

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA**

Crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, após privação alimentar.

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Aqüicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Aqüicultura.

Prof^a. Orientadora: Dr^a. Mônica Yumi Tsuzuki.

Flávio Furtado Ribeiro

Florianópolis, SC

2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Ribeiro, Flávio Furtado

Crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, após privação alimentar. / Flávio Furtado Ribeiro: UFSC, 2007.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, Florianópolis, 2007.

Orientadora: Dr^a. Mônica Yumi Tsuzuki.

1. *Centropomus parallelus* 2. Crescimento compensatório 3. Engorda 4. Privação alimentar 5. Manejo alimentar.

**Crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva,
Centropomus parallelus, após privação alimentar.**

Por

FLÁVIO FURTADO RIBEIRO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aqüicultura.

Prof. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Dra. Mônica Yumi Tsuzuki - *Orientadora*

Dra. Débora Machado Fracalossi

Dra. Elisabeth Criscuolo Urbinati

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram envolvidos, direta e indiretamente, nessa fase de minha vida, e que de alguma forma contribuíram para que eu concluísse o meu objetivo de obter grau de mestre em aqüicultura;

À minha professora e orientadora Dr^a Mônica Yumi Tsuzuki, pela oportunidade, confiança, apoio e principalmente pelos ensinamentos prestados a mim durante o tempo em que convivemos juntos;

Aos professores, funcionários, alunos e estagiários do LAPMAR, que formaram a equipe de pesquisa durante os anos de 2005-2006: Vinícius, Israel, Sayão, Vaico, Eduardo, Thiago, Rodrigo, Kenzo, Alexander, Paulo, Gisele, Andréia, Joana, Fábio, André, Laís, Edinézio;

À Prof. Dr^a. Débora Fracalossi, e a equipe do LAPAD, pelas análises centesimais realizadas, as quais foram úteis para a fundamentação dos resultados obtidos em meu estudo;

Ao Prof. Dr^o Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, pelo apoio nas análises estatísticas;

Ao Humberto, gerente técnico da Nicoluzzi Rações Ltda., quem forneceu a ração utilizada no experimento.

Aos meus amigos que me incentivaram para que continuasse caminhando rumo aos meus objetivos, em todos os momentos;

Aos meus pais Osni e Elizabeth, e aos meus irmãos Elise e Felipe, pelo incentivo que eles tem me dado, não apenas durante essa fase, mas em toda a minha vida. A minha namorada Alessandra que conviveu comigo durante esse período, me incentivando para que eu chegasse ao final dessa etapa de minha vida.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO.....	11
A aqüicultura no mundo e no Brasil.....	11
O robalo-peva.....	12
O crescimento compensatório.....	13
Graus de compensação do crescimento compensatório.....	14
Fatores que afetam a resposta de crescimento compensatório.....	15
Hiperfagia e respostas compensatórias.....	15
Modelos fisiológicos propostos para explicar o crescimento compensatório em peixes.....	16
Exemplos de crescimento compensatório em peixes.....	18
Crescimento Compensatório de Juvenis de Robalo-peva, <i>Centropomus parallelus</i> , Após Privação Alimentar.....	22
Resumo.....	23
Materiais e Métodos.....	25
<i>Animais e Condições Gerais de Manutenção</i>	25
<i>Delineamento Experimental</i>	26
<i>Análise Estatística</i>	27
Resultados.....	28
Discussão.....	32
Conclusão.....	35
Agradecimentos.....	35
Literatura Citada.....	36
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICA DA INTRODUÇÃO.....	39

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Graus de compensação propostos por ALI et al. (2003)..... 14
- Figura 2. Esquema experimental do efeito da privação alimentar por determinados períodos de tempo sobre o crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva. Controle = continuamente alimentado; P1, P2 e P3 = privação alimentar por uma, duas e três semanas, respectivamente; Bm = biometria; CC = amostras para análise de composição corporal; R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente..... 27
- Figura 3. Variação em peso corporal (g) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante os períodos de privação alimentar e realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle..... 29
- Figura 4. Variação semanal de consumo alimentar diário (CAD, % de peso corporal/dia) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle..... 30
- Figura 5. Variação semanal em fator de condição (K) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle..... 31

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e conversão alimentar (CA) (média \pm DP; n=21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente), submetidos a privações alimentares por uma, duas e três semanas (P1, P2 e P3, respectivamente) e continuamente alimentados (C)..... 29
- Tabela 2. Composição corporal de juvenis de robalo-peva ao final da privação alimentar e final da realimentação (média \pm DP, n = 7). (P1, P2 e P3 = privação alimentar por uma, duas e três semanas, respectivamente; C = continuamente alimentados)..... 31

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

<	Menor
>	Maior
X	Vezes
%	Porcentagem
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
Bm	Biometria
C	Graus Celsius
CA	Conversão alimentar
CAD	Consumo alimentar diário
CC	Amostras para composição corporal
DP	Desvio padrão
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nation
Fig.	Figura
g	gramas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
K	Fator de condição
L	Litros
LAPAD	Laboratório de Peixes de Água Doce
LAPMAR	Laboratório de Peixes Marinhos
Ln	Logaritmo natural
MCM	Massa corporal magra
mg	Miligramas
N	Nitrogênio
P1	Privação alimentar por 1 semana
P2	Privação alimentar por 2 semanas
P3	Privação alimentar por 3 semanas
Pf	Peso corporal final
Pi	Peso corporal inicial
ppt	Parts per thousands (Partes por mil)
R1	Primeira semana de realimentação
R2	Segunda semana de realimentação
R3	Terceira semana de realimentação
R4	Quarta semana de realimentação
R5	Quinta semana de realimentação
t	Tempo
TCE	Taxa de crescimento específico
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O crescimento compensatório de juvenis (13,7 g) de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, submetidos a privações alimentares seguido de realimentação, foi avaliado em 8 semanas. Os peixes foram divididos em 4 tratamentos: continuamente alimentados (controle), privação alimentar por uma (P1), duas (P2) e três (P3) semanas, seguido de realimentação à saciedade por 5 semanas. A taxa de sobrevivência foi de 100% ao final do experimento. Ao final da privação alimentar, o peso corporal dos peixes do P1, P2 e P3 estavam em 84,5%, 81% e 74% do peso corporal dos peixes controle (16,7 g), respectivamente. Os peixes dos tratamentos P1 e P2 atingiram o mesmo peso corporal dos peixes controle em 3 e 4 semanas de realimentação, respectivamente. Porém, os peixes do P3, em 5 semanas de realimentação, continuaram com um peso corporal inferior aos peixes controle ($P < 0,05$). Na realimentação, foram observados melhores valores numéricos de conversão alimentar e de taxa de crescimento específico para os 3 tratamentos em relação ao controle ($P > 0,05$). O consumo alimentar diário foi, significativamente, maior para o P1 e o P2 na primeira semana de realimentação, e para o P3, da primeira à quarta semana de realimentação, comparado ao controle, indicando uma hiperfagia. O fator de condição mostrou que ao final da privação, os peixes do P2 e do P3 estavam mais magros (1,68) em relação ao controle (1,81), recuperando-se rapidamente logo após a segunda semana de realimentação. Após a privação alimentar, os peixes do P3 apresentaram uma concentração lipídica inferior a dos peixes controle, sendo que ao final da realimentação, não foi observado uma recuperação do estoque lipídico desses animais. Nas condições utilizadas no presente estudo, juvenis de robalo-peva demonstram capacidade de compensação total de crescimento quando submetido, à no máximo, 2 semanas de privação alimentar. A redução na oferta de alimento pode ser utilizada como uma estratégia de manejo alimentar durante a fase de engorda deste peixe, auxiliando na redução de custos em cultivo.

ABSTRACT

Compensatory growth of fat snook, *Centropomus parallelus*, juveniles after food deprivation.

The compensatory growth of juvenile fat snook, *Centropomus parallelus* (13.7 g), submitted to food deprivation followed by refeeding was evaluated for 8 weeks. Fish were divided into 4 treatments: continuous feeding (control), food deprivation for one (P1), two (P2), and three (P3) weeks, followed by refeeding to satiation for 5 weeks. Survival rate was 100% at the end of the experiment. At the end of the food deprivation, body weight of P1, P2 and P3 fish were 84.5%, 81% and 74%, respectively, compared to control fish (16.7 g). Fish of P1 and P2 treatments achieved the same body weight of the control fish in 3 and 4 weeks of refeeding, respectively. However, P3 fish, in 5 weeks of refeeding, did not reach the same weight as the control fish ($P < 0.05$). Better numeric values of food conversion and specific growth rates were observed for all treatments, compared to the control, during refeeding ($P > 0.05$). Daily food intake was significantly higher for P1 and P2, in the first refeeding week, and for P3, from the first to the fourth refeeding week, in relation to the control, indicating a hyperphagia. Condition factor showed that, at end of the food deprivation period, P2 and P3 fish were thinner (1.68), compared to control fish (1.81), but recovered their nutritional status soon after the second refeeding week. After the starvation period, the lipid concentration of P3 fish was numerically lower than control fish, while at the end of the refeeding, this concentration significantly decreased compared to the control, indicating a non recovery of the lipid concentration. In the conditions of the present study, fat snook presents complete compensatory growth when submitted to a maximum of 2 weeks of food deprivation. The reduction in offers of food can be used as a feeding management strategy during the grow-out phase of the fat snook, promoting costs reduction in farming.

INTRODUÇÃO

A aquicultura no mundo e no Brasil.

Mundialmente, o suprimento de proteína de origem aquática responde por 15,9% do total do mercado de proteína alimentícia comercializada. A produção total de pescado (pesca extrativa e aquicultura) em 2003 foi de 132 milhões de toneladas, sendo que a aquicultura contribui com 32% desse total. Em 2004, a produção mundial, somente pela aquicultura, foi de 59,4 milhões de toneladas, gerando US\$ 70,3 bilhões (FAO, 2006). O crescimento da aquicultura mundial é evidente desde 1970, onde o setor mostra um crescimento de 8,9% ao ano, comparando com 1,2% da pesca e 2,8% da produção de proteína animal terrestre (FAO, 2004). Os países asiáticos continuam sendo os principais produtores, porém o Brasil é considerado um país emergente no cenário mundial, com um crescimento anual de 18,1%, comparado com a China com 6,3% ao ano (FAO, 2004).

Desde 1970, a produção de peixes é a que mais cresce no mundo, ultrapassando 25 milhões de toneladas em 2002. Entretanto, essa produção é baseada principalmente em espécies de água doce (21,938 milhões de toneladas), sendo que o cultivo de peixes marinhos representa apenas 1,201 milhões de toneladas (FAO, 2004). A piscicultura marinha vem crescendo nos últimos anos, baseada em determinadas espécies como o robalo europeu, *Dicentrarchus labrax*, o bacalhau do atlântico, *Gadus morhua*, o pargo europeu, *Sparus aurata*, e o robalo asiático, *Lates calcarifer*, evidenciando a potencialidade do setor, crescendo ano a ano (FAO, 2006). A diversificação da produção de peixes marinhos é uma das principais atividades previstas para a última década, dentro do quadro mundial da aquicultura (FAO, 2005).

O Brasil detém uma produção anual de aproximadamente 300 mil toneladas oriundas da aquicultura, o equivalente a US\$ 966 milhões de receita gerada, representado 24% da produção da América Latina, sendo o nono produtor mundial (FAO, 2005). Na última década, a aquicultura aumentou sua participação no total de pescado produzido no Brasil de 14,6% em 1998 para 26,5% em 2004, sendo que a maricultura representa 8,8% dessa produção aquícola. Porém, a maricultura é representada somente pela produção de crustáceos e moluscos, sendo que a piscicultura marinha não detém nenhum valor de produção no cenário brasileiro, ou seja, o cultivo de peixes marinhos, a nível comercial, é inexistente (IBAMA, 2004).

Devido a esses fatores, o investimento em tecnologias de produção de peixes marinhos é de fundamental importância para o Brasil caminhar de acordo com o panorama mundial da aquicultura, sendo um país privilegiado em termos de recursos naturais para a expansão do setor.

O robalo-peva.

O robalo-peva, *Centropomus parallelus*, pertencente à família Centropomidae, é um peixe carnívoro, que possui distribuição tipicamente tropical e subtropical, pela costa oriental americana, desde o sul da Flórida (EUA) passando pelo Golfo do México, até Florianópolis, sul do Brasil (FRASER, 1978; RIVAS, 1986). A espécie pode habitar águas costeiras, ambientes salobros como estuários, bem como água doce. Os locais de reprodução da espécie são principalmente as praias e os costões rochosos próximos a desembocaduras de rios (CERQUEIRA, 2005). Os indivíduos jovens

se beneficiam das águas ricas dos manguezais e regiões estuarinas para se alimentarem e se desenvolverem, podendo adentrar os rios em longas distâncias (CERQUEIRA, 2002).

