



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

EFEITO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM E VARIAÇÃO INICIAL
DE TAMANHO NO CULTIVO DE JUVENIS DO ROBALO-PEVA
Centropomus parallelus, COM ÊNFASE NO CANIBALISMO.

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

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira

CAMILA FERNANDES CORRÊA

Florianópolis - SC
2003

CORRÊA, Camila Fernandes

Efeito da densidade de estocagem e variação inicial de tamanho no cultivo de juvenis do robalo-peva *Centropomus parallelus*, com ênfase no canibalismo./ Camila Fernandes Corrêa: UFSC, 2003. 42 pp.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2003.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira

1. *Centropomus parallelus* 2. Canibalismo 3. Densidade 4. Variação de tamanho

Efeito da densidade de estocagem e variação inicial de tamanho no cultivo de juvenis do robalo-peva *Centropomus parallelus*, com ênfase no canibalismo.

Por

CAMILA FERNANDES CORREA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQÜICULTURA

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

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Vinícius Ronzani Cerqueira - *Orientador*

Dr. Luis André Nassr de Sampaio

Dra. Mônica Yumi Tsuzuki

Às pessoas que nos fazem felizes
e à natureza que nos proporciona tudo isso.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador o prof. Vinícius, por ter me dado a chance e a ajuda para crescer profissionalmente.

À todos os professores e funcionários do Departamento de Aquicultura, que de alguma forma contribuíram para este trabalho.

À turma do mestrado, que foram parceiros e amigos nesta nova fase.

Ao pessoal do LAPMAR, Jaqueline, Sayão, Israel, Javier, Alexandre, Vaico, e Dona Adriana, que me ajudaram com o trabalho pesado e também com boas risadas.

À todos os estagiários, da UFSC e de fora. Não vou citar nomes para não me esquecer de nenhum, pois são tantos ... e tão importantes.

Aos meus amigos da FZEA que me acompanham até aqui em Floripa ... Mutuca, Bis, Ciça, e Nhonho, que são minha segunda família.

Aos meus pais, que mesmo lá de Sampa torcem por mim

Às minhas irmãs e amigas (Vã e Carol)

e ao Gian que me ajudou com carinho, sempre que precisei.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	viii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	7
CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO	8
Resumo	8
1. Introdução	9
2. Metodologia	11
3. Resultados	15
4. Discussão	22
5. Conclusão	27
6. Bibliografia	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
ANEXO	34
BIBLIOGRAFIA DA INTRODUÇÃO	38

LISTA DE TABELAS

1. Variação de tamanho, densidade de estocagem, peso e comprimento nos tratamentos experimentais realizados com juvenis do robalo-peva (<i>Centropomus parallelus</i>).	12
2. Ingredientes e composição nutricional estimada, da dieta experimental.	13
3. Sobrevivência, mortalidade natural e taxa de canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados com duas variações iniciais de tamanho (média \pm dp, n=9).	17
4. Sobrevivência, mortalidade natural e taxa de canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem (média \pm dp, n=6).	17
5. Crescimento de juvenis do robalo-peva criados em duas diferentes variações de tamanho (média \pm dp, n=9).	19
6. Crescimento de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem (média \pm dp, n=6).	20

LISTA DE FIGURAS

1. Distribuição de frequência inicial dos comprimentos do grupo homogêneo e do grupo heterogêneo de juvenis do robalo-peva. 12
2. Concentração de amônia total em três densidades de estocagem de juvenis do robalo-peva durante o período de 30 dias. 14
3. Mortalidade natural e por canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem e com duas variações iniciais de tamanho. 16
4. Características da mortalidade por canibalismo em cultivo intensivo de juvenis do robalo-peva. 18
5. Coeficiente de variação inicial e final dos comprimentos de dois grupos (homogêneo e heterogêneo) de juvenis do robalo-peva mantidos em cultivo intensivo por 30 dias. 20
6. Distribuição de frequência dos comprimentos de grupos de juvenis do robalo-peva cultivados com duas variações iniciais de tamanho e três densidades de estocagem, durante 30 dias. 21

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Percentual
±	Mais ou menos
Σ	Somatório
μm	Micrômetros
°C	Graus Celsius
CT	Comprimento total
cv	Coeficiente de variação
DAE	Dias após a eclosão
dp	Desvio padrão
g	Gramas
GB	Gordura bruta
HUFA n-3	Ácidos graxos altamente insaturados da série n-3
kcal	Kilocaloria
kg	Kilograma
L	Litros
LAPMAR	Laboratório de Piscicultura Marinha
ln	Logarítmo neperiano
lux	Luxímetros
m ³	Metros cúbicos
mg	Miligrama
mín	Mínimo
mm	Milímetro
MS	Matéria seca
NH ₃	Amônia não ionizada
n°	Número
P/ E	Proteína por energia
S	Sul
SC	Santa Catarina
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
O	Oeste

RESUMO

Efeito da densidade de estocagem e variação inicial de tamanho no cultivo de juvenis do robalo-peva *Centropomus parallelus*, com ênfase no canibalismo.

