



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
MARINHAS TROPICAIS

RICARDO CAMURÇA CORREIA PINTO

**APORTE LIPÍDICO EM DIETAS DE JUVENIS
DO ROBALO, *Centropomus parallelus*, PARA
UM MÁXIMO CRESCIMENTO EM
CULTIVOS COM ÁGUA ESTUARINA**

FORTALEZA – CE

Março / 2011

RICARDO CAMURÇA CORREIA PINTO

APORTE LIPÍDICO EM DIETAS DE JUVENIS
DO ROBALO, *Centropomus parallelus*, PARA UM
MÁXIMO CRESCIMENTO EM CULTIVOS COM
ÁGUA ESTUARINA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais do Instituto de Ciências do Mar, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, outorgado pela Universidade Federal do Ceará

Orientador: Alberto Jorge Pinto Nunes, Ph.D.

FORTALEZA – CE
Março / 2011

Pinto, R.C.C.

Aporte lipídico em dietas do robalo, *Centropomus parallelus*, para um máximo crescimento em cultivo com águas estuarinas / Ricardo Camurça Correia Pinto; orientador: Alberto Jorge Pinto Nunes. Fortaleza – 2011.
61 f.; Il. color. enc.

Dissertação – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, 2011.

1. Aquicultura. 2. *Centropomus parallelus*. 3. Exigências nutricionais. 4. Lipídios e Energia I. Nunes, Alberto Jorge Pinto (Orient.) II. Título

RICARDO CAMURÇA CORREIA PINTO

APORTE LIPÍDICO EM DIETAS DE JUVENIS
DO ROBALO, *Centropomus parallelus*, PARA UM
MÁXIMO CRESCIMENTO EM CULTIVOS COM
ÁGUA ESTUARINA

Dissertação submetida á Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Marinhas Tropicais do Instituto
de Ciências do Mar, como requisito
parcial para obtenção do título de
Mestre, outorgado pela Universidade
Federal do Ceará

Aprovada em ____/____/2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberto Jorge Pinto Nunes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Felipe de Azevedo Silva Ribeiro
Universidade Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Prof. Dr. Marcelo do Carmo e Sá
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Ao Deus uno e soberano, Força que tudo cria, mantém e extingue, sem O qual nada há.

Aos meus pais, pela amizade, apoio e dedicação perenes.

À minha mulher, Tatiana, e ao nosso filho, Miguel Antônio, pela paciência e pelo sacrifício da minha ausência durante a execução deste estudo.

Ao Prof. Dr. Alberto Nunes, real capacidade científica e tecnológica, pela valiosa e efetiva orientação, pela disponibilização da infra-estrutura para a execução deste trabalho e pelo resgate profissional que me proporcionou.

Ao Prof. Dr. Luís Parente, pela sugestão da espécie alvo deste estudo, resultado de uma demanda real no setor emergente da aquíicultura no Estado do Ceará.

Ao Prof. Dr. Marcelo Sá, pela solicitude com que atendeu todas as dúvidas na execução deste estudo, e pela participação na banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Felipe de Azevedo Silva Ribeiro, pelo atencioso atendimento ao convite para a participação na banca examinadora.

Ao Dr. Thales Passos de Andrade e sua equipe no CEDECAM, pela boa vontade e disponibilidade na análise histopatológica dos peixes.

Ao Prof. Dr. Adauto Fonteles, pelo apoio aos primeiros projetos de piscicultura marinha realizados no CEAC e pelas dicas para a apresentação dos resultados histopatológicos.

Aos amigos Tarcísio Alves e Luiz Eduardo (Lula), pelos valorosos ensinamentos na época em que iniciamos no Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC).

Aos amigos Leandro Castro, pela fundamental ajuda na fabricação das dietas, nas biometrias, análises físicoquímicas, entre tantas outras, e pela manutenção do bom humor, e Sebastião de Oliveira Júnior, parceiro leal na batalha diária, sem os quais não teríamos atingido a meta.

A todos do Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), em especial ao Hassan Sabry Neto, pela fabricação da dieta de aclimatação, ao Pedro e ao Saulo, pela força nas biometrias, à Sandra, pela amizade e pelo cafezinho, e aos estagiários Emanuela, Anderson e Luís, pela boa ajuda.

A todos que compõem o CEAC, o LABOMAR e a UFC, parceiros nesta luta para a edificação de uma sociedade melhor.

Ao Sr. Júlio Pandini, do laboratório comercial de peixes marinhos Maricultura Pandini Ltda., pelo fornecimento dos alevinos de robalo-peva.

À Empresa Eivalis do Brasil Nutrição Animal Ltda., em especial ao Sr. Ricardo Mello (Gerente de Negócios de Aquacultura) e a Dra. Soraia Marques Putrino (Gerente de Pesquisa e Desenvolvimento), pela doação dos ingredientes utilizados na fabricação das dietas experimentais.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pelo apoio financeiro ao projeto N° 125.01.00/09, Edital 05/2009 – INFRA;

A toda equipe da Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC), pela administração financeira e pela execução das compras de equipamentos e materiais do projeto N° 125.01.00/09, Edital 05/2009 – INFRA através do Convênio N° 27/2006 – Funcap/FCPC.

A todos mais que, porventura, tenhamos faltado com a lembrança.

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar o crescimento do robalo-peva *Centropomus parallelus* em resposta ao teor de lipídios totais e energia bruta das dietas. Foram fabricadas cinco dietas experimentais isoproteicas contendo 480 g/kg de proteína bruta, variando o teor de lipídios em 100, 120, 140, 160 e 180 g/kg e a energia bruta em 4.056, 4.157, 4.322, 4.499 e 4.696 kcal/kg, respectivamente. Para o experimento, 300 juvenis provenientes de larvicultura comercial com peso médio inicial de $6,5 \pm 2,4$ g foram estocados em tanques cilindro-cônicos de 1.000 l na densidade de 10 peixes/m³. Os robalos foram alimentados à saciedade três vezes ao dia durante 96 dias. Foram feitas seis repetições para cada tratamento. Os peixes foram pesados e medidos individualmente a cada 24 dias de cultivo. O oxigênio dissolvido manteve-se acima de 90% da saturação. Os valores médios de salinidade, pH e temperatura atingiram 35 ± 2 ppt, $8,6 \pm 0,2$ e $30,7 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Os valores médios de amônia total, nitrito e nitrato se elevaram significativamente ao longo do experimento, variando de 0,27 a 0,42, de 0,020 a 0,103 e de 0,88 a 1,58 mg/l, respectivamente.

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$, ANOVA). A sobrevivência final dos peixes em todos os tratamentos foi 100%. Os indivíduos cultivados atingiram peso corporal final de $38,2 \pm 12,5$ g e produtividade de 317 ± 40 g/m³, alcançando um ganho de peso diário de $0,34 \pm 0,04$ g/dia/peixe e taxa de crescimento específico de $1,92 \pm 0,12\%$ /dia. O fator de conversão alimentar final atingiu $1,77 \pm 0,25$ com um fator de eficiência protéica de $1,19 \pm 0,17$. Houve aumento significativo ($P < 0,05$, Tukey HSD) dos índices víscerosomáticos (IVS) e de gordura visceral (IGV) com o aumento do teor de lipídios das dietas, sem diferenças significativas entre os índices hepatossomáticos, indicando que o maior acúmulo de gordura na cavidade visceral foi devido ao maior aporte lipídico das rações.

Através da análise das curvas de regressão, a exigência de lipídios e energia do robalo-peva foi estimada em 122 g/kg e 4.216 kcal/kg, respectivamente. Os juvenis de robalo-peva cultivados neste trabalho não apresentaram altas demandas lipídicas e energéticas em suas dietas, além de demonstrarem rusticidade ao confinamento, resistência a enfermidades e fácil manejo.

Palavras chave: Aquicultura, *Centropomus parallelus*, Exigências Nutricionais, Lipídios e Energia.

ABSTRACT

The present work aimed at evaluating the growth response of the fat snook, *C. parallelus* to the total lipid and gross energy content of the diet. Five isonitrogenous slow-sinking diets with 480 g/kg of crude protein were lab-extruded. Lipid content of the diets varied at 100, 120, 140, 160 and 180 g/kg with a corresponding gross energy level of 4,056, 4,157, 4,322, 4,499 and 4,696 kcal/kg. To start the study, hatchery-reared juveniles of 6.5 ± 2.4 g were stocked in 1,000 l round outdoor tanks under 10 fish/m³. Six replicate tanks were assigned for each tested diet. Snooks were fed three times daily to satiation by hand-broadcasting and reared for 96 days. Fish wet body weight was checked individually every 24 days of rearing. Over the rearing period, dissolved oxygen was kept above 90% saturation, while water salinity, pH and temperature reached 35 ± 2 ppt, 8.6 ± 0.2 and $30.7 \pm 0.7^\circ\text{C}$, respectively. Ammonia, nitrite and nitrate nitrogen concentration increased significantly along the experiment, varying from 0.27 to 0.42, 0.020 to 0.103 and from 0.88 to 1.58 mg/l, respectively.

At harvest, there was no statistical difference in fish performance among the different feeding treatments ($P > 0.05$, ANOVA). Fish reached 38.2 ± 12.5 g in body weight and gained 317 ± 40 g/m³ in biomass. Fish attained a specific grow rate of $1.92 \pm 0.12\%$ or 0.34 ± 0.04 g/day. No fish mortality was observed along the culture period. Mean final food conversion ratio reached 1.77 ± 0.25 with a protein retention ratio of 1.19 ± 0.17 . There was a significant increase ($P > 0.05$, Tukey HSD) of the viscerosomatic (VSI) and visceral fat (VFI) indexes with an increase in the lipid content of the diets. No significant differences among feeding treatments in the hepatosomatic indexes. This indicated the highest fat accumulation in the visceral cavity of fish was due to a high fat input in the diets.

By the broken-line regression analysis, the quantitative lipid and energy requirements of the fat snook was estimated at 122 g/kg and 4,216 kcal/kg, respectively. Results from the present work indicated that high lipid-content diets are not required in the rearing of juvenile fat snook, which displayed tolerance to confinement, disease resistance and ease to manage.

Key words: Aquaculture, *Centropomus parallelus*, Nutritional Requirements, Lipids and Energy.

LISTA DE FIGURAS

		Página
FIGURA 1.	Delineamento experimental adotado durante o cultivo do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> . A numeração na parte superior de cada tanque refere-se a sua identificação, enquanto na inferior, ao tratamento. Linha vermelha, drenagem de água; linha azul, entrada de água; linha verde, ar.....	16
FIGURA 2.	Variação diária nas concentrações de salinidade (ppt), temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (mg/l) da água de cultivo de 30 tanques povoados com o robalo-peva durante 96 dias.....	29
FIGURA 3.	Relação entre comprimento total (cm) e peso corporal úmido (g) do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i>	35
FIGURA 4.	Consumo alimentar diário do robalo-peva em termos absolutos (g/peixe/dia) e energético (kcal/peixe/dia) em relação as dietas experimentais. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre as dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD.....	36
FIGURA 5.	Exigência de lipídios (%) e de energia bruta (kcal/kg) do robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i>	39
FIGURA 6.	Mudanças Degenerativas (Deg) e Regenerativas (Reg) no fígado de robalos-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , alimentados com dietas isoproteicas contendo 100, 120, 140, 160 e 180 g/kg de lipídios.....	41
FIGURA 7.	Grânulos Zymogênicos (Zy) e Vacúolos de Lipídios (Vac) no pâncreas de robalos-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , alimentados com dietas isoproteicas contendo 100, 120, 140, 160 e 180 g/kg de lipídios.....	42
FIGURA 8.	Esteatose hepática (alto normal, abaixo esteatose), com risco de causar necrose dos hepatocitos (A). Regeneração do fígado (necroses e fibroses, B). Foto: Dr. Thales Passos de Andrade.....	43
FIGURA 9.	Vacúolos de lipídios no pâncreas do robalo-peva alimentado com as dietas contendo entre 100 e 140 g/kg (A) de lipídios e entre 160 e 180 g/kg (B). Foto: Dr. Thales Passos de Andrade.....	44

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1.	Composição e valores centesimais projetados das dietas experimentais a serem empregadas no estudo.....	17
TABELA 2.	Composição da dieta de aclimatação fabricada em laboratório e empregada na alimentação do robalo-peva antecedendo o início do experimento.....	21
TABELA 3.	Variação nos níveis amônia total, nitrito e nitrato e fósforo reativo analisados no estudo em três períodos de cultivo. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão de cinco <i>pools</i> de amostras de seis tanques por tratamento sem repetição. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dias de cultivo ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD.....	30
TABELA 4.	Peso médio corporal (g) \pm desvio padrão (DP) de juvenis de robalo-peva, <i>C. parallelus</i> , durante 96 dias de cultivo ($n = 300$). Os peixes foram alimentados com dietas com conteúdo lipídico entre 100 g/kg a 180 g/kg.....	32
TABELA 5.	Desempenho zootécnico de juvenis de robalo-peva, <i>C. parallelus</i> , alimentados com dietas com um aumento progressivo no nível de lipídios e energia. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão (DP) para os resultados finais de seis tanques de cultivo de 1,0 m ³ para cada tratamento experimental.....	33
TABELA 6.	Índices corporais (%) \pm desvio padrão (DP) de juvenis de robalo-peva, <i>C. parallelus</i> , durante 96 dias de cultivo ($n = 93$; 93 e 87). Os peixes foram alimentados com dietas com conteúdo lipídico entre 100 g/kg a 180 g/kg. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dias de cultivo ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste <i>a posteriori</i> de Tukey HSD.....	40

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
1.0. INTRODUÇÃO	1
2.0. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Taxonomia e Distribuição Geográfica.....	3
2.2. Efeito da Salinidade sobre o Desempenho Zootécnico.....	4
2.3. Desempenho Zootécnico do Robalo-Peva versus Robalo-Flecha.....	5
2.4. Densidade de Estocagem.....	6
2.5. Exigências Nutricionais em Proteína, Lipídios e Energia.....	8
2.5.1. Fases Iniciais de Desenvolvimento.....	8
2.5.2. Fase Juvenil de Desenvolvimento.....	9
2.5.3. Relação Proteína:Energia.....	11
3.0. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Local, Infra-estrutura e Delineamento experimental.....	14
3.2. Formulação e Preparação das Dietas Experimentais.....	15
3.3. Obtenção de Juvenis, Profilaxia, Aclimação e Povoamento.....	20
3.4. Alimentação e Manejo do Sistema de Cultivo.....	23
3.5. Avaliações Biométricas, Somáticas e Histopatológicas.....	24
3.6. Índices de Desempenho Zootécnico.....	25
3.7. Análise Estatística.....	27
4.0. RESULTADOS	28
4.1. Qualidade de Água.....	28
4.2. Desempenho Zootécnico e Relações Morfométricas.....	31
4.3. Consumo Alimentar.....	34
4.4. Exigências Lipídicas e Energéticas.....	37
4.5. Índices Corporais.....	37
4.6. Avaliação Histopatológica.....	37
5.0. DISCUSSÃO	45
5.1. Exigências Lipídicas e Energéticas.....	45

	Página
5.2. Desempenho Zootécnico do Robalo-Peva.....	49
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

A busca pelo cultivo de peixes marinhos é consequência do declínio das capturas resultante do elevado esforço de pesca. No Brasil, estima-se que 25% de todos os recursos pesqueiros da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) estão em estado de sobreexploração (JABLONSKI, 2006). Segundo o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura (MPA, 2011), a aquicultura brasileira produziu 415.649 toneladas em 2009, aproximadamente 33,5% de toda oferta de pescado no país. Neste ano, a produção de organismos aquáticos proveniente de cultivos marinhos alcançou 78.296 toneladas, contudo, foi advinda somente da carcinicultura e da maricultura (vieiras, ostras e mexilhões), com nenhuma contribuição da piscicultura marinha.

Entre as várias espécies de peixes marinhos com potencial para o cultivo, os robalos ou camurins, peixes teleósteos diádromos da família Centropomidae, estão entre as de maior valor comercial (SANCHES *et al.* 2008). Isto se deve a sua crescente demanda no mercado interno, combinada com baixos volumes de captura, entre 3,5 e 4,0 mil toneladas anuais (MPA, 2011). As técnicas de produção massiva de juvenis do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, foram estabelecidas no Brasil em 1991 (ALVAREZ-LAJONCHÈRE *et al.*, 2002; CERQUEIRA & TSUZUKI, 2009). O robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) também apresenta perspectivas de cultivo, contudo protocolos de reprodução e larvicultura em cativeiro ainda estão em fase de desenvolvimento (SOLIGO, 2007; CARVALHO-FILHO, 2009; FERRAZ & CERQUEIRA, 2010).

O robalo-peva possui ocorrência na costa Atlântica ocidental desde a Flórida, ao longo do Golfo do México até o sul do Brasil (RIVAS, 1986). Aparentemente o robalo-peva ocorre mais frequentemente em rios que no mar, sendo classificado como eurihalino (RIVAS, 1986; TSUZUKI *et al.*, 2007a,b). Essa capacidade de tolerar grandes variações na salinidade da água torna a espécie adequada para o cultivo em condições estuarinas. Com isto, é possível cultivá-la em ambientes e sistemas de cultivo variados, seja em viveiros ou canais de abastecimento de fazendas de camarão marinho ou peixes de água doce, ou ainda em tanques-redes localizados em pequenos braços de estuários.

O cultivo comercial do robalo-peva já ocorre no Brasil, mas de forma pontual e incipiente, voltado principalmente para atender pequenos mercados locais e o segmento

de pesque-pague, a maioria em viveiros com água doce na região Sudeste (PANDINI, comunicação pessoal). Vários estudos já foram realizados com o robalo-peva, no entanto, estes se concentraram nas fases iniciais de desenvolvimento da espécie. Investigações sobre as exigências nutricionais em etapas mais avançadas de desenvolvimento do robalo são escassas.

O parente asiático mais próximo dos centropomídeos é o barramundi *Lates calcarifer* (OTERO, 2004), peixe cultivado no Sudeste asiático, em países como Austrália, Indonésia, Malásia, Filipinas, Taiwan e Tailândia (CATACUTAN & COLOSO, 1997; CERQUEIRA, 2004, GLENCROSS, 2006). O barramundi ocorre nas mesmas latitudes intertropicais que os centropomídeos, porém restrito ao Indo-Pacífico. As pesquisas sobre as exigências nutricionais do barramundi já vêm sendo feitas desde a década de 1980 (GLENCROSS, 2006). O barramundi possui alta demanda lipídica nas dietas, acima de 140 g/kg (CATACUTAN & COLOSO, 1995; WILLIAM *et al.*, 2003).

Considerando a importância para a viabilização do cultivo comercial do robalo-peva no Brasil, o presente estudo teve como objetivo determinar a exigência lipídica e energética e avaliar a rusticidade e o desempenho zootécnico de juvenis do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, cultivados em água de origem estuarina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Taxonomia e Distribuição Geográfica

Os robalos (em inglês *snooks*) ou camurins são peixes teleósteos perciformes (subordem Percoidei) da família Centropomidae (GENBANK, 2007). A família Centropomidae continha duas subfamílias, Centropominae, com o único gênero *Centropomus*, e Latinae, composta pelos gêneros *Lates* e *Psammoperca* (RIVAS, 1986; TRINGALI, 1998, GLENCROSS, 2006). Atualmente, aceita-se que Centropomidae é uma família monogênica (*Centropomus*) e Latinae passou a ser a família Latidae com seus dois gêneros já mencionados (OTERO, 2004; ALVAREZ-LAJONCHÈRE & TSUZUKI, 2008). Os *Centropomus* são peixes tropicais e subtropicais das Américas e ocorrem nos oceanos Atlântico e Pacífico. Já os gêneros *Lates* e *Psammoperca* só ocorrem na África e Indo-Pacífico (RIVAS, 1986).