Os robalos, de maneira geral, são muito apreciados pela qualidade de sua carne, que é branca e com pouca gordura, sendo que seu valor no mercado está entre os mais elevados no Brasil. Entretanto, possuem pouca importância para a pesca comercial, com capturas abaixo de 3.000 toneladas ao ano (IBAMA, 2004), ao contrário da pesca esportiva e caça submarina, onde são muito valorizados (CERQUEIRA, 2005). O robalo-peva pode ser comparado em qualidade ao robalo europeu e asiático, os quais são cultivados em suas regiões.

A espécie possui diversas características que se enquadram num perfil adequado para a produção. Uma das principais características é a fácil adaptação a diversos ambientes salinos (TSUZUKI et al., 2007; TSUZUKI et al., no prelo). Também possui fácil adaptação ao cativeiro, (CERQUEIRA, 2002), tendo hábito gregário, sendo tolerante a altas densidades e resistente a águas eutrofizadas (TUCKER, 1998). Devido a esses aspectos, estudos sobre sua biologia e o desenvolvimento de técnicas para sua criação intensiva tem se intensificado nos últimos anos.

No Brasil, esta é uma das poucas espécies de peixes marinhos que já se detém maiores informações sobre sua tecnologia produtiva. Vários trabalhos na área de reprodução, larvicultura (ALVAREZ-LAJONCHÈRE et al., 2002; CERQUEIRA & BERNARDINI, 1995; SEIFFERT et al., 2001; REIS & CERQUEIRA, 2003) e pré-engorda (CAMPOS, 2005; CARDOSO, 2005; SOUZA, 2005; BERESTINAS, 2006) do robalo-peva vêm sendo desenvolvidos e aprimorados, desde 1990, pelo Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR), da Universidade Federal de Santa Catarina, sendo que atualmente são obtidos alevinos em níveis estáveis de produção. Entretanto, ainda há uma falta de estudos direcionados a fase de engorda para que o seu ciclo de produção esteja completo.

Em meados da década de 90, a única atividade relacionada à engorda de robalo-peva, no Brasil, era a captura de juvenis selvagens sendo transferidos para viveiros de terra onde eram engordados e vendidos para a comunidade local (TUCKER, 1998). Nos últimos anos, com o desenvolvimento da tecnologia de produção massiva de juvenis em laboratório, diversos locais no país vêm realizando tentativas de engorda do robalo-peva, embora de forma não quantificada e instável (CERQUEIRA, 2005).

Pelo fato de ser um predador, o robalo-peva só pode ser cultivado extensivamente quando houver abundância de pequenos peixes no ambiente. Desta forma, a espécie vem sendo cultivada em baixas densidades, em açudes de água doce ou em canais de abastecimento de fazendas de criação de camarões marinhos, tendo um crescimento razoável. Tentativas de cultivo intensivo também já foram realizadas no país. Para esse tipo de sistema, é necessário o uso de dietas comerciais e devido à inexistência de uma ração balanceada para o robalo-peva, utilizam-se rações formuladas para outras espécies de peixes carnívoros, como a truta. Testes em viveiros de terra e em pequenos tanques de fibra-de-vidro demonstram uma alta sobrevivência além de apresentar um crescimento satisfatório mesmo com uma ração não específica para a espécie. Outra forma de cultivo intensivo é com o uso de tanques-rede. Vários experimentos já foram realizados com este sistema, onde a taxa de crescimento, que inicialmente é baixa, aumenta a partir de 30 g (CERQUEIRA, 2005).

Apesar de tentativas pontuais de engorda, é possível dizer que ainda são necessários estudos em relação a esta fase de cultivo do robalo-peva. Um maior conhecimento das exigências nutricionais e estratégias de manejo alimentar da espécie, a fim de maximizar o crescimento e o aproveitamento da ração através da melhora na conversão alimentar e na diminuição do desperdício de ração e do impacto ambiental, refletiria diretamente na redução dos custos produtivos, visto que a alimentação, muitas vezes, é a principal despesa num cultivo comercial (GODDARD, 1996).

O crescimento compensatório.

Uma estratégia de manejo alimentar utilizada em peixes é a privação alimentar seguida de realimentação com o intuito de promover o crescimento compensatório. O fenômeno é definido como uma fase de crescimento acelerado, maior que o normal, resultado de uma adequada realimentação dos peixes, após um período de privação alimentar (DOBSON & HOLMES, 1984; ALI et al., 2003; CHO et al., 2006), ou após condições adversas como baixas temperaturas, exposição à hipoxia ou profilaxias e esforços reprodutivos (ALI et al., 2003).

Em sistemas aquáticos naturais, devido à alta variação de disponibilidade de alimento, peixes experimentam diferentes graus de jejum durante as fases de vida, causando variações nas taxas de crescimento (CHAPPAZ et al., 1996). Existem evidências de que muitas espécies de peixes, de clima temperado, se alimentam vorazmente durante o começo da primavera, de forma a compensar o atraso no crescimento ocorrido durante um período de inverno de pouca disponibilidade de alimento (GODDARD, 1996). Entretanto, o crescimento compensatório não possui apenas interesse teórico, aplicado aos estoques selvagens, mas pode ter aplicações na aquicultura (JOBLING et al., 1994), como o uso apropriado do fenômeno para aumento do crescimento e melhora da conversão alimentar (DOBSON & HOLMES, 1984; WANG et al., 2000). Desta forma, poderá auxiliar na redução dos custos de produção, economizando ração e mão-de-obra, além de diminuir a descarga de matéria orgânica na água durante a privação alimentar.

Em regiões de clima temperado, o metabolismo dos peixes, ingestão e digestão do alimento e respostas imunológicas diminuem em decorrência das temperaturas caírem bruscamente em épocas mais frias do ano, podendo reduzir a eficiência de produção de algumas espécies. Neste caso, regimes alimentares diferenciados no inverno podem ser utilizados, como o uso da restrição ou privação alimentar, de forma que o ganho compensatório seja otimizado na próxima estação (SEALEY et al., 1998).

Mesmo em regiões tropicais e subtropicais, quando cultivos intensivos ou semi-intensivos são empregados utilizando viveiros ou tanques-rede, podem ocorrer variações bruscas de clima causando alterações no metabolismo dos peixes, reduzindo a ingestão de alimento, fato que pode aumentar o desperdício de ração, e no caso de viveiros, comprometer a qualidade da água. Complementarmente, se o produtor é impossibilitado de alimentar os peixes por um curto período de tempo, devido a doenças ou condições adversas dos viveiros, ou mesmo em cultivo em tanques-rede, onde muitas vezes as estruturas podem ser de difícil acesso, um período de privação alimentar poderia ser implementado, uma vez que para muitas espécies pode haver uma compensação do

período de atraso de crescimento quando alimentados à saciedade após o término da privação (SEALEY et al., 1998).

O crescimento compensatório também pode ter interesse para programas de repovoamento de estoques naturais a partir de peixes produzidos em laboratório. A susceptibilidade dos peixes, no momento do povoamento, à limitada abundância de alimento no ambiente ou ao tempo necessário para aclimatação às novas condições alimentares, pode influenciar diretamente na taxa de sobrevivência dos animais liberados. Assim sendo, resultados positivos em relação a respostas compensatórias após períodos de privação alimentar podem fornecer uma segurança aos programas de repovoamento, havendo uma garantia de que não ocorrerão mortalidades massivas devido aos fatores acima citados.

Graus de compensação do crescimento compensatório.

ALI et al. (2003) propõem diferentes graus de compensação para peixes submetidos à privação alimentar (Figura 1):

- 1) A sobre-compensação ocorre quando os animais que foram submetidos a períodos de jejum atingem um tamanho maior, em um mesmo período de tempo, que em animais continuamente alimentados. A compensação é tão forte que os animais que foram sujeitos à privação alimentar, exibem, durante a realimentação, uma alta taxa de crescimento em comparação àqueles que foram alimentados continuamente.
- 2) Na compensação total, os animais previamente em jejum, atingem o mesmo tamanho em mesmo tempo em comparação aos animais continuamente alimentados.
- 3) Na compensação parcial, os animais após a privação alimentar, não atingem o mesmo tamanho em mesmo tempo que os animais continuamente alimentados, mas mostram uma alta taxa de crescimento e podem apresentar melhora na conversão alimentar durante o período de realimentação.
- 4) Por fim, existe a não compensação, que se caracteriza por não ocorrer respostas compensatórias no período de realimentação, após a privação alimentar.

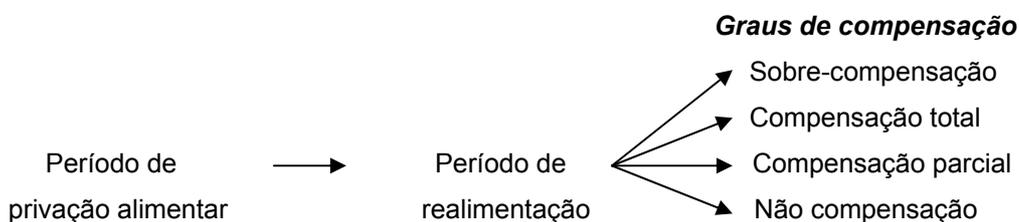


Figura 1: Graus de compensação propostos por ALI et al. (2003).

Fatores que afetam a resposta de crescimento compensatório.

Uma das principais causas nas diferenças de respostas compensatórias observadas nos estudos envolvendo privação alimentar é a variação nos protocolos utilizados. Diferenças podem ser observadas principalmente em relação à distribuição dos animais, que varia entre um acondicionamento individual ou em grupos. Em experimentos direcionados a aquicultura é aconselhado utilizar um acondicionamento dos animais em grupo, refletindo uma densidade próxima à utilizada em cultivos (ALI et al., 2003).

Porém, HAYWARD et al. (2000) relatam que o crescimento compensatório não pode ser alcançado quando os peixes são cultivados em grupos, como na aquicultura, porque a estocagem de peixes em altas densidades reduz o efeito de interações sociais, consumo alimentar e crescimento. Segundo CHATAKONDI & YANT (2001), animais mais domesticados às condições de cultivo, em altas densidades, podem sim demonstrar crescimento compensatório se cultivados em grupos. Muitos trabalhos utilizando acondicionamento de peixes em grupos têm mostrado graus de compensação total de crescimento (ALI et al., 2003), negando a afirmação proposta por HAYWARD et al. (2000).

Também são observadas variações em relação à severidade da privação alimentar, utilizando períodos de total privação alimentar, onde os peixes permanecem em jejum, ou períodos de restrição alimentar, onde é fornecida uma porcentagem menor que a alimentação ideal. Ou ainda, podem-se utilizar períodos simples de privação alimentar ou períodos de privação e realimentação alternados em ciclos. A maioria dos estudos tem utilizado o protocolo composto por períodos simples de privação alimentar, com animais acondicionados em grupos, seguido de realimentação à saciedade (DOBSON & HOLMES, 1984; RUEDA et al., 1998; TIAN & QIN, 2003; WANG et al., 2005). Para o uso do crescimento compensatório em cultivos comerciais, este último protocolo é o mais indicado, pela facilidade de implementação e pelo fato de ser mais aplicável, visto que é baseado em períodos fixos de privação alimentar.

Outros fatores também exercem grande importância nas respostas compensatórias, como a variação fisiológica entre as espécies, o estágio de desenvolvimento dos peixes no início da privação alimentar, a idade da maturidade sexual e o modelo de realimentação (ALI et al., 2003). Peixes com um estado de desenvolvimento maior necessitam de uma privação alimentar mais severa que em peixes mais jovens para demonstrar compensação de crescimento (JOBBLING & KOSKELA, 1996; RUEDA et al., 1998).

TIAN & QIN (2003) e WANG et al. (2000) relatam que uma vez que a massa corporal dos peixes privados de alimentação cai abaixo de 60% do peso dos peixes controle, fica praticamente impossível ocorrer compensação total de crescimento.

Hiperfagia e respostas compensatórias.

Um dos principais mecanismos de compensação de crescimento é a hiperfagia, que é uma alta taxa de consumo alimentar, fenômeno que pode ser observado em peixes sendo realimentados após um período de privação alimentar. A hiperfagia representa um consumo alimentar em uma taxa próxima ao máximo possível em que o trato digestório dos peixes pode processar o alimento (ALI et al., 2003). Porém, o sucesso na compensação de crescimento muitas vezes se dá em relação ao

tempo de duração da hiperfagia durante a realimentação (ZHU et al., 2001). A habilidade de manter um grande período de hiperfagia está provavelmente relacionada à hipertrofia do trato digestório, levando a uma maior capacidade de digestão (RUEDA et al., 1998; BELANGER et al., 2002; NIKKI et al., 2004). Portanto, os peixes necessitam ajustar rapidamente seu “status” fisiológico nutricional, como a quantidade de enzimas digestivas, que durante a privação fica bastante reduzida, para adaptar-se a sua nova condição nutricional (TIAN & QIN, 2003).

