos .....	20
4- Referência bibliográfica .....	22
5- Artigo científico .....	30
5.1- Artigo científico I.....	30
5.2- Artigo científico II.....	49
6 – Considerações Finais .....	69

## 1- Introdução

A produção da pesca e da aquicultura mundial atingiu 158 milhões de toneladas em 2012, cerca de 6,33% a mais que no ano de 2010. A aquicultura, que é uma das atividades agropecuárias que mais crescem no mundo, se destaca por ter atingido o recorde de produção de 66,6 milhões de toneladas de pescado para o consumo humano em 2012, diferentemente da pesca extrativa que se encontra com seu crescimento estagnado desde 1985 (FAO, 2014). Em vista disso, a aquicultura é apontada como a única forma para incrementar a oferta de pescado no mundo e atender a crescente demanda, devido principalmente ao aumento da população e da maior demanda do mercado por produtos saudáveis. O Brasil encontra-se atualmente em 12º lugar no ranking da aquicultura mundial com uma produção anual de 707 mil t (FAO, 2014).

De acordo com a FAO (2014), a piscicultura marinha foi responsável pela produção de 5,552 milhões de t de pescado em 2012, o que significou 22,5% da produção total da maricultura mundial e 13% da produção total de peixes. No Brasil, a criação de peixes marinhos provavelmente teve início no século XVII (SILVA, 1976), mas, apesar dessa longa história e do potencial gerador de empregos e renda, a atividade ainda não deslanchou comercialmente em nosso país. Para o seu desenvolvimento se faz necessário a escolha de espécies que possam ser criadas em ambientes marinhos ou estuarinos e que apresentem valor comercial satisfatório, bons índices de crescimento, baixa conversão alimentar e carne de qualidade.

Entre as várias espécies que apresentam potencial, pode-se destacar os robalos do gênero *Centropomus* (*C. undecimalis* e *C. paralelus*), a carapeba listrada (*Eugerres brasilianus*), o beijupirá (*Rachycentron canadum*), a tainha (*Mugil sp.*), o linguado (*Paralichthys orbignyanus*), a arabaiana (*Seriola dumerili*), o dourado (*Coryphaena hippurus*) e a garoupa (*Epinephelus marginatus*) (CAVALLI et al., 2011). Segundo

esses autores, a tecnologia para a criação da maior parte destas espécies encontra-se em fase de desenvolvimento ou já são consideradas próprias para a criação no Brasil ou no exterior. A possibilidade de criação da cioba (*Lutjanus analis*), pampo (*Trachinotus marginatus*), peixe-rei (*Odonthestes argentinensis*) e algumas outras espécies também foi e/ou vem sendo considerada, porém com menor intensidade (HAMILTON et al., 2013).

Entre todas estas espécies, pode-se destacar o beijupirá (*Rachycentron canadum*), a qual vem sendo alvo de projetos de cultivo na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (CAVALLI et al., 2011), chegando a apresentar, no ano de 2009, uma produção de 49 t. Mundialmente, a produção de beijupirá pela aquicultura em 2013 foi estimada em 43.395 t (FAO, 2014), sendo os principais países produtores a China, Taiwan, Vietnã, Panamá e Colômbia.

Outra espécie que é apontada como tendo grande potencial para a aquicultura é o robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (ALVAREZ-LAJONCHÈRE et al., 2013). Contudo, a possibilidade de criação dos robalos-flecha e peva (*C. paralelus*), ou camurins como também são conhecidos, ainda estão concentradas, principalmente, em atividades de pesquisa e desenvolvimento. Estas espécies são consideradas potenciais candidatas para o desenvolvimento da aquicultura no nosso país por apresentarem crescimento rápido, conversão alimentar relativamente eficiente e possibilidade de serem criadas em altas densidades, tanto em berçários quanto em sistemas de engorda (ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008). O robalo-flecha apresenta crescimento mais acelerado que o robalo-peva, podendo atingir 800 g em um ano (ALVAREZ-LAJONCHÈRE, 2004), sendo, portanto, a espécie de robalo mais indicada para a aquicultura.

## 2- Revisão de literatura

### *Rachycentron canadum*

O beijupirá (*R. canadum*) tem de sete a nove espinhos e 31 raios na nadadeira dorsal, e dois espinhos e 24 raios na nadadeira anal. Apresenta um achatamento na parte anterior do corpo, abrangendo, principalmente, a cabeça, e uma coloração amarronzada, com duas faixas longitudinais, de coloração prata bem definidas (FIGUEIREDO e MENEZES 1980) (Figura 1).



Figura 1 – Exemplar de beijupirá (*Rachycentron canadum*). Fonte: [www.fishbase.org.br](http://www.fishbase.org.br).

É uma espécie que pode alcançar até 2 m de comprimento, havendo registros de indivíduos com 68 kg. Apresenta corpo fusiforme e largo (possui olhos pequenos e a mandíbula mais protuberante que a maxila. Dentro da água, podem ser confundidos com tubarões em função do formato do corpo (HASSLER e RAINVILLE, 1975). Entre algumas de suas particularidades, pode-se citar a ausência de bexiga natatória e um hábito alimentar variado, embora caracterizado principalmente pelo consumo de pequenos peixes ósseos. Durante as fases larvais, sua alimentação é composta, preferencialmente, por copépodos (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). A desova natural ocorre em ambiente pelágico, com a liberação de ovos que flutuam ao sabor das correntes até seu amadurecimento e eclosão.

Esta espécie apresenta alto potencial zootécnico, incluindo alta taxa de crescimento, podendo alcançar entre 4 a 6 kg em um ano de cultivo (ARNOLD et al., 2002), e ótimas taxas de conversão alimentar, além do valor de mercado. O beijupirá também desova facilmente em cativeiro (FRANKS et al., 2001; ARNOLD et al., 2002; SOUZA-FILHO e TOSTA, 2008), responde positivamente à vacinação (LIN et al., 2006), se adapta ao confinamento e aceita dietas extrusadas (CRAIG et al., 2006). Sua carne é branca, com textura macia e firme, contendo altos níveis de ácidos graxos insaturados (LIAO e LEAÑO, 2005).

O beijupirá é naturalmente encontrado em águas com salinidade entre 22,5 e 44,5 e distribui-se em águas tropicais e subtropicais (Figura 2). (SHAFFER e NAKAMURA, 1989). Alguns autores revelam que a espécie possui certa tolerância às variações de salinidade nas fases larval e juvenil (FAULK e HOLT, 2006, RESLEY et al. 2006). Embora a temperatura indicada para o cultivo do beijupirá oscile entre 22 e 32°C (LIAO e LEAÑO, 2005), Sun et al. (2006) estimaram que a faixa ótima para o crescimento do beijupirá fica entre 27 e 29°C.

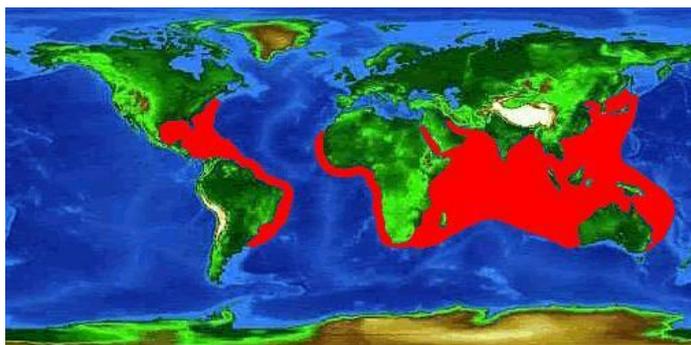


Figura 2 – Distribuição do beijupirá (*Rachycentron canadum*). Fonte: adaptado de [www.fishbase.org.br](http://www.fishbase.org.br).

***Centropomus undecimalis***

O robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) é uma espécie que apresenta o corpo alongado, maxila inferior ultrapassando nitidamente a superior, linha lateral prologando-se até a extremidade dos raios médios na nadadeira caudal (FIGUEIREDO e MENEZES 1980). Vivem em águas costeiras e estuarinas e penetram em água doce. Alimenta-se principalmente de peixes e crustáceos e sua carne é considerada de primeira qualidade, apresentando grande aceitação no mercado (FIGUEIREDO e MENEZES 1980), distribuído desde a Flórida, Estados Unidos, até Santa Catarina, Brasil (RIVAS, 1986) (Figura 3 e 4).

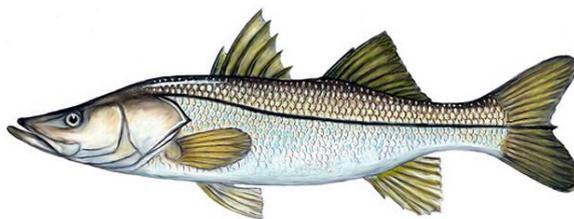


Figura 3 – Exemplar de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*). Fonte: [www.fishbase.org.br](http://www.fishbase.org.br).



Figura 4 – Distribuição do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) Fonte: [www.fishbase.org.br](http://www.fishbase.org.br).

O robalo possui regime alimentar carnívoro, sendo peixes e crustáceos os itens mais importantes na sua alimentação (ALVAREZ-LAJONCHÈRE, 2004; RABELO et al., 2014). Apresentam bons resultados na engorda com o emprego de rações comerciais (TSUZUKI et al., 2008). Os robalos estão entre as espécies de peixes marinhos mais estudadas no Brasil, com grande domínio da tecnologia de produção (CERQUEIRA, 2005). Por se tratar de uma espécie eurihalina e que apresenta bom valor comercial, vem sendo alvos de pesquisas que contemplam a biologia reprodutiva (WALLACE et al., 1993; HERNÁNDEZ-VIDAL et al., 2014; LOWERRE-BARBIERI et al., 2014), indução a desova (GODINHO et al., 2000; FERRAZ e CERQUEIRA 2011; IBARRA-CASTRO et al., 2011; PASSINI et al., 2013), reprodução e larvicultura (SOLIGO, 2007; CERQUEIRA e TSUZUKI 2009; YANES-ROCA et al., 2009; PERERA-GARCÍA et al., 2011; RHODY et al., 2014), nutrição e manejo alimentar (GARCÍA-GALANO et al., 2003; GRACIA-LÓPEZ et al., 2003; SOLIGO et al., 2011), adaptação a diferentes faixas de salinidade (CERQUEIRA 2005; ROCHA et al., 2005; OSTINI et al., 2007; RHODY et al., 2010; LIEBL et al., 2013), distintas faixas de temperatura (MELLO, 2014) e densidades (SOUZA FILHO e CERQUEIRA 2003, MOLINARI et al., 2012) e, por fim, iniciativas de cultivo já foram consideradas (PEREIRA et al., 1997; ALMEIDA et al., 1999; ZARZA-MEZA et al., 2006; MOLINARI et al., 2012; COSTA FILHO et al., 2013).

Uma espécie similar e que apresenta reconhecida importância para a aquicultura mundial é o barramundi (*Lates calcarifer*), com uma produção, em 2012, de 77.538 t, concentrada principalmente no sudeste asiático e Austrália (FAO, 2014).

Historicamente, existem registros da criação de robalos em sistemas extensivos nas zonas estuarinas nos municípios de Recife e Olinda (VON IHERING, 1932), contudo a pesca artesanal ainda é a mais representativa. O robalo flecha (*C.*

*undecimalis*) não apresenta dados de produção comercial pela aquicultura, mas apresentou uma produção pesqueira na ordem de 3,67 t entre os anos de 2008 e 2010 (BRASIL, 2010). É uma espécie que apresenta alto valor comercial (R\$ 30,00 reais/kg – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, 30/03/2015) e que ocorre frequentemente no litoral brasileiro (com exceção do Rio Grande do Sul), podendo atingir mais de 1 m e 20 kg (FIGUEIREDO e MENEZES 1980).

### ***Manejo Alimentar***

O consumo de ração na produção do beijupirá pode significar entre 40 e 75% dos custos operacionais, dependendo da escala de produção (SANCHES et al., 2008; MIAO et al., 2009; DOMINGUES et al., 2014). Isto ocorre principalmente por tratar-se de uma espécie carnívora, exigindo dessa forma uma grande quantidade de proteína de origem animal. O mesmo ocorre para o robalo-flecha, com a ração contribuindo com cerca de 45% do custo operacional total, cabendo ao empreendedor gerenciar adequadamente a aquisição e a otimização deste insumo (SANCHES et al., 2014). Sanches et al. (2006) apontaram o elevado custo da ração comercial específica para peixes marinhos. Muitas vezes, são fornecidas rações formuladas para outras espécies carnívoras (TSUZUKI e BERESTINAS, 2008).

Na aquicultura intensiva, a maioria dos custos operacionais dependem da alimentação, sendo este um fator que afeta o desempenho de várias espécies e que merece total atenção, pois, se otimizado, pode reduzir despesas (TURKMEN et al., 2012). Entretanto, mesmo com o potencial para diminuir a pressão econômica e ambiental pouco foi realizado para estabelecimento de um gerenciamento de alimentação adequado (COSTA-BOMFIM et al., 2014).

Tratando-se de um insumo imprescindível no desenvolvimento da aquicultura, a otimização do uso da ração é fundamental para obtenção de bons índices produtivos. Estudos indicam que tanto a taxa de arraçoamento quanto a frequência alimentar influenciam no desenvolvimento de várias espécies de peixes (KUBITZA, 1997, BISWAS et al., 2010; CORREA et al., 2010; BARBOSA et al., 2011; COSTA-BOMFIM et al., 2014; TSUZUKI et al., 2014). Contudo, faltam estudos direcionados às fases de pré-engorda e engorda (TSUZUKI et al., 2014). De acordo com estes autores, a frequência ótima de alimentação para peixes depende da espécie, da idade, do tamanho, da quantidade de animais estocados, dos fatores ambientais e da qualidade do alimento. Para uma mesma espécie de peixe, diversos fatores influenciam o crescimento, tais como tipo de alimentação, tamanho da ração, frequência alimentar, consumo e capacidade de absorver nutrientes (XIE et al., 2011; KUÇUK et al., 2014). As taxas de alimentação e a frequência desempenham papéis determinantes na regulação da ingestão alimentar, no crescimento, na produção de resíduos (DWYER et al., 2002; CHO et al., 2003; TUCKER et al., 2006; YILMAZ e EROLDOGAN, 2011; GUOXIANG et al., 2014), na sobrevivência, na composição de filés e na qualidade de água (ADEROLU et al., 2010).

Geralmente, frequências ótimas melhoram o crescimento dos peixes, a sobrevivência e a conversão alimentar, reduzem a heterogeneidade do lote e diminuem a carga de resíduos no meio ambiente (GODDARD, 1996; KUBITZA e LOVSHIN, 1999; XIE et al., 2011). Por este motivo, a frequência alimentar é uma das variáveis mais importantes que influenciam o desempenho no crescimento dos peixes (KIM et al., 2007; BISWAS et al., 2010; LEE e PHAM, 2010; AYDIN et al., 2011). Frequências alimentares insuficientes levam ao baixo crescimento e alta mortalidade (XIE et al., 2011), além de estimular o canibalismo por meio de um crescimento heterogêneo

devido a competição por alimento (RIBEIRO et al., 2015), podendo ser útil para piscicultores que demandaram menor esforço para produzir seus peixes e chegam a reduzir custos por meio de determinação de frequências alimentares ideais (YILMAZ e EROLDGAN, 2011).

Por essa razão, vários estudos com diversas espécies são realizados para obtenção do melhor aproveitamento sustentável do alimento. Contudo, para o beijupirá e para o robalo-flecha estas pesquisas ainda são escassas. As exceções são os estudos de Costa-Bomfim et al. (2014), García-Galano et al. (2003) e Moreira et al. (2015) que contemplaram a questão da frequência alimentar. Desta forma, o objetivo desta Tese é avaliar os efeitos da frequência e taxa de alimentação no desempenho zootécnico de juvenis de robalo-flecha (*C. undecimalis*) e do beijupirá (*R. canadum*).

### **3 - OBJETIVOS**

#### **3.1 - Objetivo geral**

Determinar a melhor frequência e taxa de alimentação e seus efeitos no desempenho zootécnico de juvenis de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) e beijupirá (*Rachycentron canadum*) em condições de laboratório.

#### **3.2 - Objetivos específicos**

- Avaliar o efeito de diferentes frequências e taxas de alimentação nos parâmetros biológicos do beijupirá (*Rachycentron canadum*), como ganho de peso, crescimento, conversão alimentar, eficiência alimentar, taxa de crescimento específico, fator de condição e sobrevivência;

- Avaliar o efeito das diferentes frequências e taxas alimentares nos parâmetros biológicos do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*), como ganho de peso, crescimento, conversão alimentar, eficiência alimentar, taxa de crescimento específico, fator de condição e sobrevivência.