Os robalos são carnívoros do alto da cadeia alimentar (TRINGALI, 1998; XIMENES-CARVALHO, 2007). São aceitas doze espécies, seis das quais ocorrem no Pacífico Oriental (*Centropomus armatus*, *C. unionensis*, *C. medius*, *C. robalito*, *C. nigrescens* e *C. viridis*), do Norte do México, no Golfo da Califórnia, até o Peru, incluindo as Antilhas Maiores e Menores; e seis no Atlântico Ocidental (*Centropomus undecimalis*, *C. ensiferus*, *C. mexicanus*, *C. pectinatus*, *C. parallelus* e *C. poeyi*), da Península da Flórida até o Brasil. Nenhuma espécie de robalo ocorre simultaneamente nos oceanos Pacífico e Atlântico. Os robalos-peva (*Centropomus parallelus*) capturados no Maranhão, Sergipe, Bahia, Espírito Santo, Paraná e Santa Catarina não apresentaram diferenciação genética sugerindo a existência de um alto fluxo gênico (PRODÓCIMO, 2008). Rivas (1986) ressalta que as diversas espécies de *Centropomus* podem conviver juntas em seus respectivos oceanos, não tendo sido encontrado nenhum híbrido. Dessa forma, a translocação de juvenis de robalo-peva nascidos em laboratório no Brasil para os ambientes de cultivo e engorda em qualquer estado brasileiro não representa ameaça à segurança e à preservação dos bancos genéticos selvagens.

Os centropomídeos são peixes estenotérmicos e termofílicos preferindo temperaturas acima de 24°C, sendo classificados como eurihalinos, diádromos e estuário-dependentes. Os deslocamentos dos robalos entre água doce e salgada são sazonais e, quando ocorrem no mar, estes peixes são encontrados em águas rasas próximo à costa não muito longe dos estuários (RIVAS, 1986; XIMENES-

CARVALHO, 2007; ALVAREZ-LAJONCHERE & TSUZUKI, 2008; CERQUEIRA & TSUZUKI, 2009).

2.2. Efeito da Salinidade sobre o Desempenho Zootécnico

O efeito da salinidade sobre a qualidade da carne do robalo já foi estudado na Flórida na década de oitenta (TUCKER *et al.*, 1985). Neste estudo, juvenis selvagens de *Centropomus undecimalis* (peso médio inicial de 195 g) foram cultivados por 105 dias em água doce e marinha para comparação da composição do filé e de suas características culinárias. Os tanques com água marinha foram supridos com água de rio com salinidade média de 28 ppt. Nos tanques com água doce, o volume foi renovado uma vez a cada três horas. Em cada tanque de cultivo foi utilizada uma densidade de estocagem de 6 peixes/m³. Os peixes foram alimentados uma vez por dia com vieiras e camarões vivos e peixes frescos congelados. Ao final do experimento, foram capturados três robalos no rio, dois machos pesando 2.700 e 4.770 g e uma fêmea pesando 2.000 g, para comparação da composição do filé dos animais cultivados.

Segundo os autores, não houve diferença significativa no desempenho zootécnico entre os peixes cultivados nas salinidades doce e marinha. No entanto, os robalos capturados no rio apresentaram menor teor de lipídios totais em sua carne comparada com os peixes cultivados. De acordo com Tucker *et al.* (1985), os robalos flecha cultivados em água doce e marinha ganharam 83% e 80% do seu peso inicial em 15 semanas, respectivamente, atingindo um peso médio de 347 g e 362 g. O ganho em peso médio diário foi de 1,5 g e o rendimento médio do filé sem pele em peso úmido atingiu 57 % \pm 1,5 % (média \pm desvio padrão).

No Brasil, no Estado de São Paulo, Rocha *et al.* (2005) trabalharam com juvenis selvagens de *C. parallelus* de aproximadamente 2 g capturados no estuário e alimentados com camarão vivo *Macrobrachium sp.* Os autores encontraram melhor eficiência na conversão alimentar e no crescimento nas salinidades de 30 e de 5 ppt. Após análise da relação de consumo de oxigênio/excreção de nitrogênio, Rocha *et al.* (2005) concluíram que a melhor salinidade para cultivar o robalo-peva seria 5 ppt.

No México, Gracia-Lopez *et al.* (2006) estudaram juvenis selvagens da espécie *Centropomus undecimalis*. Os autores concluíram que o robalo-flecha gasta menos energia processando alimento consumido em salinidades de 12 ppt.

Tsuzuki *et al.* (2007b), no Estado de Santa Catarina, cultivaram juvenis de *C. parallelus* de aproximadamente 0,35 g por 76 dias após eclosão, nascidos em laboratório e alimentados com dieta artificial. Os autores encontraram uma melhor conversão alimentar, crescimento (em comprimento) e atividade enzimática (de proteinase) em salinidades de 15 ppt. Tsuzuki *et al.* (2007b) associaram esses resultados ao fato do meio estar numa condição isosmótica em relação aos fluidos corpóreos do peixe, exigindo uma menor demanda energética para osmorregulação nessa salinidade.

Outros estudos, às vezes com conclusões contraditórias (TSUZUKI *et al.*, 2007a; ROCHA *et al.*, 2007), sugerem uma alta tolerância à variação de salinidade, naturalmente esperada em peixes diádromos estuário-dependentes como os centropomídeos.

2.3. Desempenho Zootécnico do Robalo-Peva versus Robalo-Flecha

Cavalheiro (2000), no Estado da Paraíba, realizou extenso estudo em duas etapas para avaliar, entre outros fatores, o crescimento do robalo-peva produzido em laboratório. Primeiramente o autor testou diversas rações comerciais em juvenis mantidos em aquários elegendo a melhor dieta (45% de proteína bruta, 3.100 kcal/kg de energia digestível, 4,95% de fibra bruta, 1,50% de cálcio e 0,80% de fósforo). Na segunda etapa, os animais foram estocados na densidade de 0,5 peixes/m² em viveiros de 270 m² (peso inicial de 1,84 g) e em tanques de concreto de 100 m² (peso inicial de 0,68 g), cultivados em água doce em localidades distintas por 12 meses. Os viveiros e tanques apresentavam profundidade média de 1 m.

Os peixes foram arraoados a uma taxa de 1 a 3% da biomassa. Na despesca, foi alcançado um fator de conversão alimentar de 1,73 e 1,44; ganho de peso de 0,30 g/dia/peixe e 0,26 g/dia/peixe e produtividade média de 50,7 g/m³/ano e 41,0 g/m³/ano nos viveiros e tanques, respectivamente. Segundo o autor, neste estudo os camurins *Centropomus parallelus* cultivados durante 365 dias atingiram uma taxa média de crescimento específico (TCE) de 0,46% nos viveiros e de 0,75% nos tanques.

Zarza-Meza *et al.* (2006a) apresentaram resultados de estudos realizados a partir de 2000 no México para avaliar o crescimento de *Centropomus undecimalis* e *C. parallelus* cultivados juntos em água doce em diferentes proporções, em tanques de concreto e viveiros escavados. No cultivo em água doce em três viveiros escavados (25 m x 10 m x 1,2 m) foram previamente estocados 150 reprodutores de tilápia

Oreochromis sp. na densidade de 0,6 tilápias/m² na proporção macho-fêmea de 1:2 (machos com 130 g e fêmeas 100 g). Em seguida foram estocados 500 robalos (densidade de estocagem 2 peixes/m²) nas proporções *C. undecimalis* : *C. parallelus* de 4:1, 1:1 e 3:2 em cada viveiro e peso médio inicial de 2,0 e 2,3 g, para cada espécie, respectivamente. A densidade de estocagem final (robalos + tilápias) alcançou 2,6 peixes/m² ou 2,2 peixes/m³. Dessa forma, os robalos foram alimentados *ad libitum* com alevinos de tilápia nascidos no próprio viveiro e acrescidos de peixes ornamentais *Poecilia sp.* ofertados durante os 14 meses de cultivo. Nesse cultivo, foi alcançado um ganho de peso de 0,63 g/peixe/dia para o *C. undecimalis* e 0,13 g/peixe/dia para o *C. parallelus*. Analisando as curvas de crescimento encontradas, os pesquisadores concluíram que o robalo-flecha apresentou taxas de crescimento 38% maiores que o robalo-peva. A produção total obtida nos três viveiros foi de 447 g/m³/ciclo e 164 g/m³/ciclo, respectivamente.

No cultivo em tanques de concreto (ZARZA-MEZA *et al.*, 2006b), juvenis selvagens aclimatados de *C. undecimalis* e *C. parallelus* foram estocados na proporção de 3:2 com pesos médios de 28,9 g e 5,6 g, para cada espécie, respectivamente, e alimentados *ad libitum* com peixes ornamentais (*Poecilia sp.*) e alevinos de tilápia *Oreochromis sp.* durante 12 meses. Nesse estudo, o ganho de peso foi de 0,50 g/dia/peixe para o robalo-flecha e 0,32 g/dia/peixe para o robalo-peva. Contudo, o coeficiente angular da curva de crescimento em peso (0,27) foi maior em *C. parallelus* que em *C. undecimalis* (0,18). Isto levou os pesquisadores a concluírem que o robalo-peva, contrariamente aos resultados anteriores, tem maior velocidade de crescimento que o robalo-flecha.

Ximenes-Carvalho (2007) estimou parâmetros de idade e crescimento para populações selvagens de robalo-flecha e robalo-peva através de análises de escamas de indivíduos capturados no litoral de Cabo Frio. A autora concluiu que o robalo-peva atinge menor tamanho, mas tem taxa de crescimento mais rápida do que o robalo-flecha, sendo os coeficientes de desempenho compatíveis com espécies predadoras de médio e grande porte.

2.4. Densidade de Estocagem

A densidade de estocagem é um importante fator na determinação da viabilidade econômica em aquíicultura. Num sistema intensivo, o aumento da densidade de

estocagem aumenta a produção por unidade de área (produtividade) reduzindo o custo de produção, porém, reduz a taxa de crescimento e a sobrevivência dos indivíduos. Na maioria das espécies investigadas, incluindo o *Centropomus undecimalis*, tem sido encontrada essa relação inversa entre densidade de estocagem e taxa de crescimento (SOUSA-FILHO & CERQUEIRA, 2003).

No entanto, Wallace *et al.* (1988) *apud* Sousa-Filho & Cerqueira (2003), ao estudar *Salvelinus alpinus*, e Papoutsoglou *et al.* (1998), estudando o robalo europeu *Dicentrarchus labrax*, encontraram resultados diferentes. A maior média de peso foi obtida na população com maior densidade de estocagem. Com isto, Papoutsoglou *et al.* (*Op. cit.*) concluíram que altas taxas de estocagem podem provocar o desenvolvimento do comportamento de aprendizagem [do manejo de arraçamento], ao mesmo tempo em que diminuem a formação de dominância hierárquica, territorialismo e agressividade entre os peixes [produzindo um plantel mais homogêneo em peso e comprimento].

Souza-Filho & Cerqueira (2003) cultivaram juvenis selvagens de robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) no Estado da Bahia, por 180 dias nas densidades de 3, 6 e 9 peixes/m³. O cultivo foi realizado em tanques circulares de 5m³ com renovação diária de 50% de água do mar. Os indivíduos com peso médio inicial de 23 g foram alimentados com uma dieta contendo os teores de 527 g/kg de proteína bruta, 107 g/kg de lipídios e 230 g/kg de carboidratos, composta por 25% de camarão fresco e 75% de uma ração comercial. O maior ganho em peso (87,7 g), taxa de crescimento específico (0,87%/dia), fator de conversão alimentar (1,88) e sobrevivência (100%) foram alcançados na menor densidade, comparado com 58,5 g, 0,71 %/dia, 2,31 e 96,3%, respectivamente, obtido na densidade de estocagem mais elevada. A maior produtividade em ganho de biomassa por unidade de volume (499,4 g/m³) foi observada na densidade de 9 peixes/m³.

Ostini *et al.* (2007) testaram o crescimento de juvenis de robalos-peva com peso médio inicial de 32,5 g nas densidades de 20 e 40 peixes/m³ (biomassa inicial de 660,8 g/m³ e 1.291,2 g/m³, respectivamente) em tanques-rede de 1 m³ por 160 dias no litoral paulista. Os peixes foram alimentados com ração comercial para carnívoros, com 400 g/kg de proteína bruta e 80 g/kg de extrato etéreo. Os autores obtiveram melhor biomassa final (4.769,7 g) e sobrevivência (99,2%) na maior densidade contra 2.545 g e 96,7%, respectivamente, na menor densidade. A produtividade resultante de 3.479 g/m³ na maior densidade também superou os 1.884 g/m³ alcançados com a menor densidade. No entanto, na menor densidade, a taxa de crescimento específico (0,52%/dia) e o

ganho de peso diário (0,62 g/dia) foram significativamente melhores que os valores de 0,49%/dia e 0,55 g/dia, respectivamente, na maior densidade. O fator de conversão alimentar (FCA) aparente elevado, tanto para os tratamentos com maior (6,7) como com menor densidade (7,1), foi atribuído à dificuldade de arraçoamento diário no mar, às perdas de ração pelas correntes marinhas, à baixa taxa de arraçoamento diário e à inadequação nutricional da ração utilizada.

No Estado de Santa Catarina, Tsuzuki *et al.* (2008) testaram o crescimento de juvenis de robalo-peva de 5,7 g e 8,5 cm, produzidos em laboratório, nas densidades de 50, 100 e 200 peixes/m³ em tanques-rede de 1 m³ durante 59 dias. Os animais foram arraçoados com ração comercial contendo 400 g/kg de proteína bruta e 100 g/kg de lipídios. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, sugerindo que poderia ser adotada a maior densidade. Analisando os dados do estudo, observa-se um ganho diário de peso de apenas 0,07 g/dia e uma taxa de crescimento específico de 0,9%/dia. Porém, o curto tempo de cultivo e pelo fato dos tanques-rede terem sido instalados em tanques de concreto de 40 m³ com sifonação e renovação diária de 70% do volume e aeração constante, distanciam o experimento da realidade de um cultivo de engorda em tanque-redes em ambiente natural, tornando arriscada uma extrapolação.

2.5. Exigências Nutricionais em Proteína, Lipídeos e Energia

2.5.1. Fases Iniciais de Desenvolvimento

Em contraste ao relativo desenvolvimento científico e tecnológico sobre a reprodução em cativeiro do robalo-peva, há pouca informação sobre as exigências nutricionais desse gênero de peixes. Alguns estudos já foram realizados a esse respeito, mas restrito às fases iniciais do desenvolvimento.

Garcia & Cerqueira (2000) *apud* Cerqueira & Tsuzuki (2009) testaram dietas com níveis de proteína bruta variando de 430 a 570 g/kg durante 90 dias em alevinos de robalo-peva de 0,21 g e 2,8 cm. Os autores obtiveram um melhor ganho de peso (2,7 g), taxa de crescimento específico (2,9%), fator de conversão alimentar (2,3), taxa de eficiência protéica (1,0%) e utilização de proteína líquida aparente (59,5%) com a dieta com 430 g/kg de proteína bruta e relação de proteína:energia de 98 mg/kcal. No entanto, esses índices de desempenho referem-se a uma fase de desenvolvimento muito precoce

do robalo-peva, antes mesmo do tamanho comercial para a aquisição de alevinos, de utilidade mais direcionada para larviculturas.

Seiffert *et al.* (2001) testaram dietas de rotíferos enriquecidos com ácidos graxos na fase larval do robalo-peva sem encontrar, no entanto, diferenças na sobrevivência e crescimento entre os tratamentos. Alves Jr. *et al.* (2006) investigaram o período mínimo para o desmame (adaptação ao consumo extrito de ração) de larvas de robalo-peva para não comprometer o crescimento e a sobrevivência das mesmas. Segundo Person Le Ruyet *et al.* (1993) citado por Alves Jr. *et al.* (2006), a alimentação com artêmia seria responsável por 80% dos custos da produção de juvenis do robalo europeu *Dicentrarchus labrax* acima de 45 dias após eclosão. O estudo de Alves Jr. *et al.* (2006) comparou o desempenho de larvas de *Centropomus parallelus* alimentadas somente com artêmia enriquecida com ácidos graxos, com o de larvas alimentadas com artêmia e co-alimentadas com uma dieta seca experimental e outra comercial, variando o número de dias após eclosão (DAE) decorridos para a introdução das dietas secas. Os autores concluíram que o robalo-peva poderia ser desmamado com 35 DAE, mas as larvas desmamadas com 40 DAE mostraram melhores taxas de crescimento específico e comprimento total final. A dieta seca experimental utilizada continha 507 g/kg de proteína bruta, 195 g/kg de lipídios totais, 166 g/kg de carboidratos, 4.387 kcal/kg de energia bruta e uma relação proteína:energia de 115 mg de proteína/kcal. Comparativamente, a dieta seca comercial continha níveis de 620 g/kg de proteína bruta e 110 g/kg de gordura. Não houve diferença significativa no crescimento dos peixes alimentados com dietas secas comercial e experimental, mesmo esta última contendo um alto teor de lipídios e menor teor de proteína.

2.5.2. Fase Juvenil de Desenvolvimento

Existem alguns estudos na área de nutrição com robalos em fases de desenvolvimento mais avançadas abordando diversos aspectos não diretamente associados às exigências nutricionais. Barroso *et al.* (2002) estudaram o valor nutritivo do farelo de soja, farelo de aveia e farelo de arroz para o robalo-peva substituindo parcialmente a farinha de peixe em dietas experimentais para juvenis de robalo-peva, de peso e comprimento médios de 11,1 g e 10,7 cm, respectivamente. Segundo os autores, a dieta com substituição de 20% da farinha de peixe por farelo de soja, surpreendentemente, apresentou ganho de peso superior comparado à dieta controle

com 650 g/kg de farinha de peixe. O ganho em comprimento foi maior com a dieta controle. O fator de conversão alimentar foi de 1,13 contra 1,05 com a dieta controle. Os peixes rejeitaram dietas com mais de 20% de farelo de soja cuja composição (do ingrediente) foi quantificada em 45,7% de proteína bruta em peso úmido e energia bruta de 4.218 kcal/kg em peso úmido. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta para o farelo de soja foram 78,74%; 90,96% e 82,66%; e da matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível dos alimentos foram 65,38%, 36,04%, 3.497 kcal/kg, respectivamente. O estudo não apresentou a composição centesimal das dietas experimentais para comparação da proteína bruta e lipídios, entre outros. Uma vez que a farinha de peixe foi substituída parcialmente por ingredientes com diferentes teores de proteína bruta, é improvável que as dietas testadas tenham se mantido isoprotéicas.

O balanço energético de juvenis de robalo-peva selvagens pesando de 5,18 g a 10,25 g, alimentados com camarões *Macrobrachium sp.* de 0,1 g, foi quantificado por Lemos *et al.* (2006). Os autores encontraram valores para o conteúdo energético do alimento ingerido de 2,39 kJ/indivíduo ou 17,7 kJ/g em peso seco, energia para crescimento de 0,24 kJ/indivíduo (10% da energia ingerida), energia para metabolismo de 1,96 kJ/indivíduo (82%), energia nas excretas de 0,11 kJ/indivíduo (4,6%) e conteúdo energético das fezes de 0,06 kJ/indivíduo ou 6,1 kJ/g em peso seco (2,5%). O conteúdo energético corporal dos indivíduos analisados foi de 14,5 kJ/g em peso seco. Foram observados baixo crescimento e eficiência de crescimento nesse estado de desenvolvimento, o que foi associado à alta demanda metabólica nessa fase.

Tsuzuki & Berestimas (2008) estudaram o desempenho zootécnico de juvenis de robalo-peva alimentados com ração comercial para camarões peneídeos e com ração comercial para peixes carnívoros de água doce, em duas frequências alimentares cada. As rações para camarões e para peixes apresentavam teores de proteína bruta e lipídios de 450 e 70 g/kg de dieta e 400 e 100 g/kg de dieta, respectivamente. Os alevinos pesando 4,1 g foram estocados numa densidade de 35 peixes/tanque de 80 l e cultivados por 73 dias em salinidade de 35 ppt. A frequência alimentar de 1 e 2 vezes ao dia não afetou o crescimento dos indivíduos. Os peixes alimentados com a ração para peneídeos apresentaram maior ganho de peso (6,2 contra 4,2 g no período), maior taxa de crescimento específico (1,3 contra 0,9 %/dia) e melhor fator de conversão alimentar (1,4 contra 1,6) comparados com aqueles alimentados com a ração para peixes carnívoros de

água doce. Naturalmente, o maior teor de proteína bruta aportado pela dieta para peneídeos foi preponderante no melhor desempenho dos peixes estudados.

2.5.3. Relação Proteína:Energia

As dietas para peixes carnívoros são geralmente ricas em lipídios marinhos (entre 100 e 160 g/kg de dieta), altamente energéticas (> 4.000 kcal/kg) e com um teor de carboidratos abaixo de 300 g/kg da dieta (GLENCROSS, 2006). A relação proteína:energia das dietas tem sido um tema muito estudado na nutrição de organismos aquáticos. A energia não protéica na ração proporciona um efeito poupador da proteína, pois, com um aporte energético adequado, os processos metabólicos dos organismos cultivados são atendidos integralmente, maximizando o uso da proteína ingerida para o crescimento. No entanto, um aumento excessivo no teor energético na ração provoca uma saciedade precoce resultando num efeito inverso, ou seja, um menor aporte de proteína, limitando o crescimento dos indivíduos.