Quando o aumento da ingestão alimentar estiver acompanhado de uma eficiente digestão e absorção dos nutrientes, isso acarretará em uma melhora na conversão alimentar e no crescimento dos animais (DOBSON & HOLMES, 1984; JOBLING & KOSKELA, 1996; CHATAKONDI & YANT, 2001; EROLDOGAN et al., 2006; CHO et al., 2006). Porém, nem sempre isso ocorre. Trabalhos relatam não ocorrer uma melhora na conversão alimentar associada a uma hiperfagia sendo que, nesses casos apenas compensação parcial é observada (WANG et al., 2000, WANG et al., 2005). Porém, TIAN & QIN (2003) encontraram uma compensação total de crescimento para o robalo asiático, *L. calcarifer*, quando previamente privado de alimentação por 1 semana, sendo que, durante a realimentação foi observado uma hiperfagia, mas sem melhoras na conversão alimentar. Atrasos no início do crescimento compensatório também podem ocorrer, quando um pequeno crescimento é observado no início da realimentação, mesmo observando hiperfagia, sendo detectado aumento na taxa de crescimento somente após algumas semanas (TIAN & QIN, 2003; MACLEAN & METCALFE, 2001; ZHU et al., 2003). Isto demonstra que ainda não estão claros os mecanismos e os fatores atuantes nas respostas compensatórias em peixes.

Outra possível causa das respostas compensatórias após períodos de privação alimentar é a de que, a taxa metabólica durante a privação é reduzida como um resultado da diminuição da atividade locomotora, e essa redução se prolonga até o início da realimentação, onde se observa uma hiperfagia, contribuindo para um ganho compensatório aumentando a proporção de energia disponibilizada para o crescimento. Entretanto, a hiperfagia é usualmente associada com um maior nível de atividade forrageira. Então, por uma perspectiva custo-benefício, apenas uma redução na atividade alimentar poderia fornecer um efeito benéfico. Ainda não se tem o conhecimento necessário de como a taxa metabólica toma parte na fisiologia dos peixes durante a fase de crescimento compensatório. Isso é de grande relevância porque pode fornecer informações úteis sobre os custos e riscos associados com um rápido crescimento e uma compreensão das relações entre metabolismo de repouso, taxa máxima de metabolismo e extensão metabólica (ALI et al., 2003).

Modelos fisiológicos propostos para explicar o crescimento compensatório em peixes.

HUBBEL (1971) apud ALI et al. (2003), propôs um modelo de regulação de crescimento baseado na teoria do controle. Ele assume que os indivíduos possuem uma trajetória de crescimento ótima, sendo uma pré-determinação genética. Se, em algum momento da vida desses animais, essa trajetória é desviada, o animal detecta essa deflexão e compensa-a pelo reajuste no apetite e no metabolismo.

BROEKHUIZEN et al. (1994) atribuem o período de crescimento compensatório a uma tentativa dos peixes em manter uma razão ótima entre os tecidos de reservas e os estruturais, e

regulam o consumo alimentar e o metabolismo baseando-se na diferença entre o atingido e a razão ótima entre os tecidos, visto que os tecidos de reservas correspondem a estoques lipídicos e componentes móveis da musculatura, e os tecidos estruturais seriam o esquelético, circulatório e nervoso. Uma vez que essa razão cai, a primeira resposta é o aumento do apetite. Quando as reservas caem o bastante indicando jejum, os animais reduzem sua taxa de metabolismo basal, diminuindo assim o risco, mas com um custo de uma diminuição no potencial forrageiro. Esse modelo foi desenvolvido especificamente para identificar a questão de como o crescimento compensatório pode ser regulado, sendo que detalhes não foram incorporados.

Mais recentemente, JOBLING & JOHANSEN (1999) propuseram um modelo lipostático para explicar o crescimento compensatório. Eles argumentam que o apetite é regulado em relação aos níveis lipídicos corporais. Os autores partem do princípio de que durante o período de privação alimentar, as reservas lipídicas são utilizadas para manutenção do metabolismo dos peixes, e durante a realimentação ocorre uma hiperfagia com o intuito de restaurar os estoques lipídicos. A partir do momento que essas reservas estão restauradas, a hiperfagia cessa assim como as respostas compensatórias, atingindo a trajetória ótima de crescimento.

Como mostrado a seguir, o modelo lipostático vem sendo constantemente discutido nos recentes trabalhos de crescimento compensatório. Trabalhos baseados em juvenis de espécies de água fria, como o salmão do Atlântico, *Salmo salar* (JOHANSEN et al., 2001; JOHANSEN et al., 2002), e o “three-spined stickleback”, *Gasterosteus aculeatus* (ZHU et al., 2001; ZHU et al., 2003), o modelo é obedecido. Entretanto, para juvenis de espécies de água quente, o modelo vem gerando controvérsias. Para o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, observou-se uma redução da concentração lipídica durante a privação alimentar, sendo que essa, foi recuperada durante a realimentação, resultando em compensação total de crescimento, corroborando com o modelo lipostático (SOUZA et al., 2000). ZHU et al. (2005), trabalhando com o bagre chinês, *Leiocassis longirostris*, concordam em parte com o modelo, pois a concentração lipídica dos peixes foi restabelecida, entretanto as respostas compensatórias duraram por mais uma semana. XIE et al. (2001), trabalhando com “gibel carp”, *Carassius auratus gibelio*, não concordam com o modelo, demonstrando que as reservas lipídicas dos peixes foram restabelecidas logo ao início da realimentação, e o crescimento compensatório continuou por mais algumas semanas. TIAN & QIN (2003), investigando o robalo asiático, *L. calcarifer*, mostraram uma compensação total de crescimento em peixes submetidos a uma privação alimentar por 1 semana, porém, os estoques lipídicos não foram totalmente restaurados, sendo que, em peixes em jejum por 2 semanas, as respostas compensatórias cessaram e as reservas lipídicas não foram reestruturadas, resultados semelhantes aos encontrados por CUI et al. (2006) com “gibel carp”. Portanto, parece que os mecanismos de crescimento compensatório, em diferentes espécies, podem ser mais complicados do que o modelo lipostático possa explicar (TIAN & QIN, 2003).

XIE et al. (2001) propõem que existem outros fatores governando a duração das respostas compensatórias, ou que existem alguns efeitos residuais de redução dos estoques lipídicos corporais. O jejum pode resultar não apenas na redução das concentrações lipídicas corpóreas dos peixes, mas também em mudanças na composição dos ácidos graxos. Portanto, a composição de ácidos graxos

teria como função determinar a duração do crescimento compensatório. Ainda, segundo os mesmos autores, haveria uma hierarquia de mecanismos de controle durante a realimentação, com diferentes prioridades ao longo do tempo. Um primeiro sistema regularia a relação de componentes de reservas para os estruturais, talvez por um mecanismo lipostático. Um segundo sistema de controle buscaria alcançar a trajetória ótima de crescimento e continuaria a promover respostas compensatórias após os níveis lipídicos tivessem sido restabelecidos, caso a trajetória ótima não tenha sido alcançada. Em outras palavras, a resposta seria uma junção dos três modelos propostos.

Recentemente, ALI & JAUNCEY (2004), trabalhando com uma espécie de bagre, *Clarias gariepinus*, de água quente, concluíram que o rápido crescimento observado durante a fase de crescimento compensatório foi devido à síntese de proteína e não apenas de gordura como defendido no modelo lipostático. Fato em parte relatado anteriormente para outra espécie de bagre, *L. longirostris*, o qual demonstrou alta taxa de crescimento protéico durante a fase de realimentação, sugerindo que alguma resposta compensatória vem do crescimento de tecidos estruturais (ZHU et al., 2005). Porém, ainda não se detém uma explicação convincente que permita a modelagem do crescimento compensatório, devido a diferentes respostas encontradas em diferentes espécies de peixes.

Exemplos de crescimento compensatório em peixes.

O termo “crescimento compensatório” foi primeiramente utilizado em relação a mamíferos e subseqüentemente demonstrado em uma variedade de animais endotérmicos domesticados. Poucos estudos em crescimento compensatório foram realizados antes de 1990, quando certa atenção foi dada aos peixes, principalmente devido à aquicultura. Hoje em dia, os estudos em peixes constituem a melhor fonte de informação a respeito de crescimento compensatório em ectotérmicos (ALI et al., 2003).

A maioria dos trabalhos retratando o crescimento compensatório tem aplicado o fenômeno em peixes em estágio juvenil de desenvolvimento, visto que é a fase onde há uma maior flexibilidade de taxas de crescimento, consumo alimentar, e onde o crescimento é mais acentuado. Portanto, os exemplos que serão apresentados a seguir baseiam-se em peixes em estágio juvenil.

Os primeiros estudos de crescimento compensatório em peixe foram direcionados a espécies de água fria. Um desproporcional número de trabalhos foi focado em duas espécies de salmonídeos, o salmão do Atlântico, *S. salar*, e a truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, resultando em compensação total e parcial, dependendo do protocolo utilizado (ALI et al., 2003). Exemplificando, JOBLING & KOSKELA (1996) encontraram, para a truta arco-íris cultivada em grupo, uma capacidade de compensar o atraso de crescimento durante um período de restrição alimentar quando submetida a uma realimentação à saciedade aparente, resultado similar aos obtidos por DOBSON & HOLMES (1984) para a mesma espécie, um dos primeiros trabalhos em crescimento compensatório em peixe. ZHU et al. (2001) compararam as respostas compensatórias, utilizando um único protocolo, em duas espécies de peixes de água fria, o “three-spined stickleback”, *G. aculeatus*, e o “minnow”, *Phoxinus phoxinus*. Ambas as espécies demonstraram compensação total de crescimento quando submetidas a uma semana de privação alimentar. Em duas semanas de privação, apenas o “minnow” mostrou

compensação total, sendo que o “stickleback” mostrou apenas compensação parcial. Esses resultados demonstram que ocorrem diferenças de respostas compensatórias entre as espécies, uma vez que o protocolo utilizado para essas duas espécies foi o mesmo. O “turbot”, *Scophthalmus maximus*, quando submetido a uma restrição alimentar de 50% de sua alimentação ideal por seis semanas, foi capaz de demonstrar compensação total de crescimento em 34 dias de realimentação (SAETHER & JOBLING, 1999).

Em animais em estágio de desenvolvimento mais avançado, o crescimento compensatório também pode ocorrer. O bacalhau do Atlântico, *G. mohua*, em estágio maduro, mostrou resposta compensatória em relação ao crescimento, uma recuperação completa do peso corporal quando os peixes receberam uma adequada alimentação após um período de restrição alimentar, observando que a compensação é acompanhada por uma eficiente utilização do alimento (JOBLING et al., 1994).

Atualmente, as pesquisas em crescimento compensatório não se restringem à espécies de peixe de água fria. Muitos estudos têm direcionado seus objetivos a avaliar a compensação de crescimento em espécies de água quente. Um dos primeiros estudos foi realizado com a carpa comum, *Cyprinus carpio*, onde não foi constatado compensação de crescimento (SCHWARZ et al., 1985). Posteriormente, pesquisas foram direcionadas a outra espécie de ciprinídeo de grande interesse na aquicultura no continente asiático, a “gibel carp”, *C. auratus gibelio*. Em cultivo em pequenos grupos (2 peixes por tanque), após duas semanas de privação alimentar, a espécie demonstrou capacidade de compensar o atraso no crescimento em três semanas de realimentação à saciedade aparente (QIAN et al., 2000). Resultados similares foram obtidos por XIE et al. (2001), quando a mesma espécie foi cultivada individualmente. ZHU et al. (2004), trabalhando ainda com a “gibel carp”, aplicaram ciclos de uma semana de privação alimentar seguido de duas semanas de realimentação. Devido ao fato de que ao final da segunda semana de realimentação os peixes ainda continuavam a demonstrar hiperfagia, indicando que o crescimento compensatório não havia sido atingido, quando o próximo período de privação era imposto, os peixes demonstraram apenas compensação parcial de crescimento. Entretanto, CUI et al. (2006) observaram que a espécie é incapaz de promover a compensação de crescimento quando cultivado em grupos maiores (40 peixes a uma densidade de 0,26 peixes/L).

Para o linguado japonês, *Paralichthys olivaceus*, foi observada compensação total de crescimento, quando submetido a duas semanas de privação alimentar durante o verão, período ótimo de crescimento da espécie (CHO et al., 2006). O pargo, *Pagrus pagrus*, também exibe crescimento compensatório total quando submetido até a quatro semanas de privação alimentar (RUEDA et al., 1998).

Pesquisas direcionando o crescimento compensatório em cultivos comerciais foram empregadas com o bagre-de-canal, *Ictalurus punctatus*. KIM & LOVELL (1995) avaliaram as respostas compensatórias após períodos de restrição alimentar em juvenis desta espécie cultivados em viveiros. Estes autores observaram compensação total de crescimento quando os peixes foram submetidos a uma restrição alimentar de três semanas. Já para seis e nove semanas de restrição, observou-se apenas compensação parcial. GAYLORD & GATLIN (2000), utilizando juvenis da mesma espécie, mostraram compensação total de crescimento em quatro semanas de privação

alimentar. Já para a espécie de bagre chinês, *L. longirostris*, cultivado em ciclos de uma semana de privação alimentar seguido de duas semanas de alimentação à saciedade, houve apenas compensação parcial de crescimento (ZHU et al., 2004). Quando a mesma espécie foi submetida a uma e duas semanas de privação, ela foi capaz de atingir uma compensação total de crescimento em quatro semanas de realimentação (ZHU et al., 2005).