#### 4 - Referência bibliográfica

ADEROLU A. Z.; SERIKI B. M.; APATIRA A. L.; AJAEGBO C. U. Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and economic viability of rearing African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) fingerlings and juveniles. **African Journal of Food Science**, vol. 4, p. 286 - 290, 2010.

ALMEIDA, R.F.B.; SILVA, A.L.N. & PEREIRA, J.A. Análise comparativa do crescimento do camorim, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1972), alimentado com dietas viva e inerte em viveiro estuarino. **Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife**, v.27, n.1, p.115-127, 1999.

ALVAREZ-LAJONCHERE, L.; TSUZUKI, M.Y. A review of methods for *Centropomus* spp. (Snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. **Aquaculture Research**. v.39, p.684-700, 2008.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S. Cultivo de robalos:Potencialidades e resultados. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 85, p. 15-21, 2004.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S.; TSUZUKI, M.Y.; IBARRA-CASTRO, L. Cultivo de robalos, família Centropomidae. In: ORVAY, F.C. (Org.). *Piscicultura marina en Latinoamérica: bases científicas y técnicas para su desarrollo*. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2013. p. 231-245.

ARNOLD, C. R.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. 2002. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, p. 205 - 208, 2002.

AYDIN I; AK O; KUÇUK E; POLAT H; CEYLAN B. Optimum temperature and growth performance of hatchery reared Black Sea flounder (*Platichthys flesus luscus* PALLAS, 1814). **Turk J Vet Anim Sci**, v. 36, p. 101 - 106, 2011.

BARBOSA, M.C.; JATOBÁ, A.; VIEIRA, F.N.; SILVA, B.C.; MOURIÑO, J.L.P.; ANDREATTA, E.R.; SEIFFERT, W.Q.; CERQUEIRA, VR. Cultivation of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) fed probiotic in Laboratory conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, p. 795 - 801, 2011.

BISWAS G, THIRUNAVUKKARASU AR, SUNDARAY JK, KAILASAM M. Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. **Aquaculture**, v. 305:26–31. 2010. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2010.04.002

BRASIL. 2010 Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008 – 2009 Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília 99p.

CAVALLI, R. O.; HAMILTON, S. A piscicultura marinha no Brasil: Afinal, quais as espécies boas para cultivar? **Panorama da Aquicultura**, v. 17, n. 104, p. 50-55, 2007.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, p.155-164, 2011.

CEAGESP. 2015. Cotações de Preços no Atacado. São Paulo: CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo, 2011. Disponível em: [www.ceagesp.gov.br/cotações](http://www.ceagesp.gov.br/cotações). Acesso: maio/2015.

CERQUEIRA V.R. e TSUZUKI, M.Y. A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 35, p. 17 - 28, 2009.

CERQUEIRA, V. R. Cultivo de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: Baldisseroto, B. e L. C. Gomes. UFSM, Santa Maria: Espécies nativas para piscicultura no Brasil, 2005. Cap. 18. p. 403 - 431.

CHO, S.H., LIM, Y.S., LEE, J.H., LEE, J.K., PARK, S., LEE, S.M. Effect of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. **J. World Aquac. Soc**, v. 34, p. 85 - 91, 2003.

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 de Ciências Agrárias e Ambientais**, v.8, p.429 - 436, 2010.

COSTA FILHO J.; FABREGAT T. E. H. P.; ROSA, C. A. V. L. Uma revisão sobre os principais aspectos no cultivo do robalo. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.12, n.3, p. 317 - 325, 2013.

COSTA-BOMFIM C. N.; PESSOA W. V. N.; OLIVEIRA R. L. M.; FARIAS J. L.; DOMINGUES E. C.; HAMILTON S.; CAVALLI R. O. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). **Journal Applied Ichthyology**, v. 30, p. 135 - 139, 2013.

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; MCCLEAN, E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. **Aquaculture**, v. 261, p. 384 - 391. 2006.

DOMINGUES E. C.; HAMILTON S.; BEZERRA T. R. Q.; CAVALLI R. O. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. **Bol. Inst. Pesca**, v. 40, p. 237 - 249, 2014

DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. **Aquaculture**, v. 213, p. 279 - 292, 2002.

FAO, 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture 2014. Rome, FAO. 2014. 243p.

FAULK, C.K.; HOLT, J.H. Responses of cobia, *Rachycentron canadum*, larvae to abrupt or gradual changes in salinity. **Aquaculture**, v. 254, p. 275 - 283, 2006.

FERRAZ, E. de M.; CARVALHO, C.G.S.; SCHAEFER A.L.C.; NARAHARA, M.Y.; CERQUEIRA, V.R. Influência da temperatura de cultivo sobre o crescimento e diferenciação sexual de robalo-peva, *Centropomus parallelus* Poey, 1860. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.6, p.1 - 16, 2011.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980. 90p.

FRANKS, J.S.; OGLE, J.T.; LOB, J.M.; NICHOLSON, L.C.; BARNES, D.N.; LARSEN, K.M. Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum* induced by human chorionic gonadotropin (HCG), with comments on fertilization, hatching, and larval development. **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute**, v.52, p.598-609, 2001.

FROESE, R., D. PAULY. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <[www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)>. Acesso em 01 de junho de 2014.

GARCÍA-GALANO T.; CARLOS PÉREZ J.; GAXIOLA G.; SÁNCHEZ A. Effect of feeding frequency on food intake, gastric evacuation and growth in juvenile snook, *Centropomus undecimalis* (BLOCH). **Rev. Invest. Mar.** v. 24, p.145 - 154, 2003.

GODDARD, S., 1995. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman & Hall, New York.

GODINHO, H. M.; SERRALHEIRO, P.C.S.; FERRAZ, E.M.; PIMENTEL, C.M.M.; OLIVEIRA, I.R.; PAIVA, P. Reprodução induzida em robalo *Centropomus parallelus* Poey, 1860. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 37, n. 1, p. 37-42, 2000.

GRACIA-LÓPEZ, V.; GARCÍA-GALANO, T.; GAXIOLA-CORTÉS, G.; PACHECO-CAMPOS, J. Efecto del nivel de proteína en la dieta y alimentos

comerciales sobre el crecimiento y la alimentación en juveniles del robalo blanco, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792). **Ciências Marinas**, v.29, p.585-594, 2003.

GUOXIANG S.; JIMENG Z.; BAOLIANG L.; YING L. Effects of feeding and stocking density on digestion of cultured Atlantic salmon *Salmo salar* L. **Chinese Journal of Oceanology and Limnology**, vol. 32, nº. 6, p. 1320 - 1328, 2014.

HAMILTON S.; SEVERI W.; CAVALLI R. O. Biologia e aquicultura do beijupirá: uma revisão. **Bol. Inst. Pesca**, v.39, p. 461 – 477, 2013.

HASSLER, W.W.; RAINVILLE, R.P. Techniques for hatching and rearing cobia, *Rachycentron canadum*, through larval and juvenile stages. Raleigh: University of North Carolina Sea Grant College Program, 26 p. 1975. Report, UNC-SG-75-30.

HERNÁNDEZ-VIDAL, U., LESHER-GORDILLO, J., CONTRERAS-SÁNCHEZ, W.M., CHIAPPA-CARRARA, X. Genetic variability of the Common Snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in connected marine and riverine environments. **Revista de Biología Tropical**, v. 62, p. 627 - 636, 2014.

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

KIM, K-D.; KIM, K-M; KANG, Y.J. Influences of feeding frequency of extruded pellet and moist pellet on growth and body composition of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in suboptimal water temperatures. **Fisheries Science**, v. 73, p. 745-749, 2007.

KUBITZA, F. Nutrição e alimentação dos peixes. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1997. 74p.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile fishes. **Rev. Fish. Sci.**, v. 7 p. 1-22, 1999.

KUÇUK E., AYDIN 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*). **Aquac. Int.**, v. 22, p. 723 - 732, 2014.

LEE S. M.; PHAM M. A. Effects of feeding frequency and feed type on the growth, feed utilization and body composition of juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) **Aquac. Res.** , v. 41, p.166 - 171, 2010.

LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. 2005. Cobia aquaculture in Taiwan. **World Aquaculture**, March, 2005.

LIEBL F. Desempenho de juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallellus*) e robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) cultivados em água doce. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil 46p. 2013.

LIN, J.H.; CHEN, T.Y.; CHEN, M.S.; CHEN, H.E.; CHOU, R.L.; CHEN T.I.; SU, M.S.; YANG, H.L. Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. **Aquaculture**, v. 255, p. 125-132, 2006.

LOWERRE-BARBIERI S, VILLEGAS-RIOS D, WALTERS S, BICKFORD J, COOPER W. Spawning site selection and contingent behavior in Common Snook, *Centropomus undecimalis*. 2014. PLoS ONE 9(7): e101809.

MELLO G. L. Engorda do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*: efeito da temperatura, da salinidade e da alimentação. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. 150 p. 2014.

MIAO, S.; JEN, C.C.; HUANG, C.T.; HU, S.H. Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. **Aquac. Int.**, v. 17, p. 125 - 141, 2009.

MOLINARI, D.; AMARAL JÚNIOR, H.; SANCHES, E. G.; COSTA FILHO, J.; OLIER, B. S.; MELLO, G. L. Diferentes densidades para a pré engorda do robalo flecha *Centropomus undecimallis* em viveiros de carcinocultura no sul do Brasil. In: AQUACIENCIAS 2012, 5., 2012, Palmas, TO. [Anais...]. Florianópolis, SC: AQUABIO, 2012.

MOREIRA C. B.; ROMBENSO A. N.; CANDIOTTO F. B.; TSUZUKI M. Y. Feeding frequency affects growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum* cultured in near-shore cages. **Bol. Inst. Pesca**, v. 41, n. 2, p. 219 – 226, 2015.

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

PASSINI G.; CARVALHO C. V. A.; LANDUCI F. S.; GUINLE L. V.; STERZELECKI F. C.; CERQUEIRA V. R. Primeira experiência de maturação e desova

do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, em cativeiro no Brasil. **XI Reunião Científica do Instituto de Pesca**, p. 143-145, 2013.

PEREIRA, J. A.; SANTOS, G. A. C.; MACÊDO, S. J.; SANTANA, M. F. A. Monocultivo do camurim, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792) em viveiros-rede, Pernambuco (BRASIL). **Trabalhos de Oceanografia**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 25, p. 61 - 68, 1997.

PERERA-GARCÍA MA, MENDOZA-CARRANZA M, CONTRERAS-SÁNCHEZ WM, HUERTA-ORTIZ M, PÉREZ-SÁNCHEZ E. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. **Rev. Biol. Trop.**, v. 59, p. 669 - 681, 2011.

RABELO L. B.; SOARES L. S. H. Feeding interaction of the non-native African catfish (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) in Itanhém river estuary, Bahia, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 62, p. 179 - 186, 2014.

RESLEY, M.J.; WEBB JUNIOR, K.A.; HOLT, G.J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 253, p. 398-407, 2006.

RHODY, N.R., NASSIF, N.A., MAIN, K.L. Effects of salinity on growth and survival of common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) larvae. **Aquac. Res.**, v. 41, p. 357 - 360, 2010.

RHODY, N.R., PUCHULUTEGHI, C., TAGGART, J.B., MAIN, K.L., MIGAUD, H. Parental contribution and spawning performance in captive common snook *Centropomus undecimalis* broodstock. **Aquaculture**, v. 432, p. 144-153, 2014.

RIBEIRO F. F., FORSYTHE S., QIN J. G. Dynamics of intracohort cannibalism and size heterogeneity in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) at different stocking densities and feeding frequencies. **Aquaculture**, v. 444, p. 55-61, 2015.

RIVAS, L. R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**. v. 3, p 579-611, 1986.

ROCHA, A. J. S.; GOMES, V.; NGAN, P.V.; PASSOS, M.J.A.C.R.; FURIA, R.R. Metabolic demand and growth of juveniles of *Centropomus parallelus* as function of salinity. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 316, p. 157-165, 2005.

SANCHES E. G.; SILVA F. C.; A. P. G. D. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no nordeste do Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v. 40, p. 577 - 588, 2014.

SANCHES, E.G.; HENRIQUE, M. B.; FAGUNDES, L. Viabilidade econômica do cultivo da garoupa-verdadeira (*Epinephelus marginatus*) em tanques rede, região Sudeste do Brasil. **Informações Econômicas**, v.36, p.15 - 25, 2006.

SANCHES, E.G.; SECKENDORFF, R.W.V.; HENRIQUE, M.B.; FAGUNDES, L. SEBASTIANI, E.F. Viabilidade econômica do cultivo de bijupirá (*Rachycentron canadum*) em sistema offshore. **Informações Econômicas**, v. 12, p. 41 - 51, 2008.

SHAFFER, R. V.; NAKAMURA, E. L. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). FAO Fisheries Synopsis, 1989. 153p. U.S.

SILVA, A.L.N. da. Tilápia vermelha (Híbrido de *Oreochromis spp* e Camorim, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792): Aspectos biológicos e cultivo associado na região nordeste do Brasil.. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos). 200 p. 1996.

SILVA, J. E. Fisiocologia do camorin (*Centropomus undecimalis* BLOCH, 1792). Estudo experimental de crescimento em ambiente confinado. Tese de Doutorado em Ciências e Fisiologia - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 101 p. 1976.

SOLIGO, T.; FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R.; TSUZUKI, M.Y. Primeira experiência de indução hormonal, desova e larvicultura do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* no Brasil. In: CYRINO, J.E.P.; SCORVO FILHO, J.D.; SAMPAIO, L.A.; CAVALLI, R.O. Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, Jaboticabal, SP. p. 143-152, 2008.

SOLIGO, T.A., GARCIA, A.S., CERQUEIRA, V.R. Weaning of the common snook (*Centropomus undecimalis*) early juveniles reared in laboratory using commercial and experimental diets. **Bol. Inst. Pesca**, v. 37, p. 367-374, 2011.

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, p. 1317 - 1322, 2003.

SOUZA-FILHO, J.J.; TOSTA, G.A.M. Bijupirá: as primeiras desovas da geração F1. **Panorama da Aquicultura**, v.18, n.110, p. 50-53, 2008.

SUN L.H., CHEN H.R., HUANG L.M., WANG, Z.D.; YAN, Y. Growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) relative to ration. **Aquaculture**, v. 257, p. 214 - 220, 2006.

TSUZUKI M. Y.; GUARIZI J. D.; ANNUNCIÇÃO W. F.; SORANDRA C. frequência alimentar e densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva em tanques-rede. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, v. 40, p. 629 - 637, 2014.

TSUZUKI, M.Y.; BERESTINAS, A.C. Desempenho de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* com diferentes dietas comerciais e frequência alimentares. **Bol. Inst. Pesca**, v. 34, p. 535 - 541, 2008.

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

TURKMEN S.; EROLDogan O. T; YILMAZ H. A; OLÇULU A; INAN G. A. K.; ERÇEN Z.; TEKELIOGLU N. Compensatory growth response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax L.*) under cycled starvation and restricted feeding rate. **Aquaculture Research**, v. 43, p. 1643-1650, 2012.

VON IHERING, R. Criação de peixes em viveiros no Recife. **Boletim da Secretaria de Agricultura, Indústria e Viação - Recife, PE**, v.35, p. 35-40, 1932.

WALLACE, R.A.; BOYLE, S.M.; GRIER, H.J.; SELMAN, K. & PETRINO, T.R. Preliminary observations on oocyte maturation and other aspects of reproductive biology in captive female snook. *Centropomus undecimalis*. **Aquaculture**, v. 116, p. 257 - 73, 1993.

XIE F; AI Q; MAI K; XU W; MA H. The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* Richardson) larvae. **Aquaculture**, v. 311, p. 162 - 167, 2011.

YANES-ROCA, C.; RHODY, N.; NYSTROM, M.; MAIN, K. L. Effects of fatty acid composition and spawning season patterns on egg quality and larval survival in common snook (*Centropomus undecimalis*). **Aquaculture**, v. 287, n. 3-4, p. 335-340, 2009.

YILMAZ H.A.; EROLDogan O.T. Combined effects of cycled starvation and feeding frequency on growth and oxygen consumption of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **World Aquaculture Society**, v. 42, p. 522 - 529. 2011

ZARZA-MEZA E.A.; BERRUECOS-VILLALOBOS J.M.; VÁSQUEZ-PELÁEZ C.; ALVAREZ-TORRES P. Experimental culture of snook *Centropomus undecimalis* and chucumite *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) in artisanal earthen ponds. **Ciencias Marinas**, Vol. 32, n. 21, p. 219-227 2006.