Catacutan & Coloso (1995) trabalharam com juvenis de barramundi (peso corporal de 1,34 g) testando dietas experimentais com diferentes níveis de proteína (350, 425 e 500 g/kg) e lipídios (50, 100 e 150 g/kg). A relação proteína:energia variou entre 104 e 157 mg de proteína/kcal, exibindo o mesmo teor de carboidratos (200 g/kg). Os animais alcançaram maior ganho de peso e taxa de crescimento específico nas dietas com mais altos teores de proteína e lipídeos (500 e 150 g/kg, respectivamente). Entretanto, não foi observada diferença significativa em relação aos animais alimentados com a dieta contendo 423 g/kg de proteína bruta e 100 g/kg de lipídios (taxa P:E de 128 mg proteína/kcal). O fator de conversão alimentar com esta última dieta foi de 1,19. Esses valores coincidem com os recomendados por Cerqueira & Tsuzuki (2009) para o robalo-peva. Os peixes alimentados com rações com teores de lipídeo de 50 g/kg apresentaram avermelhado anormal nas nadadeiras, independentemente do nível de proteína.

Em outro experimento, Catacutan & Coloso (1997) investigaram o efeito poupador dos carboidratos sobre os lipídios como fonte de energia. Para tanto, testaram o crescimento de juvenis de barramundi com peso médio inicial de 0,90 g alimentados com seis dietas isoproteicas (425 g/kg de proteína bruta), variando o teor de carboidratos em 15 e 20% para cada nível de lipídios (60, 120 e 180 g/kg). A energia metabolizável estimada das dietas variou de 284 a 412 kcal/100 g de dieta. Os peixes

foram cultivados por 84 dias estocados numa densidade de 10 peixes/tanque de 60 l. Os peixes alimentados com as dietas contendo 200 g/kg de carboidratos e 120 ou 180 g/kg de lipídios apresentaram os maiores ganho de peso. A taxa de crescimento específico não diferiu nas dietas com 120 e 180 g/kg de lipídios, independentemente do nível de carboidratos. Já nas dietas com baixo teor de lipídios, a redução do nível de carboidratos causou a menor taxa de crescimento, indicando um efeito poupador de lipídios pelos carboidratos. O fator de conversão alimentar foi significativamente melhor nas dietas com 120 e 180 g/kg de lipídios e 200 g/kg de carboidratos e 120 g/kg de lipídios com 150 g/kg de carboidratos. O índice hepatossomático foi significativamente superior nas dietas contendo 180 g/kg de lipídios, para ambos os teores de carboidratos, sugerindo serem aquelas excessivamente gordurosas. Os autores sugerem que as dietas para juvenis de barramundi de 1 a 60 g devam conter 425 g/kg de proteína bruta; 100 a 120 g/kg de lipídios, aportados na dieta através de uma mistura 1:1 de óleo de peixe e óleo de soja; teores de energia entre 337 e 358 kcal/100 g de dieta e uma relação proteína:energia próxima a 128 mg de proteína/kcal.

Pérez *et al.* (1997) estudaram o crescimento de alevinos de 2,78 g de robalo europeu *Dicentrarchus labrax*, perciforme da família *Moronidae*, alimentados com rações extrusadas por 90 dias em dois cultivos. No experimento 1, a proteína bruta foi reduzida de 550 a 400 g/kg aumentando o teor de lipídeos de 60 para 180 g/kg. No experimento 2, o teor de carboidratos variou de 200 a 350 g/kg, mantendo-se o teor de lipídios em 120 g/kg. Os melhores resultados para conversão alimentar e taxa de crescimento foram obtidos nos dois experimentos para rações com teores de proteína bruta de 450 g/kg. O estudo sugere que os teores de carboidratos não devem ultrapassar os 300 g/kg e o de lipídios deve ficar entre 120 e 140 g/kg.

Barbuio (1999), avaliando os efeitos do teor de umidade de dietas experimentais no desempenho do robalo-peva, encontrou resultados que sugeriam a importância da determinação da demanda lipídica dessa espécie. O autor testou o uso de dietas experimentais seca (93 g/kg de umidade, 521 g/kg de proteína bruta e 192 g/kg de extrato etéreo) e semi-úmida (386 g/kg de umidade, 521 g/kg de proteína bruta e 192 g/kg de extrato etéreo) contra uma dieta comercial para salmonídeos (108 g/kg de umidade, 494 g/kg de proteína bruta e 95 g/kg de extrato etéreo) em juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* obtidos de desova em laboratório. Os peixes, com peso médio inicial de 34,8 g, foram estocados em nove tanques-rede instalados em viveiros

de terra com água salobra na densidade de 103 peixes por tanque-rede de 8 m³ e alimentados três vezes por dia. O peso médio final após 161 dias de cultivo foi semelhante para os indivíduos alimentados com dieta experimental seca e dieta experimental semi-úmida (195,2 g e 190,5 g, respectivamente), e significativamente menor (178,2 g) para os indivíduos alimentados com dieta comercial. Os indivíduos que receberam as dietas experimentais tiveram um maior ganho em peso, mas apresentaram um maior acúmulo de gordura e uma menor porcentagem de proteína corporal em relação aos alimentados com a dieta comercial. O autor considerou necessária a determinação das exigências nutricionais da espécie para o desenvolvimento de dietas balanceadas que garantam um bom crescimento do robalo-peva sem uma deposição excessiva de gordura nos indivíduos.

William *et al.* (2003) testaram o efeito poupador do lipídeo sobre a proteína em 384 juvenis de barramundi de 230 g (experimento 1) por 8 semanas variando o teor de lipídios em 70, 125 e 180 g/kg para cada nível de proteína das dietas (380, 425, 473 e 520 g/kg, respectivamente). Em um segundo experimento, 720 juvenis de barramundi de 80 g foram alimentados por seis semanas com dietas contendo 130, 180 e 230 g/kg de lipídios para quatro níveis de proteína variando entre 438 e 647 g/kg. A taxa de crescimento e de conversão alimentar melhorou linearmente com o aumento das concentrações de proteína bruta e lipídeo das dietas nos dois experimentos. Nos experimentos 1 e 2, as dietas mais ricas em proteína proporcionaram taxas de crescimento 38% e 81%, respectivamente, mais elevadas comparadas ao crescimento dos peixes alimentados com as dietas mais pobres em proteína. Devido a esse comportamento linear proporcional dos parâmetros de desempenho dos peixes com a concentração de lipídios e proteína bruta, não foi possível determinar uma razão ótima de proteína bruta:energia bruta em relação à taxa de crescimento e à conversão alimentar. Contudo, os autores ressaltaram que, em termos práticos, torna-se muito dispendioso fabricar rações com mais de 500 a 550 g de proteína bruta/kg de dieta e 200 a 250 g de lipídios/kg de dieta. No estudo de William *et al.* (2003) houve algum efeito poupador do lipídeo sobre a proteína. O aumento de uma unidade percentual no teor de lipídeo das dietas proporcionou a redução de 0,7 unidades percentuais nos teores de proteína bruta no experimento 1 e de uma unidade percentual no experimento 2.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, Infra-Estrutura e Delineamento Experimental

O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA) no Centro de Estudos Ambientais Costeiros (CEAC) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará (UFC). O CEAC está localizado às margens do estuário do Rio Pacoti, no município do Eusébio, Ceará; na latitude 3°53'15" S e longitude 38°22'30" O, distante cerca de 20 km de Fortaleza, Ceará.

Para o estudo foram utilizados 30 tanques cilindro-cônicos de polietileno com volume nominal unitário de 1 m³, abastecidos por duas caixas d'água de fibra de vidro de 20 m³ para armazenamento de água. Estes reservatórios, por sua vez, estão ligados às linhas de abastecimento de água do estuário através de tubulação, conexões de derivação e registros. Os reservatórios recebem suprimento de água estuarina através de uma bomba centrífuga com 5,0 cv de potência (modelo C8R8, linha JM, Bombas King, Caucaia, CE), mantida em uma casa de bombas situada às margens do estuário do Rio Pacoti, distante cerca de 270 m do sistema experimental. Os tanques de cultivo são conectados a rede hidráulica de PVC para abastecimento de água estuarina e a uma rede hidráulica de PVC para drenagem dos tanques e tratamento dos efluentes.

Um tanque cilíndrico de 23,85 m³ (4,5 m de diâmetro x 1,5 m de profundidade) em estrutura de plástico de engenharia e lona de PVC (Vinitank, Viniartefatos Comércio, Importação e Exportação Ltda., Embu, SP) ligado a outra infra-estrutura semelhante de cultivo de organismos aquáticos foi empregado como berçário. Uma rede hidráulica mista composta de ferro galvanizado e PVC foi empregada para alimentar de ar os tanques de cultivo. O ar foi suprido por três sopradores (compressores radiais de ar) com 7,5 cv de potência (modelo CR-9, IBRAM Indústria Brasileira de Máquinas e Equipamentos, São Paulo, SP) que funcionaram alternadamente, a cada 24 h. Um grupo gerador a diesel de potência contínua com 1.800 RPM (modelo D229-4, MWM Motores Diesel Ltda., São Paulo, SP) e 55-kVA (Kilo Volt Amperes ou 44 kW) ou 60 cv de potência foi empregado como fonte emergencial de energia.

Cinco dietas isoprotéicas, com teores de proteína bruta (a base úmida) de 480,0 g/kg foram formuladas variando apenas o nível de lipídios total e a energia bruta. Foram avaliados os níveis de lipídios na dieta de 100,0 g/kg (dieta **RL_10**), 120,0 g/kg (dieta **RL_12**), 140,0 g/kg (dieta **RL_14**), 160,0 g/kg (dieta **RL_16**) e 180,0 g/kg (dieta

RL_18). Foi adotado um delineamento experimental em blocos com cinco tratamentos e seis repetições por dieta (Figura 1).

3.2. Formulação e Preparação das Dietas Experimentais

As cinco dietas experimentais isoprotéicas foram desenvolvidas utilizando o software de formulação linear Feedsoft[®] Professional versão 3.14 (Feedsoft Corporation, Richardson, Texas, EUA). O aporte de proteína bruta (PB) e dos dez aminoácidos considerados essenciais¹ (AAE) para organismos aquáticos cultivados (NRC, 1983) foi atendido principalmente através do uso da farinha de peixe de salmão. Dado à inexistência de informações referente às exigências nutricionais do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, os níveis de proteína bruta e energia foram fundamentados em valores disponíveis para o barramundi, *Lates calcarifer* (BOONYARATPALIN, 1997; WILLIAMS & BARLOW, 1999; GLENCROSS, 2006). As dietas apresentaram um teor de proteína bruta de $483,9 \pm 3,2$ g/kg (Tabela 1) e um nível de energia bruta entre 17,0 e 19,7 MJ/kg (4.056 e 4.696 kcal/kg de dieta). Os níveis formulados de aminoácidos essenciais seguiram os valores mínimos definidos para o barramundi por Millamena (1994), Coloso *et al.* (1993) e Catacutan & Coloso (1995, 1997).

Os níveis dos ácidos linolénico (C18:3n3), eicosapentaenóico (C20:5n3) e docosahexaenóico (C22:6n3) seguiram o recomendado por Williams & Barlow (1999) para o barramundi, obedecendo a um nível mínimo de 10 g/kg de dieta para a soma de todos os ácidos graxos da série omega-3 (n-3) segundo Boonyaratpalin (1997) e Wanakowat *et al.* (1993). Os níveis de cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo total e cloro nas dietas seguiram as exigências da truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (NRC, 1993).

As dietas foram desenhadas para conter percentuais crescentes de lipídios. A partir de uma dieta controle com 100,0 g/kg (dieta **RL_10**), os lipídios totais foram aumentados em 20%, 40%, 60% e 80% para alcançar teores de gordura de 120,0 g/kg (dieta **RL_12**), 140,0 g/kg (dieta **RL_14**), 160,0 g/kg (dieta **RL_16**) e 180,0 g/kg (dieta **RL_18**), respectivamente. O aumento nos níveis de lipídios totais ocorreu ao custo de uma maior inclusão de óleo de peixe de Anchoveta (*Engraulis ringers*), e redução na inclusão do caolim, o qual não apresenta valor nutricional (Tabela 1).

¹Arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina

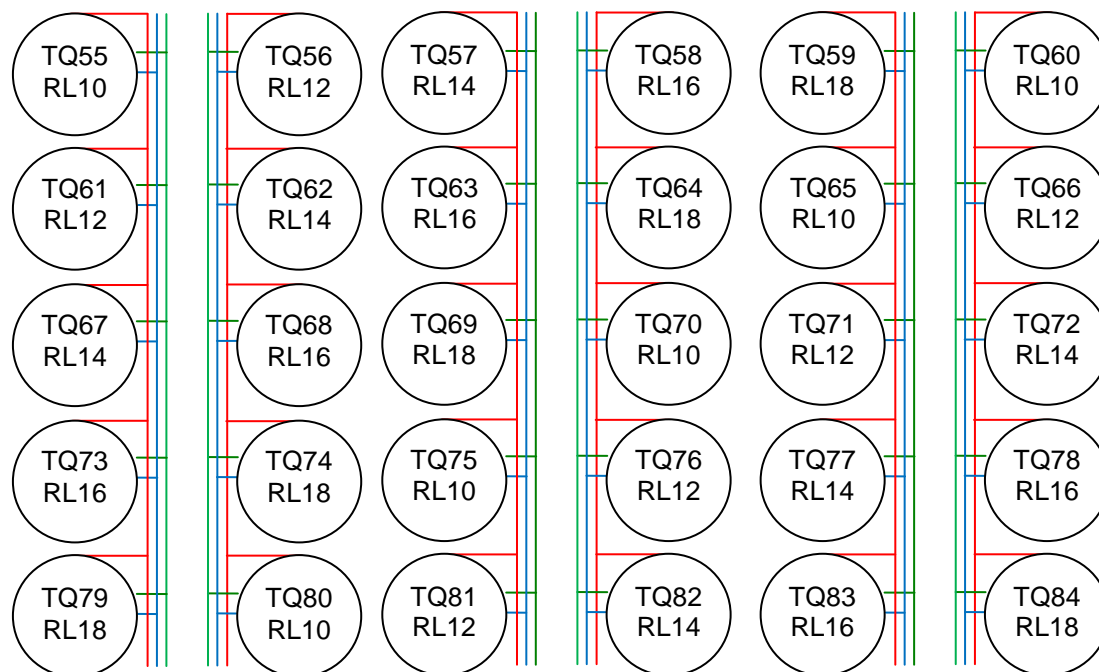


Figura 1. Delineamento experimental adotado durante o cultivo do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. A numeração na parte superior de cada tanque refere-se a sua identificação, enquanto na inferior, ao tratamento. Linha vermelha, drenagem de água; linha azul, entrada de água; linha verde, ar.

Tabela 1. Composição e valores centesimais projetados das dietas experimentais a serem empregadas no estudo.

Ingredientes	Dietas /Composição (g/kg, base natural)				
	RL_10	RL_12	RL_14	RL_16	RL_18
Farinha de salmão ²	410,0	410,0	410,0	410,0	410,0
Farelo de soja ³	200,0	200,00	200,00	200,00	200,00
Farinha de vísceras de aves ⁴	120,0	120,00	120,00	120,00	120,00
Caolim ⁵	100,4	79,95	59,54	39,13	18,73
Óleo de peixe ⁶	11,25	31,66	52,07	72,48	92,89
Óleo de soja ⁷	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Farinha de trigo ⁸	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Premix mineral-vitamínico ⁹	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Sulfato de magnésio	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
Fosfato monobásico ¹⁰	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Aglutinante sintético ¹¹	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Cloreto de potássio	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Vitamina C ¹²	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Antioxidante ¹³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Composição centesimal (g/kg, base seca) ¹⁴					
Proteína bruta	489,3	483,4	481,6	483,5	481,5
Extrato etéreo ¹⁵	100,00	120,00	140,00	160,00	180,00
Cinzas	191,9	171,4	152,1	135,6	119,3
Fibra bruta	15,4	15,7	16,2	12,4	13,8
Extrato não nitrogenado (g/kg) ¹⁶	203,4	209,5	210,1	208,5	205,4
Energia bruta (kcal/kg)	4.056	4.157	4.322	4.499	4.696
(MJ/kg)	17,0	17,4	18,1	18,8	19,7
Relação proteína:energia (mg/kcal)	120,6	116,3	111,4	107,5	102,5
Relação energia: proteína (MJ/kg)	34,7	36,0	37,6	39,0	40,8

¹RL_10, dieta com 100,0 g/kg de lipídios totais; RL_12, dieta com 120,0 g/kg de lipídios totais; RL_14, dieta com 140,0 g/kg de lipídios totais; e, RL_16, dieta com 160,0 g/kg de lipídios totais.

²Farinha de salmão, Pesquera Pacific Star S.A. (Puerto Montt, Chile). 739,1 g/kg de proteína bruta (PB); 122,6 g/kg de extrato etéreo (EE); 156,7 g/kg de cinzas; 8,5 g/kg de fibra bruta (FB).

³Farelo de Soja 48%. Bunge Alimentos S.A. (Luis Eduardo Magalhães, BA). 455,8 g/kg PB; 22,8 g/kg EE; 61,5 g/kg de cinzas; 56,7 g/kg FB.

⁴NORDAL Nordeste Indl. de Derivados Animais Ltda. (Maracanaú, CE). 615,5 g/kg PB; 177,8 g/kg EE; 64,2 g/kg de cinzas; 8,4 g/kg FB.

⁵Caolim, Barra Beneficiamento de Minérios Ltda.(Soledade, PB). 985,0 g/kg de cinzas.

⁶COPEINCA Corporación Pesquera INCA S.A. (Lima, Peru). 980,0 g/kg EE.

⁷Óleo de soja Tipo 1, Bunge Alimentos S.A.(Gaspar, SC). 980,0 g/kg EE.

⁸Rosa Branca Tipo 1, Moinhos Cruzeiro do Sul S.A. (Olinda, PE). 119,5 g/kg PB; 30,1 g/kg EE; 5,8 g/kg de cinzas; 0,5 g/kg FB.

⁹Rovimix Camarão Extensivo, DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Níveis de garantia por quilo de produto: vitamina A, 1.000.000 UI; vitamina D3, 300.000 UI; vitamina E, 15.000 UI; vitamina K3, 300,0 mg; vitamina B1, 3.000,0 mg; vitamina B2, 2.500,0 mg; vitamina B6, 3.500,0 mg; vitamina B12, 6,0 mg; ácido nicotínico, 10.000,0 mg; ácido pantotênico, 5.000,0 mg; biotina, 100,0 mg; ácido fólico, 800,0 mg; vitamina C, 25.000,0 mg; colina, 40.000,0 mg; inositol, 20.000,0 mg; ferro 2.000,0 mg; cobre, 3.500,0 mg; cobre quelado, 1.500,0 mg; zinco, 10.500,0 mg; zinco quelado, 4.500,0 mg; manganês, 4.000,0 mg; selênio, 15,0 mg; selênio quelado, 15,0 mg; iodo, 150,0 mg; cobalto, 30,0 mg; cromo, 80,0 mg; veículo, 1.000,0 g.

¹⁰Fosfato20 Monobicálcico, Serrana Nutrição Animal (Cajataí, SP).

¹¹Pegabind™, Bentoli Agrinutrition Inc. (Austin, EUA). Aglutinante sintético a base de uréia formaldeído.

¹²Rovimix Stay-C® 35%, DSM Produtos Nutricionais Brasil Ltda. (São Paulo, SP). Ácido L-ascórbico-2-monofosfatado, Na₂Ca_{0,5}C₆H₆O₉P.

¹³Etoxiquin, 66,6% em forma de pó, Impextraco (Curitiba, PR).

¹⁴Composição centesimal analisada (CBO Análises Laboratoriais, Campinas, SP).

¹⁵Composição centesimal formulada (Feedsoft Corporation, Richardson, EUA).

¹⁶Calculado pela subtração dos teores de PB, EE, FB e cinzas.