Estudos utilizando a estratégia alimentar de privação seguido de realimentação também foram desenvolvidas com o híbrido de tilápia, *Oreochromis mossambicus X O. niloticus*, que possui um hábito eurihalino, onívoro e de água quente, com grande importância para a aquicultura. Em um experimento com os indivíduos sendo cultivados em água marinha, apenas os organismos privados por uma semana de alimentação demonstraram compensação total em crescimento em três semanas de realimentação. Já nos exemplares que foram privados por duas e quatro semanas, ocorreu apenas compensação parcial (WANG et al., 2000). Em um estudo posterior, utilizando o mesmo protocolo, porém com peixes um pouco maiores e cultivados em água doce, a tilápia híbrida demonstrou compensação parcial para uma, duas e quatro semanas de privação alimentar. A diferença entre os resultados pode ser atribuída a um decréscimo na temperatura ocorrida durante a fase de realimentação, neste último estudo (WANG et al., 2005).

Dois trabalhos objetivando avaliar as respostas compensatórias após períodos de privação e restrição alimentar foram realizados com o robalo asiático, *L. calcarifer*, uma espécie com interesse na aquicultura na Austrália e sudeste da Índia. O primeiro estudo mostrou diferentes graus de compensação de crescimento, dependendo da severidade da privação. Períodos curtos de privação alimentar, como uma semana, resultam em completa compensação de crescimento, enquanto que períodos mais longos, como duas e três semanas derivam apenas em compensação parcial (TIAN & QIN, 2003). O segundo estudo avaliou o efeito de diferentes razões de restrição alimentar sobre o crescimento compensatório. Quando os peixes foram alimentados a uma razão de 75% e 50% da alimentação ideal durante duas semanas, após cinco semanas de realimentação a saciedade aparente, os peixes demonstraram total compensação de crescimento (TIAN & QIN, 2004).

Pesquisas também foram realizadas com espécies da família Characidae, peixes de clima tropical. SOUZA et al. (2003), trabalhando com o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, encontraram uma capacidade de crescimento compensatório total quando foram aplicados ciclos alimentares de 6 semanas de restrição alimentar alternados com 7 semanas de realimentação, durante um período de 1 ano. O tambaqui, *Colossoma macropomum*, também é capaz de exibir crescimento compensatório total quando privado de alimentação por um período de, no máximo, 2 semanas (ITUASSÚ et al., 2004). CARVALHO & URBINATI (2005) relatam que é possível economizar 40% da ração oferecida para adultos de matrinxã, *Brycon cephalus*, utilizando uma estratégia alimentar composta de ciclos curtos de restrição alimentar alternados com realimentação, sem prejudicar o crescimento corporal e desenvolvimento gonadal dos peixes.

Assim observa-se o quão variado são as respostas compensatórias das diferentes espécies de peixes quando submetidas a períodos de restrição ou privação alimentar. Porém, dentre todos os exemplos até então mostrados, nenhum obteve um grau de sobre-compensação de crescimento. HAYWARD et al. (1997), utilizando um protocolo diferenciado, conseguiram promover sobre-

compensação em “hybrid sunfish”, *Lepomis cyanellus X L. niacochirus*, assim como CHATAKONDI & YANT (2001) para o bagre-de-canal. O protocolo utilizava ciclos de privação alimentar dos peixes por um curto período de tempo (de 2 a 4 dias) e, em seguida, realimentação à saciedade aparente enquanto a hiperfagia estivesse ocorrendo. Entretanto, NIKKI et al. (2004), usando um protocolo similar para a truta arco-íris, não obtiveram os mesmos resultados, porém uma compensação total foi observada. O mesmo protocolo foi ainda utilizado por HAYWARD & WANG (2001) para exemplares adultos de perca-americana, *Perca flavescens*, e por EROLDOGAN et al. (2006) para o pargo europeu, *S. aurata*. Para nenhuma destas espécies observou-se sobre-compensação, muito menos compensação total. Apenas o pargo demonstrou compensação parcial em ciclos de dois dias de privação. Os bons resultados obtidos com o “hybrid sunfish” e o bagre-de-canal podem ser aplicados para aqüicultura, porém o protocolo deve ser aprimorado para o uso em condições de cultivo comercial.

Assim sendo, o crescimento compensatório é de interesse para a aqüicultura, porque o entendimento de sua dinâmica pode permitir uma reavaliação das escalas alimentares melhorando o crescimento e a eficiência alimentar dos animais (HAYWARD et al., 1997), e assim, diminuir os custos de produção, uma vez que há uma economia de ração, mão-de-obra, melhora na qualidade de água evitando sobras alimentares, e de uma forma geral, resultando numa maior eficiência produtiva (GAYLORD & GATLIN, 2000).

Desta forma, com as evidências apresentadas de que o crescimento compensatório é uma realidade em peixes, o presente trabalho tem como objetivo avaliar se o robalo-peva, *C. parallelus*, demonstra compensação em crescimento após diferentes períodos de privação alimentar, assim como observar a dinâmica das respostas compensatórias e se algum modelo pode ser aplicado à espécie. Os resultados obtidos poderão ser úteis para uma boa compreensão do manejo alimentar desta espécie durante a fase de engorda.

Este trabalho será submetido para publicação no Journal of the World Aquaculture Society

**Crescimento Compensatório de Juvenis de Robalo-peva, *Centropomus parallelus*, Após
Privação Alimentar.**

FLÁVIO F. RIBEIRO E MÔNICA Y. TSUZUKI*

*Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476, Florianópolis, SC 88040-970 – Brasil.*

* Corresponding author: Tel/Fax: +55 48 3232-7532; E-mail: monicatsuzuki@cca.ufsc.br

Resumo

O crescimento compensatório de juvenis (13,7 g) de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, submetidos a privações alimentares seguido de realimentação, foi avaliado em oito semanas. Os peixes foram divididos em quatro tratamentos: continuamente alimentados (controle), privação alimentar por uma (P1), duas (P2) e três (P3) semanas, seguido de realimentação à saciedade por cinco semanas. A taxa de sobrevivência foi de 100% ao final do experimento. Ao final da privação alimentar, o peso corporal dos peixes do P1, P2 e P3 estavam em 84,5%, 81% e 74% do peso corporal dos peixes controle (16,7 g), respectivamente. Os peixes dos tratamentos P1 e P2 atingiram o mesmo peso corporal dos peixes controle em três e quatro semanas de realimentação, respectivamente. Porém, os peixes do P3, em cinco semanas de realimentação, continuaram com um peso corporal inferior aos peixes controle ($P < 0,05$). Na realimentação, foram observados melhores valores numéricos de conversão alimentar e de taxa de crescimento específico para os três tratamentos em relação ao controle ($P > 0,05$). O consumo alimentar diário foi, significativamente, maior para o P1 e o P2 na primeira semana de realimentação, e para o P3, da primeira à quarta semana de realimentação, comparado ao controle, indicando uma hiperfagia. O fator de condição mostrou que ao final da privação, os peixes do P2 e do P3 estavam mais magros (1,68) em relação ao controle (1,81), recuperando-se rapidamente logo após a segunda semana de realimentação. Após a privação alimentar, os peixes do P3 apresentaram uma concentração lipídica inferior a dos peixes controle, sendo que ao final da realimentação, não foi observado uma recuperação do estoque lipídico desses animais. Nas condições utilizadas no presente estudo, juvenis de robalo-peva demonstram capacidade de compensação total de crescimento quando submetido, à no máximo, duas semanas de privação alimentar. A redução na oferta de alimento pode ser utilizada como uma estratégia de manejo alimentar durante a fase de engorda deste peixe, auxiliando na redução de custos em cultivo.

O robalo-peva, *Centropomus parallelus*, pertencente à família Centropomidae, é uma espécie eurihalina, com hábito alimentar carnívoro, distribuindo-se desde o sul da Flórida, EUA, até Florianópolis, sul do Brasil (Fraser 1978; Rivas 1986). Possui um alto valor comercial e uma ótima qualidade de carne, que é branca e com pouca gordura (Cerqueira 2002). Por ser uma espécie de hábito gregário, tolerante a altas densidades de cultivo, fácil adaptação a cativeiro (Tucker 1998) e a variação de salinidade (Tsuzuki et al. 2007; Tsuzuki et al. no prelo), tem despertado interesse para a aquicultura nos últimos anos.

Avanços já foram feitos em relação as suas técnicas de reprodução em cativeiro e larvicultura (Alvarez-Lajonchère et al. 2002; Reis e Cerqueira 2003), sendo que atualmente já são obtidos alevinos em níveis confiáveis de produção. Entretanto, seu cultivo comercial ainda é incipiente, principalmente devido à falta de estudos direcionados a engorda, mais especificamente ao manejo alimentar e alimentação. A engorda do robalo-peva tem sido realizada em viveiros ou em tanques-rede, de forma não quantificada e instável, em clima tropical e subtropical (Cerqueira 2005).

Nestes sistemas, os peixes ficam susceptíveis a variações bruscas de clima, podendo causar alterações metabólicas, redução da ingestão de alimento, fato que pode aumentar o desperdício de ração, e no caso de viveiros, comprometer a qualidade de água. Complementarmente, a alimentação pode ocorrer de forma irregular, onde muitas vezes o produtor fica impossibilitado de alimentar seus peixes por um curto período de tempo devido a doenças ou condições adversas dos viveiros ou tanques-rede.

Em algumas espécies de peixes, tem se observado que após períodos de restrição ou privação alimentar, com uma adequada realimentação, pode ocorrer um crescimento acelerado, maior que o normal, fenômeno denominado de crescimento compensatório (Dobson e Holmes 1984; Ali et al. 2003), podendo ter aplicações em cultivos comerciais. O fenômeno, que é observado em populações de peixes em ambiente natural (Goddard 1996) pode ser utilizado como estratégia alimentar durante a fase de engorda, pois um bom entendimento de sua dinâmica pode permitir uma reavaliação das escalas alimentares, melhorando o crescimento e a conversão alimentar (Hayward et al. 1997), resultando numa maior eficiência de produção. Outras vantagens também podem ser observadas, como uma economia de ração e mão-de-obra, redução da descarga de matéria orgânica na água, além de fornecer segurança aos produtores quando forem impossibilitados de alimentar seus peixes.

Diferentes respostas compensatórias podem ser observadas nos peixes submetidos a períodos de privação alimentar: 1) sobre-compensação, quando os animais não alimentados atingem, posteriormente, um tamanho maior, em mesmo período de tempo que em animais continuamente alimentados (Hayward et al. 1997; Chatakondi e Yant 2001); 2) compensação total, quando os indivíduos, submetidos a um prévio período de jejum, compensam o crescimento durante a realimentação, atingindo a trajetória original dos indivíduos continuamente alimentados (Dobson e Holmes 1984; Wang et al. 2000; Tian e Qin 2003; Ituassú et al. 2004; Cho et al. 2006); e 3) compensação parcial, quando os indivíduos, inicialmente não alimentados, falham ao atingir a trajetória original, porém mostram um maior crescimento e podem possuir uma melhor conversão alimentar durante a realimentação (Wang et al. 2005; Eroldogan et al. 2006; Cui et al. 2006).

Essa variedade de resultados em crescimento compensatório pode ser conferida a fatores como a variação fisiológica entre as espécies de peixes, duração do período de privação alimentar, o estágio de desenvolvimento dos animais ao início da privação, a idade da maturidade sexual e o modelo de realimentação (Ali et al. 2003). Porém, uma das principais causas das variações nas respostas compensatórias pode ser atribuída à diversidade de protocolos utilizados nos estudos. Fatores como a distribuição dos animais, em grupo ou individual, a severidade da privação alimentar (privação total ou parcial), períodos simples de privação alimentar ou ciclos alternados de privação e realimentação, devem ser considerados. A maioria dos estudos tem utilizado o protocolo composto por períodos simples de privação alimentar, com animais acondicionados em grupos, seguido de realimentação a saciedade (Dobson e Holmes 1984; Rueda et al. 1998; Tian e Qin 2003; Wang et al. 2005). Para o uso do crescimento compensatório em cultivos comerciais, este último protocolo é o mais indicado pela facilidade de implementação e pelo fato de ser mais aplicável, visto que é baseado em períodos fixos de privação alimentar.

Tian e Qin (2003) investigaram as respostas compensatórias do baramundi, *Lates calcarifer*, uma espécie similar ao robalo-peva, pertencente à família Latidae, e de clima tropical. O protocolo utilizado foi o de períodos simples de privação alimentar, seguido de realimentação a saciedade. Os principais resultados mostraram uma compensação total após uma privação alimentar de uma semana, e compensação parcial para privações de duas e três semanas.

Visto que o crescimento compensatório é uma realidade em peixes, em especial em espécies de água quente (Wang et al. 2000; Souza et al. 2000; Tian e Qin 2003; Ituassú et al. 2004; Carvalho e Urbinati 2005), o presente trabalho tem como objetivo avaliar o crescimento compensatório através do desempenho em crescimento e de parâmetros alimentares, fator de condição e composição corporal em juvenis de robalo-peva após períodos simples de privação alimentar, como uma ferramenta para uma melhor compreensão do manejo alimentar do robalo-peva durante a fase de engorda.