## **5 - Artigo científico**

### **5.1 - Artigo científico I**

Artigo científico a ser encaminhado para:  
Revista do Boletim do Instituto de Pesca.

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (disponível em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/NovasInstrucoes\\_aos\\_Autores\\_19nov15.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/NovasInstrucoes_aos_Autores_19nov15.pdf))

## EFEITOS DA FREQUÊNCIA E DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO DE JUVENIS DE ROBALO-FLECHA, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792)

Ricardo L. M. OLIVEIRA<sup>1,2</sup>, Leilane B. G. dos SANTOS<sup>1</sup>, Nelson G. da SILVA NETO<sup>1</sup>, Scarlatt Paloma A. SILVA<sup>1</sup>, Felipe dos Santos SILVA<sup>1</sup>, Enrique MELATTI<sup>1</sup> e Ronaldo O. CAVALLI<sup>1</sup>

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Piscicultura Marinha, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Avançado Cabedelo Centro, Av. Pastor José Alves, s/n, Centro, 58100-222, Cabedelo, PB, Brasil.  
E-mail: ricardo.oliveira@ifpb.edu.br

### RESUMO

Os efeitos da frequência e da taxa de alimentação sobre o crescimento de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) criados em laboratório foram avaliados. Juvenis com peso médio de 2,55 g ( $\pm 0,48$ ) e comprimento total médio de 6,81 cm ( $\pm 0,48$ ) foram divididos em grupos de 20 peixes e mantidos em 30 unidades experimentais de 50 L durante 60 dias. O delineamento experimental foi fatorial (3 x 3) com três frequências alimentares (F2, F4 e F6: 2, 4 e 6 refeições diárias, respectivamente), três taxas de alimentação diárias (T1, T2,5 e T4: 1,0, 2,5 e 4,0% da biomassa dos peixes, respectivamente) e três repetições, totalizando nove tratamentos (F2T1, F2T2,5, F2T4; F4T1, F4T2,5, F4T4; F6T1, F6T2,5; F6T4). Um controle externo, que utilizou a frequência alimentar de quatro vezes ao dia e alimentação até a saciedade aparente (F4S), foi adicionado. A cada 15 dias foram aferidos peso e comprimento total de todos os peixes para ajuste da quantidade de ração a ser administrada. As variáveis de qualidade de água mantiveram-se dentro de níveis aceitáveis para a espécie. A taxa de alimentação teve maior influência no desempenho dos robalos que a frequência. A sobrevivência, o fator de condição e os coeficientes de variação inicial e final não apresentaram diferenças significativas. A frequência e a taxa de alimentação influenciaram diretamente no ganho de peso e comprimento, eficiência alimentar, taxa de crescimento específico e conversão alimentar aparente. Para os juvenis de robalo-flecha com peso entre 1 a 16 g recomenda-se de quatro a seis refeições diárias com uma taxa

de alimentação entre 1,86 e 3,31%/dia, a qual deve decrescer de acordo com o ganho de peso dos indivíduos.

Palavras-chave: piscicultura marinha; camurim; alimentação.

**EFFECT OF FEEDING FREQUENCY AND RATION SIZE ON THE GROWTH  
PERFORMANCE OF JUVENILE COMMON SNOOK,  
*Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)**

**ABSTRACT**

The combined effects of feeding frequency and ration size on the growth performance of laboratory-reared common snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles were evaluated. Fish with mean ( $\pm$  SD) weight of 2.55 g ( $\pm$  0.48) and total length of 6.81 cm ( $\pm$  0.48) were divided in to groups of 20 fish and maintained in thirty 50 L tanks for 60 days. A 3 x 3 factorial design with three feeding frequencies (F2, F4 and F6, 2, 4 or 6 daily meals, respectively), three daily feeding rates (T1, T2,5 and T4; 1.0, 2.5 or 4.0% of fish biomass, respectively) and three replicates each were used (treatments were thus named F2T1, F2T2,5, F2T4; F4T1, F4T2,5, F4T4; F6T1, F6T2,5; F6T4). An external control using 4 daily meals and fed to apparent satiety (F4S) was also tested. Every 15 days weight and length of all fish were measured to adjust the amount of feed. Water quality variables were maintained within levels considered acceptable for this species. Ration size had a larger effect on the results than feeding frequency. Survival, condition factor and size distribution over time were not significantly affected, but feeding frequency and ration size had an direct influence on length and weight gain, feed efficiency, specific growth rate and feed conversion. Common snook weighing from 1 to 16 g should be fed 4 to 6 daily meals with a feeding rate between 1.86 and 3.31% of their biomass, and this should decrease according to the weight of fish.

Key words: marine fish farming; snook; feeding

**INTRODUÇÃO**

Entre as várias espécies que apresentam potencial para alavancar a piscicultura marinha no Brasil, os robalos do gênero *Centropomus* (*C. undecimalis* e *C. parallelus*) destacam-se por apresentar crescimento relativamente rápido, boa conversão alimentar

e possibilidade de serem criados em altas densidades (ALVAREZ-LAJONCHÈRE & TSUZUKI, 2008). Entretanto, como o robalo-flecha apresenta crescimento mais acelerado que o robalo-peva (*C. parallelus*) (ALVAREZ-LAJONCHÈRE, 2004), é a espécie de robalo mais indicada para aquicultura. A criação desta espécie ainda não apresenta importância comercial no Brasil, mas sua captura pela pesca foi estimada em 3,67 t entre 2008 e 2010 (BRASIL, 2010). É uma espécie que apresenta ótimo valor de comercialização (R\$ 30,00 reais/kg; CEAGESP, 2015), habita águas costeiras e estuarinas desde a Flórida, EUA, até Santa Catarina, Brasil (RIVAS, 1986). O robalo-flecha é considerado um peixe de primeira qualidade, apresentando grande aceitação no mercado, podendo atingir mais de 1,0 m e 20,0 kg (FIGUEIREDO e MENEZES 1980). Na natureza alimenta-se principalmente de peixes e crustáceos, possuindo hábito alimentar carnívoro (ALVAREZ-LAJONCHÈRE, 2004).

Na aquicultura do robalo-flecha, estima-se que a ração contribua com cerca de 45% do custo operacional (SANCHES et al., 2014). Considerando a importância da alimentação no desempenho de várias espécies de peixe, o manejo deve ser otimizado a fim de reduzir despesas (TURKMEN et al., 2012), melhorar o crescimento, a sobrevivência e a conversão alimentar, reduzir a heterogeneidade do lote e diminuir a liberação de resíduos no meio ambiente (GODDARD, 1996; KUBITZA e LOVSHIN, 1999; XIE et al., 2011). Contudo, mesmo com o potencial para diminuir a pressão econômica e ambiental, poucos estudos têm procurado estabelecer práticas adequadas de gerenciamento da alimentação (COSTA-BOMFIM et al., 2014).

A taxa de alimentação e a frequência alimentar influenciam no desenvolvimento de várias espécies de peixe (BISWAS et al., 2010; CORREA et al., 2010; BARBOSA et al., 2011; COSTA-BOMFIM et al., 2013; TSUZUKI et al., 2014). No caso dos robalos, até o momento apenas foram realizados estudos que consideram, de forma separada, a frequência alimentar (TSUZUKI e BERESTINAS 2008; CORRÊA et al., 2010; TSUZUKI et al., 2014) ou as taxas de alimentação (BARBOSA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013) para o robalo-peva. Para o robalo-flecha, temos conhecimento de apenas um único estudo avaliando unicamente a frequência alimentar (GARCÍA-GALANO et al., 2003). Estes autores observaram que o tempo de evacuação gástrica diminuiu de acordo com o aumento da frequência alimentar. A evacuação gástrica total foi de 16, 10 e 5-6 horas para peixes alimentados 1, 2 e 3 refeições ao dia. Para o robalo asiático (*Lates calcarifer*) e o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), porém, esta temática foi largamente estudada (AZZAYDI et al., 1998; LUPATSCH et al., 2001; EROLDGAN et al 2004; HARPAZ et

al 2005; GUROY et al., 2006; SALAMA 2008; BISWAS et al., 2010; TURKMEN et al., 2012; RIBEIRO et al., 2015). Por essa razão, este estudo avaliou o efeito conjunto de diferentes frequências e taxas de alimentação no desempenho de juvenis do robalo-flecha (*C. undecimalis*) criados em cativeiro.

## MATERIAL E METODOS

Grupos de 20 juvenis de robalo-flecha (*C. undecimalis*) com 2,55 g ( $\pm 0,48$ ) e 6,81 cm ( $\pm 0,48$ ) de peso e comprimento total foram distribuídos em 30 unidades experimentais de 50 L em sistema de recirculação. A temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinidade, oxigênio dissolvido (mg/L) e pH foram medidos diariamente com um multiparâmetro modelo YSI 556 (Yellow Springs Instruments, EUA) e pHmetro de bancada modelo PHS-3BW (Bel Engineering, Brasil). As concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram determinadas três vezes por semana por colorimetria com um fotômetro modelo YSI 9500 (Yellow Springs Instruments, EUA). O fotoperíodo foi de 12h:12h de luz e escuro por dia durante todo o período experimental. Os parâmetros de qualidade de água permaneceram dentro de níveis considerados aceitáveis para o robalo-flecha: salinidade 20,3 ( $\pm 1,1$ ), temperatura 30,3 $^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5$ ), pH 8,09 ( $\pm 0,14$ ) e oxigênio dissolvido 6,8 mg/L ( $\pm 1,4$ ). A concentração média de amônia total foi de 0,10 mg/L ( $\pm 0,14$ ). Não foram detectadas concentrações significativas de nitrito e nitrato.

O delineamento experimental utilizado foi fatorial (3 x 3), com três frequências alimentares (F2, F4 e F6; 2, 4 e 6 refeições diárias, respectivamente), três taxas de alimentação diárias (T1, T2,5 e T4; 1,0, 2,5 e 4,0% da biomassa dos peixes, respectivamente) e três repetições, totalizando nove tratamentos (F2T1, F2T2,5, F2T4; F4T1, F4T2,5, F4T4; F6T1, F6T2,5; F6T4). Um controle externo, que utilizou a frequência alimentar de quatro vezes ao dia e alimentação até a saciedade aparente (F4S), foi adicionado.

Os peixes de todos os tratamentos foram alimentados até a saciedade aparente durante sete dias até o início do experimento (período de aclimação) com a mesma ração comercial (55 % de proteína bruta e 10 % de extrato etéreo) utilizada durante os 60 dias do período experimental. A taxa de alimentação foi dividida de acordo com os horários das refeições, sendo às 8:00 e 17:00 h (duas vezes ao dia), 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h (quatro vezes ao dia) e 8:00, 9:50, 11:40, 13:30, 15:20 e 17:00 h (seis vezes ao dia).

A cada 15 dias, todos os indivíduos de cada tanque foram anestesiados com solução de óleo de cravo (AQUI-S, Bayer S.A., Chile), pesados individualmente em

balança digital (modelo S 622 Bel Engineering; Brasil; e=0,1 g) e medidos (comprimento total; cm) com um ictiômetro. Os valores médios de peso (g) foram utilizados para a correção das taxas de alimentação.

Foram estimadas a taxa de sobrevivência (S), ganhos de comprimento total (GC) e de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), eficiência alimentar (EA), fator de condição (K) e coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF):

$$S = (N^{\circ}PF / N^{\circ}PI) \times 100;$$

$$EA = (GP/QTRO) \times 100;$$

$$GC = CTF - CTI;$$

$$K = 100 \times (PF/CTF^3)$$

$$GP = PF - PI;$$

$$CVI = DPI/PI$$

$$CAA = QTRO/GP;$$

$$CVF = DPF/PF$$

$$TCE = [(\ln PF - \ln PI)/T (\text{dias}) \times 1000]$$

sendo: N<sup>o</sup>PF = número de peixes ao final do cultivo, N<sup>o</sup>PI = número de peixes inicialmente estocados; GC = ganho de comprimento total, CTF = comprimento total final, CTI = comprimento total inicial; PF = peso final, PI = peso inicial; QTRO = quantidade total de ração ofertada; DPI = desvio padrão do peso inicial; DPF = desvio padrão do peso final.

Os resultados de desempenho foram avaliados utilizando a análise de variância (ANOVA) de dois fatores (frequência e taxa de alimentação) com nível de significância de 5%. Para a temperatura foi utilizado a ANOVA com nível de significância de 5%. Em ambos os casos, os resultados que apresentaram diferenças significativas foram submetidos ao teste de Tukey (p<0,05).

A curva de crescimento (em termos de peso) em relação à taxa de alimentação foi ajustada em uma regressão polinomial de segunda ordem:  $y = ax^2 + bx + c$ , em que "x" é a taxa de alimentação, "c" é a intersecção da curva, "a" e "b" são coeficientes da regressão. A partir desta curva foram determinados a taxa de alimentação máxima (T<sub>máx</sub>), obtida por meio da derivada da função polinomial (-b/2a), sendo o ponto a partir do qual não existe mais incremento no parâmetro analisado (SHEARER, 2000) e as taxas alimentares de manutenção (T<sub>man</sub>) e ótima (T<sub>o</sub>), que são os pontos em que o ganho de peso do peixe é nulo ( $ax^2 + bx + c = 0$ ) e de melhor aproveitamento do alimento ( $\sqrt{c/a}$ ), respectivamente (BRETT, 1979).

Para construção do modelo matemático para estimativa do peso (g) dos peixes foi utilizado o programa R versão 3.0.2, sendo a ordem de entrada das variáveis selecionadas de acordo com o critério de Akaike (AIC).

## RESULTADOS

O peso médio e o comprimento médio total apresentaram diferenças significativas a partir do 15º dia, aumentando progressivamente até o 60º dia do experimento (Figura 1).

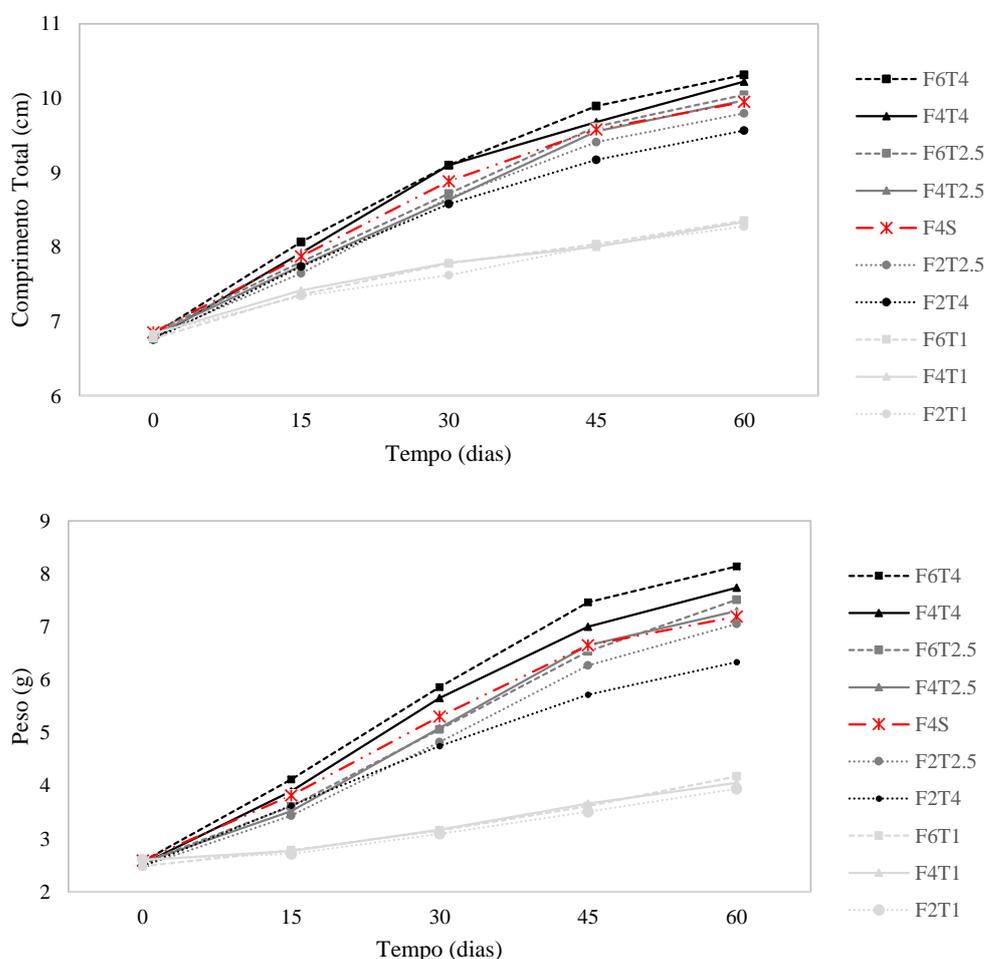


Figura 1. Peso médio (g) e comprimento total médio (cm) de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimailis*) alimentados em 2, 4 ou 6 refeições diárias (F2, F4 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (1, 2,5 e 4% da biomassa dos peixes: T1, T2,5 e T4, respectivamente), e um controle externo (frequência de quatro vezes ao dia até a saciedade aparente; F4S), durante 60 dias.