O processo de fabricação das rações experimentais iniciou-se com a moagem em moinho centrífugo simples (Moinho a Martelo Vieira, modelo MCS-280, Máquinas Vieira Indústria e Comércio Ltda., Tatuí, SP) do farelo de soja e da farinha de peixe em malha com 600 µm. Subseqüentemente, a farinha de vísceras de aves foi peneirada em malha de 600 µm. Os microingredientes (minerais e vitaminas) e a farinha de trigo não foram submetidos à moagem ou ao peneiramento, pois já apresentam uma fina granulometria.

Posteriormente, todos os ingredientes (sólidos e líquidos) foram pesados em balança eletrônica de precisão (Ohaus Adventurer, Toledo do Brasil, São Paulo, SP) e misturados em uma bateadeira planetária industrial para massas (G. Paniz, modelo BP-12 super, Caxias do Sul, RS) durante 10 min. Os microingredientes (minerais e vitaminas) e a farinha de trigo foram misturados em um homogeneizador em Y (modelo MA201/5MO, Marconi Equipamentos para Laboratórios Ltda., Piracicaba, SP) e adicionados aos outros ingredientes precedendo a mistura na bateadeira planetária. Após este período, água doce a uma temperatura 92°C foi adicionada à mistura de ingredientes na proporção de 0,2 a 0,4 l para cada 1 kg de ingrediente, sendo misturado por um tempo adicional de 10 min. Esta mistura foi submetida à extrusão em uma extrusora de expansão a seco para laboratório (modelo Ex-Micro para laboratório, Extec Máquinas, Ribeirão Preto, SP), equipada com uma matriz de 2,0 ou 3,0 mm.

Durante a extrusão houve a formação de filamentos alimentares, os quais foram distribuídos em bandejas de aço inox para secagem a 65°C em uma estufa com circulação e renovação de ar (estufa de secagem especial, Modelo MA-035/3, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda., Piracicaba, SP) durante cerca de 2 h. A massa foi revirada a cada 10 min. de secagem, ocasião em que se retiravam alíquotas para a determinação do teor de umidade em um analisador (Moisture Analyser MB35, OHAUS, Toledo do Brasil, São Paulo, SP) a fim de se alcançar uma umidade homogênea em toda dieta. Findo o processo de secagem, as dietas foram resfriadas à temperatura ambiente e os *pellets* quebrados em processador de alimentos doméstico, peneiradas para a remoção dos finos, embaladas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas sob temperatura de -22°C.

3.3. Obtenção de Juvenis, Profilaxia, Aclimação e Povoamento

Os alevinos de robalo-peva foram adquiridos do laboratório comercial de peixes marinhos Maricultura Pandini Ltda., localizado no município de São Mateus, Espírito Santo, e transportados por via aérea para Fortaleza. Os alevinos já adaptados ao consumo de ração e pesando entre 2 e 3 g de peso corporal foram transportados em sacos plásticos duplos de 20 L de água (densidade de 8,5 alevinos/L) contendo oxigênio. Antecedendo o transporte, a água com salinidade entre 25 e 35 ppt foi resfriada a 22°C e os sacos acondicionados em caixas de papelão forradas com poliestireno.

Ao chegarem ao Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LANOA), os alevinos foram submetidos à profilaxia em tanques circulares de 1.000 l contendo água com salinidade de 35 ppt e florfenicol (Aquaflor* 50% Premix, Schering-Plough Saúde Animal Ind. Com. Ltda., Cotia, SP) diluído na dosagem de 15 g para cada 1.000 l de água. Os animais foram mantidos nestas condições por 12 h a fim de evitar contaminações. Após a profilaxia, os peixes foram distribuídos em cinco tanques de 1.000 l e alimentados com artêmia viva nas primeiras 24 h e artêmia congelada nos dois dias subsequentes. A partir do 3º dia foi ofertada uma dieta de aclimação (Tabela 2) nas duas primeiras refeições, reforçada por artêmia congelada na última refeição, até a completa readaptação dos peixes ao alimento artificial ao 5º dia. Após 14 dias nos tanques de 1.000 l, período no qual foram realizadas trocas parciais diárias de 30% do volume de água, 327 alevinos de robalo-peva foram transferidos para o tanque bercário de 23,85 m³ onde permaneceram durante 13 dias.

Findo este período de cultivo, foi realizada uma biometria de classificação de tamanho. Para melhor manipulação e visando reduzir possível estresse, os animais foram anestesiados com uma solução de óleo de cravo (Eugenol 99 a 100% diluído a 10% em álcool comercial 92º) em uma concentração de 2,5 ml para cada 10 l água. Durante a biometria, foram tomadas medidas de comprimento total com o auxílio de um ictiômetro (precisão de 1 mm), aproximadas ao milímetro mais próximo, e de peso vivo em balança eletrônica digital (Ohaus Adventurer, Toledo do Brasil, São Paulo, SP) com precisão de 0,01 g, além de se verificar o estado geral de saúde dos peixes. Durante a classificação, foram estipuladas três classes de comprimento: “pequeno” (0 – 4,26 cm), “médio” (4,27 – 6,94 cm) e “grande” (> 6,94 cm). Os alevinos foram distribuídos nos 30 tanques experimentais a uma densidade de 10 animais/m³, garantindo-se o mesmo

Tabela 2. Composição da dieta de aclimação fabricada em laboratório e empregada na alimentação do robalo-peva antecedendo o início do experimento.

Ingredientes ¹	Composição (g/kg, base natural)
Farinha de salmão	391,06
Farelo de soja	200,00
Farinha de trigo	151,33
Farinha de vísceras de aves	70,00
Quirera d arroz ²	30,00
Glúten de milho ³	30,00
Óleo de peixe, Anchoveta	29,42
Farinha de lula inteira ⁴	24,60
Premix mineral-vitamínico	20,00
Sal comum	15,48
Lecitina de soja ⁵	10,00
Óleo de soja	10,00
Fosfato monobicálcico	6,84
Aglutinante sintético	5,00
Cloreto de Potássio	2,88
Sulfato de magnésio	1,96
Vitamina C	1,43
<hr/>	
Composição centesimal (g/kg, peso seco) ⁶	
Proteína bruta	480
Extrato etéreo	120
Cinzas	83
Fibra bruta	16
Umidade	97
Energia bruta (kcal/kg)	4.173

¹Composição dos ingredientes apresentado na Tabela 1, exceto onde indicado.

²Usina Catende (Catende, PE). 65,2 g/kg de proteína bruta (PB); 15,3 g/kg de extrato etéreo (EE); 4,3 g/kg de fibra bruta (FB); 0,9 g/kg de cinzas.

³Protenose®, Corn Products Brasil – Ingredientes Industriais Ltda. (São Paulo, SP). 657,9 g/kg PB; 26,7 g/kg EE; 13,7 g/kg de cinzas; 17,4 g/kg FB.

⁴Hinrichsen Trading S.A. (Santiago, Chile). 688,9 g/kg PB; 53,8 g/kg EE; 116,3 g/kg de cinzas; 5,1 g/kg FB.

⁵Cargill Nutrição Animal Ltda. (São Paulo, SP). 927,6 g/kg EE; 61,1 g/kg de cinzas.

⁶Composição centesimal estimada (Feedsoft Corporation, Richardson, EUA).

número de indivíduos por classe de comprimento em cada tanque (3 pequenos, 4 médios e 3 grandes). Nos seis dias subsequentes, os alevinos foram alimentados com a dieta de aclimação, antes da exposição às dietas experimentais que ocorreu de forma gradual ao longo de dois dias. Após este período, os peixes foram cultivados por 96 dias entre 17 de setembro a 22 de dezembro de 2010.

3.4. Alimentação e Manejo do Sistema de Cultivo

As refeições foram inicialmente calculadas com base em 10% da biomassa total estocada de peixes por tanque (TUCKER, 1998), divididas em três refeições diárias ofertadas às 0700, 1100 e 1600 h. As refeições foram ajustadas diariamente a cada horário de alimentação com uma margem de segurança para que a quantidade ofertada fosse sempre superior ao consumo alimentar dos animais, de modo a haver sempre sobras, evitando algum tipo de restrição alimentar.

Durante a alimentação, os *pellets* foram lançados gradativamente sobre a superfície d'água, a fim de promover a incitação alimentar dos animais. A alimentação era interrompida no momento em que se observava a saciedade dos peixes ou a ausência de ingestão alimentar. O consumo alimentar foi contabilizado diariamente por tanque e por horário de alimentação (Freitas *et al.*, 2011).

A água para abastecer o sistema experimental foi captada diretamente do estuário do Rio Pacoti, sem nenhum tratamento químico, apenas filtragem em filtros de areia. O experimento foi realizado no período de estiagem, quando a água no trecho do rio onde é captada atingiu valores de salinidade de 40 ppt e pH acima de 8. Nessa época, a velocidade dos ventos também aumenta, proporcionando intensa evaporação e elevando rapidamente a salinidade nos tanques. Para ajustar a salinidade dos tanques de cultivo, foi adicionada água doce da rede de abastecimento municipal. Esse procedimento foi efetuado nos reservatórios de armazenamento d'água, logo após a captação, para então ser disponibilizada ao uso nos tanques de cultivo no dia seguinte.

Os parâmetros físico-químicos de qualidade da água (salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura) em cada tanque de cultivo foram monitorados diariamente às 1300 h. A salinidade da água foi determinada com um refratômetro com calibração automática para temperatura (modelo RTS-101ATC, Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda, São Paulo, SP) enquanto um pHmetro portátil (PHTEK pH-100, marca SAMMAR, Burrows, Fortaleza, CE) foi utilizado para determinar o pH. Um oxímetro

digital (YSI 550A DO Instrument, YSI Incorporated, Yellow Springs, EUA) foi empregado para determinar o oxigênio dissolvido da água de cultivo e a temperatura.

No 3°, 45° e 94° dias de cultivo, amostras da água foram coletadas para análise das concentrações de nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal e fosfato dissolvido em um espectrofotômetro visível (DR 2800 Spectrophotometer, Hach Company, Loveland, EUA). Cada amostra analisada de água foi constituída da mistura de 200 ml da água coletada dos seis tanques de cultivo que constituíam cada tratamento. A partir do 44° dia de cultivo, utilizou-se um teste colorimétrico de nitrogênio amoniacal dissolvido (TETRA, Tetra Importadora Ltda, Fortaleza, CE) como indicador da amônia dissolvida em tanques que apresentavam depósitos localizados de fezes e ração não consumida.

Visando garantir uma melhor qualidade de água do sistema de cultivo, 25 a 33% do volume da água de todos os tanques de cultivo foram renovados três vezes a cada quatro dias. As amostras para análises de amônia total, nitrito, nitrato e ortofosfato foram coletadas sempre precedendo a renovação de água.

3.5. Avaliações Biométricas, Somáticas e Histológicas

O desempenho zootécnico do robalo-peva foi avaliado ao longo e no final do cultivo por meio de biometrias. A biometria inicial foi realizada no primeiro dia de cultivo, oito dias após a biometria de classificação e povoamento dos tanques experimentais. Foram realizadas biometrias subsequentes obedecendo um intervalo de 24 dias (24°, 48°, 72° e 96° dias de cultivo).

Durante as biometrias, os peixes foram capturados e imediatamente anestesiados conforme procedimento descrito no item 3.3. Nas biometrias, 100% da população estocada foi individualmente pesada em uma balança digital com precisão de 0,01 g (Ohaus Adventurer, modelo ARA520, Toledo do Brasil Indústria de Balanças Ltda., São Bernardo do Campo, SP) e medida ao milímetro mais próximo com um ictiômetro (precisão de 1 mm). Nesta ocasião, cada tanque de cultivo foi lavado com água corrente e cheio com água limpa de igual salinidade antes do retorno dos peixes, enquanto se procediam a anestesia, as medições morfométricas e a recuperação dos mesmos.

Na última biometria, aos 96 dias de cultivo, todos os indivíduos foram sacrificados separando-se a coluna vertebral entre o dorso e a cabeça com o auxílio de uma faca. Três indivíduos de cada tanque foram selecionados para pesagem das vísceras, do fígado e da gordura acumulada na cavidade visceral objetivando determinar

os índices víscero e hepatossomáticos, assim como o percentual de gordura visceral acumulada em relação ao peso úmido de cada indivíduo.

Os peixes selecionados foram cuidadosamente abertos com tesoura de ponta fina e bisturi a partir do orifício urogenital para exposição dos órgãos internos. Todo o conteúdo da cavidade abdominal foi retirado de modo a manter sua integridade, restando, apenas, a bexiga natatória sob o peritônio limpo. Esse conteúdo foi, então, pesado na balança de precisão, incluindo o coração e excluindo as brânquias. Após isso, foram separados e pesados individualmente o fígado e os corpos adiposos existentes sobre os órgãos da cavidade visceral.

Foi realizado um estudo histopatológico do fígado e pâncreas de seis indivíduos de cada tratamento, constituindo um total de 30 indivíduos analisados macroscopicamente. Os animais foram processados de acordo com normas e padrões convencionais para preparação histológica permanente (MUMFORD *et al.*, 2007). As células (núcleos e citoplasma), tecidos e órgãos das seções impregnadas em parafina foram convenientemente coradas pelo método da Hematoxilina e Eosina (HE), e finalmente examinados por meio de microscópio óptico. Para o diagnóstico quantitativo do fígado e pâncreas dos peixes coletados, foi empregado um escore variando de 1 a 5. Os valores de 1 (0%), 2 (< 25%), 3 (>25% e <50%), 4 (>50% e <75%) e 5 (>75% e <100%) representaram o percentual de mudanças degenerativas (Deg) e regenerativas (Reg) do fígado e a presença de grânulos Zymogênicos (Zy) e vacúolos de lipídios no pâncreas (Vac). As frequências de ocorrência desses escores foram calculadas dividindo-se o número de vezes que o escore ocorria no tratamento pelo número de indivíduos analisados naquele tratamento (6 indivíduos), multiplicando esse quociente por 100. Com esses resultados foram, então, construídos gráficos para visualização das tendências.

3.6. Índices de Desempenho Zootécnico

Foram determinados os seguintes índices de desempenho zootécnico:

$$TCE = [(lnPf - lnPi) \div DC] \times 100 \quad (1) \quad \text{onde,}$$

TCE = taxa de crescimento específico (%/dia)

Pf = peso corporal úmido (g) dos peixes na despesca;

Pi = peso corporal úmido (g) dos peixes no dia 1 de cultivo;

DC = número total de dias de cultivo.

$$GPD = (Pf - Pi) \div DC \quad (2) \quad \text{onde,}$$

GPD = ganho de peso corporal diário (g/dia);

$$S = ((POPf \div POPi) \times 100 \quad (3) \quad \text{onde,}$$

S = sobrevivência final dos peixes na despesca (%);

POPf = número total de peixes vivos por tanque no momento da despesca;

POPi = número total de peixes povoados por tanque no início do cultivo.

$$PRD = ((POPf \times Pf) - (POPi \times Pi)) \div VT \quad (4) \quad \text{onde,}$$

PRD = produtividade de peixes por tanque (g/m³);

VT = volume do tanque de cultivo (m³).

O fator de conversão alimentar das dietas foi determinado ao final do cultivo empregando-se o consumo alimentar aparente (CAp, em g/tanque/ciclo). O consumo aparente de dieta foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração por tanque ofertada e a quantidade de ração por tanque não ofertada que retornava daquela refeição em base natural. Assim, o fator de conversão alimentar foi determinado pela equação:

$$FCA = \Sigma CAp \div BIO \quad (5) \quad \text{onde,}$$

FCA = fator de conversão alimentar;

CAp = consumo alimentar aparente (g) por tanque ao longo de todo ciclo de cultivo;

BIO = biomassa ganha de peixe (g) em base úmida por tanque, ou seja,

BIO = (Pf - Pi) x POPf;

$$FEP = BIO \div (PB \times \Sigma CAp) \quad (6) \quad \text{onde,}$$

FEP = fator de eficiência protéica (%);

PB = teor de proteína bruta na ração (g).

Os índices corporais para avaliação da deposição de gordura nos peixes despescados no final do experimento foram calculados através das seguintes fórmulas:

$$IVS = (V \div Pf) \times 100 \quad (7) \quad \text{onde,}$$

IVS = índice víscerosomático;

V = peso úmido das vísceras;

$$IHS = (F \div Pf) \times 100 \quad (8) \quad \text{onde,}$$

IHS = índice hepatossomático;

F = peso úmido do fígado.

$$IGV = (GV \div Pf) \times 100 \quad (9) \quad \text{onde,}$$

IGV = índice de gordura visceral;

GV = peso úmido da gordura visceral.

3.7. Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas com o programa Statistical Package for Social Sciences, versão Windows 15 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). A Análise de Variância Univariada (ANOVA) foi aplicada para determinar as diferenças estatísticas entre os tratamentos. O teste *a posteriori* de Tukey HSD foi utilizado para examinar as diferenças estatísticas individuais entre tratamentos, quando observadas diferenças estatísticas ao nível de significância de 0,05. O teste *t* foi aplicado para testar a igualdade entre duas variáveis. Para análise de correlação entre as variáveis, foi empregado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

4.0. RESULTADOS

4.1. Qualidade de Água

Durante o experimento foram realizadas 2.490 medições de salinidade, pH, oxigênio dissolvido e temperatura da água nos 30 tanques de cultivo (Figura 2). Os valores desses parâmetros mantiveram-se estáveis ao longo do experimento, não sendo observada diferença estatística significativa entre os tanques ou entre os tratamentos ($P > 0,05$, ANOVA).

As trocas diárias de 1/3 do volume de água dos tanques proporcionaram a mesma qualidade de água em todo o sistema de cultivo durante o período experimental. A salinidade manteve-se dentro da faixa do ambiente marinho, atingindo um máximo de 45 ppt entre valores próximos a 40 ppt somente nos três primeiros dias de cultivo (Figura 2). No restante do cultivo a salinidade foi reduzida alcançando um mínimo de 28 ppt e uma média de 35 ± 2 ppt (média \pm desvio padrão).

O pH manteve-se elevado, no limite superior da faixa ideal para organismos aquáticos (VINATEA, 2003) com valores oscilando entre um mínimo de 8,1 e um máximo de 9,0 (média de $8,6 \pm 0,2$). As médias diárias das concentrações de oxigênio dissolvido na água em cada tratamento variaram de $5,93 \pm 0,22$ a $5,94 \pm 0,24$ mg/l. A média em todo o período experimental foi de $5,94 \pm 0,23$ mg/l, com um mínimo de 5,26 mg/l e um máximo de 6,94 mg/l. Os valores de oxigênio dissolvido permaneceram acima de 90% da saturação, ficando dentro dos valores aceitáveis para o cultivo de organismos aquáticos (BOYD, 1990).

A temperatura da água variou de 29,0°C a 32,9°C do início ao fim do estudo. As médias diárias das temperaturas na água entre os tratamentos foram idênticas à média geral de $30,7 \pm 0,7$ °C e mantiveram-se, portanto, dentro da faixa de tolerância térmica para peixes tropicais entre 25 e 35°C (PARKER & DAVIS, 1981 *apud* VINATEA, 2003).

No tocante às análises dos compostos nitrogenados e do fósforo reativo dissolvidos na água, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$, ANOVA). Porém, houve diferença significativa nestes parâmetros das amostras coletadas no 3°, 45° e 94° dias de cultivo ($P < 0,05$, ANOVA; Tabela 3). Como é de se esperar, a concentração dos compostos nitrogenados apresentou tendência de elevação conforme o aumento do tempo de cultivo (Tabela 3).

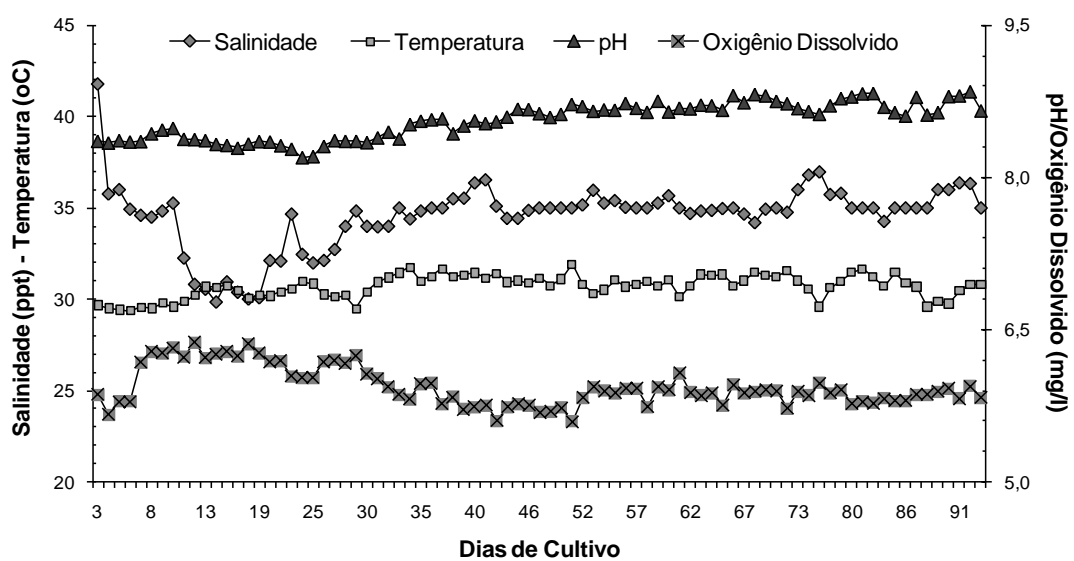


Figura 2: Variação diária nas concentrações de salinidade (ppt), temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (mg/l) da água de cultivo de 30 tanques povoados com o robalo-peva durante 96 dias.