Materiais e Métodos

Animais e Condições Gerais de Manutenção

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura Marinha, (LAPMAR), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, nos meses de janeiro a março de 2006.

Juvenis de robalo-peva, *C. parallelus*, foram obtidos do próprio LAPMAR, por meio de indução hormonal de reprodutores de cativeiro, e cultivados segundo método descrito por Alvarez-Lajonchère et al. (2002). Os peixes foram mantidos, antes do experimento, em tanques de larvicultura de 6.000 L, em um sistema de circulação contínua (100% de renovação por dia), a uma temperatura média de 24 C, salinidade de 35 ppt. Após o desmame, os peixes foram alimentados com ração comercial (extrusada), com concentrações protéicas de 35-45% e lipídicas de 10-20%, variando de acordo com a idade.

Delineamento Experimental

Uma vez que o robalo-peva possui hábito alimentar carnívoro, realizou-se um teste preliminar para verificar se a privação alimentar dos animais afetaria a taxa de sobrevivência devido ao canibalismo. Após um mês de privação alimentar de um grupo de 10 peixes com tamanho aproximado aos utilizados no experimento, em um tanque de 50 L, não foi observado nenhum sinal de canibalismo.

Uma semana antes do início do experimento, foram coletados 420 peixes e distribuídos aleatoriamente nos tanques experimentais, para a aclimação. Utilizou-se 12 tanques de fibra-de-vidro, com coloração interna preta e capacidade de 80 L de volume útil cada, abastecidos por um sistema de circulação contínua de água (1 L/min), e aeração suplementar através de um soprador mecânico, distribuído independentemente em cada tanque por mangueiras e pedras porosas. Durante o período de aclimação aos tanques, os peixes foram alimentados duas vezes por dia, às 0900 e 1600 h, à saciedade aparente, com uma ração extrusada (50,0% de proteína bruta; 21,2% de lipídeo; 6,2% de carboidrato; 0,8% de fibra; 14,1% de resíduo mineral e 7,6% de umidade). A mesma ração e os mesmos procedimentos alimentares foram utilizados durante o experimento.

Após a aclimação, iniciou-se o experimento com animais com peso de $13,75 \pm 0,57$ g (média \pm DP), a uma densidade de 28 peixes por tanque (0,35 peixes/L).

O experimento consistiu de quatro tratamentos, todos em triplicata, onde o tratamento controle (C) foi alimentado continuamente, e os outros três tratamentos foram submetidos a diferentes períodos de privação alimentar: uma semana (P1), duas semanas (P2) e três semanas (P3). O experimento foi conduzido da seguinte forma: o tratamento P1 foi privado da alimentação somente na terceira semana, os peixes do tratamento P2 foram privados na segunda e na terceira semana, e o tratamento P3 privado durante a primeira, segunda e terceira semana de experimento. Após o período de privação alimentar, iniciou-se a realimentação dos peixes. Com isso, todos os tratamentos iniciaram a fase de realimentação ao mesmo tempo, que teve duração de cinco semanas (Fig. 2).

A alimentação era fornecida à saciedade aparente, ministrando o alimento vagarosamente. Após 30 min da alimentação, contava-se o número de peletes que sobravam no fundo dos tanques, dos quais já se sabia o peso individual, para posterior cálculo de consumo alimentar que era baseado na quantidade de ração fornecida (g), subtraindo-se a ração que não era ingerida (g). Após a contagem, sifonava-se as sobras de ração e o material fecal, para manutenção da qualidade de água.

Foram realizadas biometrias no início do experimento, ao final do período de privação alimentar, e a cada semana da realimentação, anestesiando-se os peixes com benzocaína (20 ppt) e mensurando-se individualmente o peso corporal (0,01 g), e os comprimentos padrão e total (0,01 mm) (Fig. 2). A partir dos dados coletados, foram calculados, semanalmente durante a realimentação, os seguintes índices:

- Taxa de Crescimento Específico (TCE, %/dia) = $100 \times (\ln Pf - \ln Pi) / t$;
- Conversão Alimentar (CA) = $C / (Pf - Pi)$;
- Consumo Alimentar Diário (CAD, % de peso corporal/dia) = $\{[C / (Pf + Pi) / 2] / t\} \times 100$;
- Fator de Condição (K) = $\text{Peso corporal} / \text{Comprimento Padrão}^3 \times 100$;

Onde \ln é logaritmo natural, Pf e Pi é peso final e inicial (g), respectivamente, t é tempo (dias) e C é consumo de ração (g).

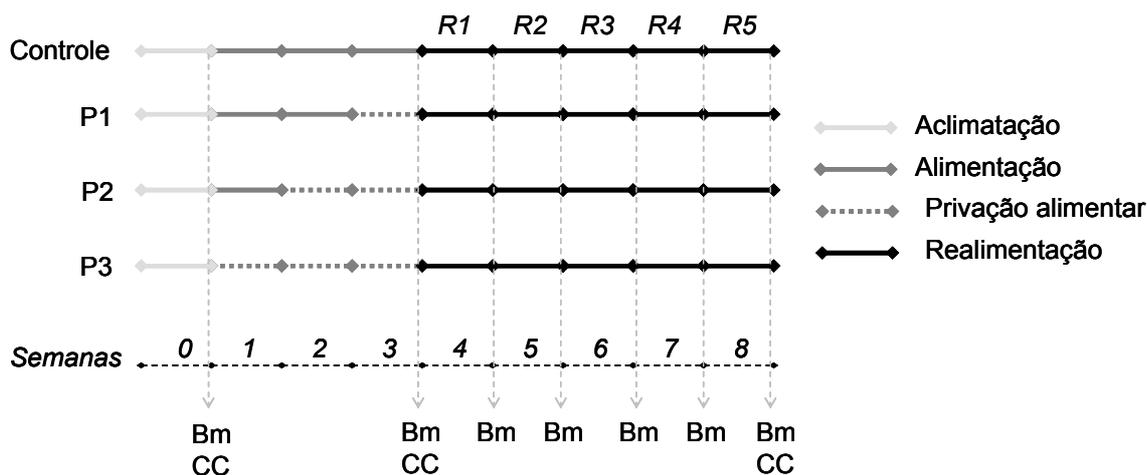


Figura 2. Esquema experimental do efeito da privação alimentar por determinados períodos de tempo sobre o crescimento compensatório de juvenis de robalo-peva. Controle = continuamente alimentado; P1, P2 e P3 = privação alimentar por uma, duas e três semanas, respectivamente; Bm = biometria; CC = amostras para análise de composição corporal; R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente.

Durante todo o período experimental, utilizou-se fotoperíodo natural. Também foram monitorados diariamente os parâmetros da qualidade de água, sendo a temperatura de $25,5 \pm 0,9$ C, salinidade de $34,8 \pm 0,9$ ppt e oxigênio dissolvido de $5,5 \pm 0,6$ mg/L. A amônia total ficou quase sempre abaixo de 0,5 mg/L, valor considerado limite máximo para peixes marinhos (Lemarié et al. 2004; Eddy 2005).

Amostras de sete peixes por tanque para análise de composição corporal foram retiradas no início do experimento, no final da privação alimentar e final da realimentação (Fig. 2). As amostras foram mantidas à -20 C, para posterior análise de composição corporal. A metodologia empregada para a análise corporal segue as normas descritas pela AOAC (1990). A matéria seca foi determinada pelo método gravimétrico com secagem a 105 C em estufa, o conteúdo de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl ($N \times 6,25$), após digestão ácida. A gordura foi analisada por extração em éter pelo método de Soxhlet e a matéria mineral (cinzas), determinada por incineração a 550 C em mufla.

Análise Estatística

Para a análise estatística considerou-se cada tanque como uma unidade experimental, sendo utilizados os valores médios das triplicadas de cada tratamento para as comparações. Os valores de

peso corporal, TCE, CA, K e CAD foram comparados por análise de variância (ANOVA) ($P < 0,05$) em cada semana de realimentação, e aqueles tratamentos que apresentaram diferença significativa tiveram suas médias comparadas pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$), o qual faz comparações de cada tratamento (P1, P2 e P3) em relação ao controle (C). Para os dados de composição corporal dos peixes foram realizadas comparações ao final do período de privação alimentar e final da realimentação. Os métodos estatísticos foram os mesmos citados acima.

Resultados

Ao final do experimento, a taxa de sobrevivência foi de 100% para todos os tratamentos.

Em relação ao peso corporal, ao final da privação alimentar, diferenças significativas foram observadas nos três tratamentos em relação ao controle ($P < 0,05$), conforme mostrado na fig. 3. Nesta ocasião, os peixes do tratamento controle tinham um peso corporal médio de 16,7 g, enquanto que os peixes do tratamento P1 (Privação alimentar por uma semana), P2 (Privação alimentar por duas semanas) e P3 (Privação alimentar por três semanas) tinham 84,5%, 81% e 74% do peso corporal dos peixes do controle, respectivamente.

A Fig. 3 mostra que nas duas primeiras semanas da realimentação, os peixes controle permaneceram com um peso corporal significativamente maior que os peixes dos tratamentos P1, P2 e P3. Porém, a partir do final da terceira semana de realimentação (R3), não mais se observaram diferenças significativas entre o peso corporal dos peixes do controle e do tratamento P1, semelhantemente aos peixes do tratamento P2, onde, a partir do final da quarta semana de realimentação (R4), nenhuma diferença significativa foi observada no peso corporal em relação ao controle ($P > 0,05$). Ao final do experimento, ou seja, em cinco semanas de realimentação, o peso corporal dos peixes do tratamento P3 continuou sendo significativamente menor que o controle ($P < 0,05$).

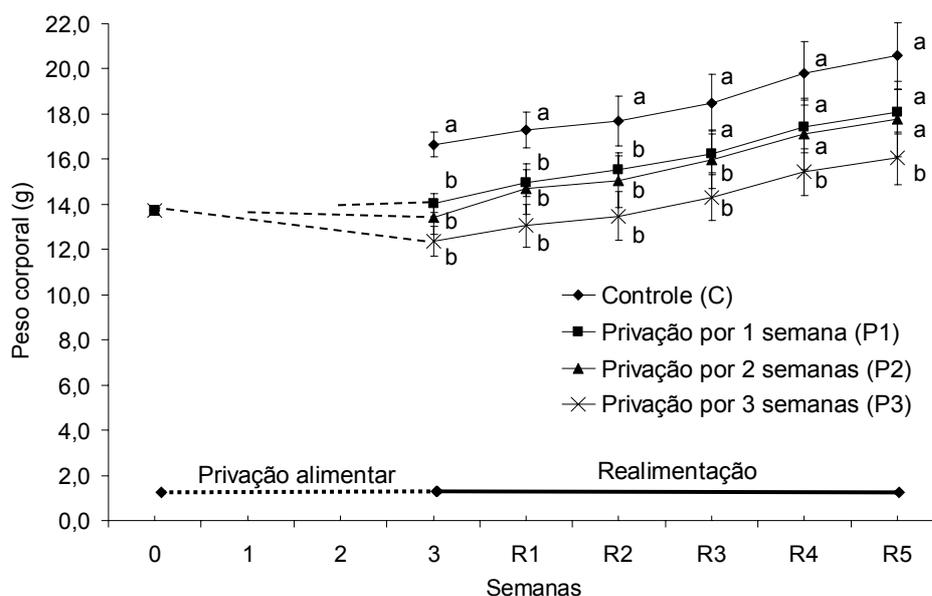


Figura 3. Variação em peso corporal (g) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante os períodos de privação alimentar e realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) durante o período de realimentação. Melhores valores de TCE e CA foram observados para todos os tratamentos em relação ao controle, durante a realimentação. Apesar de observadas tais melhoras, nenhuma diferença foi detectada a nível estatístico ($P > 0,05$), possivelmente devido ao alto coeficiente de variação entre unidades experimentais de um mesmo tratamento.

Tabela 1. Taxa de crescimento específico (TCE; %/dia) e conversão alimentar (CA) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente), submetidos à privações alimentares por uma, duas e três semanas (P1, P2 e P3, respectivamente) e continuamente alimentados (C).