Este estudo foi conduzido para determinar a influência da densidade de estocagem e variação de tamanho na sobrevivência e crescimento de juvenis do robalo-peva, treinados a aceitar o alimento inerte (56 dias após a eclosão), com ênfase no canibalismo. Três densidades de estocagem (1,5; 3; e 6 peixes/L) foram testadas com dois grupos de peixes: homogêneo (CT=22,08 ± 1,70 mm; cv=8%) e heterogêneo (CT=22,73 ± 3,46 mm; cv=15%), em um experimento fatorial (3x2) em triplicata. Os peixes foram criados em um sistema de circulação de água aberto (renovação de 15 vezes/dia) durante 30 dias, em tanques circulares de 80L. A qualidade da água foi mantida estável, mas ao final do experimento houve aumento da amônia total, chegando a 1,5 mg/L na maior densidade.

Não houve interação entre os dois fatores (densidade e variação de tamanho). A maior taxa de canibalismo (14,16±7,33 %) foi observada no grupo heterogêneo, que teve um melhor crescimento (45,63 ± 0,76 mm CT final) que o grupo homogêneo (3,15 ± 1,85 de canibalismo e 40,92 ± 0,87 mm CT final). O canibalismo foi positivamente correlacionado com a densidade de estocagem, com diferenças significativas entre as duas menores e a maior densidade (6,25 ± 6,34; 6,31 ± 3,95 e 13,41 ± 10,20 % respectivamente). O crescimento não foi afetado pela densidade de estocagem. As diferenças na variação de tamanho entre os grupos homogêneo e heterogêneo foram reduzidas no final do experimento. Isto se deve provavelmente ao aumento natural da variação no grupo homogêneo, e à predação seletiva no heterogêneo. O canibalismo foi a maior causa de mortalidade. Em 90% dos casos houve ingestão completa da presa. Outros sinais de canibalismo foram: peixes mortos sem os olhos ou cabeça, peixes nadando com uma presa ingerida pela metade (a cabeça primeiro), e indivíduos grandes com estômago expandido. Aproximadamente 94% da mortalidade natural foi observada de manhã, após um período de 12 h de jejum durante a noite. Isto salienta a importância de futuros estudos sobre frequência de alimentação e fotoperíodo.

Baseado nestes resultados, recomendamos a densidade de 3 peixes/L para a criação do robalo-peva no primeiro mês após a transição alimentar do alimento vivo para o inerte. Densidades de até 6 peixes/L são viáveis, dependendo da melhoria na qualidade da água e alimentação. A variação de tamanho também é um fator importante, e a separação dos peixes por tamanho é recomendada uma vez por mês para todas as densidades testadas.

ABSTRACT

Effect of stocking density and initial size variation in the fat snook *Centropomus parallelus* juvenile rearing, with emphasis on cannibalism.

This study was carried out to determine the influence of fish density and size variation on survival and growth of weaned fat snook juvenile (56 days after hatching), with emphasis on cannibalism. Three stocking densities (1.5, 3, and 6 fish/L) were tested with two fish groups: homogeneous (TL=22.08 ± 1.70 mm; cv=8%) and heterogeneous (TL=22.73 ± 3.46 mm; cv=15%), in a factorial (3x2) experiment with triplicates. Fish were reared in a open flow-through system (water renewal of 15 times/day) during 30 days, in 80 L circular tanks. Water quality was maintained stable, but at the end of the experiment total Ammonia increased, attaining 1.5 mg/L in the highest density.

There was no interaction between the two factors (density and size variation). The highest cannibalism rate (14.16 ± 7.33 %) was observed in the heterogeneous group, which had a better growth (45.63 ± 0.76 mm final TL) than the homogeneous group (3.15 ± 1.85 % cannibalism rate and 40.92 ± 0.87 mm final TL). Cannibalism was positively correlated with stocking density, with significant differences between the two lower densities and the highest (6.25 ± 6.34; 6.31 ± 3.95 and 13.41 ± 10.20 % respectively). Growth was not affected by stocking density. Difference in size variation between homogeneous and heterogeneous groups was reduced at the end of the experiment. It was probably due to a natural increase in the variation in the homogeneous, and to selective predation in the heterogeneous. Cannibalism was the major cause of mortality. In 90% of the occurrences there was ingestion of the whole prey. Other signs of cannibalism were: dead fish without eyes or head; fish swimming with a prey half swallowed (head first), and big individuals with expanded stomachs. About 94% of natural mortality was observed in the morning, after a 12 h starvation period in the dark. It emphasizes the importance of future studies about feeding time and photoperiod.