Tabela 3. Variação nos níveis amônia total, nitrito e nitrato e fósforo reativo analisados no estudo em três períodos de cultivo. Os valores são apresentados como média \pm desvio padrão de cinco *pools* de amostras de seis tanques por tratamento sem repetição. Linhas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dias de cultivo ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Parâmetros ¹	Dias de Cultivo/Qualidade de Água (mg/l)			ANOVA ² <i>P</i>
	3°	45°	91°	
Amônia	0,27 \pm 0,02 a	0,36 \pm 0,03 ab	0,42 \pm 0,08 b	0,003
Nitrito	0,020 \pm 0,002 a	0,028 \pm 0,002 a	0,103 \pm 0,054 b	0,002
Nitrato	0,88 \pm 0,16 a	1,62 \pm 0,19 b	1,58 \pm 0,38 b	0,001
Ortofosfato	3,12 \pm 0,90	3,12 \pm 0,37	4,04 \pm 0,31	0,045

¹N-NH₃, nitrogênio amoniacal; N-NO₂⁻, nitrito; N-NO₃⁻, nitrato; P-PO₄³⁻, ortofosfato

²Análise de Variância Univariada (ANOVA)

A concentração de amônia total elevou-se de um mínimo de $0,27 \pm 0,02$ mg/l no início do experimento, para um valor não significativamente superior no 45° dia de estudo, indo até o máximo de $0,42 \pm 0,08$ mg/l, ao 94° dia de cultivo. O nitrito apresentou valores semelhantes no início e na metade do tempo decorrido de cultivo, com um mínimo de $0,020 \pm 0,002$ mg/l, elevando-se significativamente até $0,103 \pm 0,054$ mg/l no final do cultivo. As concentrações de nitrato partiram de um mínimo de $0,88 \pm 0,16$ mg/l no 3° dia de cultivo, alcançaram um máximo de $1,62 \pm 0,19$ mg/l no 45° dia e mantiveram-se com ligeira queda não significativa até o final do experimento. Já os níveis de ortofosfato mantiveram-se praticamente constantes ao longo de todo o estudo.

4.2. Desempenho Zootécnico e Relações Morfométricas

Dos 300 peixes estocados, não foi observado óbito em nenhum dos tanques, resultando numa sobrevivência de 100% em todos os tratamentos. O robalo-peva apresentou resistência a enfermidades, rusticidade e vigor, não tendo sido observado nenhum tipo de infestação por ectoparasitas ou outro tipo de patógenos, nem alguma condição de debilidade ou anormalidade na sanidade dos indivíduos durante o cultivo.

Os juvenis de robalo-peva apresentaram crescimento durante os 96 dias de cultivo. Porém, não foi observada diferença estatística significativa no peso corporal dos peixes alimentados com as dietas contendo diferentes níveis de lipídios e energia ($P > 0,05$, ANOVA; Tabela 4). Os animais iniciaram o cultivo com um peso corporal de $6,5 \pm 2,4$ g (média \pm desvio padrão), tendo alcançado nos dias de cultivo 24°, 48°, 72° e 96° um peso médio de $12,2 \pm 4,3$, $20,0 \pm 6,8$, $28,2 \pm 9,3$ e $38,2 \pm 12,5$ g, respectivamente. Na despesca dos peixes foi detectada uma tendência não significativa de queda no peso corporal com um aumento no teor de gordura e energia das dietas (Tabela 4). Em termos absolutos, houve um aumento no ganho de peso diário (GPD) dos peixes com o tempo de cultivo. Nos intervalos de 0-24, 24-48, 48-72 e 72-96 dias o GPD alcançou 0,25, 0,34, 0,36 e 0,43 g/dia, respectivamente.

Na despesca, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para a produtividade (PRD, 317 ± 40 g/m³/ciclo), o ganho de peso corporal diário (GPD, $0,34 \pm 0,04$ g/dia) e a taxa de crescimento específico (TCE, $1,92 \pm 0,12\%$ /dia; $P > 0,05$, ANOVA). Igualmente, os peixes também não apresentaram diferença significativa para

Tabela 4. Peso médio corporal (g) ± desvio padrão (DP) de juvenis de robalo-peva, *C. parallelus*, durante 96 dias de cultivo ($n = 300$). Os peixes foram alimentados com dietas com conteúdo lipídico entre 100 g/kg a 180 g/kg.

Dieta ¹	Dias de Cultivo/Peso Médio Corporal (g)				
	0	24	48	72	96
Experimental					
RL_10	6,5 ± 2,4	12,9 ± 4,6	20,9 ± 7,0	29,3 ± 9,4	40,8 ± 12,6
RL_12	6,6 ± 2,5	12,8 ± 4,2	21,1 ± 6,5	29,8 ± 9,0	40,0 ± 11,9
RL_14	6,4 ± 2,5	12,1 ± 4,3	20,0 ± 7,0	28,6 ± 9,7	38,1 ± 12,9
RL_16	6,4 ± 2,3	11,8 ± 4,2	19,2 ± 6,7	27,2 ± 9,4	36,7 ± 12,5
RL_18	6,4 ± 2,4	11,6 ± 4,2	18,9 ± 6,7	26,2 ± 8,8	35,2 ± 12,2
Média ± DP	6,5 ± 2,4	12,2 ± 4,3	20,0 ± 6,8	28,2 ± 9,3	38,2 ± 12,5
ANOVA ² P	0,977	0,330	0,271	0,175	0,086

¹**RL_10**, dieta experimental contendo 100 g/kg de lipídios, **RL_12**, dieta experimental contendo 120 g/kg de lipídios, **RL_14**, dieta experimental contendo 140 g/kg de lipídios, **RL_16**, dieta experimental contendo 160 g/kg de lipídios, **RL_18**, dieta experimental contendo 180 g/kg de lipídios.

²Análise de Variância Univariada (ANOVA).

Tabela 5. Desempenho zootécnico de juvenis de robalo-peva, *C. parallelus*, alimentados com dietas com um aumento progressivo no nível de lipídios e energia. Os valores são apresentados como média ± desvio padrão (DP) para os resultados finais de seis tanques de cultivo de 1,0 m³ para cada tratamento experimental.

Dieta ¹ Experimental	Parâmetros de Desempenho Zootécnico ²				
	GPD (g/dia)	TCE (%/dia)	PRD (g/m ³ /ciclo)	FCA	FEP
RL_10	0,36 ± 0,04	1,96 ± 0,12	333 ± 34	1,79 ± 0,28	1,17 ± 0,18
RL_12	0,36 ± 0,05	1,95 ± 0,12	334 ± 49	1,73 ± 0,27	1,22 ± 0,19
RL_14	0,34 ± 0,03	1,93 ± 0,08	315 ± 30	1,73 ± 0,18	1,21 ± 0,12
RL_16	0,35 ± 0,04	1,95 ± 0,16	321 ± 41	1,68 ± 0,31	1,26 ± 0,23
RL_18	0,31 ± 0,04	1,82 ± 0,10	281 ± 33	1,92 ± 0,20	1,09 ± 0,12
Média ± DP	0,34 ± 0,04	1,92 ± 0,12	317 ± 40	1,77 ± 0,25	1,19 ± 0,17
ANOVA ³ P	0,135	0,260	0,135	0,564	0,510

¹**RL_10**, dieta experimental contendo 100 g/kg de lipídios, **RL_12**, dieta experimental contendo 120 g/kg de lipídios, **RL_14**, dieta experimental contendo 140 g/kg de lipídios, **RL_16**, dieta experimental contendo 160 g/kg de lipídios, **RL_18**, dieta experimental contendo 180 g/kg de lipídios.

²GPD, ganho de peso corporal diário (g/dia); TCE, taxa de crescimento específico (%/dia); PRD, produtividade de peixes (g/m³); FCA, fator de conversão alimentar; FEP, fator de eficiência protéica.

³Análise de Variância Univariada (ANOVA).

o fator de conversão alimentar (FCA, $1,77 \pm 0,25$) e o fator de eficiência protéica (FEP, $1,19 \pm 0,17$; $P > 0,05$, ANOVA; Tabela 5).

As variáveis comprimento total e peso corporal do robalo-peva exibiram correlação positiva com um grau de determinação (R^2) de 0,986. A curva de regressão é representada pela equação exponencial $y = 0,009x^{3,074}$ ($n = 1.497$, Figura 3).

4.3. Consumo Alimentar

Embora os fatores de conversão alimentar (FCA) e de eficiência protéica (FEP) não tenham apresentado diferença estatística significativa entre os tratamentos estudados ($P > 0,05$, ANOVA), houve diferença significativa no consumo alimentar das dietas empregadas ($P < 0,05$, ANOVA).

O consumo alimentar absoluto (g/peixe) exibiu uma tendência significativa de queda com o aumento do teor lipídico das dietas ($P < 0,05$, ANOVA; Figura 4). O maior consumo observado foi o da dieta **RL_10**, significativamente superior ao das dietas **RL_14**, **RL_16** e **RL_18** ($P < 0,05$, ANOVA), mas semelhante ao da dieta **RL_12** ($P > 0,05$, ANOVA). O menor consumo foi observado para dieta **RL_16**, significativamente inferior ao das dietas **RL_10** e **RL_12** ($P < 0,05$, ANOVA), mas semelhante ao das dietas **RL_14** e **RL_18** ($P > 0,05$, ANOVA; Figura 3).

O consumo alimentar energético (kcal/peixe/dia) apresentou um equilíbrio entre praticamente todas as dietas (Figura 3). O maior consumo em termos energéticos foi observado na dieta com maior teor de lipídio, **RL_18** ($2,80 \pm 1,08$ kcal/peixe/dia), mas esta não apresentou diferença estatística com as dietas **RL_16**, **RL_10** e **RL_12** ($2,63 \pm 1,12$, $2,63 \pm 1,10$, $2,61 \pm 1,06$ kcal/peixe/dia, respectivamente; $P > 0,05$, ANOVA). O menor consumo energético foi verificado na dieta **RL_14** ($2,62 \pm 1,00$ kcal/peixe/dia), com diferença significativa somente em relação à dieta **RL_18** ($P < 0,05$, ANOVA; Figura 3).

O consumo alimentar em termos energéticos indica que o aporte de energia devido à quantidade ingerida foi praticamente o mesmo entre as dietas com teores de lipídios de 100 g/kg (**RL_10**), 120 g/kg (**RL_12**) e 160 g/kg (**RL_16**), verificando-se o menor consumo energético numa dieta de teor lipídico e energético intermediário, contendo 140 g/kg (**RL_14**). O consumo energético foi calculado a partir do consumo aparente através do percentual de energia adotado na dieta.

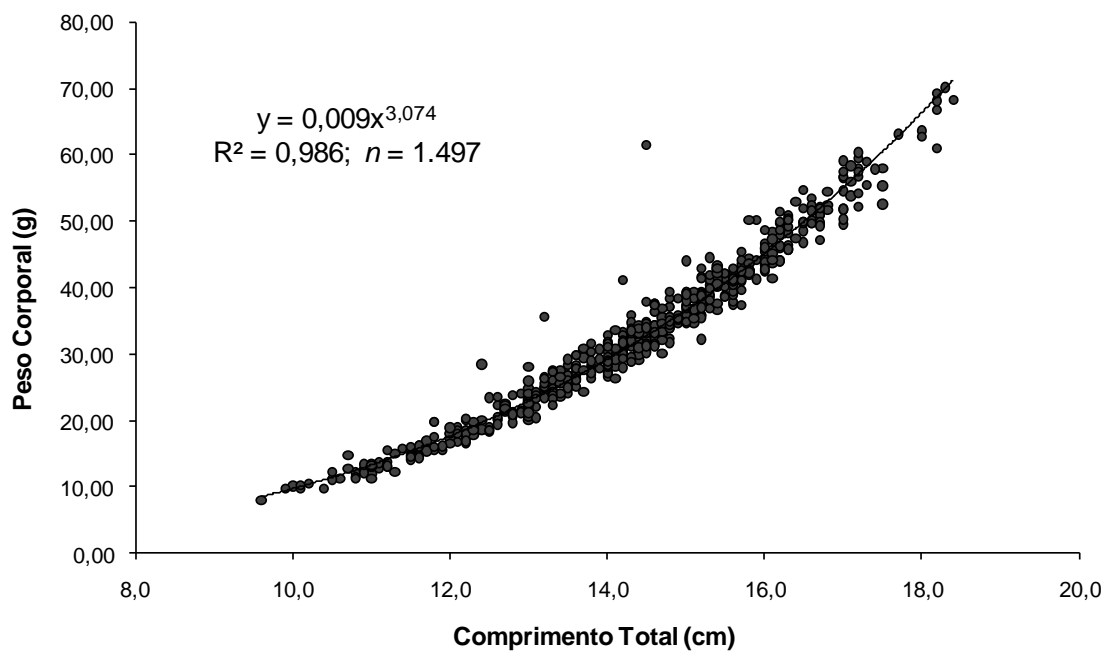


Figura 3: Relação entre comprimento total (cm) e peso corporal úmido (g) do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.

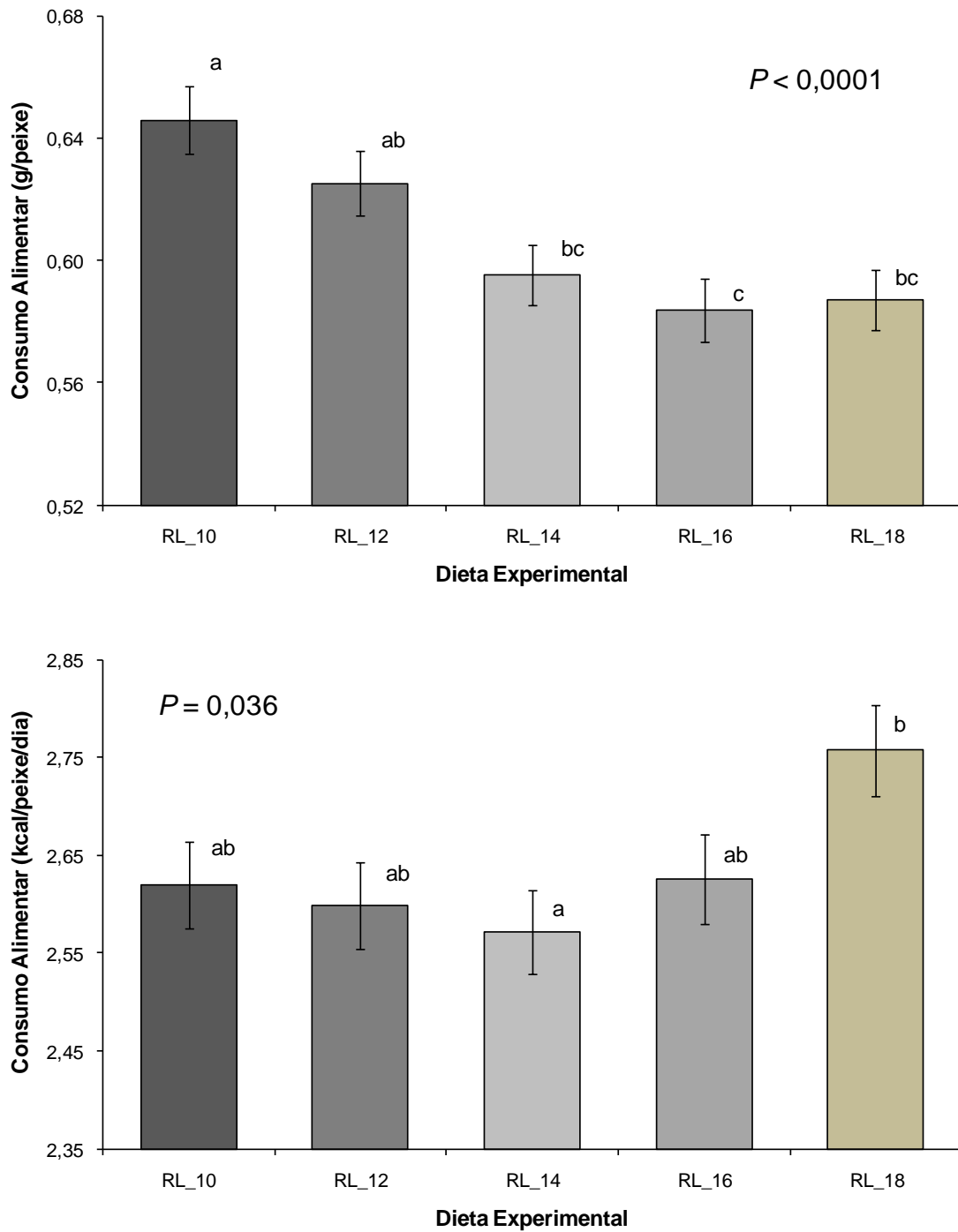


Figura 4: Consumo alimentar diário do robalo-peva em termos absolutos (g/peixe/dia) e energético (kcal/peixe/dia) em relação as dietas experimentais. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre as dietas ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Aparentemente, os peixes consumiram em maior quantidade as dietas menos gordurosas e em menor quantidade as dietas com maior teor de lipídios, resultando num consumo energético equivalente.

4.4. Recomendação Lipídica e Energética

Uma estimativa matemática do ponto de máximo ganho de peso em termos percentuais em relação ao teor lipídico e energético das dietas indicou teores ótimos lipídicos e energéticos para o robalo-peva com peso corporal entre $6,5 \pm 2,4$ e $38,2 \pm 12,5$ g. Para esta faixa de peso, o nível de lipídios e energia bruta das dietas deve se situar em 122 g/kg e 4.216 kcal/kg, respectivamente (Figura 5). As equações cúbicas de regressão obtidas foram $y = -10,23 + (2,59E-006x^2) + (-4,10E-10x^3)$ e $y = 4,39 + (0,000144x^2) + (-7,90E-07x^3)$, onde y é o ganho de peso percentual dos peixes e x é o teor de lipídios e energia bruta das dietas, respectivamente.

4.5. Índices Corporais

Ao final do estudo, os juvenis de robalo-peva apresentaram uma tendência significativa de maior deposição de gordura na cavidade visceral com o aumento do teor de lipídios e energia nas dietas ($P < 0,05$, ANOVA; Tabela 6). Isto foi constatado através de um aumento dos índices víscerosomáticos (IVS) e dos índices de gordura visceral (IGV) do robalo-peva.

O peso do fígado em relação ao peso corporal úmido dos peixes analisados (IHS, Índice Hepatosomático) não se diferenciou estatisticamente entre os tratamentos ($P > 0,05$, ANOVA). Isto indicou que o aumento progressivo no peso das vísceras em relação ao peso corporal úmido dos peixes (IVS) foi devido à também progressiva e significativa elevação do peso dos corpos adiposos na cavidade visceral (IGV) dos mesmos (Tabela 6).

4.6. Avaliação Histopatológica

Os resultados histopatológicos indicaram que não foram encontradas mudanças degenerativas (Deg) e regenerativas (Reg) no fígado em 100% dos peixes analisados nos tratamentos com as dietas contendo teores de 100, 120 e 140 g/kg de lipídios (Figura 6). Contudo, nos peixes alimentados com dietas contendo 160 e 180 g/kg de lipídios, foram observadas ocorrências de Deg e (ou) Reg em 17% dos peixes

examinados (Figuras 6 e 8). De forma semelhante, foi observada tendência de maior ocorrência de grânulos zymogênicos (Zy) e com maior diâmetro nas amostras do pâncreas de peixes alimentados com as dietas com menor teor de óleo (100 e 120 g/kg) que nas de maior conteúdo lipídico (Figura 7). Já em relação aos vacúolos de lipídios (Vac), houve tendência de ocorrerem em maiores dimensões no pâncreas dos peixes que receberam as dietas mais gordurosas, contendo 160 e 180 g/kg de lipídios (Figuras 7 e 9).