Períodos	Variáveis	Tratamentos			
		Controle	P1	P2	P3
R1	TCE	0,62 \pm 0,22	1,02 \pm 0,19	1,45 \pm 0,69	0,91 \pm 0,37
	CA	2,09 \pm 0,39	1,79 \pm 0,30	1,57 \pm 0,45	2,44 \pm 1,15
R2	TCE	0,37 \pm 0,30	0,66 \pm 0,06	0,44 \pm 0,28	0,52 \pm 0,19
	CA	4,48 \pm 2,94	2,47 \pm 0,23	3,60 \pm 1,53	3,82 \pm 1,47
R3	TCE	0,74 \pm 0,24	0,74 \pm 0,24	0,99 \pm 0,10	0,99 \pm 0,18
	CA	1,91 \pm 0,43	2,00 \pm 0,53	1,65 \pm 0,10	1,72 \pm 0,29
R4	TCE	1,13 \pm 0,15	1,16 \pm 0,24	1,13 \pm 0,33	1,26 \pm 0,12
	CA	1,23 \pm 0,08	1,23 \pm 0,21	1,97 \pm 1,10	1,31 \pm 0,08
R5	TCE	0,64 \pm 0,01	0,62 \pm 0,22	0,62 \pm 0,12	0,66 \pm 0,13
	CA	1,80 \pm 0,16	2,04 \pm 0,65	1,95 \pm 0,12	2,05 \pm 0,39

Já para o consumo alimentar diário (Fig. 4), foram observadas diferenças significativas durante a realimentação. Na primeira semana de realimentação (R1), todos os tratamentos mostraram um consumo alimentar significativamente maior que o controle ($P < 0,05$). Já da segunda semana (R2) até a quarta semana de realimentação (R4), apenas o tratamento P3 apresentou um consumo significativamente maior que o controle. Na quinta semana de realimentação (R5) nenhuma diferença significativa foi observada entre os tratamentos em relação ao controle ($P > 0,05$).

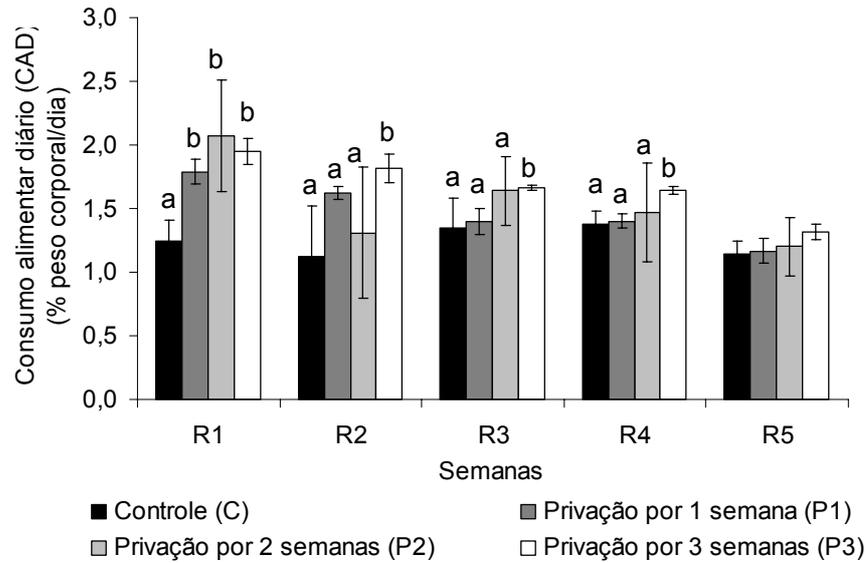


Figura 4. Variação semanal de consumo alimentar diário (CAD, % de peso corporal/dia) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle.

Na Fig. 5 podem ser observadas as variações no fator de condição (K) dos peixes ao longo do período de realimentação. Na primeira semana de realimentação (R1) somente os peixes em privação alimentar por duas e três semanas (P2 e P3) tiveram valores significativamente menores que o controle ($P < 0,05$). Já na segunda semana de realimentação (R2), somente o tratamento P3 apresentou valor de K menor que o controle. Da terceira semana de realimentação (R3) em diante, nenhuma diferença significativa entre os tratamentos em relação ao controle foi observada até o final do experimento ($P > 0,05$).

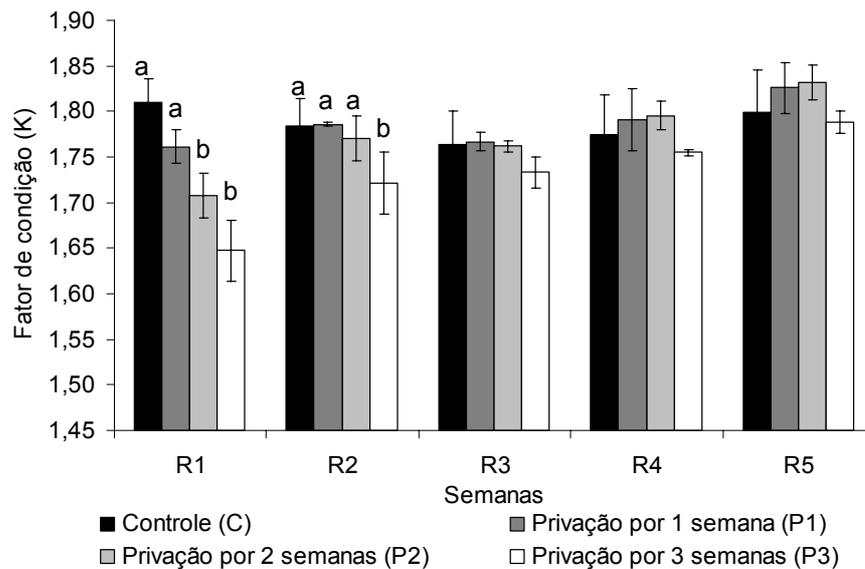


Figura 5. Variação semanal em fator de condição (K) (média \pm DP; n = 21) de juvenis de robalo-peva durante a realimentação (R1, R2, R3, R4, R5 = primeira, segunda, terceira, quarta e quinta semana de realimentação, respectivamente). As comparações estatísticas foram feitas por ANOVA seguido de teste de Dunnett. Letras diferentes na mesma semana representam diferença significativa nos tratamentos em relação ao controle.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de composição corporal dos peixes ao final da privação alimentar e final da realimentação. Após a privação alimentar, apenas a concentração de proteína dos peixes do tratamento P1 foi significativamente maior em relação aos peixes do controle ($P < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi observada para os valores de cinzas, lipídio, umidade e da razão de lipídio para massa corporal magra (MCM) ($P > 0,05$). Ao final do experimento, os valores de concentração de lipídio e da razão de lipídio para a massa corporal magra (MCM) foram menores para os peixes do tratamento P3 em relação ao controle. Já para as concentrações de proteína, cinzas e umidade, nenhuma diferença significativa foi observada ($P > 0,05$).

Tabela 2. Composição corporal de juvenis de robalo-peva ao final da privação alimentar e final da realimentação (média \pm DP, n = 7). (P1, P2 e P3 = privação alimentar por uma, duas e três semanas, respectivamente; C = continuamente alimentados).

Períodos	Tratamentos	Variáveis				
		Proteína*	Cinzas*	Lipídio*	Umidade*	Lipídio/MCM**
Final da privação	Controle	16,76 \pm 0,42 a	5,15 \pm 0,67	6,67 \pm 0,66	30,16 \pm 0,96	0,31 \pm 0,04
	P1	18,08 \pm 0,25 b	5,25 \pm 1,27	6,44 \pm 0,86	31,97 \pm 1,60	0,28 \pm 0,04
	P2	17,60 \pm 0,77 a	6,32 \pm 0,62	6,57 \pm 0,66	31,71 \pm 0,73	0,28 \pm 0,03
	P3	17,05 \pm 0,58 a	6,28 \pm 0,26	5,98 \pm 0,99	30,04 \pm 0,86	0,26 \pm 0,04
Final da realimentação	Controle	17,49 \pm 0,55	5,45 \pm 1,12	6,70 \pm 0,80 a	30,87 \pm 0,50	0,29 \pm 0,03 a
	P1	16,92 \pm 0,22	5,19 \pm 0,33	6,88 \pm 0,12 a	30,44 \pm 0,95	0,31 \pm 0,01 a
	P2	17,32 \pm 0,29	5,88 \pm 0,96	6,52 \pm 0,48 a	30,48 \pm 0,82	0,28 \pm 0,01 a
	P3	17,33 \pm 0,41	5,88 \pm 0,72	5,33 \pm 0,30 b	30,38 \pm 0,62	0,23 \pm 0,01 b

* Concentrações de proteína, cinzas, lipídio e umidade, expressos em % de peso úmido.

** Lipídio/MCM é a razão de lipídio pela soma de proteína e cinzas.

Discussão

A sobrevivência foi de 100% durante todo o experimento, pois a privação alimentar imposta por até três semanas não afetou a saúde dos animais a ponto de causar mortalidade.

Os resultados aqui obtidos mostram que juvenis de *C. parallelus*, nas condições utilizadas no presente estudo, exibem crescimento compensatório, pois os peixes submetidos a uma e duas semanas de privação alimentar (P1 e P2), atingem o mesmo peso corporal dos peixes continuamente alimentados (controle) em 3 e 4 semanas de realimentação, respectivamente, compensando totalmente o crescimento. Porém, quando os animais foram submetidos a 3 semanas de privação alimentar, a compensação de crescimento não ocorreu. Desta forma, o grau de compensação foi definido pelo período de privação alimentar, de acordo com Tian e Qin (2003). Alguns estudos relatam que a duração do crescimento compensatório, ou das respostas compensatórias, está relacionada com a severidade de privação alimentar (Hornick et al. 2000; Gaylord e Gatlin 2000; Zhu et al. 2001; Ali e Jauncey 2004; Zhu et al. 2005). Portanto, parece que quanto maior o período de privação alimentar, maior é o período de realimentação necessário para provocar compensação total de crescimento.

Compensação total de crescimento após períodos de privação ou restrição alimentar já foi relatado em um grande número de peixes de água fria, como a truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss* (Dobson e Holmes 1984), o “three-spined stickleback”, *Gasterosteus aculeatus*, o “minnow”, *Phoxinus phoxinus* (Zhu et al. 2001) e o “turbot”, *Scophthalmus maximus* (Saether e Jobling 1999). Devido aos bons resultados encontrados em espécies de água fria, pesquisas em crescimento compensatório direcionaram-se para espécies de peixes de água quente, onde os mais diversos resultados foram encontrados. Por exemplo, observou-se sobre-compensação para o “hybrid sunfish”, *Lepomis cyanellus X L. macrochirus* (Hayward et al. 1997), compensação total para o robalo asiático, *L. calcarifer* (Tian e Qin, 2003) e o pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Souza et al., 2000), compensação parcial para o bagre chinês, *Leiocassis longirostris* (Zhu et al. 2004), e não compensação para a carpa comum, *Cyprinus carpio* (Schwarz et al. 1985). A grande variação nos resultados pode ser atribuída, principalmente a diversidade de protocolos utilizados nos estudos, variações fisiológicas entre as espécies e a severidade da privação alimentar.

Desta forma, estudos de crescimento compensatório em peixes direcionados à aquicultura necessitam ser estruturados em condições semelhantes às encontradas em cultivos (Ali et al. 2003), de forma a simular situações mais reais e aplicáveis. No presente estudo, foi utilizado um protocolo onde os animais foram distribuídos em grupos em cada unidade experimental, a uma densidade de 0,35 peixes/L, tentando retratar condições de densidade mais próximas às encontradas em cultivo. Os períodos de privação alimentar também foram definidos de uma forma mais simples, o que facilita a sua aplicação em cultivos comerciais, e similares a outros estudos já realizados (Rueda et al. 1998; Qian et al. 2000; Xie et al. 2001; Tian e Qin 2003; Ituassú et al. 2004; Wang et al. 2005; Zhu et al. 2005; Cui et al. 2006; Cho et al. 2006).

Neste trabalho os valores médios de fator de condição (K), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CA) foram de 1,8, 0,91%/dia e 1,8, respectivamente, para os animais

continuamente alimentados, valores semelhantes aos obtidos em outros estudos envolvendo juvenis de robalo-peva (Cardoso 2005; Souza 2005; Berestinas 2006). Ao final da privação alimentar os peixes dos tratamentos P2 e P3 demonstraram valores de K inferiores a 1,7, sendo significativamente menores que o controle. No entanto, em duas semanas de realimentação o K foi restabelecido, indicando uma rápida recuperação de seu estado corporal.

A hiperfagia tem sido observada na maioria dos estudos envolvendo o crescimento compensatório (Jobling e Koskela 1996; Rueda et al. 1998; Wang et al. 2000; Tian e Qin 2003; Cui et al. 2006), sendo que ela parece ser um dos primeiros mecanismos que atuam nas respostas compensatórias (Ali et al. 2003). No caso do robalo-peva, a hiperfagia esteve presente nos três tratamentos de privação alimentar quando comparados com o controle. Esse aumento no consumo alimentar foi observado para os tratamentos P1 e P2 na primeira semana de realimentação, e para o tratamento P3 da primeira à quarta semana de realimentação. Muitas vezes a hiperfagia vem acompanhada por uma melhora no crescimento e/ou na CA (Ali et al. 2003). No presente estudo, observou-se melhoras numéricas nos valores de TCE e na CA dos animais submetidos a privações alimentares até o momento em que esses peixes atingiram o mesmo peso corporal dos peixes controle, como observado para P1 e P2. Entretanto o aumento do consumo de alimento (hiperfagia) cessou antes.