Based on these data, we recommend the density of 3 fish/L for rearing fat snook in the first month after weaning. Densities up to 6 fish/L are viable, depending on improvements in water quality and feeding. Size variation is also a main factor, and fish grading is recommended once a month for all stocking densities tested.

INTRODUÇÃO GERAL

Histórico

A maior fonte da produção comercial da maricultura no Brasil é a carcinocultura e a malacocultura, enquanto a piscicultura marinha ainda se encontra em nível acadêmico e experimental (Brandini *et al.*, 2000), e às vezes artesanal, com valores pouco expressivos. Entretanto, há diversos fatores que demonstram a importância da continuidade de estudos e incentivos nesta última área. A demanda crescente por peixes marinhos deve ocorrer devido ao crescimento populacional no litoral, ao valor nutricional de sua carne (principalmente quanto aos ácidos graxos altamente insaturados), ao déficit brasileiro no comércio internacional de pescados, à degradação de zonas litorâneas, e ao declínio da pesca (Cerqueira, 2001).

Em 2000, a produção mundial da piscicultura marinha e em água salobra ainda foi pequena (2.906.168 toneladas) quando comparada com a produção total da piscicultura (23.067.973 toneladas), representando 12,6% do total em quantidade, mas chegando a 28,4% quanto ao retorno econômico. Neste mesmo ano, a produção proveniente de cultivos do robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) foi de 53 mil toneladas, e do robalo asiático (*Lates calcarifer*) 20 mil toneladas, sendo este último pertencente à mesma família do robalo americano (*Centropomus spp*). Juntos, Brasil, República Dominicana e México produziram em 2000, através da aquicultura, 3,5 toneladas de robalos do gênero *Centropomus* (FAO, 2000).

O robalo-peva (*Centropomus parallelus*) é a espécie nativa mais estudada pelo Laboratório de Piscicultura Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina (LAPMAR-UFSC). Este peixe é eurihalino, possui hábito alimentar carnívoro, e ocorre praticamente em toda costa brasileira, sendo o litoral sul o limite de sua distribuição. O estudo desta espécie teve início em 1990 em diversas áreas como reprodução, larvicultura, engorda e nutrição. Ela apresentou grande potencial para cultivo em diversas fases de produção, como na reprodução, larvicultura e engorda (Cerqueira, 2001; Cerqueira 2002).

Para a piscicultura marinha se consolidar no Brasil como atividade economicamente viável, é necessária a produção de alevinos de qualidade, ao menor

custo possível. Para isso, deve-se dispensar atenção para todo o processo produtivo, desde a nutrição dos reprodutores, larvicultura, desmame, até o transporte para entrega dos alevinos ao produtor. Para maximizar a produção de larvas e juvenis, o aumento da taxa de sobrevivência é fundamental.

Canibalismo

Hecht e Pienaar, em 1993, realizaram uma revisão sobre o canibalismo, observando que este é um comportamento largamente encontrado entre os peixes, tanto na natureza como em cativeiro. Nesta revisão citaram o robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*) e o robalo asiático, como exemplo de importantes espécies cultivadas apresentando predação intraespecífica. Segundo Katavic *et al.* (1989), o canibalismo contribui grandemente para baixas sobrevivências nas larviculturas do robalo europeu, principalmente após o período de desmame (transição do alimento vivo para o inerte). O robalo-flecha perde o comportamento canibal ao final do desmame, sendo este um comportamento raro (Tucker Jr., 1987). Este peixe não é agressivo com indivíduos da mesma espécie, se agregando em tanques e viveiros. Na larvicultura de robalo-peva, em experimentos e em cultivo intensivo no LAPMAR, foram observadas perdas de indivíduos por canibalismo desde os 30 dias após a eclosão, e persistência mesmo após o desmame (Cerqueira *et al.*, 1995; Borba, 1997; Alvarez- Lajonchere *et al.*, 2002).