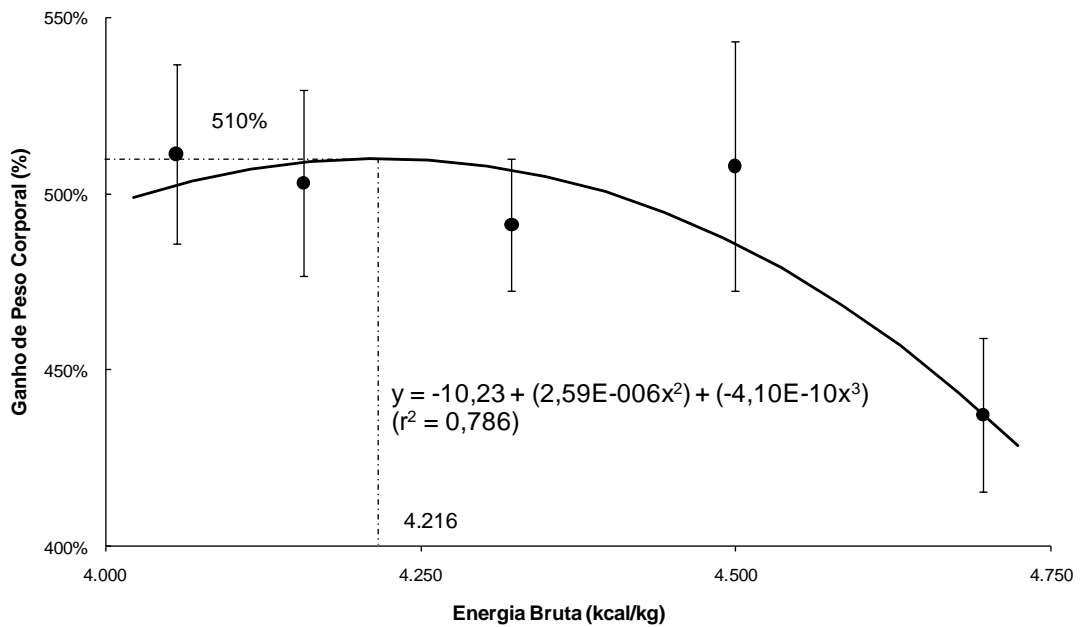
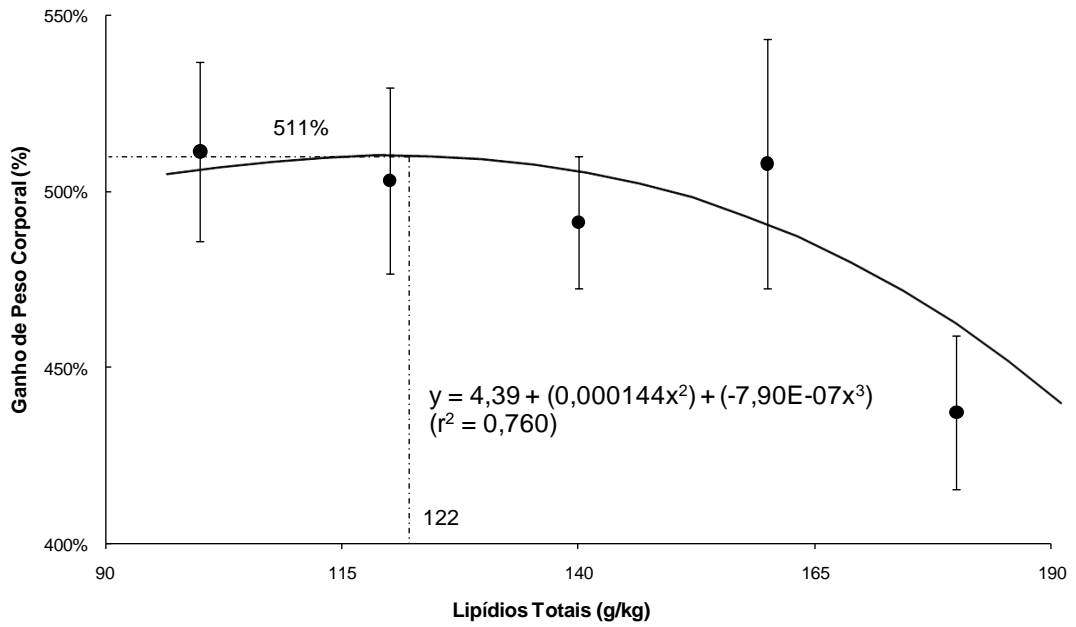


Figura 5: Exigência de lipídios (%) e de energia bruta (kcal/kg) do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.

Tabela 6. Índices corporais (%) \pm desvio padrão (DP) de juvenis de robalo-peva, *C. parallelus*, durante 96 dias de cultivo ($n = 93$; 93 e 87). Os peixes foram alimentados com dietas com conteúdo lipídico entre 100 g/kg a 180 g/kg. Colunas com letras iguais indicam diferença estatística não significativa entre dias de cultivo ao nível de $\alpha = 0,05$ segundo o teste *a posteriori* de Tukey HSD.

Dieta ¹	Índices Somáticos ² (%)		
	IVS	IHS	IGV
Experimental			
RL_10	8,28 \pm 1,47 a	1,29 \pm 0,19	4,32 \pm 1,33 a
RL_12	9,00 \pm 1,29 ab	1,29 \pm 0,27	4,88 \pm 1,26 ab
RL_14	9,37 \pm 1,20 abc	1,28 \pm 0,22	5,38 \pm 1,21 abc
RL_16	10,16 \pm 1,31 bc	1,23 \pm 0,21	5,88 \pm 1,34 bc
RL_18	10,31 \pm 1,28 c	1,20 \pm 0,13	6,13 \pm 1,24 c
Média \pm DP	---	1,26 \pm 0,21	---
ANOVA ³ P	< 0,0001	0,584	< 0,0001

¹**RL_10**, dieta experimental contendo 100 g/kg de lipídios, **RL_12**, dieta experimental contendo 120 g/kg de lipídios, **RL_14**, dieta experimental contendo 140 g/kg de lipídios, **RL_16**, dieta experimental contendo 160 g/kg de lipídios, **RL_18**, dieta experimental contendo 180 g/kg de lipídios.

²IVS, índice viscerossomático (%), $n = 93$; IHS, índice hepatossomático (%), $n = 93$; IGV, índice de gordura visceral (%), $n = 87$.

³Análise de Variância Univariada (ANOVA).

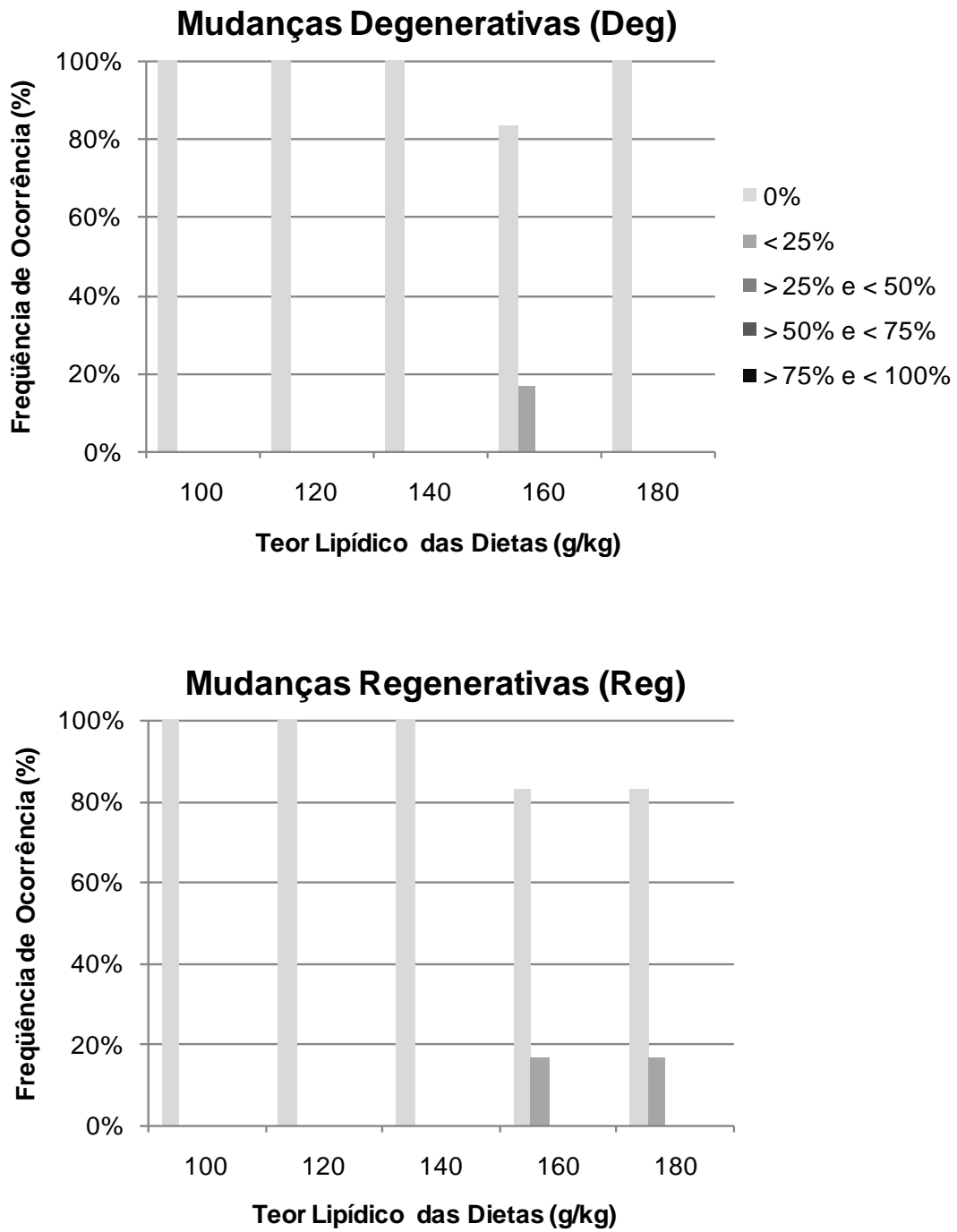


Figura 6: Mudanças Degenerativas (Deg) e Regenerativas (Reg) no fígado de robalos-peva, *Centropomus parallelus*, alimentados com dietas isoprotéicas contendo 100, 120, 140, 160 e 180 g/kg de lipídios.

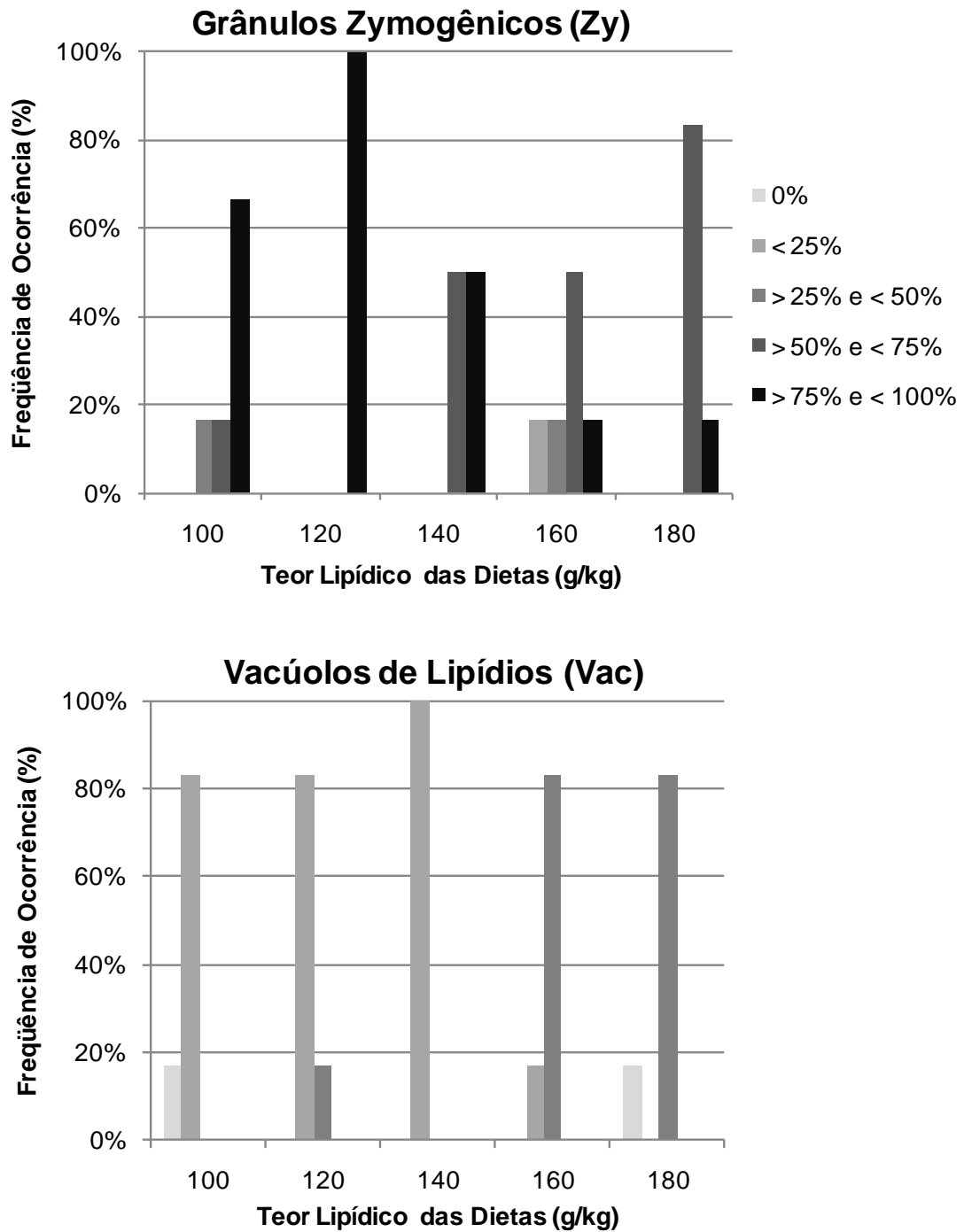


Figura 7: Grânulos Zymogênicos (Zy) e Vacúolos de Lipídios (Vac) no pâncreas de robalos-peva, *Centropomus parallelus*, alimentados com dietas isoprotéicas contendo 100, 120, 140, 160 e 180 g/kg de lipídios.

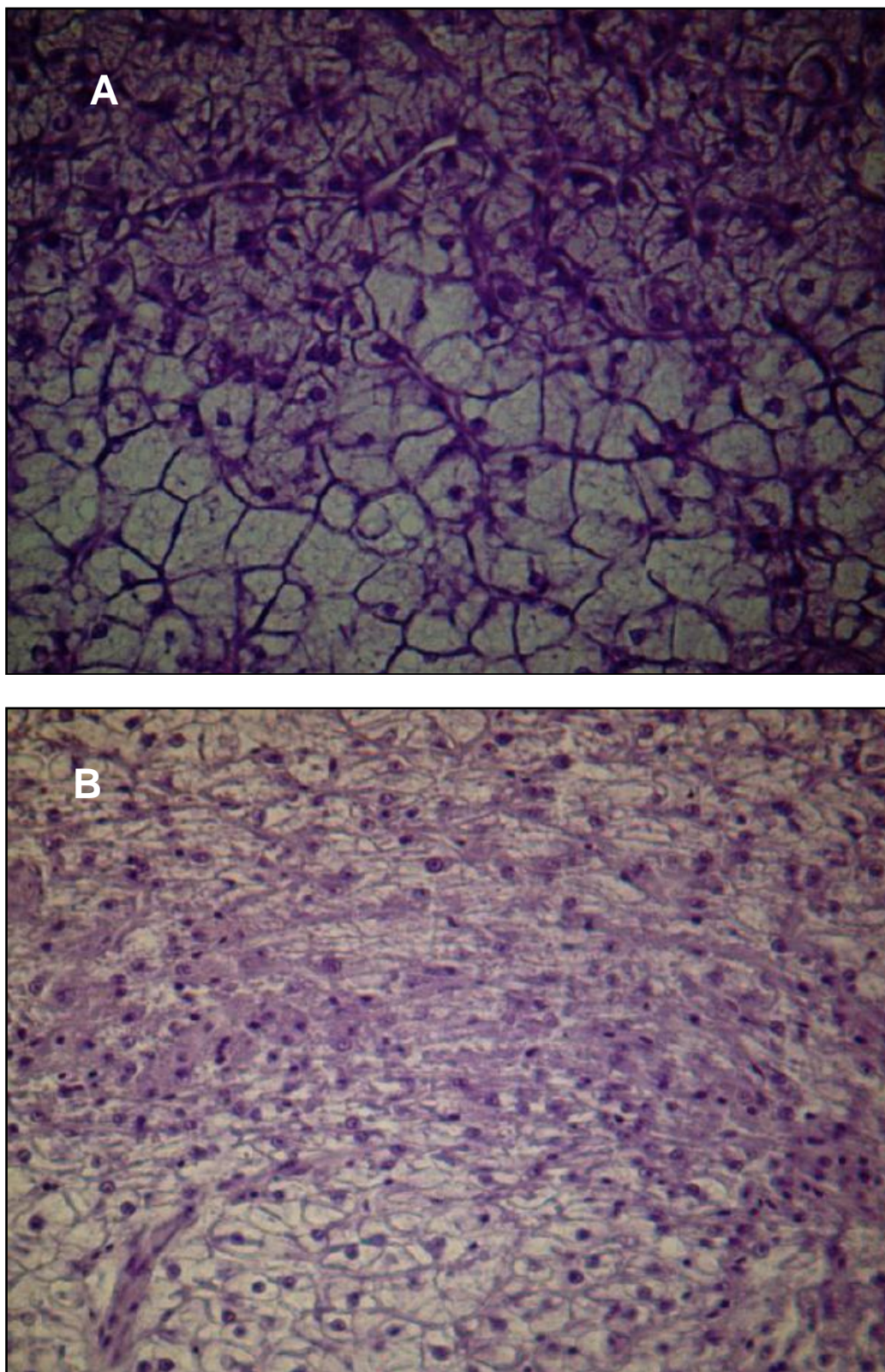


Figura 8. Esteatose hepática (alto normal, abaixo esteatose), com risco de causar necrose dos hepatocitos (A). Regeneração do fígado (necroses e fibroses, B). Foto: Dr. Thales Passos de Andrade.