Em relação à composição corporal do robalo-peva, não foram observadas variações marcantes nesses valores ao final da privação alimentar, assim como observado em outras espécies de peixes (Gaylord e Gatlin 2000; Xie et al. 2001; Zhu et al. 2004; Cho et al. 2006). Entretanto, a concentração lipídica dos peixes submetido a três semanas de privação alimentar foi menor que a dos peixes controle, porém, sem diferença a nível estatístico ($P > 0,05$). Ao final da realimentação, somente os peixes privados de alimentação por três semanas apresentaram um menor valor de lipídio corporal.

Jobling e Johansen (1999) propuseram um modelo lipostático para explicar o crescimento compensatório. Eles argumentam que durante a privação alimentar, as reservas lipídicas são utilizadas para manutenção do metabolismo dos peixes, e durante a realimentação ocorre uma hiperfagia com o intuito de restaurar os estoques lipídicos. A partir do momento que essas reservas estão restauradas, a hiperfagia cessa assim como as respostas compensatórias, atingindo a trajetória ótima de crescimento.

Neste estudo, para uma privação de até duas semanas, não houve mobilização dos componentes corporais a uma taxa significativa, principalmente dos níveis lipídicos, apesar de ter havido um crescimento menor desses animais quando comparado com os peixes do controle, durante a privação alimentar. Porém, ao longo da realimentação, as respostas compensatórias em peso ocorreram, mesmo cessando a hiperfagia na primeira semana de realimentação. Já para uma privação de três semanas, observou-se uma leve perda de gordura acompanhado de uma redução no peso desses animais, sendo que ao final da realimentação a concentração lipídica, assim como o peso corporal, permaneceram com valores inferiores ao dos peixes controle. Além disto, a hiperfagia cessou na quarta semana de realimentação, bem como as respostas compensatórias em termos de melhora na TCE. Portanto os resultados aqui encontrados não concordam com o modelo lipostático,

o qual defende que as respostas hiperfágicas atuam como forma de reestruturar a concentração lipídica e o peso corporal.

Segundo Xie et al. (2001) existem outros fatores governando a duração das respostas compensatórias. O jejum pode resultar não apenas na redução das concentrações lipídicas corpóreas dos peixes, mas também em mudanças na composição dos ácidos graxos, sendo que isso teria função primordial na capacidade de compensação de crescimento. Uma possibilidade alternativa é a que existe uma hierarquia de mecanismos de controle, com diferentes prioridades ao longo do tempo. Um primeiro sistema regularia a relação de componentes de reservas para os estruturais, talvez por um mecanismo lipostático, e um segundo sistema, baseado na teoria do controle, buscaria alcançar a trajetória ótima de crescimento e continuaria a promover respostas compensatórias através de um aumento na taxa de crescimento dos animais, mesmo após o restabelecimento dos estoques de reservas, caso a trajetória ótima não tenha sido alcançada, fato defendido por Hubbel (1970) apud Ali et al. (2003). Essa proposta feita por Xie et al. (2001) parece estar mais coerente com os resultados obtidos neste estudo, pois as respostas compensatórias e hiperfágicas foram observadas para o P1 e P2, mesmo que os níveis lipídicos não tenham sido reduzidos pelas privações alimentares impostas.

Tian e Qin (2003) especulam que uma vez que o peso corporal dos peixes submetidos a uma privação alimentar cai abaixo de 60% do peso dos peixes do controle, fica praticamente impossível de ocorrer compensação total de crescimento. No caso do robalo-peva, os peixes do tratamento P1, P2 e P3 ficaram com 84,5%, 81% e 74%, respectivamente, do peso corporal dos peixes do controle, sendo que apenas para privações de uma e duas semanas ocorreu crescimento compensatório total. A redução de crescimento dos peixes do tratamento P1 e P2 foi relativamente baixa. Já os peixes do P3, ao final da privação alimentar, apresentaram um peso corporal abaixo de 80% dos peixes controle, acompanhado de uma redução do estoque lipídico. Essa redução do estoque de gordura pode ter causado uma alteração da composição dos ácidos graxos, conforme relatam Xie et al. (2001), interferindo, desta forma, diretamente na compensação do crescimento. Entretanto, esta hipótese ainda é especulativa e trabalhos nesta área são escassos. Assim sendo, a regra proposta por Tian e Qin (2003) não se aplica para o presente estudo, pois quando o peso corporal dos animais caiu abaixo de 80% do peso dos peixes do controle, não ocorreu compensação total de crescimento.

Portanto, ainda não está totalmente definido um modelo para o crescimento compensatório de teleósteos. Parece que para espécies de água fria o modelo lipostático se encaixa (Jobling e Johansen 1999; Johansen et al. 2001; Johansen et al. 2002; Zhu et al. 2001; Zhu et al. 2003). Talvez pelo fato de que peixes nesta condição, em ambiente natural, experimentam períodos de jejum prolongado durante estações do ano com escassez de alimento, e desta forma, pode ter havido uma evolução fisiológica diferente em relação às espécies de água quente. No primeiro caso, os estoques de gordura constituiriam a principal fonte energética para manutenção destes animais durante a falta de alimento no inverno em ambiente natural (Bull e Metcalfe 1997). Portanto, os peixes de água fria necessitam manter de uma forma mais rigorosa os seus estoques lipídicos, sendo que a primeira resposta, após um período de jejum, seria a recuperação dos mesmos, fato defendido no modelo lipostático.

Já para espécies de água quente, as respostas compensatórias podem ocorrer de diferentes formas, uma vez que, esses animais não estão habituados a períodos de privação alimentar em ambiente natural. Em alguns casos o modelo lipostático não é obedecido (Xie et al. 2001; Tian e Qin 2003; Cui et al. 2006), assim como o observado no presente trabalho, com o *C. parallelus*. Porém, em outras espécies como o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, um peixe que possui uma maior concentração lipídica corporal (Souza et al. 2002) que o robalo-peva, o modelo lipostático pôde ser constatado, sendo que o mesmo acaba utilizando sua reserva de gordura para manutenção metabólica durante a privação alimentar (Souza et al. 2000).

Deste modo, futuros trabalhos devem ser realizados com o intuito de avaliar os mecanismos fisiológicos e metabólicos durante a privação alimentar e o crescimento compensatório em espécies de peixes de água quente, e assim obter explicações mais bem fundamentadas de como possa ser modelado o fenômeno em peixes tropicais.

Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo fornecem evidências de que a espécie *C. parallelus* é capaz de demonstrar crescimento compensatório. Porém, o grau de compensação é definido pela duração da privação alimentar. Assim, nas condições utilizadas no presente estudo, para uma compensação total de crescimento, juvenis de robalo-peva podem ser submetidos à, no máximo, duas semanas de jejum. A diminuição na oferta de alimento pode ter interesse para a aquicultura, pois pode ser utilizados como uma estratégia de manejo alimentar, a fim de economizar ração e mão-de-obra, reduzindo custos de cultivo, assim como dar segurança a produtores de que não haverá perda de produção quando forem impossibilitados de alimentar seus peixes, desde que seja aplicado a peixes de mesmo tamanho e uso de um protocolo similar. Entretanto, para uma compreensão de como o crescimento compensatório pode ser modelado e regulado para a espécie, e em geral, para peixes de água quente, são necessários mais estudos aprofundados nas questões fisiológicas e metabólicas dos animais.

Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio do CNPq e do LAPMAR (Laboratório de Peixes Marinhos). Os autores gostariam de agradecer ao professor Dr^o Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, pelo apoio na análise estatística, à professora Dr^a Débora Fracalossi e ao LAPAD (Laboratório de Peixes de Água Doce) pelo apoio nas análises centesimais.

Literatura Citada

- Ali, M., A. Nieceza and R. J. Wootton. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries* 4:147-190.
- Ali, M. Z. and K. Jauncey. 2004. Evaluation of mixed feeding schedules with respect to compensatory growth and body composition in African catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Nutrition* 10:39-45.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis, 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Alvarez-Lajonchère, L. S., V. R. Cerqueira, I. D. Silva, J. Araújo and M. A. Reis. 2002. Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *Journal of the World Aquaculture Society* 33(4): 506-516.
- Berestinas, A. C. 2006. Efeito de diferentes dietas e frequências alimentares no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey, 1860. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Bull, C. D. and N. B. Metcalfe. 1997. Regulation of hyperphagia in response to varying energy deficits in over-wintering juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology* 50:498-510.
- Cardoso, R. F. 2005. Influência de densidades de estocagem no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* cultivados em tanque-rede. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Carvalho, E. G. and E. C. Urbinati. 2005. Growth, gonadal development and composition of white and red muscles of matrinxã, *Brycon cephalus* submitted to food restriction and refeeding during a year. *Ciência Rural* 35(4):897-902.
- Cerqueira, V. R., Editor. 2002. Cultivo do Robalo: Aspectos da reprodução, Larvicultura e Engorda. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Brasil.
- Cerqueira, V. R. Cultivo de robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: Baldisserotto, B. and L. C. Gomes. 2005. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. UFSM, Santa Maria, cap 18, 403-431.
- Chatakondi, N. G. and R. D. Yant. 2001. Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 32(3):278-285.
- Cho S. H., S-M. Lee, B. H. Park, S-C. Ji, J. Lee, J. Bae and S-Y. Oh. 2006 Compensatory growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and changes in proximate composition and body condition indexes during fasting and after refeeding in summer season. *Journal of the World Aquaculture Society* 37(2):168-174.
- Cui, Z. H., Y. Wang and J. G. Qin. 2006. Compensatory growth of grouped-held gibel carp, *Carassius auratus gibelio* (Bloch), following feed deprivation. *Aquaculture Research* 37:313-318.
- Dobson, S. H. and R. M. Holmes. 1984. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology* 25:649-656.
- Eddy, F. B. 2005. Ammonia in estuaries and effects on fish. *Journal of Fish Biology* 67:1495-1513.
- Eroldogan, O. T., M. Kumlu, G. A. Kiris and B. Sezer. 2006. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. *Aquaculture Nutrition* 12:203-210.
- Fraser, T. H. Centropomidae. In: Fisher, W. 1978. FAO species identification sheets for fishery purposes. v. 5. Western Central Atlantic. Roma, Italia.

- Gaylord, T. G. and D. M. Gatlin. 2000. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. *Journal of the World Aquaculture Society* 31(3):326-336.
- Goddard, S. 1996. Feed management in intensive aquaculture. Chapman & Hall, Newfoundland, Canada.
- Hayward, R. S., D. B. Noltie and N. Wang. 1997. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. *Transactions of American Fisheries Society* 126:316-322.
- Hornick J. L., C. Van Eenaeme, O. Gérard, I. Dufrasne and L. Istasse. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology* 19:121-132.
- Ituassú, D. R., G. R. S. dos Santos, R. Roubach and M. Pereira-Filho. 2004. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(12): 1199-1203.
- Jobling, M. and J. Koskela. 1996. Interindividual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. *Journal of Fish Biology* 49:658-667.
- Jobling, M. and S. J. S. Johansen. 1999. The lipostat, hyperphagia and catch-up growth. *Aquaculture Research* 30:473-478.
- Johansen, S. J. S., M. Elki, B. Stangnes and M. Jobling. 2001. Weight gain and lipid deposition in Atlantic salmon, *Salmo salar*, during compensatory growth: evidence for lipostatic regulation? *Aquaculture research* 32:963-974.
- Johansen, S. J. S., M. Elki and M. Jobling. 2002. Is there lipostatic regulation of feed intake in Atlantic salmon *Salmo salar*? *Aquaculture Research* 33:515-524.
- Lemarié, G., A. Dosdat, D. Covès, G. Dutto, E. Gasset and P-L. Ruyet. 2004. Effects of chronic ammonia exposure on growth of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture* 229:479-491.
- Qian, X., Y. Cui, B. Xiong and Y. Yang. 2000. Compensatory growth, feed utilization and activity in gibel carp, following feed deprivation. *Journal of Fish Biology* 56:228-232.
- Reis, M. A. and V. R. Cerqueira. 2003. Indução de desova do robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey 1860, com diferentes doses de LHRHa. *Acta Scientiarum* 25:53-59.
- Rivas, L. R. 1986. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia* 3:579-611.
- Rueda, F. M., F. J. Martinez, S. Zamora, M. Kentouri and P. Divanach. 1998 Effect of fasting and refeeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus* L. *Aquaculture Research* 29:447-452.
- Saether, B-S. and M. Jobling. 1999. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Research* 30:647-653.
- Schwarz, F. J., J. Plank and M. Kirchgessner. 1985. Effects of protein or energy restriction with subsequent realimentation on performance parameters of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture* 48:23-33.
- Souza, J. M. 2005. Influência de diferentes frequências alimentares para o crescimento e composição corporal de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus*, alimentados por ração especial para robalos. Monografia de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