Menezes e Cerqueira (2002), acompanhando o desenvolvimento larval do robalo-peva constataram que a primeira metamorfose para juvenil, caracterizada pela total formação da nadadeira ventral, ocorreu com a idade de 27 a 40 dias e comprimento de 12 a 21 mm. A formação de cardume ocorre na mesma época da metamorfose, quando inicia o canibalismo, coincidindo com o início da utilização da dieta inerte. Para o robalo asiático, a metamorfose ocorre com o comprimento de 8 a 10 mm. Após esse período, com 16-18 mm, seu comportamento alimentar muda drasticamente de zooplancívoro errante para o de predador de emboscada, havendo interações agressivas entre indivíduos e mesmo predação dos menores pelos maiores (Barlow *et al.*, 1993). Temple (2001) observou que larvas de robalo-peva de 3,0 mm assumiam uma forma de S, flexionando o corpo antes de atacar o alimento. Sakakura e Tsukamoto (1996), observaram que a perda deste comportamento (postura J) em

larvas de olhete coincidiu com o aparecimento do canibalismo e a formação de cardumes. Podemos afirmar que o robalo-peva apresenta canibalismo após o início da metamorfose, e que é causa e efeito das crescentes diferenças de tamanho entre os indivíduos (Hecht e Pienaar, 1993; Menezes e Cerqueira, 2002; Alvarez- Lajonchere *et al.*, 2002).

Alguns autores descrevem dois tipos de canibalismo para diferentes espécies de peixes: o tipo I, com ataque pela cauda e ingestão parcial da presa; e o tipo II com ataque pela cabeça e ingestão total. Normalmente o segundo tipo ocorre após a metamorfose, e é dependente da heterogeneidade de tamanho (Baras, 1999; Hatziathanasiou *et al.*, 2002).

As causas do canibalismo podem ser divididas em duas categorias: a genética, devido à variação de tamanho, acarretada por diferentes taxas de crescimento de cada indivíduo; e a comportamental (também ligada ao genótipo), induzida principalmente por fatores ambientais limitantes (disponibilidade e qualidade de alimento, densidade populacional, presença de refúgios, turbidez da água, luminosidade, etc). As condições ambientais são responsáveis pela intensidade do canibalismo. (Hecht e Pienaar, 1993; Dou *et al.*, 2000)

Variação de Tamanho

No caso de alevinos de robalo europeu não selecionados, principalmente após a transição do alimento vivo para o inerte, a taxa de crescimento contribui para aumento da variação de tamanho e canibalismo (Katavic *et al.*, 1989). O alimento vivo é mais eficiente no controle do canibalismo do que o alimento inerte (Hecht e Pienaar, 1993), porém a troca de dieta (desmame) é necessária para tornar a larvicultura mais prática e econômica. Sakakura e Tsukamoto (1996) observaram a ocorrência de canibalismo entre juvenis de olhete com tamanhos semelhantes. Entretanto, constataram que maiores diferenças de tamanho elevaram o comportamento agressivo (Sakakura e Tsukamoto, 1998). Juvenis de linguado japonês (*Paralichthys olivaceus*) apresentaram maior taxa de canibalismo com tamanhos mais heterogêneos (Dou *et al.*, 2000). Porém, para o linguado *P. dentatus*, a separação por tamanho não aumentou a sobrevivência (Francis Jr. e Bengtson, 1999).

A variação de tamanho possibilita que o predador consiga ingerir a presa inteira,

ocasionando a predação de coespecíficos em larviculturas e no cultivo de juvenis (Katavic *et al.*, 1989; Folkvord, 1991; Folkvord e Ottera, 1993; Hecht e Pienaar, 1993; Qin e Fast, 1996; Sakakura e Tsukamoto, 1996; Baras, 1999; Dou *et al.*, 2000). O canibal apresenta rápido desenvolvimento devido à melhor qualidade de seu alimento. Conjuntamente, a relação de tamanho presa:predador irá decrescer até que ocorra queda do canibalismo, porém neste momento a maior parte dos indivíduos já pode ter sido predada (Katavic *et al.*, 1989; Folkvord e Ottera, 1993; Hecht e Pienaar, 1993; Qin e Fast, 1996; Baras, 1999; Baras *et al.*, 1999).

Tucker Jr. (1987) observou que o robalo-flecha apresenta uma grande variação de taxas de crescimento, resultando em uma ampla distribuição de tamanho dos peixes. Dowd e Clarke (1988), concluíram que o aumento da razão do tamanho predador:presa até 2:1 contribuiu consideravelmente para o canibalismo em juvenis do robalo-flecha, com maior ocorrência em 16-18 mm de comprimento. Para o robalo europeu, o predador também deve ter duas vezes o comprimento da presa, caso contrário pode morrer sufocado (Katavic *et al.*, 1989). Parazo *et al.* (1991) recomendaram, para o robalo asiático, uma separação por tamanho quando as diferenças em comprimento forem maiores que 33%. O mesmo foi recomendado para o “snakehead” (*Channa striatus*) por Qin e Fast (1996).