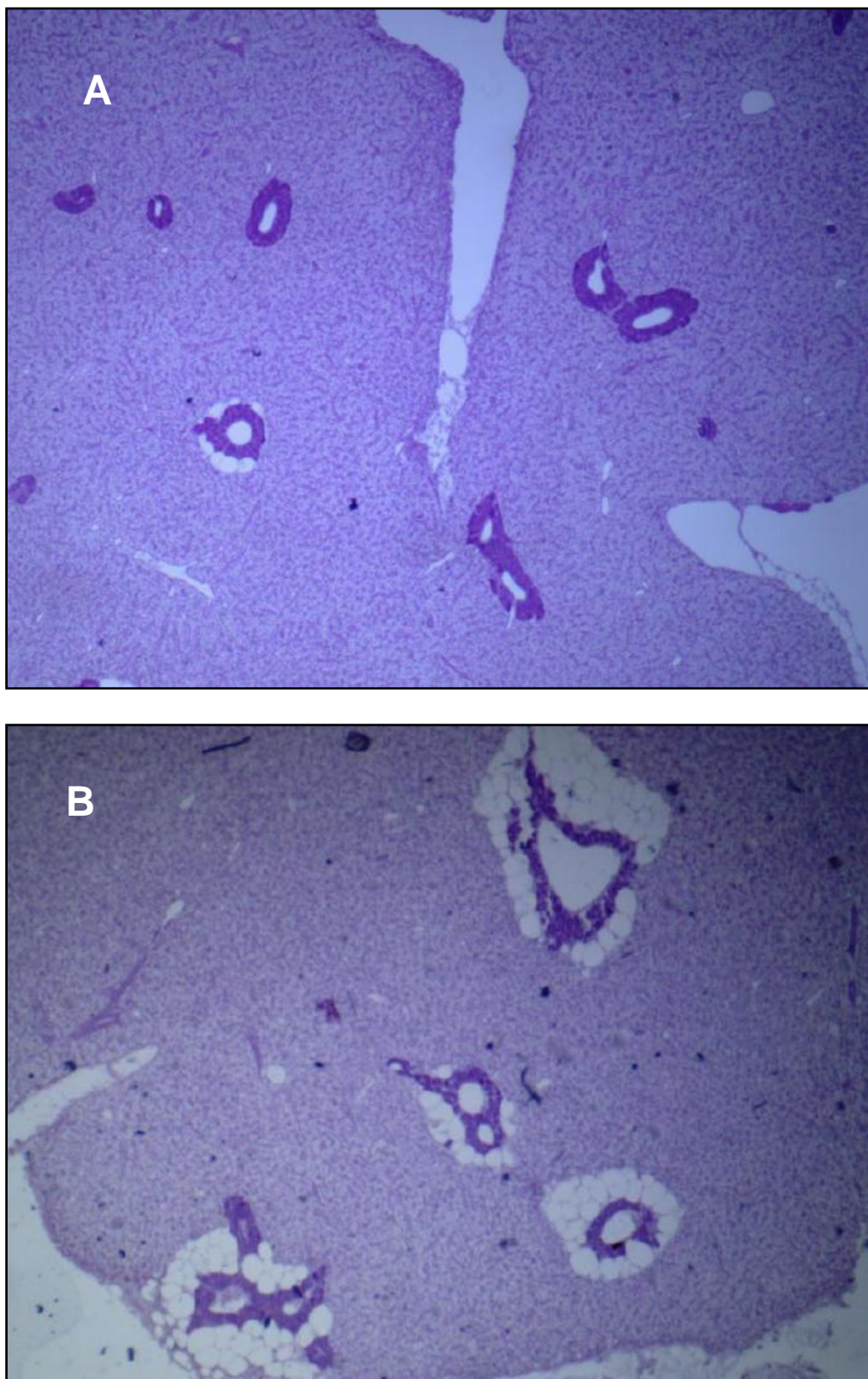


Figura 9. Vacúolos de lipídios no pâncreas do robalo-peva alimentado com as dietas contendo entre 100 e 140 g/kg (A) de lipídios e entre 160 e 180 g/kg (B). Foto: Dr. Thales Passos de Andrade.

5.0. DISCUSSÃO

5.1. Exigência Lipídica e Energética

O aumento do teor lipídico e energético nas dietas não resultou em melhoria no desempenho dos juvenis de robalo-peva cultivados neste estudo. Os resultados obtidos sugerem que a espécie americana *Centropomus parallelus* não apresenta altas exigências de lipídios e energia nas dietas para seu crescimento. Isto, de fato, é favorável ao seu cultivo. O óleo de peixe é a principal fonte de ácidos graxos essenciais na dieta artificial de peixes marinhos carnívoros, contudo representa um dos itens mais dispendiosos na composição de custos de rações comerciais.

A hipótese de uma alta exigência de lipídios e energia nas dietas por parte do robalo-peva foi levantada a partir dos relatos de experimentos com o barramundi *Lates calcarifer*. Além da antiga proximidade taxonômica entre o barramundi e os robalos *Centropomus sp.*, as duas espécies apresentam semelhança física e a mesma distribuição latitudinal (RIVAS, 1986; TRINGALI, 1998, OTERO, 2004; GLENCROSS, 2006; ALVAREZ-LAJONCHÈRE e TSUZUKI, 2008), embora habitem oceanos diferentes. Nos primeiros estudos de Catacutan & Coloso (1995), o crescimento do barramundi melhorou linearmente com o aumento do teor protéico e lipídico das dietas. Sakaras *et al.* (1988, 1989) *apud* Boonyaratpalin (1997) encontraram um teor ótimo de lipídios totais nas dietas para alevinos de barramundi entre 150 e 180 g/kg com níveis de proteína bruta entre 500 e 450 g/kg, respectivamente. William *et al.* (2003) também encontraram um crescimento linear para espécie com um aumento dos teores lipídicos e proteicos das dietas. Os autores trabalharam com dietas entre 70 e 230 g/kg de lipídios totais e de 380 a 647 g/kg de proteína bruta. Estes trabalhos reforçam a aparente dependência lipídica e energética do barramundi.

Os peixes carnívoros, em geral, utilizam mal os carboidratos como fonte de energia, e demandam, normalmente, altos teores de proteína em suas dietas (NRC, 1993). Contudo, em investigações posteriores a cerca do efeito poupador dos carboidratos sobre os lipídios como fonte de energia, Catacutan & Coloso (1997) também não encontraram diferenças significativas no crescimento de juvenis de barramundi alimentados com dietas contendo entre 120 e 180 g/kg de lipídios quando ambas as dietas continham 200 g/kg de carboidratos. Já com as dietas com 60 g/kg de lipídios, o aumento do teor de carboidratos de 150 para 200 g/kg causou um aumento significativo na taxa de crescimento específico (TCE). No trabalho de Catacutan &

Coloso (1987), o aporte lipídico nas dietas obedeceu a uma relação de óleo de peixe para o óleo de soja de 1:1. Isto sugere que o diádroso asiático barramundi não possui grandes exigências de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA) da série omega-3. Comparativamente, as dietas ofertadas para o robalo-peva *Centropomus parallelus* no presente estudo continham teores de carboidratos de cerca de 207 g/kg e 483,9 ± 3,2 g/kg de proteína bruta. Os lipídios foram aportados através de uma inclusão constante de 10 g/kg de óleo de soja com o óleo de peixe variando de 11 a 93 g/kg. Portanto, é de se esperar, que as exigências de HUFA tenham sido atendidas satisfatoriamente para a espécie. Neste estudo é possível que os carboidratos e (ou) a proteína bruta tenham proporcionado um efeito poupador dos lipídios e, como consequência, todas as dietas tenham fornecido com sobra a energia para as atividades metabólicas dos robalos peva. Caso isto se confirme, o elevado conteúdo energético das dietas pode ter levado a uma ausência de diferença no crescimento do robalo-peva entre os tratamentos estudados. O aumento progressivo da energia bruta das dietas experimentais também resultou em um maior acúmulo de gordura na cavidade visceral dos peixes.

No presente estudo, a análise de variância univariada (ANOVA) não apresentou diferença estatística entre os tratamentos com relação aos índices de desempenho zootécnico do robalo-peva em função do teor lipídico e energético das dietas. Observou-se, no entanto, a diminuição no valor do índice de significância (ANOVA, *P*) na diferença do peso final entre os tratamentos com o aumento do tempo de cultivo, atingindo um valor muito próximo (*P* = 0,086) da diferença estatística significativa aos 96 dias de cultivo (Tabela 4). Provavelmente, se o estudo fosse prorrogado até os 120 dias de cultivo, a redução no peso final dos indivíduos com o aumento do teor lipídico das dietas ocorreria em um nível de significância inferior a 0,05. Considerando-se que o tempo para peixes marinhos atingirem um peso comercial gira em torno de 18 meses (540 dias), seria pertinente um acompanhamento mais longo do crescimento dos indivíduos em estudos nutricionais. No entanto, pesquisas mais prolongadas nesse campo tornam-se muito dispendiosas, além do curto tempo disponível para a realização do estudo.

A dieta menos gordurosa, **RL_10**, contendo 100 g de lipídio/kg de dieta, apresentou uma relação proteína:energia (P:E) de aproximadamente 120,6 mg de proteína/kcal, próxima dos 128 mg de proteína/kcal recomendados por Catacutan & Coloso (1995) para juvenis de barramundi e por Cerqueira & Tsuzuki (2009) para o

robalo-peva. A relação P:E decaiu com o aumento dos lipídios nas dietas experimentais para os juvenis de robalo-peva até um nível de aproximadamente 102,5 mg de proteína/kcal na dieta **RL_18**, com 180 g de lipídio/kg de dieta. Quando expressa de maneira inversa, *i.e.*, na relação energia:proteína (E:P) em outro sistema de unidades, as dietas **RL_10** e **RL_12**, que produziram os melhores resultados de crescimento, alcançaram 34,7 e 36,0 kJ/g de proteína, elevando-se a níveis de 39,0 e 40,8 kJ/g de proteína nas dietas **RL_16** e **RL_18**, com maior conteúdo de óleo de peixe. Essas relações parecem ser de vital importância no desempenho de organismos aquáticos cultivados.

Watanabe *et al.* (2001), estudando o crescimento da cioba *Lutjanus analis* em resposta à variação de lipídios e da relação energia:proteína nas dietas, encontraram resultados semelhantes aos obtidos no presente estudo. O peso médio final (g) e o ganho de peso absoluto (g/dia) e relativo (%), a taxa de crescimento específico (TCE) e a retenção de energia líquida aparente² (%) foram mais elevados nos tratamentos com as dietas com menor teor de lipídios (60 e 90 g/kg) e menor relação E:P (33,9 e 36,3 kJ/g, respectivamente), decrescendo significativamente com o aumento dos níveis de óleo nas dietas. Já o consumo alimentar diminuiu significativamente com o aumento de lipídios nas dietas, sendo, também, inversamente correlacionado com a relação E:P, sem, contudo, afetar estatisticamente o fator de conversão alimentar (FCA) e de eficiência proteica (FEP).

Segundo vários autores citados por Watanabe *et al.* (2001), a relação E:P entre 33,9 e 36,3 kJ/g nas dietas, que produziu os melhores resultados de crescimento na cioba, em seus estudos, e no robalo-peva, no atual estudo, situa-se no centro da gama de valores ótimos dessa relação reportados para outras espécies de peixes marinhos (23,4 a 45,8 kJ/g). Ainda, de acordo com Watanabe *et al.* (2001), na maioria dos peixes marinhos, uma relação inversa entre crescimento e teor lipídico nas dietas foi relacionada à supressão do apetite nas dietas com maiores níveis de lipídios e energia, reforçando a importância de um teor de proteína e de uma relação E:P adequados para um ótimo crescimento.

Os peixes carnívoros utilizam preferencialmente a proteína como fonte de energia para os processos metabólicos (TACON & COWEY, 1985; NRC, 1993). O

² RELap= [(((peso final úmido (g) x energia final (kJ) / peso corporal úmido (g) – (peso inicial úmido (g) x energia inicial (kJ) / peso corporal úmido (g))) / consumo energético (kJ) em base seca] x 100

elevado teor de proteína utilizado nas dietas pode, também, ter impedido a visualização de diferenças significativas entre os tratamentos.

No presente trabalho, de acordo com uma estimativa matemática do ponto de máximo crescimento nos gráficos das curvas representativas do ganho de peso em relação ao teor lipídico e energético das dietas neste estudo, para esse nível de proteína bruta ($483,9 \pm 3,2$ g/kg), a relação ótima de P: E seria de 114,8 mg de proteína/kcal aproximadamente para o robalo-peva, com um nível ótimo de lipídios de 122 g/kg e um teor ótimo de energia de 4.216 kcal/kg. A melhor relação E: P estaria situada em 36,5 kJ/g, com um teor ótimo de energia de 17,7 kJ/g ou MJ/kg.

Além disso, houve um crescente e significativo acúmulo de gordura na cavidade visceral dos peixes com o aumento do nível de lipídios e energia nas dietas, sem que tenha havido diferenças nos valores dos índices hepatossomáticos (IHS) entre os tratamentos. Estes resultados indicaram que os indivíduos alimentados com as dietas mais energéticas e lipídicas continham um maior peso de gordura visceral, o qual é descartado na evisceração. Dessa forma, apesar dos peixes alimentados com dietas com menor teor lipídico não terem apresentado diferença no peso corporal úmido em relação aos demais tratamentos, estes animais apresentaram um menor acúmulo de gordura visceral (menores índices viscerossomático e de gordura visceral). Talvez a comparação do rendimento de filé e de carcaça, não quantificados neste estudo, revelasse alguma diferença estatística nesse sentido. Segundo Watanabe *et al.* (2001), nas dietas com altos teores de óleo em seus trabalhos com a cioba, os peixes teriam atingido o limite metabólico para um catabolismo eficiente dos lipídios, reduzindo a retenção de energia. Isso poderia explicar o maior acúmulo de gordura na cavidade visceral dos robalos-peva do presente estudo, alimentados com as dietas contendo altos teores de lipídios e energia. A tendência de maior ocorrência de vacúolos de lipídios hipertrofiados no pâncreas (Figuras 7 e 9) dos robalos-peva que receberam as dietas mais gordurosas, demonstrada no exame histológico, parece corroborar com essa idéia. Da mesma forma, não foram encontradas mudanças degenerativas e regenerativas no fígado em amostras dos robalos-peva quando os mesmos foram alimentados com dietas contendo 100, 120 e 140 g/kg de lipídios. Já nas amostras desses peixes alimentados com dietas contendo 160 e 180 g/kg de lipídios, 17% dos indivíduos analisados apresentaram esteatose e (ou) fibrose hepática, sugerindo que essas dietas seriam excessivamente gordurosas (Figuras 6 e 8). Por outro lado, a tendência da ocorrência em maior número e dimensão dos

grânulos zymogênicos (Zy) nas amostras do pâncreas dos robalos-peva alimentados com dietas de menor teor lipídico (Figura 7) sugere que houve uma maior atividade digestiva nesses peixes (BECCARIA *et al.*, 1992). Esse fato reforça a hipótese levantada por Watanabe *et al.* (2001) de que as dietas com maior teor de energia teriam causado supressão do apetite, restringindo o consumo alimentar e, por conseguinte, o crescimento dos peixes. Vale ressaltar que o maior acúmulo de gordura em indivíduos criados em cativeiro, mesmo quando alimentados com alimento natural, quando comparados com indivíduos selvagens, tem chamado atenção nos experimentos de nutrição com robalos (TUCKER *et al.*, 1985; BARBUIO, 1999).

5.2. Desempenho Zootécnico do Robalo-peva

Na engorda de peixes marinhos com elevadas taxas de crescimento leva-se um tempo mínimo de 18 meses para se obter 2 kg de peso vivo. Em se tratando de peixes marinhos, sobrevivências no cultivo larval de 20%, como a do rodabalho *Scophthalmus maximus*, e crescimentos da ordem de 400 g em dois anos, como é o caso do esparídeo *Pagellus bogaraveo*, segundo lugar na prioridade para pesquisa no Centro Oceanográfico de Vigo, na Espanha, são considerados razoáveis (CARVALHO-FILHO, 2010b).

No presente estudo, o robalo-peva *Centropomus parallelus* foi cultivado numa densidade de estocagem de 10 peixes/m³, resultando numa biomassa final de aproximadamente 382 g/m³ em 96 dias. A densidade de estocagem adotada tinha em vista uma biomassa final maior do que a obtida. O ganho de peso de 0,34 g/dia/ peixe e a produtividade de 317 g/m³/96 dias foram consideradas baixas e a conversão alimentar (1,77) elevada. A taxa de crescimento específico (TCE, 1,92%/dia) alcançada neste experimento foi superior a relatada em muitos estudos com essa espécie e ficou dentro da faixa de variação da taxa de crescimento específico de espécies como o barramundi e o *sea bass* europeu reportada em alguns estudos (PÈREZ *et al.* (1997), WILLIAM *et al.*, 2003).

No presente trabalho, o ganho de peso corporal e a conversão alimentar obtidos foram semelhantes aos resultados de Cavalheiro (2000) no cultivo extensivo de robalos-peva em viveiros escavados. O autor usou baixa densidade de estocagem (0,5 peixes/m²) e baixas taxas de arraçamento e renovação de água, resultando em

baixíssima produtividade, da ordem de 14,7 kg/270 m³/ano ou 54,4 g/m³/ano. A TCE alcançada ficou em torno de 1,1 %/dia.

O ganho de peso no presente estudo foi praticamente idêntico, também, ao obtido por Souza Filho & Cerqueira (2003) em bem elaborado trabalho com *C. undecimalis* estocados na densidade de 9 peixes/m³ em tanques-rede de 5 m³ de volume com renovação diária de 50%. A produtividade alcançada, em torno de 499,4 g/m³/180 dias, considerada baixa para a espécie, a menor TCE (0,71%) e o FCA mais elevado (2,31) em relação ao presente estudo foram, provavelmente, consequência da infestação de ectoparasitas que sofreram os peixes durante o experimento.

No trabalho de Tucker *et al.* (1985), *Centropomus undecimalis* alimentados com alimento natural e estocados numa densidade de 6 peixes/m³ (1.170 g/m³) em tanques de fibra de vidro de 1.000 l, semelhantes aos de polietileno usados no presente estudo, atingiram um ganho de peso de 1,5 g/dia e produtividade de 1,00 kg/m³/105 dias, com TCE de apenas 0,58%/dia. As taxas de renovação praticadas foram da ordem de 800% ao dia, bem superiores aos 30%/dia realizados no atual estudo com os *C. parallelus*.

Barbuio (1999) conseguiu valores de ganho de peso (1,00 g/dia) e conversão alimentar (1,24) bem melhores que no atual estudo, com TCE de 1,08%/dia, cultivando *C. parallelus* em tanques rede de 8 m³. Os peixes foram instalados em um viveiro de terra com água salobra com renovação diária de 1/8 do seu volume por bombeamento, além da renovação parcial natural pelas marés. A produtividade calculada para esse estudo foi de 2 kg/m³/161 dias aproximadamente. O autor adotou densidade de aproximadamente 13 peixes/m³ resultando numa biomassa final em torno de 2,4 kg/m³. A dieta experimental continha 52,1% de proteína bruta e 19,2% de extrato etéreo.

Testando densidades de estocagem do robalo-peva em tanques rede no litoral paulista, Ostini *et al.* (2007) alcançaram produtividade em torno de 3,5 kg/m³/160 dias com ganho de peso de 0,49 g/dia/peixe e TCE de 0,55% na maior densidade de 40 peixes/m³. O fator de conversão alimentar (FCA) foi elevado (6,7). Os autores empregaram uma ração comercial contendo 40% em proteína bruta e 8% de extrato etéreo. Ostini *et al.* (*Op. cit.*) citam resultados de ganho de peso obtidos em trabalhos de outros pesquisadores com diferentes espécies de *Centropomus* que variaram de 0,17 a 0,47 g/dia (*C. viridis* e *C. armatus*), 0,5 a 2,0 g/dia para o *C. undecimalis* e 0,27 a 1,5 g/dia para outros centropomídeos, com conversão alimentar variando entre 1,2 e 2,2.

Tsuzuki *et al.* (2008) adotaram densidades extremas de 200 peixes/m³ (biomassa final de 1,68 kg/m³) trabalhando com juvenis de robalo-peva em tanques rede de 1 m³, alcançando produtividade aproximada de 826 g/m³/59 dias, superior a do presente trabalho, com um melhor FCA (1,6) e um ganho diário de peso (calculado a partir dos resultados) bastante inferior, de apenas 0,07 g/dia/peixe e menor TCE (0,9 %/dia). A ração comercial utilizada continha 40% de proteína bruta e 10% de gordura. O tanque-rede foi locado dentro de um tanque de concreto com taxa de renovação diária de água de 70%.

O ganho de peso diário calculado a partir dos dados apresentados por Pèrez *et al.* (1997), estudando o *sea bass* europeu *Dicentrarchus labrax* nas águas temperadas da Espanha, foi de apenas 0,20 g/dia, embora tenha registrado TCE de 2,05%/dia com FCA entre 1,34 e 1,64.

Valores reunidos de alguns trabalhos científicos para o barramundi indicam ganhos de peso diário variando entre 0,51 e 4,2 g/dia, TCE entre 1,14 e 6,18 %/dia e FCA entre 0,97 e 1,22 (CATACUTAN & COLOSO, 1985 e 1987, WILLIAM *et al.*, 2003, WILLIAM *et al.*, 2000 apud BENETTI *et al.*, 2010).

Watanabe *et al.* (2001) encontraram GPD de 0,23 g/dia e TCE de 1,35%/dia, com produtividade de 1,82 kg/m³ e FCA mínimo de 2,17 cultivando ciobas reproduzidas por indução hormonal em cativeiro. Os indivíduos com peso médio inicial de 12,2 g foram estocados na densidade de 8 peixes em aquários de 145 l (673 g/m³) e alimentadas por 40 dias com renovação diária total contínua. Segundo Benetti *et al.* (2010), a cioba cultivada em tanques-rede em densidades variando de 5 a 10 kg/m³ pode alcançar ganhos de peso diários entre 1,5 e 2,8 g/dia. Contudo, Freitas (2009) e Freitas *et al.* (2011), trabalhando com juvenis selvagens de cioba *Lutjanus analis* de peso inicial de 18,4 g em sistema de recirculação, estocados em tanques idênticos aos usados no presente estudo na densidade de 15 peixes/m³, encontraram valores de ganho de peso diário (0,60 g/dia/peixe) e de produtividade (1,15 kg/m³/95 dias), superiores aos obtidos no presente estudo com os robalos-peva, mas com menor taxa de crescimento específico (1,47%/dia).