Ao término do experimento, tanto a taxa como a frequência de alimentação afetaram de forma significativa o GP (0,00; 0,048) e GC (0,00; 0,009), a CAA (0,00; 0,011), a EA (0,00; 0,033) e a TCE (0,00; 0,020), respectivamente.

Como não foi observado efeito da interação da frequência com a taxa de alimentação em nenhum dos parâmetros medidos, uma ANOVA de uma via foi então aplicada, sendo detectadas diferenças significativas para GP, GC, CAA, EA e TCE ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, S (0,751), K (0,247), CVI (0,137) e CVF (0,052) não apresentaram diferenças (Tabela 1).

Os peixes alimentados com as taxas de 2,5 e 4% da biomassa apresentaram GP e GC significativamente maiores, independente da frequência alimentar (Tabela 1). A CAA foi significativamente menor para os robalos alimentados com taxa de alimentação de 1 e 2,5% da biomassa, independente da frequência alimentar. A maior taxa de alimentação testada (4% da biomassa) resultou em eficiências alimentares (EA) significativamente menores (Tabela 1). Para uma mesma frequência de alimentação, observou-se uma tendência de decréscimo da EA com o aumento da taxa de alimentação. As TCE significativamente menores foram observados nos peixes alimentados com 1% da biomassa, independente da frequência alimentar (Tabela 1). A sobrevivência, o fator de condição e os coeficientes de variação inicial e final não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1).

Utilizando os resultados de ganho de peso (GP) nos modelos descritos por BRETT (1979) e SHEARER (2000), a curva de crescimento indica que a  $T_{man}$ ,  $T_o$  e  $T_{máx}$  seriam 0,93%, 1,86% e 3,31%, respectivamente (Figura 2).

Tabela 1. Médias ( $\pm$ DP) da sobrevivência (S; %), ganho de peso (GP; g), ganho de comprimento total (GC; cm), consumo alimentar aparente (CAA), fator de condição (K), eficiência alimentar (EA; %), taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF) de juvenis de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) alimentados em 2, 4 ou 6 refeições diárias (F2, F4 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (1, 2,5 e 4% da biomassa dos peixes: T1, T2,5 e T4, respectivamente), e um controle externo (frequência de quatro vezes ao dia até a saciedade aparente; F4S), durante 60 dias.

	S	GP	GC	CAA	K	EA	TCE	CVI	CVF
F2T1	98,3 (2,9)	1,3 (0,1) <sup>a</sup>	1,4 (0,1) <sup>a</sup>	1,3 (0,1) <sup>a</sup>	7,0 (0,3)	78,8 (3,7) <sup>b</sup>	0,7 (0,0 <sup>a</sup> )	18,1 (2,6)	21,3 (5,2)
F2T2,5	98,3 (2,9)	4,6 (1,4) <sup>b</sup>	3,0 (0,4) <sup>bc</sup>	1,4 (0,3) <sup>a</sup>	7,4 (0,4)	75,1 (17,5) <sup>b</sup>	1,8 (0,3 <sup>b</sup> )	18,6 (1,0)	24,8 (5,2)
F2T4	100,0 (0,0)	3,8 (0,6) <sup>b</sup>	2,8 (0,2) <sup>b</sup>	2,4 (0,2) <sup>b</sup>	7,2 (0,2)	41,2 (3,6) <sup>a</sup>	1,7 (0,2 <sup>b</sup> )	18,4 (0,4)	20,3 (4,5)
F4T1	96,7 (5,8)	1,5 (0,1) <sup>a</sup>	1,5 (0,1) <sup>a</sup>	1,2 (0,0) <sup>a</sup>	7,0 (0,2)	83,7 (2,7) <sup>bc</sup>	0,8 (0,0 <sup>a</sup> )	19,2 (1,3)	14,8 (4,2)

F4T2,5	96,7 (2,9)	4,8 (0,3) <sup>b</sup>	3,2 (0,2) <sup>bc</sup>	1,3 (0,1) <sup>a</sup>	7,4 (0,3)	74,7 (3,4) <sup>b</sup>	1,9 (0,1) <sup>b</sup>	16,1 (2,8)	25,1 (1,9)
F4T4	100,0 (0,0)	5,2 (0,1) <sup>b</sup>	3,5 (0,1) <sup>bc</sup>	2,1 (0,1) <sup>b</sup>	7,2 (0,0)	48,8 (2,5) <sup>a</sup>	2,0 (0,1) <sup>b</sup>	18,2 (2,2)	22,0 (0,6)
F6T1	98,3 (2,9)	1,7 (0,1) <sup>a</sup>	1,6 (0,1) <sup>a</sup>	1,0 (0,1) <sup>a</sup>	7,2 (0,2)	99,3 (7,6) <sup>c</sup>	0,9 (0,1) <sup>a</sup>	20,9 (2,3)	16,2 (2,0)
F6T2,5	100,0 (0,0)	5,0 (1,2) <sup>b</sup>	3,2 (0,4) <sup>bc</sup>	1,3 (0,2) <sup>a</sup>	7,4 (0,2)	78,9 (11,2) <sup>bc</sup>	1,9 (0,2) <sup>b</sup>	20,3 (2,0)	27,2 (5,3)
F6T4	96,7 (5,8)	5,6 (0,4) <sup>b</sup>	3,5 (0,1) <sup>c</sup>	2,1 (0,1) <sup>b</sup>	7,4 (0,2)	48,5 (3,5) <sup>a</sup>	2,1 (0,1) <sup>b</sup>	20,5 (1,4)	21,9 (5,5)
F4S	100,0 (0,0)	4,6 (0,4) <sup>b</sup>	3,1 (0,2) <sup>bc</sup>	1,0 (0,0) <sup>a</sup>	7,3 (0,2)	97,5 (1,7) <sup>bc</sup>	1,8 (0,1) <sup>b</sup>	17,7 (3,3)	24,2 (5,9)

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferenças significativas (P<0,05).

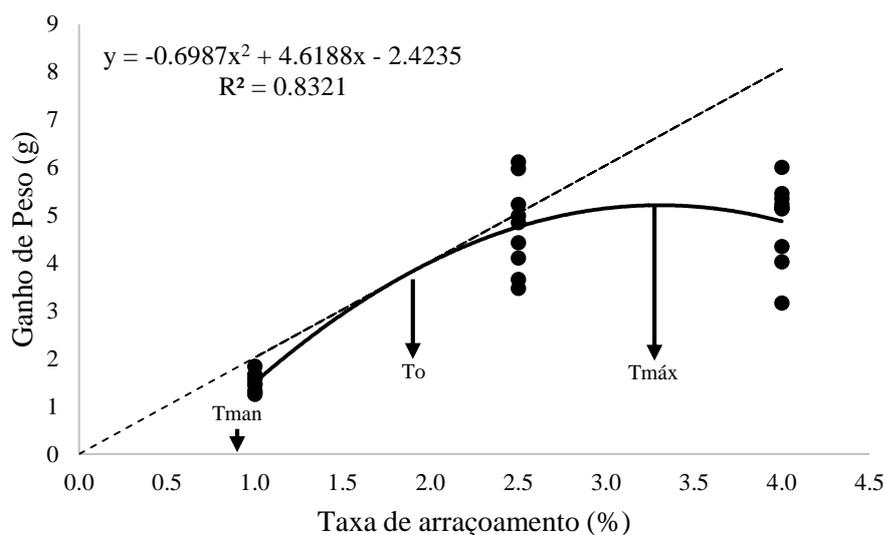
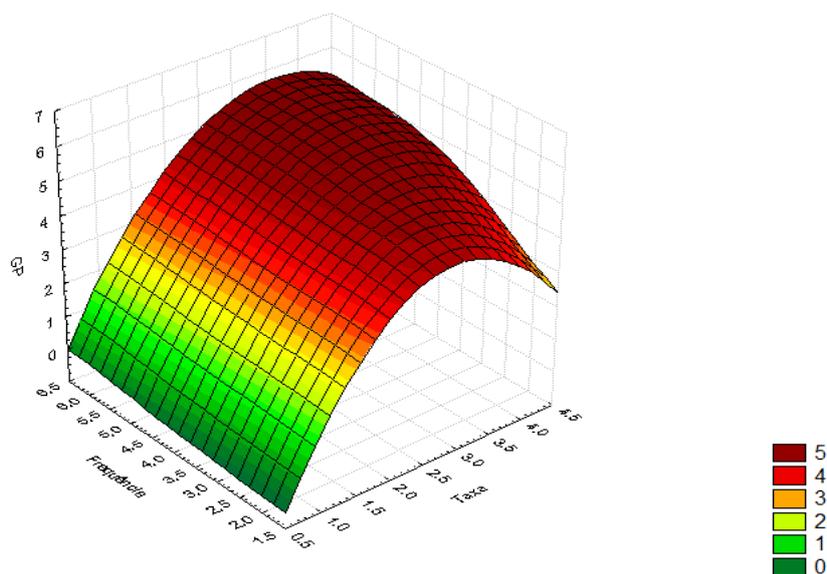


Figura 2. Ganho de peso (g) de juvenis de robalo flecha (*Centropomus undecimalis*) alimentados com diferentes taxas de alimentação (1, 2,5 e 4% da biomassa dos peixes), durante 60 dias. A linha tracejada representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados, sendo:  $y =$  taxa alimentar,  $x =$  ganho de peso, e "a" e "b" são constantes determinadas pela regressão. As taxas alimentares de manutenção (Tman), ótima (To) e máxima (Tmáx) foram estimadas em 0,93%, 1,86% e 3,31%, respectivamente.

Verificou-se um aumento no GP, até certo ponto, para todos os tratamentos, à medida que se eleva a frequência e taxa alimentar (Figura 3).

A alimentação dos peixes à saciedade aparente (tratamento F4S) permitiu estimar a taxa média de alimentação ao longo do período experimental, a qual decresceu de acordo com o peso. Inicialmente foi de 3,15% da biomassa dos peixes, mas alcançou 0,95% da biomassa total ao final dos 60 dias experimentais. Para todo o período experimental, a taxa média de alimentação foi estimada em 2,1%. Neste mesmo tratamento foram observadas variações no consumo de ração conforme o horário de alimentação: A quantidade média de ração consumida durante todo o

período experimental foi superior na primeira alimentação às 8:00 h (0,49 g ± 0,27), decrescendo sucessivamente nos horários seguintes (às 11:00 h: 0,42 g ± 0,23; e as 14:00 h: 0,40 g ± 0,21). O menor consumo de ração foi observado na última alimentação, às 17:00 h (0,34 g ± 0,20).



$$GP = -2.62 + 4.17 \cdot Tx + 0.22 \cdot F - 0.70 \cdot Tx \cdot Tx + 0.11 \cdot Tx \cdot F - 0.04 \cdot F \cdot F$$

Figura 3. Ganho de peso (GP; g) de juvenis do robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) submetidos a três frequências e três taxas de alimentação durante 60 dias. Sendo: GP = ganho de peso (g); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração oferta); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia).

O peso (P; g) dos indivíduos, com peso médio entre 1,4 e 15,8 g, ao longo do tempo em função das diferentes frequências e taxas de alimentação foi estimado por um modelo linear ( $R^2 = 61\%$ ):

$$P = 0,69 + 0,07 \cdot T + 0,96 \cdot Tx - 0,06 \cdot F$$

sendo: P = peso (g); T = tempo (dias); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração oferta); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia).

## DISCUSSÃO

Os peixes dos tratamentos em que a taxa de alimentação foi de 1% apresentaram baixo GP e GC, o que pode ser resultado da baixa oferta de alimento.

Apesar do menor crescimento, a alta taxa de sobrevivência e a não observação de interações agressivas entre os peixes indicam a não ocorrência de canibalismo, o que é comumente observado em indivíduos desse gênero (TUCKER, 1987; CERQUEIRA e TSUZUKI 2009; CORRÊA e CERQUEIRA, 2007; 2009). Para o robalo asiático (*L. calcarifer*), o canibalismo pode ser reduzido ou retardado com a utilização de frequências alimentares elevadas, contribuindo com a homogeneidade do lote (RIBEIRO et al., 2015). Para o robalo-peva (*C. parallelus*), a utilização de taxas de alimentação entre 1 e 6% também resultou em sobrevivências elevadas (BARBOSA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

Os robalos alimentados com a menor taxa (1% da biomassa) apresentaram menor crescimento a partir do 15º dia experimental, e isso ocorreu independente da frequência de alimentação empregada. Foi observado um efeito positivo no GP e GC quando combinados o aumento da frequência e da taxa de alimentação, o que corrobora com TSUZUKI et al. (2014), que verificaram a influência da frequência alimentar no crescimento de juvenis de robalo-peva (*C. parallelus*), e GARCÍA-GALANO et al. (2003), que encontraram maiores ganhos de peso de *C. undecimalis* com frequências alimentares mais elevadas, quando testadas 1, 2 ou 3 refeições ao dia. Por outro lado, CORRÊA et al. (2010) concluíram que 1, 2 ou 4 refeições diárias não influenciaram o desempenho de juvenis de robalo-peva com a utilização de uma taxa de alimentação de 6% da biomassa. BARBOSA et al. (2011) sustentam que taxas de alimentação abaixo do nível considerado ótimo podem levar ao aumento da heterogeneidade do lote, o que seria ocasionado pela competição pelo alimento. Isto, porém, não foi evidenciado neste estudo, já que o lotes de peixes de todos os tratamentos mantiveram-se homogêneos durante o período experimental.

As estimativas de  $T_{man}$ ,  $T_o$  e  $T_{máx}$  neste estudo (0,93, 1,86 e 3,31 %, respectivamente) foram superiores ao relatado para o robalo-peva (0,53, 1,7 e 3%, respectivamente) por BARBOSA et al. (2011), embora os peixes daquele estudo tivessem maior peso médio (30 g). Por outro lado, EROLDOGAN et al. (2004) estimaram a  $T_{man}$ ,  $T_o$  e  $T_{máx}$  de exemplares do robalo europeu (*D. labrax*), com peso inicial similar ao deste estudo, em 0,6, 2,5 e 5,2% para criados em água do mar, e 0,9, 3,0 e 5,7% quando em água doce. Além das diferenças de tamanho dos peixes entre os estudos, as diferenças nas estimativas dessas taxas também podem ser resultado da maior taxa de crescimento de *D. labrax* em relação à *C. undecimalis*, enquanto o robalo-

peva tem crescimento inferior em comparação ao robalo-flecha (TUCKER, 2000; TSUZUKI et al., 2008).

De forma geral, foi observado uma maior estratificação dos resultados relacionado às diferentes taxas de alimentação do que em relação às frequências. Isto pode ser constatado no modelo matemático, em que o coeficiente que acompanha a variável "taxa de alimentação" é numericamente superior (0,96) ao que acompanha a variável "frequência" (-0,06). Fato similar pode ser observado nos diferentes índices zootécnicos (GP, CAA, TCE e GC).

A combinação de frequências e taxas de alimentação elevadas proporcionaram um maior consumo e melhor aproveitamento do alimento, e maior desempenho zootécnico, como no caso dos peixes alimentados com as taxas de 2,5 e 4% combinada com as frequências de 4 e 6 refeições diárias. Peixes alimentados mais frequentemente consomem mais alimento quando comparado aos alimentados com menor frequência (DWYER et al., 2002). Na aquicultura, a frequência de alimentação geralmente varia de acordo com o tamanho do peixe; os menores são alimentados mais frequentemente quando comparado aos maiores (BISWAS et al., 2010). O aumento da frequência permite, muitas vezes, que peixes mantidos em densidades mais altas tenham maior acesso à ração, devido a melhor distribuição do alimento, ocasionando um maior ganho de peso (TSUZUKI et al., 2014). Uma exceção foram os peixes do tratamento F2T4, os quais, mesmo apresentando índices zootécnicos similares aos peixes alimentados com a mesma taxa, passaram a não a consumir toda a ração ofertada a partir do 28º dia até o final do experimento. Como a taxa máxima ( $T_{máx}$ ) foi estimada em 3,31%, pode-se, portanto, estimar um desperdício de ração de cerca de 0,69% da ração fornecida diariamente. Embora BENDHACK et al. (2013) tenham verificado que juvenis do robalo-peva consumiam a ração no fundo dos tanques após a saciedade aparente, neste estudo, os peixes alimentados com a taxa de 4% dificilmente ingeriam os péletes que ficavam no fundo dos tanques até serem removidos pelo manejo diário.