A classificação e separação manual ou mecânica é um método eficiente para redução da variação de tamanho e conseqüentemente do canibalismo, sendo recomendada por diversos autores (Alvarez- Lajonchere *et al.*, 2002; Katavic *et al.*, 1989; Folkvord e Ottera, 1993; Hecht e Pienaar, 1993; Qin e Fast, 1996; Baras, 1999; Baras *et al.*, 2000; Liao *et al.*, 2001). Para o robalo-flecha, o canibalismo raramente ocorrerá se os juvenis forem alimentados adequadamente, com freqüência, e se indivíduos muito grandes (potenciais canibais) forem removidos (Tucker Jr., 1987). Nas espécies em que o canibalismo aparece bem cedo, através da ingestão parcial da presa, como em “vundu catfish” (*Heterobranchus longifilis*), a homogeneidade de tamanho não impede o canibalismo, sendo a separação de tamanho eficiente apenas mais tarde, quando a ingestão da presa passa a ser completa (Baras, 1999).

Densidade de Estocagem

Para se realizar uma larvicultura eficiente é preciso determinar a densidade

ótima para a espécie cultivada, minimizando o canibalismo, mas com suficiente produtividade econômica (Hecht e Pienaar, 1993).

Hatziathanasiou *et al.* (2002) observaram que a densidade não afetou a sobrevivência nem o crescimento de larvas de robalo europeu, mas para peixes entre 35 e 56 dias os melhores resultados ocorreram na menor densidade (5 peixes/L). A maioria dos trabalhos apresenta efeitos negativos da densidade de estocagem sobre a sobrevivência de juvenis de diversas espécies, principalmente devido ao canibalismo. São exemplos o olhete (Sakakura e Tsukamoto, 1996), a “dorada” (Baras *et al.*, 2000), o bacalhau (Smith and Brown, 2001), e diversas outras espécies (Hecht e Pienaar, 1993). Ao contrário a intensidade de predação entre juvenis do “vundu catfish” foi menor nas maiores densidades de estocagem (Baras *et al.*, 1999). Dowd e Clarke (1988), trabalhando com robalo-flecha, observaram que o aumento do número de presas (0,01 a 0,1/L) em relação à potenciais predadores (0,005/L) não elevou a taxa de canibalismo.

O efeito da densidade de estocagem sobre a taxa de canibalismo depende do seu impacto sobre o apetite e dos mecanismos funcionais utilizados pelo peixe para a predação (Baras, 1999). A alta densidade de juvenis de robalo europeu, ligado ao fornecimento inadequado de alimento, deve ser um dos principais fatores que causa o canibalismo devido a diferenças de crescimento (Katavic *et al.*, 1989). Dou *et al.* (2000), encontraram diferenças no comportamento canibal nas densidades testadas com juvenis de linguado japonês apenas quando havia um jejum prolongado. Quanto ao crescimento, Papoutsoglou *et al.* (1998) obtiveram maior peso final nas maiores densidades de estocagem de juvenis de robalo europeu.

Na literatura é possível encontrar trabalhos indicando melhores densidades de estocagem para robalos nas fases iniciais desde 0,3 peixes/L para o robalo europeu (Papoutsoglou *et al.*, 1998), até 20 peixes/L para o robalo asiático (Suteemechaikul e Petchrid, 1987). A densidade de estocagem ótima deve ser dependente da idade e tamanho do juvenil e do sistema de produção. Segundo Coves *et al.* (1991), a melhor densidade de estocagem para o robalo europeu após o desmame (idade de 45 dias, peso de 30-40 mg) é de 4 peixes/L em criações comerciais com sistema de circulação de água aberto. Sakakura e Tsukamoto (1998) concluíram com base no comportamento agressivo, que a melhor densidade de estocagem para juvenis de olhete é 3 peixes/L (comprimento de 12-25 mm). Em um trabalho preliminar (dados não

publicados) com o robalo-peva, entre as densidades testadas de 1 a 8 peixes/L, a menor sobrevivência (62,5 %) foi encontrada na mais alta densidade, com um grande comprometimento da qualidade da água, apesar de uma renovação de 10 vezes ao dia. Souza Filho (2000), cultivando juvenis de robalo-flecha selvagens de 23 g, por 6 meses, nas densidades de 3, 6 e 9 peixes/m³, observou os melhores resultados de sobrevivência, conversão alimentar e crescimento na densidade mais baixa.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Contribuir com o cultivo de juvenis de robalo-peva, com ênfase no controle do canibalismo.

Objetivos Específicos

- Encontrar a melhor densidade de estocagem para a fase de juvenil, logo após a transição do alimento vivo para o inerte.
- Observar se existem vantagens na separação dos juvenis por tamanho.
- Verificar se há interação da densidade de estocagem e variação de tamanho inicial no desempenho do cultivo.
- Caracterizar o comportamento de canibalismo logo após a metamorfose do robalo-peva, em três densidades de estocagem, combinadas com duas variações de tamanho.

Influência da densidade de estocagem e variação inicial do tamanho no cultivo de juvenis do robalo-peva *Centropomus parallelus*, com ênfase no canibalismo.