Comparando com os resultados obtidos para o robalo-peva no presente estudo, a taxa de crescimento específico atingiu um valor animador, porém o ganho de peso diário ficou abaixo dos resultados esperados com vistas na produtividade para um

cultivo comercial. A qualidade da água de cultivo pode ter influenciado negativamente para este fato.

No presente estudo, os níveis de amônia e nitrito registrados nas três análises realizadas demonstraram valores elevados, embora dentro dos limites seguros de referência recomendados para outras espécies semelhantes de peixes diádromos, como o robalo asiático *Lates calcarifer* e o robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (ØKELSRUD & PEARSON, 2007; SAROGLIA, 1981).

Utilizando os valores máximos atingidos pelos parâmetros de amônia total, pH e temperatura da água, e o valor médio alcançado pela salinidade nos tanques de cultivo, estima-se que a concentração máxima de amônia não ionizada tenha atingido um valor próximo à 39% da amônia total ou 0,16 mg/l. Økelsrud & Pearson (2007) não encontraram sinais de estresse subletal em juvenis de barramundi expostos a 0,41 mg/l de amônia não ionizada (NH₃ – N). Os autores indicam valores de 0,90 mg/l de amônia total em pH 8 como limites seguros para 95 % da vida aquática, baseados na *U.S. Environmental Protection Agency* (USEPA, 1999) e no *Australian and New Zealand Water Quality Guidelines* (ANZECC/ARMCANZ, 2000).

A água do mar aumenta em pelo menos duas ordens de grandeza a tolerância dos organismos aquáticos ao nitrito. Saroglia (1981), reporta valores de concentração de nitrito dissolvido letal para 50 % dos indivíduos (LC₅₀, 96 h) de 154 mg/l a 27°C em água do mar para o robalo europeu *Dicentrarchus labrax*, superior em ordens de grandeza ao valor máximo (0,103 ± 0,054 mg/l) atingido no fim do cultivo neste experimento. Contudo, o *Queensland Water Quality Guidelines* (AUSTRÁLIA, 2009) recomenda limites de concentrações máximas de nitrito de 1 mg/l para aqüicultura marinha tropical.

Todavia, com o aumento da biomassa ao longo do cultivo, foi utilizado, como precaução, um teste colorimétrico para averiguar os níveis de amônia total nos tanques. As leituras do teste colorimétrico indicaram valores máximos de 1,5 mg/l de amônia total em alguns tanques, com níveis estimados de amônia não ionizada (tóxica) alcançando entre 0,41 e 0,73 mg/l. Apesar do grau de imprecisão inerente a esse tipo de teste, quando se verificavam níveis dessa ordem, eram feitas duas renovações parciais diárias, em torno de 30% do volume cada, uma após a primeira refeição e outra após a última. Peixes como o barramundi, por exemplo, apresentaram sintomas de estresse

subletal em concentrações de 0,76 mg/l de amônia não ionizada (ØKELSRUD & PEARSON, 2007).

Temperaturas consideradas altas, no limite superior da faixa de tolerância ideal para organismos aquáticos, como as registradas no presente estudo, reduzem a toxidez da amônia. No entanto, a produção de amônia metabólica por quilo de alimento consumido incrementa-se com o aumento da temperatura, exigindo uma maior taxa de renovação de água, tanto doce como salgada (FIVEISTAD, 1988 *apud* VINATEA, 2003). O aumento da amônia no meio externo dificulta a excreção de amônia pelos peixes que, instintivamente, reduzem ou cessam a atividade alimentar para minimizar a produção de amônia metabólica, diminuindo, assim, a taxa de crescimento corporal (VINATEA, 2003).

Com relação ao aporte lipídico e energético fornecido pelas dietas neste experimento, a amônia pode bloquear o processo de fosforilação oxidativa no nível celular, dificultando a conversão da energia alimentar em ATP, segundo Russo e Thurston (1977) *apud* VINATEA (2003). Uma exposição a níveis subletais de amônia pode induzir a liberação de hormônios corticosteróides provocando desaminação dos aminoácidos e afetando o crescimento (PARKER & DAVIS, 1981 *apud* VINATEA, 2003).

Por outro lado, Bower & Bidwell (1978) *apud* VINATEA (2003) afirmam que a água do mar (32-40 ppt) tem 20% menos amônia não ionizada do que a água doce sob as mesmas condições de pH, temperatura e amônia total.

Os elevados níveis de oxigênio na água, embora registrados nas horas de maior fotossíntese, garantiram a sobrevivência total em todos os tratamentos, sendo um importante fator no aumento da resistência dos peixes à toxidez amoniacal. Pearson *et al.* (2003), observaram alevinos de barramundi em condições de baixo oxigênio, variando entre 20 a 30% da saturação, nos períodos de depleção, e 50 a 60% da saturação, nas horas de fotossíntese. Em 48 h de exposição à amônia em pH 9 e temperaturas entre 27,7 e 29,4°C, houve supressão de alimentação entre valores de 0,21 e 0,45 mg/l de amônia total e 0,08 a 0,19 mg/l de amônia não ionizada e mortalidades entre 1,27 e 1,77 mg/l de amônia total ou 0,56 a 0,75 mg/l de amônia não ionizada.

Pelo exposto acima, os alevinos de robalo-peva, neste estudo, podem ter tido seu crescimento afetado negativamente pela exposição a níveis elevados de amônia tóxica, porém, de maneira igual para todos os tratamentos.

Apesar de ser a única espécie marinha de ocorrência na costa brasileira com perspectivas de cultivo para a qual foi desenvolvido um protocolo seguro de reprodução em cativeiro no Brasil (ALVAREZ-LAJONCHÈRE *et al.*, 2002; CERQUEIRA & TSUZUKI, 2009), com a existência, inclusive, de larvicultura comercial para fornecimento de alevinos, os estudos primordiais de exigências protéicas, lipídicas e energéticas, bem como investigações das densidades de estocagem em unidades viáveis de cultivo e da resistência toxicológica a compostos nitrogenados são escassos.

Os juvenis de robalos peva *Centropomus parallelus* cultivados neste trabalho apresentaram rusticidade, resistência a enfermidades e vigor, demonstrados pelos 100% de sobrevivência alcançados em todos os tratamentos. Exemplares de robalos-flecha *Centropomus undecimalis* capturados no Rio Pacoti, rio que abastece os tanques experimentais, apresentaram invariavelmente infestação por ectoparasitas do gênero *Calligus spp.*, tendo causado, inclusive, mortalidades num outro cultivo experimental realizado na mesma época do presente estudo. No entanto, nenhum dos indivíduos de *C. parallelus* apresentou qualquer sinal de patologias durante todo o cultivo.

Considerando a qualidade e o valor comercial de sua carne, deveriam ser implementados, além das pesquisas primordiais no campo nutricional e de manejo mencionadas, estudos genéticos para a melhoria do crescimento do robalo-peva, a exemplo do que já é feito com o salmão do atlântico e com a tilápia (CARVALHO-FILHO, 2010a).

6.0. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O robalo-peva *Centropomus parallelus* é uma espécie rústica, de grande vigor, resistente a enfermidades e de fácil manejo.

O robalo-peva não apresenta exigências de elevados teores lipídicos nas dietas para seu crescimento. As dietas para espécie podem conter 122 g/kg de lipídios e 4.216 kcal de energia bruta para atender suas exigências nutricionais.

Baseado na taxa de crescimento específico alcançada neste experimento, acredita-se que o robalo-peva pode apresentar melhor desempenho com a adequação das dietas, do manejo de arraçoamento e das dimensões das unidades de cultivo, sendo exigente em termos de espaço e qualidade de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-LAJONCHÈRE, L.S.; CERQUEIRA, V.R.; SILVA, I.D.; ARAÚJO, J.; REIS, M.A. 2002. Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**, 33, 506–516.
- 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.
- ALVES Jr., T.T.; CERQUEIRA, V.R.; BROWN, J.A. 2006. Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus* Poey 1864) larvae. **Aquaculture**, 253, 334– 342.
- ANZECC/ARMCANZ. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, **The Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality**. Canberra, Australia, 2000.
- AUSTRÁLIA. Department of Environment and Resource Management. **Queensland Water Quality Guidelines**, Version 3. ISBN 978-0-9806986-0-2. Queensland, 2009. Disponível em: http://www.derm.qld.gov.au/environmental_management/water/pdf/wq-guidelines_2010_section7.pdf. Acesso em: 3/02/2011.
- BARBUIO, M.A.T. 1999. **Efeitos da utilização de uma dieta comercial e dietas experimentais, nas formas seca e semi-úmida, no crescimento e composição corporal do robalo (*Centropomus parallelus* Poey, 1860)**. Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 57 p.
- BARROSO, M.V.; CASTRO, J.C.; AOKI, P.C.M.; HELMER, J.L. 2002. Valor nutritivo de alguns ingredientes para o robalo (*Centropomus parallelus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31, 2157-2164.
- BECCARIA, C.; DIAZ, J.P.; CONNES, R. 1992. Effects of dietary conditions on the exocrine pancreas of the sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. (Teleostei). **Aquaculture**, 101: 163- 176.
- 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**, 302, 195–201.
- BOONYARATPALIN, M. 1997. Nutrient requirements of marine food fish cultured in Southeast Asia. **Aquaculture**, 151, 283-313.
- BOYD, C. 1990. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co., 482p.
- CARVALHO-FILHO, J. 2009. Especialista produz alevinos de robalo flecha em Santa Catarina. **Panorama da Aquicultura**, vol. 19, nº 114, 58 – 59.

CARVALHO-FILHO, J. 2010a. Vai um peixinho transgênico para o jantar? **Panorama da Aquicultura**, vol. 20, nº 121, 39 - 43.

CARVALHO-FILHO, J. 2010b. Cultivo de espécies marinhas na Galícia: a experiência do Centro Oceanográfico de Vigo. **Panorama da Aquicultura**, vol. 20, nº 122, 32 - 43.

CATACUTAN, M.R.; COLOSO, R.M. 1995. Effect of dietary protein to energy ratios on growth, survival, and body composition of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*. **Aquaculture**, 131, 125-133.

CATACUTAN, M.R.; COLOSO, R.M. 1997. Growth of juvenile Asian seabass, *Lates calcarifer*, fed varying carbohydrate and lipid levels. **Aquaculture**, 149, 137-144.

CAVALHEIRO, J.M.O. 2000. **Avaliação do desenvolvimento do camurim *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) em água doce, submetido à alimentação artificial**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo. 173 p.

CERQUEIRA, V.R. 2004. Cultivo de peixes marinhos, p. 369-406. In: Poli, C.R.; Poli, A.T.; Andreatta, R.E.; Beltrame, E. (Eds.) **Aqüicultura: Experiências Brasileiras**. Multitarefa Editora Ltda., Florianópolis, Santa Catarina.

CERQUEIRA, V.C.; 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.

COLOSO, R.M.; MURILLO, D.P.; BORLONGAN, I.G.; CATACUTAN, M.K. 1993. Requirement of juvenile seabass *Lates calcarifer* Bloch, for tryptophan. In: Program and Abstracts of the VI International Symposium on Fish Nutrition and Feeding, 4-7 de outubro de 1993. Hobart, Austrália.

FERRAZ, E.M.; CERQUEIRA, V.R. 2010. Influência da temperatura na maturação gonadal de machos do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36 (2): 73 - 83.

FREITAS, L.E. 2009. **Crescimento da cioba, *Lutjanus analis*, alimentada com rações contendo fontes protéicas vegetais em substituição a ingredientes de origem marinha**. Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará. 62 p.

FREITAS, L.E.; NUNES, A.J.P.; CARMO SÁ, M.V. 2011. Growth and feeding responses of the mutton snapper, *Lutjanus analis* (Cuvier 1828), fed on diets with soy protein concentrate in replacement of Anchovy fish meal. **Aquaculture Research**, 1 - 12.

GENBANK. 2007. **Centropomus WJC-2007 Taxonomy ID 435269**, In: Genbank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=435269&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>.

GLENCROSS, B. 2006. The nutritional management of barramundi, *Lates calcarifer* – a review. **Aquaculture Nutrition**, 12, 291–309.

GRACIA-LÓPEZ V.; ROSAS-VÁZQUEZ, C.; BRITO-PÉREZ, B.; LOPEZ, R. 2006. Effects of salinity on physiological conditions in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, 145, 340–345.

JABLONSKI, S. (Org.). 2006. **Avaliação do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva do Brasil**. Relatório Executivo do Programa Revizee. Ministério do Meio-Ambiente, Brasília, 279 p.

LEMOS, D.; NETTO, B.; GERMANO, A. 2006. Energy budget of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* fed live food. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, 144, 33–40.

MILLAMENA, O.M. 1994. Review of SEAFDEC/AQD fish nutrition and feed development research, p. 52–63. *In*: Santiago, C.B.; Coloso, R.M.; Millamena, O.M.; Borlongan, I.G. (Eds), Feeds for Small-Scale Aquaculture, Proceedings of the National Seminar Workshop on Fish Nutrition and Feeds, **SEAFDEC Aquaculture Department**, Iloilo, Filipinas.

MPA, 2011. BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2008-2009**. Brasília, D.F., 2011. 99p.

MUMFORD, S.; HEIDEL, J.; SMITH, C.; MORRISON, J.; MacCONNELL, B.; BLAZER, V. 2007. Fish Histology and Histopathology. **U.S. Fish & Wildlife Service – National Conservation Training Center (USFWS – NCTC)**, 357 p. Disponível em: http://training.fws.gov/ec/resources/fish_histology/Fish_Histology_Manual_v4.pdf
Acesso em 12/03/201.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) 1993. **Nutrient Requirements of Fish**. National Academy Press, 1993. Washington, DC, USA. 114 p.

ØKELSRUD, A.; PEARSON, R.G. 2007. Acute and Postexposure Effects of Ammonia Toxicity on Juvenile Barramundi (*Lates calcarifer* [Bloch]). **Arch Environ Contam Toxicol**, 53, 624–631.

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

OTERO, O. 2004. Anatomy, systematics and phylogeny of both recent and fossil latid fishes (Teleostei, Perciformes, Latidae). **Zoological Journal of the Linnean Society**, 141, 81–133.

PAPOUTSOGLU, S.E.; TZIHA, G.; VRETTOS, X.; ATHANASIOU, A. 1998. Effects of stocking density on behavior and growth rate of European sea bass

(*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, 18, 135–144.

PEARSON, R.G.; CROSSLAND, M.; BUTLER, B.; MANWARING, S. 2003. Effects of cane-field drainage on the ecology of tropical waterways. James Cook University, **Australian Centre for Tropical Freshwater Research**, Townsville, Australia, Report No 3/04.

PEREZ, L.; GONZALEZ, H.; JOVER, M.; FERNÁNDEZ-CARMONA, J. 1997. Growth of European sea bass fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) fed extruded diets containing varying levels of protein, lipid and carbohydrate. **Aquaculture**, 156, 183–193.

PRODÓCIMO, V.; TSCHA, M.K.; PIE, M.R.; OLIVEIRA-NETO, J.F.; OSTRENSKY, A.; BOEGER, W.A. 2008. Lack of genetic differentiation in the fat snook *Centropomus parallelus* (Teleostei: Centropomidae) along the Brazilian coast. **Journal of Fish Biology**, 73, 2075–2082.

RIVAS, L.R. 1986. Systematic review of the Perciform fishes of the genus *Centropomus*. **Copeia**, 1983, 579–611.

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

ROCHA, A.J.S.; GOMES, V.; NGAN, P.V.; PASSOS, M.J.A.C.R., FURIA, R.R.; 2007. Effects of anionic surfactant and salinity on the bioenergetics of juveniles of *Centropomus parallelus* (Poey). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 68, 397–404.

SANCHES, E.G.; PANNUTI, C.V.; SEBASTIANI, E.F. 2008. A piscicultura marinha como opção para a carcinicultura brasileira. **Aqüicultura & Pesca**, n. 36, novembro/dezembro, p. 12-19.

SAROGLIA, M. G.; SCARANO, G.; TIBALDI, E. 1981. Acute toxicity of nitrite to sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and european eel (*Anguilla anguilla*). **Journal of the World Mariculture Society**, 12 (2), 121–126.

SEIFFERT, M.E.B.; CERQUEIRA, V.R.; MADUREIRA, L.A.S. 2001. Effect of dietary (n-3) highly unsaturated fatty acids on growth and survival of fat snook (*Centropomus parallelus*, Pisces: Centropomidae) larvae during first feeding. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, 34, 645–651.

SOLIGO, T.A. 2007. **Primeiras experiências com reprodução, larvicultura e desmame do robalo flecha, *Centropomus undecimalis*, no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 40 p.

SOUZA-FILHO, J.J.; CERQUEIRA, V.R. 2003. Influência da densidade de estocagem

no cultivo de juvenis de robalo-flecha mantidos em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38, 1317-1322.

TACON, A.G.J. & COWEY, B.C. 1985. Protein and amino acid requirements, p. 155-183. In: TYLER, P.; CALOW, P. (Eds.), **Fish energetics: new perspectives**. The Johns Hopkins University, Baltimore, EUA.

TRINGALI, M.D.; BERT, T.M.; SEYOUM, S.; BERMINGHAM, E.; BARTOLACCI, D. 1998. Molecular phylogenetics and ecological diversification of the Transisthmian fish genus *Centropomus* (Perciformes: Centropomidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 13, 193-207.

TSUZUKI, M.Y.; CERQUEIRA, V.R.; TELES, A.; DONEDA, S. 2007a. Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. **Brazilian Journal of Oceanography**, 55:1-5.

TSUZUKI, M.Y.; SUGAI, J.K.; MACIEL, J.C.; CLAIRE, J.F.; CERQUEIRA, V.R. 2007b. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. **Aquaculture**, 271, 319-325.

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

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.

TUCKER, J.W. Jr. 1985. Culinary value and composition of wild and captive common snook, *Centropomus undecimalis*. **Florida Sci.**, 48 (4), 196-200.

TUCKER, J.W. Jr. 1998. **Marine Fish Culture**. Ed. Kluwer Academic Publishers, 1998. Boston, USA. 731p.

USEPA. Office of Water, Office of Science and Technology, **Update of ambient water quality data criteria for ammonia**. EPA-822-R-99-014. Washington, DC, 1999.

VINATEA, L.V. 2003. Princípios químicos da qualidade da água em aquicultura. Florianópolis: **Editora da UFSC**, 2004, 2ª edição, 231 p.

WANAKOWAT, J.; BOONYARATPALIN, M.; WATANABE, T. 1993. Essential fatty acid requirement of juvenile seabass, p. 807-817. In: Kaushik, S.J.; Luquet, P. (Eds.), **Fish Nutrition in Practice**, Paris, França.

WATANABE, W.O.; ELLIS, S.C.; CHAVES, J. 2001. Effects of Dietary Lipid and Energy to Protein Ratio on Growth and Feed Utilization of Juvenile Mutton Snapper *Lutjanus analis* Fed Isonitrogenous Diets at Two Temperatures. **Journal of World Aquaculture Society**, 32 (1), 30 - 40.

WILLIAMS, K.C.; BARLOW, C.G. 1999. Dietary requirement and optimal feeding practices for barramundi (*Lates calcarifer*), Project 92/63, Final Report to Fisheries R&D Corporation, Canberra, Australia. 95 p.

WILLIAMS, K.C.; BARLOW, C.G.; RODGERS, L.; HOCKINGS, I.; AGCOPRA, C.; RUSCOE, I. 2003. Asian seabass *Lates calcarifer* perform well when fed pelleted diets high in protein and lipid. **Aquaculture**, 225, 191–206.

XIMENES-CARVALHO, M.O. 2007. Idade e crescimento do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) e do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Osteichthyes: Centropomidae), no sudeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 40, 78–88.

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

ZARZA-MEZA, E.A.; BERRUECOS-VILLALOBOS, J.M.; VÁSQUEZ-PELÁEZ, C.; ÁLVAREZ-TORRES, P. 2006b. Experimental culture of common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) and fat snook *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: Centropomidae) in freshwater in concrete ponds in Alvarado, Veracruz, Mexico. **Veterinaria México**, 37, 327-333.