Independente da frequência de alimentação, os peixes alimentados com a taxa de 4% apresentaram baixa EA e, conseqüentemente, alta CAA, o que indica o baixo aproveitamento do alimento fornecido, apesar do crescimento comparativamente maior desses peixes. Altas taxas de crescimento acompanhadas de altas taxas de conversão alimentar apontam para o desperdício de alimento (BARBOSA et al., 2011), o que deve ser evitado, pois, além de aumentar os custos de produção (CHO et al., 2007; KIM et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2013; SANCHES et al., 2014), pode causar

aumento nas concentrações de amônia e, conseqüentemente, afetar o crescimento dos peixes (OLIVEIRA et al., 2013).

Por outro lado, os peixes do tratamento F6T1 tiveram uma alta EA, o que pode ser explicada pela otimização da digestão do alimento devido a privação alimentar (EROLDOGAN et al., 2004), uma vez que estes indivíduos recebiam a menor taxa diária de alimento fracionada no maior número de vezes ao dia. Ao testar taxas de alimentação de 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5% da biomassa para o robalo-peva, BARBOSA et al. (2011) encontraram que a alimentação dos peixes com a taxa de alimentação de 1% resultava na menor CAA, o que está de acordo com os nossos resultados.

O fornecimento de ração à saciedade aparente resultou em baixa CAA e elevada EA. Este fato ocorre principalmente devido a atenção dada a este grupo de peixes que recebeu a quantidade de ração próxima a ideal, não restando ração durante o período experimental, diferentemente do ocorrido nos tratamentos que utilizaram a taxa 4%. O valor estimado de ração ofertada para o tratamento controle (F4S) foi de 2,1%, próximo à taxa ótima (1,86%) de acordo com o modelo descrito por BRETT (1979).

Os valores de K não diferiram significativamente entre os tratamentos, e a média ( $7,24 \pm 0,22$ ) foi relativamente alta. Geralmente, altos K estão relacionados com uma boa condição dos indivíduos. O fator de condição é muito utilizado em estudos de biologia pesqueira como indicador do estado fisiológico dos animais, a partir do pressuposto de que indivíduos com maior peso, em um dado comprimento, estariam em melhores condições (LIMA-JUNIOR et al., 2002). Neste estudo, portanto, pode-se evidenciar que os peixes de todos os tratamentos foram submetidos a boas condições de criação, o que está de acordo com a alta sobrevivência observada.

A TCE, que indica o incremento diário de peso, foi maior nos peixes alimentados com as taxas de alimentação de 2,5 e 4% da biomassa, independente da frequência alimentar. O fornecimento de ração na razão de 1% da biomassa esteve próxima a  $T_{man}$ , que foi de 0,93%. Como o GP dos peixes desses tratamentos foi próximo a zero, provavelmente toda a ração oferecida era consumida e utilizada exclusivamente para a manutenção das atividades vitais. Nesse sentido, BARBOSA et al. (2011) concordam que a taxa de alimentação de 1% da biomassa não seria suficiente para suprir as exigências nutricionais e de demanda energética do robalo-peva. Os peixes dos tratamentos F4T4 e F6T4 chegaram a apresentar o dobro da TCE quando comparados a todos os tratamentos que adotaram as taxas de 1%.

Os juvenis de robalo-flecha apresentaram um maior consumo de alimento na primeira refeição do dia, sendo que a ingestão tendeu a decrescer ao longo do dia. Essa observação difere do relatado por GARCÍA-GALANO et al. (2003), que encontraram uma maior ingestão de alimento ao final do dia. Esta aparente discrepância pode estar relacionada à variação diária de temperatura, a qual, naquele estudo, aumentava de 26,1°C às 8:30 h para 30,2°C às 18:00 h. No nosso estudo, porém, a temperatura manteve-se constante ao longo do dia (médias de 30,4, 30,3, 30,3 e 30,3°C as 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h, respectivamente). Assim, desde que na faixa ótima para a espécie, em temperaturas mais elevadas há um maior consumo de alimento (GLENCROSS, 2008; BERMUDEZ et al., 2010; CERQUEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2013). Como consequência disso, peixes criados em temperaturas mais elevadas normalmente tem um maior eficiência alimentar e ganho de peso (BENDHACK et al., 2013). Estes autores, por exemplo, encontraram que robalos-peva criados a 29°C apresentaram um crescimento aproximadamente oito vezes maior do que os criados a 20°C. Outra possível explicação para essa discrepância entre estudos pode estar relacionada ao tamanho inicial dos robalos-flecha, pois, no estudo de GARCÍA-GALANO et al. (2003), o peso médio inicial era de cerca de 30 g.

## CONCLUSÕES

Robalos-flecha (*C. undecimalis*) com peso entre 1 a 16 g devem ser alimentados com quatro a seis refeições diárias com uma taxa de alimentação diária entre 1,86 e 3,31%, a qual deve decrescer a medida que o os indivíduos aumentem de peso.

## AGRADECIMENTOS

À equipe do Laboratório de Piscicultura Marinha, UFSC, em especial ao Prof. Dr. Vinícius Cerqueira e ao Eng. de Aquicultura Caio Cesar Magnotti, pelo fornecimento dos peixes. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq apoiou financeiramente este estudo. Ao CNPq e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de produtividade em pesquisa e de Doutorado concedidas a R.O. Cavalli e R.L.M. Oliveira, respectivamente.

**REFERÊNCIAS**

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S. 2004 Cultivo de robalos: Potencialidades e resultados. *Panorama da Aquicultura*, 14 (85): 15-21.

ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.; TSUZUKI, M.Y. 2008 A review of methods for *Centropomus* spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research*, 39: 684-700. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2008.01921.x.

AZZAYDI, M.; MADRID, J.A.; ZAMORA, S.; SANCHEZ-VAZQUEZ, F.J. 1998 Martinez F.J. Effect of three feeding strategies automatic, *ad libitum* demand-feeding and time-restricted demand-feeding on feeding rhythms and growth in European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 163: 285-296.

BARBOSA, M.C.; JATOBÁ, A.; VIEIRA, F.N.; SILVA, B.C.; MOURIÑO, J.L.P.; ANDREATTA, E.R.; SEIFFERT, W.Q.; CERQUEIRA, VR. 2011 Cultivation of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) fed probiotic in laboratory conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54: 795 - 801.

BENDHACK, F.; PECZEK, V.; GONÇALVES, R.; BALDAN, A.P. 2013 Desempenho do robalo-peva em diferentes temperaturas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8): 1128-1131.

BERMUDES, M; GLENCROSS, B; AUSTEN, K; HAWKINS, W. 2010 The effects of temperature and size on the growth, energy budget and waste outputs of barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 306: 160-166.

BISWAS G, THIRUNAVUKKARASU AR, SUNDARAY JK, KAILASAM M. 2010 Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. *Aquaculture*, 305: 26-31.

BRASIL. 2010 Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2008 - 2009 Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília 99p. Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/files/docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20Estat%203%ADstico%20MPA%202010.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%203%ADstico%20MPA%202010.pdf)> Acessado em: 15 jul 2015.

BRETT, J. R. 1979 Physiological energetics. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. *Fish physiology*. New York, Academic Press. p. 599-675.

CEAGESP. 2015. Cotações de Preços no Atacado. São Paulo: CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Disponível em: <[www.ceagesp.gov.br/cotações](http://www.ceagesp.gov.br/cotações)> Acesso em: 15 jul 2015.

CERQUEIRA, V. R. Cultivo de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria: UFSM, 2010. Ed. 2, p. 489-520.

CERQUEIRA V.R. e TSUZUKI, M.Y. 2009 A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. *Fish Physiology and Biochemistry*. 35: 17-28.

CHO, S. H.; LEE, S-M; PARK, B. H.; JI, S. C.; CHOI, C. Y., LEE, J. H. 2007 Effect of daily feeding ration on growth and body composition of subadult, *Paralichthys olivaceus*, fed an extruded diet during the summer season. *Journal of World Aquaculture Society*, 38: 68-73.

CORRÊA, C. F.; CERQUEIRA, V. R. 2007 Effects of stocking density and size distribution on growth, survival and cannibalism in juvenile fat snook (*Centropomus parallelus* Poey). *Aquaculture Research*, 38: 1627-1634.

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

COSTA-BOMFIM, C. N.; PESSOA, W. V. N.; OLIVEIRA, R. L. M.; FARIAS, J. L.; DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S.; CAVALLI, R. O. 2014 The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). *Journal of Applied Ichthyology*, 30: 135 - 139. DOI: 10.1111/jai.12339

DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. 2002 Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. *Aquaculture*, 213: 279-292.

EROLDOGAN, O. T.; KUMLU, M.; AKTAS, M. 2004 Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. *Aquaculture*, 231(4): 501-515.

FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, FAO. 243p. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>

FIGUEIREDO, J.L & MENEZES, N.A. 1980 *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil: III, Teleostei (2)*. Universidade de São Paulo, Museu de Zoologia, 90 p.

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

GLENCROSS, B.D. 2008 A factorial growth and feed utilization model for barramundi, *Lates calcarifer* based on Australian production conditions. *Aquaculture Nutrition*, 14: 360-373. DOI: 10.1111/j.1365-2095.2007.00543.x.

GODDARD, S. 1996 *Feed management in intensive aquaculture*. Newfoundland: Chapman & Hall. 194 p.

GUROY, D.; DEVECILER E.; KUT GUROY B.; TEKINAY A. A. 2006 Influence of feeding frequency on feed intake, growth performance and nutrient utilization in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed pelleted or extruded diets. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30: 171-177.

HARPAZ S., HAKIM Y., BARKI A., KARPLUS I., SLOSMAN T. & EROLDGAN O.T. 2005 Effects of different feeding levels during day and/or night on growth and brush-border enzyme activity in juvenile *Lates calcarifer* reared in freshwater recirculating tanks. *Aquaculture*, 248: 325-335.

KIM, K.-D.; KANG, Y. J.; KIM, K.-W. 2007 Effects of feeding rate on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Journal of World Aquaculture Society*, 38(1): 169-173.

KUBITZA, F.; LOVSHIN, L.L. 1999 Formulated diets, feeding strategies, and cannibalism control during intensive culture of juvenile fishes. *Reviews in Fisheries Science*, 7: 1-22.

LIMA-JUNIOR, S.E.; CARDONE, I.B.; GOITEIN, R. 2002 Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. *Acta Scientiarum*, 24: 397-400.

LUPATSCH, I.; KISSIL, G.W.; SKLAN, D.; PFEFFER, E. 2001 Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, 7: 71-80.

OLIVEIRA L. A. A. G; ALMEIDA A. M.; PANDOLFO P. S. V.; SOUZA R. M.; FERNANDES L. F. L.; GOMES L. C. 2013 Crescimento e produtividade de juvenis de robalo-peva a diferentes temperaturas e taxas de alimentação. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 48(8): 857-862.

RIBEIRO F. F.; FORSYTHE S; QIN J. G. 2015 Dynamics of intracohort cannibalism and size heterogeneity in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) at different stocking densities and feeding frequencies. *Aquaculture*, 444: 55-61.

RIVAS, L. R. 1986 Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*, 1986(3): 579-611. DOI: 10.2307/1444940.

SALAMA, A.J. 2008 Effects of different feeding frequency on the growth, survival and feed conversion ratio of the Asian sea bass *Lates calcarifer* juveniles reared under hypersaline seawater of the Red Sea. *Aquaculture Reserch*, 39: 561-567.

SANCHES E. G.; SILVA F. C.; A. P. G. D. 2014 Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40: 577 - 588.

SCHNAITTACHER, G. KINGV W.; BERLINSKY D. L. 2005 The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture Research*, 36: 370-377.

SHEARER, K. D. 2000 Experimental design, statistical analysis and modeling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquaculture Nutrition*, 6(2): 91-102.

SILVA, J. E. 1976 *Fisioecologia do camorin (Centropomus undecimalis BLOCH, 1792). Estudo experimental de crescimento em ambiente confinado*. São Paulo. 101f. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, USP.

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

TSUZUKI, M.Y.; CARDOSO, R.F.; CERQUEIRA, V.R. 2008 Growth of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* in cages at three stocking densities. *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 319-324.

TSUZUKI M. Y.; GUARIZI J. D.; ANNUNCIACÃO W. F.; SORANDRA C. 2014 Frequência alimentar e densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva em tanques-rede. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40: 629 - 637.

TUCKER JR., J.W. 1987 Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. *The Progressive Fish Culturist*, 49: 49-57.

TUCKER JR, J.W. 2000 *Marine fish culture*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers. 750p.

TURKMEN S.; EROLDogan O. T; YILMAZ H. A; OLÇULU A; INAN G. A. K.; ERÇEN Z.; TEKELIOGLU N. 2012 Compensatory growth response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under cycled starvation and restricted feeding rate. *Aquaculture Research*, 43: 1643 - 1650. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2011.02970.x

WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. 1998 Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, 165: 261-267.

XIE F; AI Q; MAI K; XU W; MA H. 2011 The optimal feeding frequency of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* Richardson) larvae. *Aquaculture*, 311: 162 - 167.

## 5. 2 - Artigo científico II

Artigo científico a ser encaminhado para:  
Revista do Boletim do Instituto de Pesca.

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (disponível em: [ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/NovasInstrucoes\\_aos\\_Autores\\_19nov15.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/NovasInstrucoes_aos_Autores_19nov15.pdf))

## EFEITOS DA FREQUÊNCIA E DA TAXA DE ALIMENTAÇÃO NO DESEMPENHO DE JUVENIS DO BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS 1766)

Ricardo L. M. OLIVEIRA<sup>1,2</sup>, Leilane B. G. dos SANTOS<sup>1</sup>, Nelson G. da SILVA NETO<sup>1</sup>, Scarlatt Paloma A. SILVA<sup>1</sup>, Felipe dos Santos SILVA<sup>1</sup>, Enrique MELATTTI<sup>1</sup> e Ronaldo O. CAVALLI<sup>1</sup>

1. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Piscicultura Marinha, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Avançado Cabedelo Centro, Av. Pastor José Alves, s/n, Centro, 58100-222, Cabedelo, PB, Brasil.  
E-mail: oliveirlm@gmail.com

### RESUMO

Os efeitos da frequência e da taxa de alimentação sobre o crescimento de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em laboratório foram avaliados. Juvenis com peso médio de 2,47 g ( $\pm 0,12$ ) e comprimento total médio de 9,55 cm ( $\pm 0,18$ ) foram divididos em grupos de 12 peixes e mantidos em 30 unidades experimentais de 50 L durante 28 dias. O delineamento experimental foi fatorial (3 x 3) com três frequências alimentares (F1, F3 e F6: 1, 3 e 6 refeições diárias, respectivamente), três taxas de alimentação diárias (T3, T6 e T12: 3, 6 e 12% da biomassa dos peixes, respectivamente) e três repetições, totalizando nove tratamentos (F1T3, F1T6, F1T12; F3T3, F3T6, F3T12; F6T3, F6T6; F6T12). Um controle externo, que utilizou a frequência alimentar de três vezes ao dia e alimentação até a saciedade aparente (F3S), foi adicionado. A cada 7 dias foram aferidos peso e comprimento total de todos os peixes para ajuste da quantidade de ração a ser administrada. As variáveis de qualidade de água mantiveram-se dentro de níveis considerados aceitáveis para a espécie. A frequência e a taxa alimentar, assim como a interação desses fatores, afetaram de forma significativa o ganho de peso e a taxa de crescimento específico. Não foram observados efeitos da frequência sobre a conversão alimentar aparente e a eficiência alimentar, mas a sobrevivência foi significativamente afetada. Para juvenis de beijupirá na faixa de peso entre 1,6 a 38,65 g

recomenda-se a utilização de três a seis refeições diárias com uma taxa de alimentação diária entre 6,16 e 10,51%, a qual deve decrescer a medida que os indivíduos crescem.