Camila F. Corrêa, Vinícius R. Cerqueira

Departamento de Aquicultura, CCA, Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal 476,
Florianópolis, SC 88.040-970 - Brasil

Resumo

Este estudo foi conduzido para determinar a influência da densidade de estocagem e variação de tamanho na sobrevivência e crescimento de juvenis de robalo-peva, treinados a aceitar o alimento inerte (56 dias após a eclosão), com ênfase no canibalismo. Três densidades de estocagem (1,5; 3; e 6 peixes/L) foram testadas com dois grupos de peixes: homogêneo (CT=22,08 ± 1,70 mm; cv=8%) e heterogêneo (CT=22,73 ± 3,46 mm; cv=15%), em um experimento fatorial (3x2) em triplicata. Os peixes foram criados em um sistema de circulação de água aberto (renovação de 15 vezes/dia) durante 30 dias, em tanques circulares de 80L. A qualidade da água foi mantida estável, mas ao final do experimento houve aumento da amônia total, chegando a 1,5 mg/L na maior densidade.

Não houve interação entre os dois fatores (densidade e variação de tamanho). A maior taxa de canibalismo (14,16±7,33 %) foi observada no grupo heterogêneo, que teve um melhor crescimento (45,63 ± 0,76 mm CT final) que o grupo homogêneo (3,15 ± 1,85 de canibalismo e 40,92 ± 0,87 mm CT final). O canibalismo foi positivamente correlacionado com a densidade de estocagem, com diferenças significativas entre as duas menores e a maior densidade (6,25 ± 6,34; 6,31 ± 3,95 e 13,41 ± 10,20 % respectivamente). O crescimento não foi afetado pela densidade de estocagem. As diferenças na variação de tamanho entre os grupos homogêneo e heterogêneo foram reduzidas no final do experimento. Isto se deve provavelmente ao aumento natural da variação no grupo homogêneo, e à predação seletiva no heterogêneo. O canibalismo foi a maior causa de mortalidade. Em 90% dos casos houve ingestão completa da presa. Outros sinais de canibalismo foram: peixes mortos sem os olhos ou cabeça, peixes nadando com uma presa ingerida pela metade (a cabeça primeiro), e indivíduos grandes com estômago expandido. Aproximadamente 94% da mortalidade natural foi observada de manhã, após um período de 12 h de jejum durante a noite. Isto salienta a importância de futuros estudos sobre frequência de alimentação e fotoperíodo.

Baseado nestes resultados, recomendamos a densidade de 3 peixes/L para a criação do robalo-peva no primeiro mês após a transição alimentar do alimento vivo para o inerte. Densidades de até 6 peixes/L são viáveis, dependendo da melhoria na qualidade da água e alimentação. A variação de tamanho também é um fator importante, e a separação dos peixes por tamanho é recomendada uma vez por mês para todas as densidades testadas.

Palavras Chaves: *Centropomus parallelus*, canibalismo, densidade, variação de tamanho.

1. Introdução

A piscicultura marinha no Brasil ainda se encontra em nível acadêmico e experimental (Brandini *et al.*, 2000), e às vezes artesanal com produção pouco expressiva. Entretanto a demanda crescente por peixes marinhos deve ocorrer devido ao crescimento populacional no litoral, ao valor nutricional de sua carne, ao déficit brasileiro no comércio internacional de pescados, à degradação de zonas litorâneas, e ao declínio da pesca (Cerqueira, 2001).

O robalo-peva (*Centropomus parallelus*) é um peixe eurialino, possui hábito alimentar carnívoro, e ocorre praticamente em toda costa brasileira, sendo o litoral sul o limite de sua distribuição. O estudo desta espécie teve início em 1990 no LAPMAR em diversas áreas como reprodução, larvicultura, engorda e nutrição, com resultados positivos demonstrando seu potencial para a produção em cativeiro (Cerqueira, 2001; Cerqueira 2002).

Um dos fatores primordiais para a piscicultura marinha se consolidar no Brasil como atividade economicamente viável, é a produção de alevinos de qualidade, ao menor custo possível. Entretanto, a ocorrência de canibalismo entre os juvenis pode ser responsável por grandes perdas nesta fase.