- Souza, V. L., E. G. Oliveira and E. C. Urbinati. 2000. Effects of food restriction and refeeding on energy stores and growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *Journal of Aquaculture in the Tropics* 15(4):371-379.
- Souza, V. I., E. C. Urbinati, D. C. Gonçalves e P. C. Silva. 2002. Composição corporal e índices biométricos do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichyces, Characidae) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Acta Scientiarum* 24(2):533-540.
- Tian, X. and J. G. Qin. 2003. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture* 224:169-179.
- Tsuzuki, M.Y., V. R. Cerqueira, A. Teles, and S. Doneda. 2007. Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. *Brazilian Journal of Oceanography*. 55(1):1-5.
- Tsuzuki, M. Y., J. K. Sugai, J. C. Maciel, C. J. Francisco e V. R. Cerqueira. Survival, growth and digestive enzyme activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. *Aquaculture*. No prelo
- Tucker, J. W. 1998. *Marine Fish Culture*. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA.
- Wang, Y., Y. Cui, Y. Yang and F. Cai. 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus*, reared in seawater. *Aquaculture* 189:101-108.
- Wang, Y., Y. Cui, Y. Yang and F. Cai. 2005. Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus* following food deprivation. *Journal of Applied Ichthyology* 21:389-393.
- Xie, S., X. Zhu, Y. Cui, R. J. Wootton, W. Lei and Y. Yang. 2001. Compensatory growth in gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology* 58:999-1009.
- Zhu, X., Y. Cui, M. Ali and R. J. Wootton. 2001. Comparison of compensatory growth responses of juvenile three-spined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. *Journal of Fish Biology* 58:1149-1165.
- Zhu, X., L. Wu, Y. Cui, Y. Yang and R. J. Wootton. 2003. Compensatory growth in three-spined stickleback in relation to feed-deprivation protocols. *Journal of Fish Biology* 62:195-205.
- Zhu, X., S. Xie, Z. Zou, W. Lei; Y. Cui, Y. Yang and R. J. Wootton. 2004. Compensatory growth and consumption in gibel carp, *Carassius auratus gibelio*, and Chinese longsnout catfish, *Leiocassis longirostris*, experiencing cycles of feed deprivation and re-feeding. *Aquaculture* 241:235-247.
- Zhu X., S. Xie, W. Lei, Y. Cui, Y. Yang and R. J. Wootton. 2005. Compensatory growth in the Chinese longsnout catfish, *Leiocassis longirostris* following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Aquaculture* 248:307-314.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

- ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish and Fisheries*, Oxford, v. 4, p. 147-190, 2003.
- ALI, M. Z.; JAUNCEY, K. Evaluation of fixed feeding schedules with respect to compensatory growth and body composition in African catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture Nutrition*, Shavanger, v. 10, p. 39-45, 2004.
- ALVAREZ-LAJONCHÉRE, L. S.; CERQUEIRA, V. R.; SILVA, I. D.; ARAÚJO, J.; REIS, M. A. Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 33, n. 4, p. 506-516, 2002.
- BÉLANGER, F.; BLIER, P. U.; DUTIL, J. D. Digestive capacity and compensatory growth in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Fish Physiology and Biochemistry*, Netherlands, v. 58, p. 1531-1544, 2002.
- BERESTINAS, A. C. **Efeitos de diferentes dietas e frequências alimentares no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus paralellus* Poey, 1860.** 2006. 47 f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- BROEKHUIZEN, N.; GURNEY, W. S. C.; JONES, A.; BRYANT, A. D. Modeling compensatory growth. *Functional Ecology*, Oxford, v. 8, p. 770-782, 1994.
- CAMPOS, G. M. **Viabilidade de pré-engorda de robalo-peva *Centropomus parallelus*, em estruturas de pré-berçário de camarões marinhos.** 2005. Monografia de Conclusão de Curso (Engenharia de Aqüicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- CARDOSO, R. F. **Influência da densidade de estocagem no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* cultivados em tanque-rede.** 2005. 26f. Monografia de Conclusão de Curso (Engenharia de Aqüicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- CARVALHO, E. G., URBINATI, E. C. Crescimento, desenvolvimento gonadal e composição muscular de matrinxãs (*Brycon cephalus*) submetidos a restrição alimentar e realimentação durante um ano. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 897-902, 2005.
- CERQUEIRA, V. R. **Cultivo de Robalo: Aspectos da Reprodução, Larvicultura e Engorda.** Florianopolis: Ed. do autor, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002, 86 p.
- CERQUEIRA, V. R. Cultivo do Robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil.** Ed. UFSM. Santa Maria: 2005, cap. 18, p. 403-431.
- CERQUEIRA, V. R.; BERNARDINI, M. E. The weaning of fat snook *Centropomus parallelus* larvae with experimental and commercial artificial diets. In: LARVI'95 – FISH & CRUSTACEAN LARVICULTURE SYMPOSIUM. Oostende, 1995 v. 24, p. 272-275.
- CHAPPAZ, R.; OLIVART, G.; BRUN, G. Food availability and growth rate in natural populations of the brown trout (*Salmo trutta*) in Corsican streams. *Hydrobiology*, Iztapalapa, v. 331, p. 63-69, 1996.
- CHATAKONDI, N. G.; YANT, R. D. Application of compensatory growth to enhance production in channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 32, n. 3, p. 278-285, 2001.
- CHO, S. H.; LEE, S.; PARK, B. H.; JI, S.; LEE, J.; BAE, J.; OH, S-Y. Compensatory growth of juvenile olive flounder, *Paralichthys olivaceus* L., and changes in proximate composition and body condition indexes during fasting and after refeeding in summer season. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 37, n. 2, p. 169-174, 2006.

CUI, Z. H.; WANG, Y.; QIN, J. G. Compensatory growth of group-held gibel carp, *Carassius auratus gibelio* (Bloch), following feed deprivation. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 37, p. 313-318, 2006.

DOBSON S. H.; HOLMES, R. M. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 25, p. 649-656, 1984.

EROLDOGAN, O. T.; KUMLU, M.; KIRIS, G. A.; SEZER, B. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. *Aquaculture Nutrition*, Shavanger, v. 12, p. 203-210, 2006.

FAO. **World review of fisheries and aquaculture**. Rome: FAO, 2004. 148 p.

FAO. Regional review on aquaculture development. Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries Circular, 1017/1. Rome: FAO, 2005. 194 p.

FAO. Review of the current state of world aquaculture insurance. FAO Fisheries Technical Paper, 493. Rome: FAO, 2006. 107 p.

FRASER, T. H. Centropomidae. In: FISHER, W. (Ed.). FAO species identification sheets for fishery purposes. v. 5. Western Central Atlantic, Roma: FAO, 1978.

GAYLORD, T. G.; GATLIN, D. M. Assessment of compensatory growth in channel catfish *Ictalurus punctatus* R. and associated changes in body condition indices. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 31, p. 326-336, 2000.

GODDARD, S. **Feed Management in Intensive Aquaculture**. Newfoundland, Canada: Chapman & Hall, 1996. 194 p.

HAYWARD, R. S.; NOLTIE, D. B.; WANG, N. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. *Transaction of American Fisheries Society*, Bethesda, v. 126, p. 316-322, 1997.

HAYWARD, S. R.; WANG, N.; NOLTIE, D. B. Group holding impedes compensatory growth of hybrid sunfish. *Aquaculture*, Amsterdam, v.183, p. 299-305, 2000.

HAYWARD, R. S.; WANG, N. Failure to induce over-compensation of growth in maturing yellow perch. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 59, p. 126-140, 2001.

IBAMA. **Estatística da Pesca 2004 no Brasil**. Grandes regiões e Unidades da Federação. Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MNA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. IBAMA, 2004. 136 p.

ITUASSÚ, D. R.; dos SANTOS, G. R. S.; ROUBACH, R.; PEREIRA-FILHO, M. Desenvolvimento de tambaqui submetido a períodos de privação alimentar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1199-1203, 2004.

JOBLING, M.; MELOY, O. H.; DOS SANTOS, J.; CHRISTIANSEN, B. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. *Aquaculture International*, Netherlands, v. 2, p. 75-90, 1994.

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

JOBLING, M.; KOSKELA, J. Interindividual variations in feeding and growth in rainbow trout during restricted feeding and in a subsequent period of compensatory growth. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 49, p. 658-667, 1996.

JOHANSEN, S. J. S.; ELKI, M.; STANGNES, B.; JOBLING, M. Weight gain and lipid deposition in Atlantic salmon, *Salmo salar*, during compensatory growth: evidence for lipostatic regulation? *Aquaculture Research*, Oxford, v. 32, p. 963-974, 2001.

- JOHANSEN, S. J. S.; ELKI, M.; JOBLING, M. Is there lipostatic regulation of feed intake in Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 33, p. 515-524, 2002.
- KIM, M. K.; LOVELL, R. T. Effect of restricted feeding regimens on compensatory weight gain and body tissue changes in channel catfish *Ictalurus punctatus* in ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 135, p. 285-293, 1995.
- MACLEAN, A.; METCALFE, N. B. Social status, access to food and compensatory growth in juvenile Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 58, p. 1331-1346, 2001.
- NIKKI, J.; PIRHONEN, J.; JOBLING, J.; KARJALAINEN, J. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), held individually. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 235, p. 285-296, 2004.
- QIAN, X.; CUI, Y.; XIONG, B.; YANG, Y. Compensatory growth, feed utilization and activity in gibel carp, following feed deprivation. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 56, p. 228-232, 2000.
- REIS, M. A.; CERQUEIRA, V. R. Indução de desova do robalo-peva *Centropomus parallelus* Poey 1860, com diferentes doses de LHRHa. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 25, p. 53-59, 2003.
- RIVAS, L. R. Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*, Austin, v. 1986, n. 3, p. 579-611, 1986.
- RUEDA, F. M.; MARTINEZ, F. J.; ZAMORA, S.; KENTOURI, M.; DIVANACH, P. Effects of fasting and refeeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus* L. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 29, p. 447-452, 1998.
- SAETHER, B. S.; JOBLING, M. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restriction feeding, in turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 30, p. 647-653, 1999.
- SCHWARZ, F. J.; PLANK, J.; KIRCHGESSNER, M. Effects of protein or energy restriction with subsequent realimentation on performance parameters of carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 48, p. 23-33, 1985.
- SEALEY, W. M.; DAVIS, J. T.; GATLIN III, D. M. Restricted feeding regimes increase production efficiency in channel catfish. SRAC publication, Auburn, 5p., 1998.
- SEIFFERT, M. B.; CERQUEIRA, V. R.; MADUREIRA, L. A. S. Effects of dietary (n-3) highly unsaturated fatty acids (HUFA) on growth and survival of fat snook *Centropomus parallelus*, Pisces: Centropomidae larvae during first feeding. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 34, p. 645-651, 2001.
- SOUZA, J. M. **Influência de diferentes frequências alimentares para o crescimento e composição corporal de juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallelus*), alimentados por ração especial para robalos.** Monografia de Conclusão de Curso (Engenharia de Aqüicultura) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- SOUZA, V. L., OLIVEIRA, E. G.; URBINATI, E. C. Effects of food restriction and refeeding on energy stores and growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *Journal of Aquaculture in the Tropics*, Oxford, v. 15, n. 4, p. 371-379, 2000.
- SOUZA, V. L.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. I. E. G., SILVA, P. C. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Salvador, v. 32, p. 19-28, 2003.
- TIAN, X.; QIN, J. G. A single phase of food deprivation provoked compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 224, p. 169-179, 2003.

TIAN, X.; QIN, J. G. Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 235, p. 273-283, 2004.

TSUZUKI, M.Y.; CERQUEIRA, V. R.; TELES, A.; DONEDA, S. Salinity tolerance of laboratory reared juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo, vol. 55 n. 2, p. 1-5, 2007.

TSUZUKI, M. Y.; SUGAI, J. K.; MACIEL, J. C.; FRANCISCO, C. J.; CERQUEIRA, V. R. Survival, growth and digestive enzymes activity of juveniles of the fat snook (*Centropomus parallelus*) reared at different salinities. *Aquaculture*, Amsterdam, no prelo.

TUCKER, J. W. *Marine Fish Culture*. USA: Kluwer Academic Publishers, 1998, 750 p.

WANG, Y.; CUI, Y.; YANG, Y.; CAI, F. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus* X *O. niloticus*, reared in seawater. *Aquaculture*, Amsterdam, v.189, p. 101-108, 2000.

WANG, Y.; CUI, Y.; YANG, Y.; CAI, F. Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mopsambicus* X *O. niloticus* following food deprivation. *Journal of Applied Ichthyology*, New Wulmstorf, v. 21, p. 389-393, 2005.

XIE, S.; ZHU, X.; CUI, Y.; WOOTTON, R. J.; LEI, W.; YANG, Y. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 58, p. 999-1009, 2001.

ZHU, X.; CUI, Y.; ALI, M.; WOOTTON, R. J. Comparison of compensatory growth response of juvenile three-spined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 58, p. 1149-1165, 2001.

ZHU, X.; LEI, W.; CUI, Y.; YANG, Y.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth response in three-spined stickleback in relation to feed-deprivation protocols. *Journal of Fish Biology*, Oxford, v. 62, p. 195-205, 2003.

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

ZHU, X.; XIE, S.; LEI, W.; CUI, Y.; YANG, Y.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in the Chinese longsnout catfish, *Leiocassis longirostris* following feed deprivation: Temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 248, p. 307-314, 2005.