Palavras-chave: alimentação, arraçoamento, manejo, piscicultura marinha.

## **EFFECTS OF FEEDING FREQUENCY AND RATION SIZE ON THE GROWTH PERFORMANCE OF JUVENILE COBIA, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS 1766)**

### **ABSTRACT**

The effects of feeding frequency and ration size on the growth of laboratory-reared cobia (*Rachycentron canadum*) were evaluated. Juveniles with an average weight of 2.47 g ( $\pm 0.12$ ) and total length of 9.55 cm ( $\pm 0.18$ ) were divided into groups of 12 fish and kept in thirty 50 L tanks for 28 days. The experimental design was factorial (3  $\times$  3) with three feeding frequencies (F1, F3 and F6: 1, 3 and 6 meals per day, respectively), three daily feeding rates (T3, T6 and T12: 3, 6 and 12% fish biomass, respectively) and three replicates, totaling nine treatments (F1T3, F1T6, F1T12; F3T3, F3T6, F3T12; F6T3, F6T6; F6T12). An external control, which used three meals per day and apparent satiety (F3S), was also tested. Every 7 days weight and length of all fish were measured to adjust the amount of feed. Water quality variables remained within levels considered acceptable for the species. Feeding frequency, ration size and their interaction significantly affected weight gain and specific growth rate. No effects of feeding frequency on feed conversion and feed efficiency were observed, but survival was significantly affected. It is recommended to feed cobia juveniles (within the size range of 1.6 to 38.6 g) three to six meals a day and with a ration size between 6.16 and 10.51%, which should decrease as fish increase in size.

Key words: marine fish farming; feeding; management.

### **INTRODUÇÃO**

A produção mundial de beijupirá (*Rachycentron canadum*) pela aquicultura em 2013 foi estimada em 43.395 t (FAO, 2014), sendo os principais países produtores a China, Taiwan, Vietnã, Panamá e Colômbia. No Brasil, esta espécie vem sendo criada na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (CAVALLI et al., 2011; HAMILTON et al., 2013), tendo, em 2009, uma produção de 49 t (BRASIL,

2010). O beijupirá apresenta alta taxa de crescimento (ARNOLD et al., 2002), ótima conversão alimentar (BENETTI et al., 2008), facilidade para desovar em cativeiro (FRANKS et al., 2001; ARNOLD et al., 2002; SOUZA-FILHO e TOSTA, 2008), responde positivamente à vacinação (LIN et al., 2006), se adapta ao confinamento e aceita dietas extrusadas (CRAIG et al., 2006). Apesar disso, ainda são necessários estudos que contemplem a sanidade, a biologia da espécie, nutrição e manejo da alimentação (CAVALLI et al., 2011; HAMILTON et al., 2013; COSTA-BOMFIM et al., 2014).

Por tratar-se de uma espécie carnívora (MEYER e FRANKS 1996), o beijupirá exige uma grande quantidade de proteína de origem animal, sendo de fundamental importância a realização de estudos que otimizem o manejo alimentar, pois o custo da ração específica para peixes marinhos é elevado (DOMINGUES et al., 2014; BEZERRA et al., 2016). Dependendo da escala de produção, os gastos com alimentação do beijupirá podem significar entre 40 e 75% dos custos operacionais (MIAO et al., 2009; DOMINGUES et al., 2014; BEZERRA et al., 2016). O manejo da alimentação, portanto, merece total atenção, pois pode reduzir consideravelmente os custos (TURKMEN et al., 2012). Embora alguns estudos tenham analisado os efeitos da frequência alimentar sobre o desempenho dessa espécie (NHU 2009; ROMBENSO et al., 2009; COSTA-BOMFIM et al., 2014; MOREIRA et al., 2015), até o momento não foi considerada a taxa de alimentação. A taxa e a frequência de alimentação tem papéis determinantes na regulação da ingestão alimentar, no crescimento e na produção de resíduos (DWYER et al., 2002; CHO et al., 2003; TUCKER et al., 2006; YILMAZ e EROLDGAN, 2011; GUOXIANG et al., 2014). Por causa disso, este estudo se propôs a identificar os efeitos da frequência e da taxa de alimentação no desempenho de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) criados em cativeiro.

## MATERIAL E METODOS

Grupos de 12 juvenis do beijupirá (*R. canadum*) com tamanho inicial de 2,47 g ( $\pm$  0,12) e 9,55 cm ( $\pm$  0,18) de peso e comprimento total foram distribuídos em 30 unidades experimentais de 50 L em um sistema de recirculação de água. A temperatura ( $^{\circ}$ C), salinidade, oxigênio dissolvido (mg/L) e pH foram medidos diariamente com um multiparâmetro modelo YSI 556 (Yellow Springs Instruments, EUA) e pHmetro de bancada modelo PHS-3BW (Bel Engineering, Brasil). As concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram determinadas três vezes por semana por colorimetria com um fotômetro modelo YSI 9500 (Yellow Springs Instruments, EUA). O fotoperíodo foi de

12h:12h de luz e escuro por dia durante todo o período experimental. Os parâmetros de qualidade de água permaneceram dentro de níveis considerados aceitáveis para o beijupirá: salinidade 28,9 ( $\pm 1,7$ ), temperatura 29,1°C ( $\pm 0,5$ ), pH 7,84 ( $\pm 0,29$ ) e oxigênio dissolvido 6,2 mg/L ( $\pm 1,1$ ). A concentração média de amônia total foi de 0,19 mg/L ( $\pm 0,11$ ). Não foram detectadas concentrações significativas de nitrito e nitrato.

O delineamento experimental utilizado foi fatorial (3 x 3), com três frequências alimentares (F1, F3 e F6; 1, 3 e 6 refeições diárias, respectivamente), três taxas de alimentação diárias (T3, T6 e T12; 3, 6 e 12% da biomassa dos peixes, respectivamente) e três repetições, totalizando nove tratamentos (F1T3, F1T6, F1T12; F3T3, F3T6, F3T12; F6T3, F6T6; F6T12). Um controle externo, que utilizou a frequência alimentar de três vezes ao dia e alimentação até a saciedade aparente (F3S), foi adicionado. Este tratamento permitirá a estimativa de consumo alimentar em relação a biomassa de peixes e o tempo médio de saciedade ao longo do período experimental.

Em um período de aclimação de quatro dias, os peixes de todos os tratamentos foram alimentados até a saciedade aparente com a mesma ração comercial (55% de proteína bruta e 10% de extrato etéreo) utilizada durante os 28 dias do período experimental. A taxa de alimentação foi dividida de acordo com os horários das refeições, sendo às 8:00 (F1), 8:00, 12:00 e 17:00 h (F3) e 8:00, 9:50, 11:40, 13:30, 15:20 e 17:00 h (F6).

A cada 7 dias, todos os peixes foram anestesiados com solução de óleo de cravo (AQUI-S, Bayer S.A., Chile), pesados individualmente em balança digital (modelo S 622 Bel Engineering; Brasil; e=0,1 g) e medidos (comprimento total; cm). Os valores médios de peso (g) foram utilizados para a correção das taxas de alimentação.

Foram estimadas a taxa de sobrevivência (S), ganhos de comprimento total (GC) e de peso (GP), consumo alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), eficiência alimentar (EA), fator de condição (K) e os coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF):

$$S = (N^{\circ}PF / N^{\circ}PI) \times 100;$$

$$GC = CTF - CTI;$$

$$GP = PF - PI;$$

$$CAA = QTRO/GP;$$

$$TCE = [(\ln PF - \ln PI)/T (\text{dias}) \times 1000]$$

$$EA = (GP/QTRO) \times 100;$$

$$K = 100 \times (PF/CTF^3)$$

$$CVI = DPI/PI$$

$$CVF = DPF/PF$$

sendo: N<sup>o</sup>PF = número de peixes ao final do cultivo, N<sup>o</sup>PI = número de peixes inicialmente estocados; GC = ganho de comprimento total, CTF = comprimento total final, CTI = comprimento total inicial; PF = peso final, PI = peso inicial; QTRO = quantidade total de ração ofertada; DPI = desvio padrão do peso inicial; DPF = desvio padrão do peso final.

Os resultados de desempenho foram avaliados com a análise de variância (ANOVA) de dois fatores (frequência e taxa de alimentação) com nível de significância de 5%. Os resultados que apresentaram diferenças significativas foram submetidos ao teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A curva de crescimento (em termos de peso) em relação à taxa de alimentação foi ajustada em uma regressão polinomial de segunda ordem:  $y = ax^2 + bx + c$ , em que "x" é a taxa de alimentação, "c" é a intersecção da curva, "a" e "b" são coeficientes da regressão. A partir desta curva foram determinados a taxa de alimentação máxima (T<sub>máx</sub>), obtida por meio da derivada da função polinomial ( $-b/2a$ ), sendo o ponto a partir do qual não existe mais incremento no parâmetro analisado (SHEARER, 2000), e as taxas de alimentação de manutenção (T<sub>man</sub>) e ótima (T<sub>o</sub>), que são os pontos em que o ganho de peso do peixe é nulo ( $ax^2 + bx + c = 0$ ) e de melhor aproveitamento do alimento ( $\sqrt{c/a}$ ), respectivamente (BRETT, 1979).

O programa R versão 3.0.2 foi utilizado para a construção do modelo matemático para estimativa do peso (g) dos peixes, sendo a ordem de entrada das variáveis selecionadas de acordo com o critério de Akaike (AIC).

## RESULTADOS

O tamanho dos peixes aumentou progressivamente ao longo do período experimental, sendo que o peso médio e o comprimento médio total apresentaram diferenças significativas a partir do 7<sup>o</sup> dia (Figura 1).

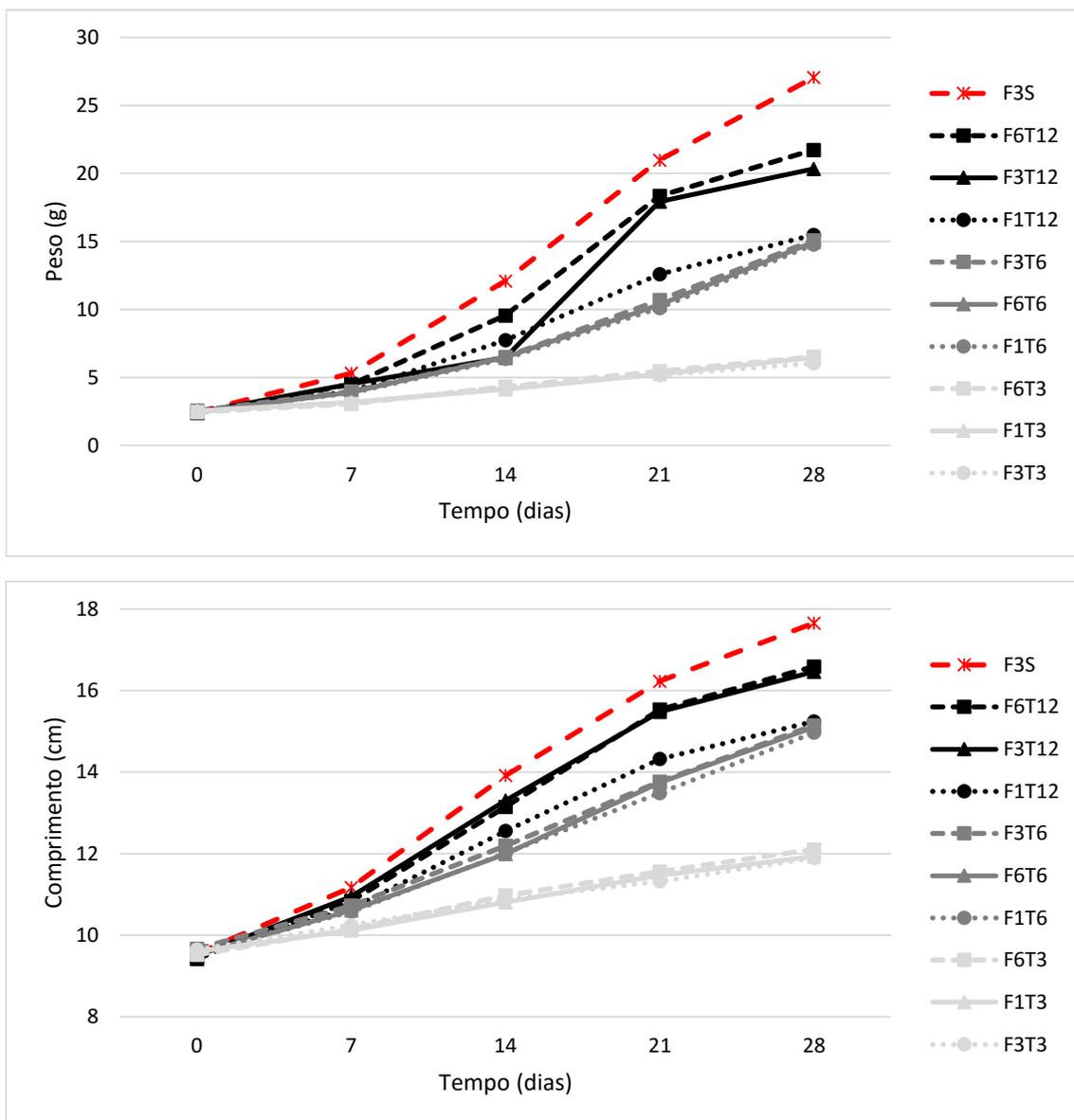


Figura 1. Peso médio (g) e comprimento total médio (cm) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados em 1, 3 ou 6 refeições diárias (F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

Ao final do experimento, a frequência e a taxa alimentar, e a interação desses fatores, afetaram de forma significativa os GP, GC e TCE (Tabela 1). Não foram observados efeitos da frequência sobre a CAA, EA e k, apenas sobre a sobrevivência (Tabela 1). Os peixes alimentados até a saciedade aparente (F3S) apresentaram maior GP, GC, k e TCE (Tabela 2). O tratamento F6T12 apresentou a menor sobrevivência (Tabela 2).

Tabela 1. Resultados da análise de variância bifatorial (significância de 5%) para ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, ganho de comprimento total, eficiência alimentar, fator de condição e sobrevivência de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados em 1, 3 ou 6 refeições diárias (F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

Ganho de peso (GP)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	24,5	2	12,2	9,9	0,001
Taxa (T)	780,2	2	390,1	314,9	0,000
Interação (F x T)	44,9	4	11,2	9,1	0,000
Erro	22,30	18	1.239		
Conversão alimentar aparente (CAA)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	0,04	2	0,02	1,28	0,30
Taxa (T)	13,42	2	6,71	414,03	0,00
Interação (F x T)	0,12	4	0,03	1,86	0,16
Erro	0,29	18	0,02		
Taxa de crescimento específico (TCE)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	1,45	2	0,73	12,65	0,000
Taxa (T)	78,43	2	39,22	683,11	0,000
Interação (F x T)	2,14	4	0,53	9,34	0,000
Erro	1,03	18	0,057		
Ganho de comprimento total (GC)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	1,84	2	0,91	11,07	0,000
Taxa (T)	86,16	2	43,08	519,40	0,000
Interação (F x T)	2,36	4	0,59	7,13	0,001
Erro	1,49	18	0,08		
Eficiência alimentar (EA)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	23,87	2	11,93	1,74	0,203
Taxa (T)	5179,68	2	2589,84	378,36	0,000
Interação (F x T)	51,74	4	12,94	1,89	0,156
Erro	123,21	18	6,84		
Fator de condição (k)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	0,05	2	0,02	3,25	0,062
Taxa (T)	3,74	2	1,87	247,58	0,000
Interação (F x T)	0,25	4	0,06	8,36	0,000
Erro	0,13	18	0,01		
Sobrevivência (S)					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P
Frequência (F)	529,8	2	264,9	9,364	0,002
Taxa (T)	128,6	2	64,3	2,273	0,132
Interação (F x T)	2457,2	4	64,3	2,273	0,101
Erro	509,3	18	28,3		

A CAA e a EA foram significativamente menores para os tratamentos que adotaram a taxa de alimentação de 12%, independente da frequência alimentar (Tabela 1). Em relação à K, foi observada uma melhora de acordo com a elevação da frequência e da taxa de alimentação. As TCE significativamente menores foram observadas nos peixes alimentados com a menor taxa de alimentar (T3), independente da frequência (Tabela 1). Os CVI e CVF não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Utilizando os resultados de GP nos modelos descritos por BRETT (1979) e SHEARER (2000), a Tman, To e Tmáx foram estimadas em 1,99%, 6,16% e 10,51%, respectivamente (Figura 2).