O canibalismo é um comportamento comum entre os peixes, entre eles o robalo-flecha (*Centropomus undecimalis*), o robalo asiático (*Lates calcarifer*) e o robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) (Tucker Jr., 1987; Katavic *et al.*, 1989; Hecht e Pienaar, 1993). Menezes e Cerqueira (2002) constataram que a primeira metamorfose do robalo-peva para juvenil, caracterizada pela total formação da nadadeira ventral, ocorreu com a idade de 27 a 40 dias e comprimento de 12 a 21 mm. Nesta fase, é observada a formação de cardume, coincidindo com o início da utilização de dieta inerte, quando provavelmente inicia-se o canibalismo. As causas do canibalismo podem ser divididas em duas categorias: a genética acarretando diferentes taxas de crescimento de cada indivíduo; e a comportamental induzida principalmente por fatores ambientais limitantes, entre eles a densidade populacional (Hecht e Pienaar, 1993)

A variação de tamanho possibilita que o predador consiga ingerir a presa inteira, ocasionando a predação de coespecíficos em larviculturas e no cultivo de juvenis (Katavic *et al.*, 1989; Folkvord, 1991; Folkvord e Ottera, 1993; Hecht e Pienaar, 1993;

Qin e Fast, 1996; Sakakura e Tsukamoto, 1996; Baras, 1999; Dou *et al.*, 2000). Para o robalo-flecha (Dowd e Clarke, 1988) e para o robalo europeu (Katavic *et al.*, 1989), o predador deve ter duas vezes o comprimento da presa para conseguir ingeri-la. Parazo *et al.* (1991) recomendaram, para o robalo asiático, uma separação por tamanho quando as diferenças em comprimento fossem maiores que 33%. O canibalismo raramente ocorrerá no cultivo do robalo-flecha, se os indivíduos forem alimentados adequadamente e com freqüência, e se os peixes muito grandes (potenciais canibais) forem removidos (Tucker Jr., 1987).

Para se realizar uma larvicultura eficiente é preciso determinar a densidade ótima, minimizando o canibalismo, mas com suficiente produtividade econômica (Hecht e Pienaar, 1993). A maioria dos trabalhos apresenta efeitos negativos da densidade de estocagem sobre a sobrevivência de juvenis de diversas espécies de peixes marinhos (Hecht e Pienaar, 1993; Sakakura e Tsukamoto, 1996; Baras *et al.*, 2000; Smith and Brown, 2001). O contrário foi observado para o “vundu catfish” (Baras *et al.*, 1999). No caso do robalo-flecha não houve influência da densidade (Dowd e Clarke, 1988). O efeito da densidade de estocagem sobre a taxa de canibalismo depende do seu impacto sobre o apetite e dos mecanismos funcionais utilizados pelo peixe para a predação (Baras, 1999). Na literatura é possível encontrar trabalhos indicando diferentes densidades de estocagem nas fases iniciais, para espécies com características semelhantes ao dos robalos do gênero *Centropomus*: 0,3 peixes/L para o robalo europeu (Papoutsoglou *et al.*, 1998), 20 peixes/L para o robalo asiático (Suteemechaikul e Petchrid, 1987), e 4 peixes/L para o robalo europeu de 45 dias de idade (Coves *et al.*, 1991). Além disso, em um trabalho prévio realizado com o robalo-peva (idade de 50 dias), a densidade de 4 peixes/L apresentou bons resultados, porém foi observada a ocorrência de canibalismo nas densidades de 1 a 8 peixes/L (dados não publicados).

O objetivo do presente estudo foi encontrar a melhor densidade de estocagem para juvenis de robalo-peva logo após a transição para o alimento inerte, e observar se a separação por classes de tamanho é uma prática necessária nesta fase. A ação desses fatores foi avaliada de forma conjunta, observando seu efeito sobre o crescimento e a sobrevivência, sobretudo sobre o canibalismo.

2. Metodologia

2.1. Local e período experimental

O experimento foi conduzido durante os meses de março e abril de 2002, no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil, 27°37' S e 48°27' O. O período experimental foi de 30 dias.

2.2. Material Biológico

Foram utilizados juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) provenientes de uma mesma desova, realizada no LAPMAR através de indução hormonal com peletes de LHRHa (Canarin et al., 2002). A larvicultura foi conduzida de acordo com as técnicas descritas por Cerqueira e Menezes (2002), em dois tanques circulares de 5.000 litros. A alimentação inicial foi feita com alimento vivo (rotífero e náuplios de *Artemia*) em água verde (*Nannochloropsis oculata*). O desmame foi iniciado aos 32 dias após a eclosão (DAE). No início do experimento, os juvenis com 56 DAE já estavam adaptados ao alimento inerte, o peso médio era de $0,095 \pm 0,040$ g e comprimento total médio de $22,4 \pm 2,73$ mm (média \pm DP).

2.3. Tratamentos

O delineamento do experimento foi completamente casualizado em arranjo fatorial. Os fatores e seus níveis são os seguintes: densidade de estocagem (1,5 ; 3,0 e 6,0 peixes/L), variação de tamanho (grupo homogêneo e grupo heterogêneo). Foram aplicados portanto 6 tratamentos (Tabela 1), com 3 réplicas cada, totalizando 18 unidades experimentais.