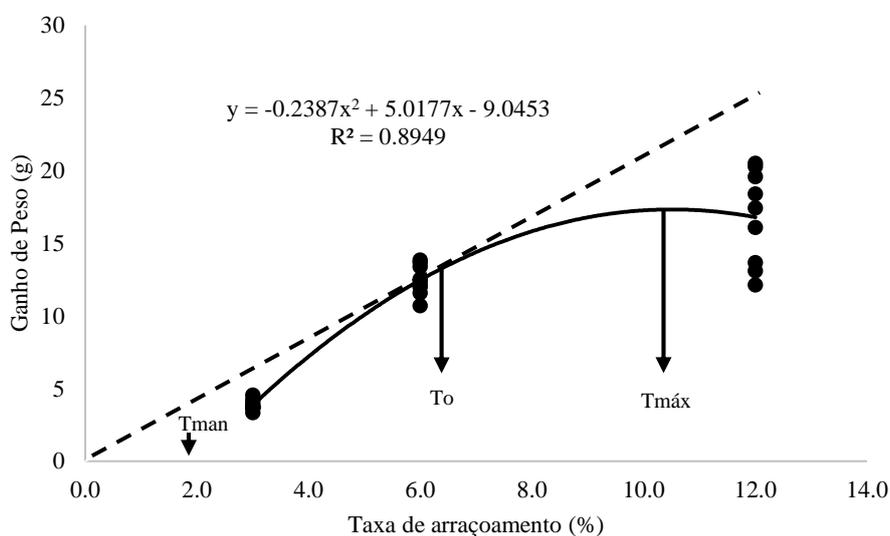


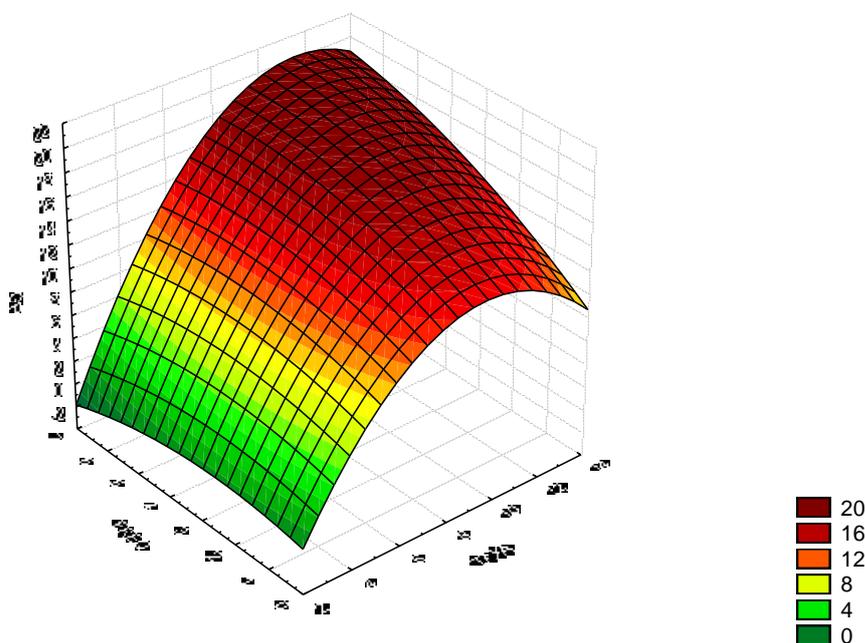
Figura 2. Ganho de peso (g) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados com diferentes taxas de araçãoamento (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes), durante 28 dias. A linha tracejada representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados, sendo:  $y$  = taxa alimentar,  $x$  = ganho de peso, e "a" e "b" são constantes determinadas pela regressão. As taxas alimentares de manutenção (Tman), ótima (To) e máxima (Tmáx) foram estimadas em 1,99%, 6,16% e 10,51%, respectivamente.

Tabela 2. Médias (DP) da sobrevivência (S; %), ganho de peso (GP; g), ganho de comprimento total (GC; cm), consumo alimentar aparente (CAA), fator de condição (K), eficiência alimentar (EA; %), taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e coeficientes de variação inicial (CVI) e final (CVF) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) submetidos a três frequências (1, 3 e 6 refeições diárias: F1, F3 e F6, respectivamente) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes: T3, T6 e T12, respectivamente), e um controle externo (frequência de três vezes ao dia até a saciedade aparente; F3S), durante 28 dias.

	S	GP	GC	CAA	K	EA	TCE	CVI	CVF
F1T3	100.0 (0.0) <sup>a</sup>	3.9 (0.3) <sup>a</sup>	2.3 (0.0) <sup>a</sup>	1.6 (0.1) <sup>a</sup>	3.8 (0.1) <sup>a</sup>	61.6 (1.8) <sup>ab</sup>	3.3 (0.1) <sup>a</sup>	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)
F1T6	97.2 (4.8) <sup>ab</sup>	12.3 (1.6) <sup>b</sup>	5.4 (0.5) <sup>b</sup>	1.6 (0.1) <sup>a</sup>	4.4 (0.0) <sup>b</sup>	63.7 (3.1) <sup>a</sup>	6.4 (0.2) <sup>b</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.0)
F1T12	100.0 (0.0) <sup>a</sup>	13.0 (0.8) <sup>b</sup>	5.7 (0.2) <sup>b</sup>	3.3 (0.1) <sup>b</sup>	4.4 (0.1) <sup>b</sup>	30.6 (0.9) <sup>c</sup>	6.5 (0.2) <sup>b</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.1)
F3T3	94.4 (9.6) <sup>ab</sup>	3.6 (0.2) <sup>a</sup>	2.3 (0.2) <sup>a</sup>	1.8 (0.1) <sup>a</sup>	3.6 (0.1) <sup>a</sup>	55.3 (1.9) <sup>b</sup>	3.2 (0.2) <sup>a</sup>	0.1 (0.0)	0.3 (0.1)
F3T6	100.0 (0.0) <sup>a</sup>	12.6 (1.0) <sup>b</sup>	5.5 (0.3) <sup>b</sup>	1.6 (0.1) <sup>a</sup>	4.3 (0.1) <sup>b</sup>	62.9 (3.3) <sup>a</sup>	6.3 (0.2) <sup>b</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.1)
F3T12	97.2 (4.8) <sup>ab</sup>	18.0 (2.3) <sup>c</sup>	7.0 (0.5) <sup>c</sup>	3.1 (0.3) <sup>b</sup>	4.5 (0.1) <sup>bc</sup>	32.2 (3.0) <sup>c</sup>	7.6 (0.5) <sup>c</sup>	0.1 (0.0)	0.3 (0.0)
F6T3	86.1 (4.8) <sup>ab</sup>	4.1 (0.4) <sup>a</sup>	2.6 (0.2) <sup>a</sup>	1.7 (0.1) <sup>a</sup>	3.7 (0.1) <sup>a</sup>	59.7 (4.3) <sup>ab</sup>	3.5 (0.2) <sup>a</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.0)
F6T6	97.2 (4.8) <sup>ab</sup>	12.5 (0.8) <sup>b</sup>	5.6 (0.2) <sup>b</sup>	1.6 (0.1) <sup>a</sup>	4.3 (0.1) <sup>b</sup>	63.7 (2.0) <sup>a</sup>	6.5 (0.1) <sup>b</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.0)
F6T12	83.3 (8.3) <sup>b</sup>	19.4 (0.9) <sup>c</sup>	7.2 (0.3) <sup>c</sup>	3.0 (0.1) <sup>b</sup>	4.8 (0.1) <sup>cd</sup>	33.3 (1.0) <sup>c</sup>	7.9 (0.1) <sup>cd</sup>	0.1 (0.0)	0.2 (0.0)
F3S	100.0 (0.0) <sup>a</sup>	24.6 (1.1) <sup>d</sup>	8.1 (0.3) <sup>d</sup>	1.7 (0.1) <sup>a</sup>	4.9 (0.1) <sup>d</sup>	59.8 (1.8) <sup>ab</sup>	8.6 (0.3) <sup>d</sup>	0.2 (0.0)	0.2 (0.1)

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

Foi verificado um aumento no GP, até um certo ponto, para todos os tratamentos, à medida que se eleva a frequência e a taxa alimentar (Figura 3).



$$GP = - 8.24 + 4.55 * Tx + 0.32 * F - 0.24 * Tx * Tx + 0.14 * Tx * F - 0.122 * F * F$$

Figura 3. Ganho de peso (GP; g) de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) submetidos a três frequências (1, 3 e 6 refeições diárias) e três taxas de alimentação (3, 6 e 12% da biomassa dos peixes) durante 28 dias, sendo: GP = ganho de peso (g); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração ofertada); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia).

A alimentação dos peixes à saciedade aparente (tratamento F3S) permitiu estimar a taxa média de alimentação ao longo do período experimental. Esta decresceu de acordo com a biomassa dos peixes. Inicialmente foi de 5,81% da biomassa, decrescendo para 3,43% ao final do experimento. Assim, a taxa média de alimentação durante todo o período experimental foi 4,95%. Neste mesmo tratamento também foram observadas variações no consumo de ração conforme o horário de alimentação. Os maiores consumos de ração foram observados na primeira (8:00 h: 3,38 g ± 1,76) e na última alimentação (17:00 h: 3,14 g ± 1,86). O menor consumo foi verificado na alimentação intermediária (12:00 h: 2,77 g ± 1,56).

O peso dos peixes, que variou entre 1,6 e 38,7 g, ao longo do tempo em função das diferentes frequências e taxas de alimentação, foi estimado por um modelo linear ( $R^2 = 52\%$ ):

$$P = - 4,51 + 0,46 * T + 2,83 * Tx - 0,13 * F$$

onde: P = peso (g); T = tempo (dias); Tx = taxa de alimentação (percentual diário de ração ofertada); F = frequência de alimentação (número de refeições por dia).

## DISCUSSÃO

As variáveis da qualidade de água, mantiveram-se dentro de níveis considerados aceitáveis para a espécie (SHAFFER e NAKAMURA, 1989; SUN et al., 2006; RODRIGUES et al., 2007). A alta sobrevivência comprova que a qualidade ambiental esteve de acordo com as exigências da espécie para esta fase de vida. LIAO et al. (2004) relatam que sobrevivências acima de 90% são comumente obtidas com beijupirás desta faixa de peso mantidos em sistemas de recirculação. As únicas exceções foram os tratamentos F6T3 e F6T12, que apresentaram sobrevivência abaixo de 90%. A maior parcela da mortalidade nesses tratamentos ocorreu devido ao salto de peixes para fora dos tanques nos primeiros dias do experimento, não estando, portanto, relacionada diretamente aos tratamentos experimentais. Outro fator observado nas fases iniciais de desenvolvimento do beijupirá, é o canibalismo (FAULK et al., 2007). Neste estudo, contudo, a julgar pela alta sobrevivência e a observação diária dos tratadores, não ocorreu sequer um evento de canibalismo.

Embora tenha sido observada uma grande voracidade no consumo do alimento pelos peixes de todos os tratamentos, isso ocorreu principalmente para os peixes tratados com a menor taxa de alimentação (3%), independentemente da frequência adotada. Para os demais tratamentos, que receberam maiores taxas de alimentação, foi observado o mesmo padrão, mas apenas nos momentos iniciais de oferta do alimento, sugerindo uma saciedade dos indivíduos com o passar do tempo.

O tempo médio de saciedade, estimado no tratamento F3S, foi de cerca de 30 minutos, quando os peixes cessavam a ingestão do alimento ofertado. Este fato possivelmente contribuiu para que o tratamento controle (F3S) apresentasse resultados superiores de desempenho (GP, GC, K e TCE). Nos demais tratamentos a saciedade era alcançada mais rapidamente, possivelmente atrelado ao tempo que o alimento permanecia na água, com os peixes perdendo o interesse pelo mesmo. O consumo alimentar foi próximo nas três refeições ofertadas para o tratamento F3S ao longo do dia.

O tratamento F3S apresentou CAA similares a todos os tratamentos que adotaram a menor taxa de alimentação (3%). Por outro lado, o GP e a TCE do tratamento F3S foram aproximadamente seis e três vezes maiores do que naqueles tratamentos, respectivamente. Estimativas relativamente baixas de CAA são relatadas para esta espécie (LIAO et al., 2004; BENETTI et al., 2008; NGUYEN et al., 2008) que apresenta ótimos índices de crescimento (ARNOLD et al., 2002; LIAO E LEAÑO, 2007).

Os tratamentos que adotaram a maior taxa alimentar (F1T12, F3T12 e F6T12), independente da frequência, apresentaram menores EA e elevadas CAAs, ao contrário do tratamento F3S. Na primeira semana, praticamente toda a ração ofertada foi consumida por todos os tratamentos, contudo a partir do 7º dia até o final do experimento, foi observado resíduos de ração no fundo das unidades experimentais que adotaram a taxa de 12%. Contribuindo para os elevados valores de CAA, aproximadamente o dobro dos demais tratamentos, e baixos valores de EA. Por outro lado, os tratamentos que adotaram as taxas de alimentações (3 e 6%) apresentaram as maiores EA.

O fator de condição (K) aumentou de acordo com a elevação da frequência e da taxa de alimentação. Essa tendência acompanhada pela TCE, que apresentou valores superiores para os tratamentos que adotaram a maior taxa de alimentação (12%). Contudo, em ambos fatores, resultados superiores foram alcançados pelo tratamento controle (F3S).

De modo geral, todas as frequências de alimentação (1, 3 e 6 vezes ao dia) aqui adotadas resultaram em bons índices de crescimento (GP, GC e TCE) dos juvenis de beijupirá. Contudo, a taxa de alimentação influenciou diretamente o consumo alimentar, sendo os maiores resultados obtidos para as taxas de 6 e 12%, tendo influenciado diretamente o K. De modo similar ao encontrado por Costa-Bomfim et al. (2014), que alimentaram juvenis de beijupirá com 1, 2, 3 ou 6 refeições ao dia, não foram detectadas variações significativas de K. O fator de condição K é muito utilizado em estudos de biologia pesqueira, fornecendo importantes informações sobre o estado fisiológico dos animais, a partir do pressuposto de que indivíduos com maior peso, em um dado comprimento, apresentariam uma melhor condição (LIMA-JUNIOR et al., 2002).

O coeficiente de variação (CV) é um parâmetro para avaliação da variação de tamanho da espécie, que podem ser induzidas pelo efeito da competição por alimento ou hierarquia (AYDIN et al., 2011). Alimentações abaixo do nível considerado ótimo

podem levar ao aumento da heterogeneidade do lote ou canibalismo (BARBOSA et al., 2011; RIBEIRO et al., 2015). Para este estudo, no entanto, não foram observadas variação no CV, indicando a presença de lotes homogêneos para todos os tratamentos. Este resultado difere de Moreira et al. (2015), que observaram uma relação inversa, ou seja, a diminuição da frequência de alimentação resultou em uma menor disponibilidade de alimentos, o CV foi maior. Isso geralmente ocorre por que a divisão da alimentação em várias refeições diárias, ou seja, o aumento da frequência alimentar, fornece oportunidades para que os peixes menores capturarem o alimento e de forma menos agressiva (SCHNAITTACHER et al., 2005). Consequentemente, são produzidos lotes mais homogêneos (WANG et al., 1998) e que, muitas vezes, permitem que peixes acondicionamos em densidades mais elevadas tenham acesso a ração, ocasionando um maior ganho de peso (TSUZUKI et al., 2014).

Rombenso et al. (2009) e Costa-Bomfim et al. (2014) não encontram diferenças significativas no crescimento de beijupirás quando utilizados frequências alimentares entre 1 e 9 vezes ao dia. Neste estudo, porém, a frequência influenciou os parâmetros de crescimento (GP, GC e TCE). Para a CAA, EA e K a frequência não foi significativa, sendo observado uma estratificação dos valores, apenas em função das diferentes taxas.

Geralmente, o efeito da frequência varia de acordo com o tamanho do peixe, os menores são alimentados mais frequentemente quando comparado aos peixes maiores (BISWAS et al., 2010). Isto está relacionado principalmente à uma atividade metabólica mais acelerada, a qual decresce com o tamanho dos indivíduos. A mesma tendência pode ser observada para a taxa de alimentação, a qual, por ser proporcional, tende a diminuir com o incremento do tamanho dos peixes.

Na criação de beijupirás em gaiolas, o fornecimento de uma única refeição diária resultou em menor crescimento, maior conversão alimentar e heterogeneidade do lote em comparação à beijupirás alimentados com duas ou três refeições diárias (Moreira et al., 2015). Neste estudo, a frequência de alimentação também afetou o crescimento, sendo observando um efeito positivo para a elevação da frequência alimentar.

Durante as fases iniciais os beijupirás são alimentados de 5 a 6 vezes por dia até a saciedade (LIAO et al., 2004), podendo chegar a 10 refeições diárias (NGUYEN et al., 2011). Por outro lado, na fase de engorda essa frequência diminui, podendo ser um ou duas refeições diárias (LIAO et al., 2004; BENETTI et al., 2010). Para sistemas de

recirculação em aquicultura (RAS) é recomendado que a frequência alimentar seja maior a fim de evitar picos de demanda de oxigênio e excreção de amônia pelos peixes (COSTA-BOMFIM et al., 2014). Além de que, peixes alimentados em um maior número de vezes por dia têm maior oportunidade de consumir o alimento (MOREIRA et al., 2015), evitando assim o desperdício de ração. Além de diminuir a liberação de compostos nitrogenados no ambiente, a ração é o item de maior custo na criação do beijupirá (MIAO et al., 2009; DOMINGUES et al., 2014; BEZERRA et al., 2016).

As taxas de manutenção, ótima e máxima estimadas neste estudo (1,99, 6,16 e 10,51%, respectivamente) estiveram próximas às utilizadas em estudos com a mesma espécie, as quais variaram de 2 até 10% (LIAO et al., 2004; LIN et al., 2006; SUN et al., 2006; LUNGER et al., 2007; XIAO et al., 2010; COSTA-BOMFIM et al., 2014). De forma geral, a taxa de alimentação decresce com o peso dos peixes. Por exemplo, no início deste estudo os beijupirás tinham apresentaram o dobro do consumo de alimento, em relação a biomassa dos peixes, que ao final do experimento (28º dia). O valor médio estimado de ração ofertada para o tratamento controle (F3S) foi de 4,95%, abaixo da taxa ótima (6,16%) de acordo com o modelo descrito por BRETT (1979).

De forma geral, excluindo o tratamento controle (F3S), foi observado uma maior estratificação dos resultados relacionado às diferentes taxas de alimentação do que em relação à frequência. Isto pode ser constatado no modelo matemático, em que o coeficiente que acompanham a variável "taxa de alimentação" é numericamente superior (2,83) ao que acompanham a variável "frequência" (-0,13). A combinação de taxas alimentares elevadas com frequências alimentares baixas, apresentaram influências negativas para o desempenho da espécie (Figura 3).

## CONCLUSÕES

Recomenda-se que beijupirás (*R. canadum*) com peso entre 1,6 a 38,7 g sejam alimentados com três a seis refeições diárias com uma taxa de alimentação entre 6,16 e 10,51%, a qual deve decrescer a medida que os indivíduos aumentam de tamanho.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro. Ao CNPq e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de produtividade em pesquisa,

Doutorado e iniciação científica concedidas a R.O. Cavalli, R.L.M. Oliveira e E. Melatti, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

ARNOLD, C. R.; KAISER, J. B.; HOLT, G. J. 2002. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 33, p. 205 - 208.

AYDIN, I.; 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*, v. 5(1), p. 35-42.

BARBOSA, M.C.; JATOBÁ, A.; VIEIRA, F.N.; SILVA, B.C.; MOURIÑO, J.L.P.; ANDREATTA, E.R.; SEIFFERT, W.Q.; CERQUEIRA, VR. 2011 Cultivation of juvenile fat snook (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) fed probiotic in laboratory conditions. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54: 795 - 801.

BENETTI, D.D.; ORHUN, M.R.; SARDENBERG, B.; O'HANLON, B.; WELCH, A.; HOENIG, R.; ZINK, I.; RIVERA, J.A.; DENLINGER, B.; BACCOAT, D.; PALMER, K.; CAVALIN, F. 2008 Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, v. 39, p. 701-711.

BENETTI, D.D.; O'HANLON, B.; RIVERA, J.A.; WELCH, A.W.; MAXEY, C.; ORHUN, M.R. 2010 Growth rates of cobia (*Rachycentron canadum*) cultured in open ocean submerged cages in the Caribbean. *Aquaculture*, v. 302, p. 195-201.

BEZERRA T. R. Q.; DOMINGUES E. C.; MAIA FILHO L. F. A.; ROMBENSO A. N.; HAMILTON S.; CAVALLI R. O. 2016 Economic analysis of cobia (*Rachycentron canadum*) cage culture in large- and small-scale production systems in Brazil. *Aquaculture International*, v. 24, p. 609-622.

BISWAS, G; THIRUNAVUKKARASU, A. R; SUNDARAY, J. K; KAILASAM, M. 2010 Optimization of feeding frequency of Asian seabass (*Lates calcarifer*) fry reared in net cages under brackishwater environment. *Aquaculture*, 305: 26-31.

BRASIL. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2008 - 2009 Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília 99p, 2010

BRETT, J. R. Physiological energetics. In: HOAR, W. S.; RANDALL, D. J. Fish physiology. New York, Academic Press. p. 599-675, 1979.

CAVALLI, R.O.; DOMINGUES, E.C.; HAMILTON, S. 2011 Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.40, p.155-164.

CHO, S.H., LIM, Y.S., LEE, J.H., LEE, J.K., PARK, S., LEE, S.M. Effect of feeding rate and feeding frequency on survival, growth, and body composition of ayu post-larvae *Plecoglossus altivelis*. *Journal World Aquaculture. Society*, v. 34, p. 85 - 91, 2003.

COSTA-BOMFIM C. N.; PESSOA W. V. N.; OLIVEIRA R. L. M.; FARIAS J. L.; DOMINGUES E. C.; HAMILTON S.; CAVALLI R. O. The effect of feeding frequency on growth performance of juvenile cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766). *Journal Applied Ichthyology*, v. 30, p. 135 - 139, 2014. DOI: 10.1111/jai.12339

CRAIG, S.R.; SCHWARZ, M.H.; MCCLEAN, E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. *Aquaculture*, v. 261, p. 384 - 391. 2006.

DOMINGUES E. C.; HAMILTON S.; BEZERRA T. R. Q.; CAVALLI R. O. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 40, p. 237 - 249, 2014.

DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*. *Aquaculture*, v. 213, p. 279 - 292, 2002.

FAULK C. K.; KAISER J. B.; HOLT G. J. Growth and survival of larval and juvenile cobia *Rachycentron canadum* in a recirculating raceway system. *Aquaculture* 270 (2007) 149-157.

FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, FAO. 243p. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i3720e.pdf>>

FRANKS, J.S.; OGLE, J.T.; LOB, J.M. et al. 2001 Spontaneous spawning of cobia, *Rachycentron canadum* induced by human chorionic gonadotropin (HCG), with comments on fertilization, hatching, and larval development. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fishery Institute*, v.52, p.598-609.

GUOXIANG S.; JIMENG Z.; BAOLIANG L.; YING L. Effects of feeding and stocking density on digestion of cultured Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, v. 32 (6), p. 1320 - 1328, 2014.

HAMILTON S.; SEVERI W.; CAVALLI R. O. 2013 Biologia e aquicultura do beijupirá: uma revisão. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v.39, p. 461 - 477.

LIAO, I. C.; HUANG, T. S.; TSAI, W. S.; HSUEH, C. M.; CHANG, S. L.; LEANO, E. M., Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, v. 237, p. 155-165, 2004.

LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. 2005. Cobia aquaculture in Taiwan. *World Aquaculture*, March, 2005.

LIAO, I.C. e LEAÑO, E.M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. Taiwan: Asian Fisheries Society. 178p, 2007.

LIMA-JUNIOR, S.E.; CARDONE, I.B.; GOITEIN, R. 2002 Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. *Acta Scientiarum*, 24: 397-400.

LIN, J.H.; CHEN, T.Y.; CHEN, M.S.; CHEN, H.E.; CHOU, R.L.; CHEN T.I.; SU, M.S.; YANG, H.L. 2006 Vaccination with three inactivated pathogens of cobia (*Rachycentron canadum*) stimulates protective immunity. *Aquaculture*, v. 255, p. 125-132.

LUNGER, A. N.; MCLEAN, E.; GAYLORD, T. G.; KUHN, D.; CRAIG, S. R., 2007: Taurine supplementation to alternative dietary proteins used in fish meal replacement enhances growth of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture* 271, 401-410.

MIAO, S.; JEN, C.C.; HUANG, C.T.; HU, S.H. 2009 Ecological and economic analysis for cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture in Taiwan. *Aquaculture International*, v. 17, p. 125 - 141.

MEYER, G.H. e FRANKS, J.S. Food of cobia *Rachycentron canadum* from the northcentral Gulf of Mexico. *Gulf Research Report*, v. 9, p 161-167, 1996.

MOREIRA C. B.; ROMBENSO A. N.; CANDIOTTO F. B.; TSUZUKI M. Y. 2015. Feeding frequency affects growth of juvenile cobia *Rachycentron canadum* cultured in near-shore cages. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, n. 2, p. 219 - 226.

NHU, V.C.; DIERCKENS, K.; NGUYEN, T.H.; TRAN, M.T.; SORGELOOS, P. 2009 Can umbrella-stage *Artemia franciscana* substitute enriched rotifers for cobia (*Rachycentron canadum*) fish larvae? *Aquaculture*, v. 289, p. 64-69.

NGUYEN, Q.H.; SVEIER, H.; BUI, V.H.; LE, A.T.; NHU, V.C.; TRAN, M.T.; SVENNEVIG, N. 2008 Growth performance of cobia, *Rachycentron canadum*, in sea cages using extruded fish feed or trash fish. In: YANG, Y.; VU, X.Z.; ZHOU, Y.Q. Cage aquaculture in Asia: Proceeding of the second international symposium on cage aquaculture in Asia. Manila, Philippines: Asian Fishery Society. p.42-47.

NGUYEN, H. Q.; REINERTSEN, H.; WOLD, P. A.; TRAN, T. M.; KJØRSVIK, E. 2011 Effects of early weaning strategies on growth, survival and digestive enzymes activities in cobia (*Rachycentron canadum*) larvae. *Aquaculture International* v. 19, p. 63-78.

RIBEIRO F. F.; FORSYTHE S; QIN J. G. 2015 Dynamics of intracohort cannibalism and size heterogeneity in juvenile barramundi (*Lates calcarifer*) at different stocking

densities and feeding frequencies. *Aquaculture*, 444: 55–61. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.03.029

RODRIGUES, R. V.; SCHWARZ, M. H.; DELBOS, B. C.; SAMPAIO, L. A., 2007: Acute toxicity and sublethal effects of ammonia and nitrite for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* 271, 553–557.

ROMBENSO, A.N.; MOREIRA, C.B.; MIRANDA-FILHO, K.C. et al. Avaliação do crescimento de bijupirá (*Rachycentron canadum*) alimentados com uma dieta comercial e peixe fresco. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA SOBRE CULTIVO DE PECES NATIVOS, 3., 2009, Chascomus. Anais... Chascomus: 2009. (CD-ROM).

SCHNAITTACHER, G.; WILLIAM, K.V.; BERLINSKY, D.L. 2005 The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture Research*, v. 36(4), p. 370–377.

SHAFFER, R.V. and NAKAMURA, E.L. 1989 Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). FAO Fisheries Synopsis. Washington, DC, USA. 21p.

SHEARER, K. D. 2000 Experimental design, statistical analysis and modeling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. *Aquaculture Nutrition*, 6(2): 91-102.

SOUZA FILHO, J.J.; TOSTA, G.A.M. 2008 Bijupirá: As primeiras desovas da geração F1. *Panorama da Aquicultura*, 18(110): 50-53.

SUN, L.; CHEN, H.; HUANG, L. 2006 Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, v 261, p. 872–878.

TUCKER B.J., BOOTH M.A., ALLAN G.L., BOOTH D. & FIELDER D.S. 2006 Effects of photoperiod and feeding frequency on performance of newly weaned Australian snapper, *Pagrus auratus*. *Aquaculture*, v. 258, p. 514 - 520. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.03.033.

TURKMEN S.; EROLDOGAN O. T; YILMAZ H. A; OLÇULU A; INAN G. A. K.; ERÇEN Z.; TEKELIOGLU N. 2012 Compensatory growth response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) under cycled starvation and restricted feeding rate. *Aquaculture Research*, v. 43, p. 1643 - 1650.

TSUZUKI M. Y.; GUARIZI J. D.; ANNUNCIACÃO W. F.; SORANDRA C. 2014 Frequência alimentar e densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva em tanques-rede. *Boletim do Instituto de Pesca*, 40: 629 - 637.

YILMAZ H.A. & EROLDOGAN O.T. 2011 Combined effects of cycled starvation and feeding frequency on growth and oxygen consumption of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *World Aquaculture Society*, v. 42, p. 522 - 529.

WANG, N.; HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B. 1998 Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture*, n 165, p. 261-267.

## 6 - Considerações finais

De uma forma geral, o desempenho de juvenis do robalo-flecha e do beijupirá foram afetados principalmente pela taxa de alimentação, tendo a interação de fatores (frequência x taxa de alimentação), e a própria frequência, papel secundário na definição do desempenho dessas espécies. Foi observada uma estratificação dos resultados em função da taxa de alimentação. Verificou-se uma interação positiva quando se combinam altas taxas de alimentação com um aumento do número de refeições diárias.

Embora a média de peso das duas espécies no início dos experimentos fossem similares (cerca de 2,5 g) e a duração do estudo com o beijupirá tenha sido a metade do tempo experimental em comparação ao estudo com o robalo-flecha, o peso final de *R. canadum* foi cerca de quatro vezes maior. Este desempenho superior confirma o enorme potencial do beijupirá como espécie a ser explorada na aquicultura. Além disso, nossas observações ao longo dos experimentos indicaram que, apesar de ser uma espécie ativa, o beijupirá não apresentava alterações em seu comportamento, mesmo durante as rotineiras operações de manejo. Já o robalo-flecha, reconhecidamente uma espécie sedentária e gregária, reagia negativamente a qualquer alteração no ambiente, principalmente em relação à presença humana, chegando, inclusive, a suspender a alimentação, o que provavelmente afeta o crescimento.

Este comportamento dos robalos-flecha provavelmente também influencia a ingestão alimentar. O beijupirá apresentou uma média diária de ingestão de ração 13 vezes maior que o robalo-flecha. Por outro lado, o robalo-flecha demonstrou ser mais eficiente em relação ao aproveitamento do alimento, pois tanto a EA como a CAA foram comparativamente superiores ao beijupirá. A CAA do robalo-flecha esteve próxima a 1:1, ou seja, cada grama de ração consumida era convertida em igual valor no peso. Nesse caso, outro fator que deve ser levado em consideração na comparação entre essas espécies é a elevada demanda energética que o beijupirá necessita para se manter na coluna d'água, devido à ausência de bexiga gasosa.

A literatura especializada indica, e os nossos pré-testes experimentais comprovaram, que o beijupirá tem uma demanda de oxigênio superior ao robalo-flecha. Isto foi constatado quando, infelizmente, nosso laboratório foi privado de energia e o sistema de aeração foi desligado. Nesses casos,

indivíduos de ambas espécies estavam em fase de aclimatação em densidades similares, mas muitos beijupirás morreram após poucas horas de ausência de aeração, diferentemente do robalo-flecha, que não apresentou nenhuma mortalidade.

Por fim, considerando o maior potencial de crescimento do beijupirá e o aproveitamento mais eficiente do alimento por parte do robalo-flecha, podemos sugerir que, para sistemas intensivos de criação, a espécie escolhida deva ser o beijupirá, que suporta manejo mais frequentes, embora demande águas com maiores concentrações de oxigênio dissolvido. Como o habitat natural dessa espécie é o mar aberto com águas transparentes, e sendo uma espécie extremamente ativa, pode-se indicar a criação em gaiolas flutuantes. Em relação ao robalo-flecha, um sistema semi-intensivo, tendendo para o extensivo, pode ser o mais indicado, já que se trata de uma espécie sedentária e gregária, e que prefere águas com turbidez mais elevada. Para o robalo-flecha, portanto, recomenda-se a utilização de gaiolas instaladas em áreas estuarinas ou a criação em viveiros estuarinos, como os utilizados pela carcinicultura marinha. Além disso, é bastante provável que com a execução de estudos relacionados à nutrição e ao manejo específico do robalo-flecha, o aproveitamento alimentar e o desempenho dessa espécie possam ser otimizados.