Tabela 1

Variação de tamanho, densidade de estocagem, peso e comprimento nos tratamentos experimentais realizados com juvenis do robalo-peva (*Centropomus parallelus*).

Tratamento	Densidade (peixes/l)	Peixes/tanque	Variação de tamanho	Peso (g) (média ± DP)	CT (mm) (média ± DP)	cv (%)
Hom 1.5	1,5	120	Homogêneo	0,092 ± 0,021	22,08 ± 1,70	8
Hom 3.0	3,0	240	Homogêneo	0,092 ± 0,021	22,08 ± 1,70	8
Hom 6.0	6,0	480	Homogêneo	0,092 ± 0,021	22,08 ± 1,70	8
Het 1.5	1,5	120	Heterogêneo	0,099 ± 0,053	22,73 ± 3,46	15
Het 3.0	3,0	240	Heterogêneo	0,099 ± 0,053	22,73 ± 3,46	15
Het 6.0	6,0	480	Heterogêneo	0,099 ± 0,053	22,73 ± 3,46	15

CT: comprimento total; cv: coeficiente de variação do comprimento

2.4. Obtenção de Lotes com Diferentes Variações de Tamanho

Buscou-se obter no grupo homogêneo uma diferença menor que 30% entre o comprimento do maior peixe e o menor peixe, e no grupo heterogêneo uma diferença superior a 30%.

A seleção para obtenção do grupo homogêneo (comprimento de 19-24 mm, 20,8% de diferença) foi feita manualmente, com os peixes anestesiados com benzocaína (40 ppm) e com o auxílio de um ictiômetro. O grupo heterogêneo (comprimento de 17-33 mm, 48,5% de diferença) foi retirada do lote inicial, acrescido de alguns indivíduos de maior tamanho (5 %) (Figura 1).

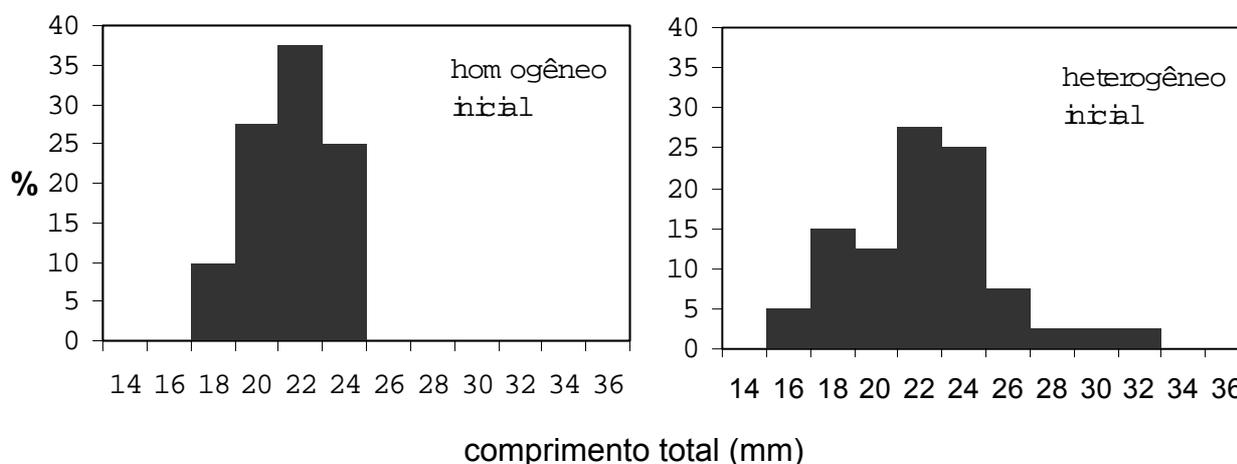


Figura 1. Distribuição de frequência inicial dos comprimentos do grupo homogêneo e do grupo heterogêneo de juvenis do robalo-peva.

2.5. Unidades experimentais

As unidades experimentais foram compostas por 18 tanques circulares de fibra de vidro com 80 litros úteis cada, com paredes internas e fundo de cor preta. Os tanques tinham fornecimento de aeração (pedras porosas), renovação contínua (15x/dia) de água salgada (35 g/L), e fotoperíodo de 12:12 horas (luz/escuro) através de lâmpadas fluorescentes, com aproximadamente 700 lux.

O alimento foi fornecido 3 vezes ao dia até a saciedade (8:00, 12:30 e 17:00 horas), sendo que o período de luz se iniciava às 7:00 horas. A dieta usada foi a mesma do desmame dos peixes, mas com maior granulometria (1000 -1500 μm). A Tabela 2 contém a composição nutricional do alimento, feito experimentalmente no próprio laboratório. Diariamente os peixes mortos foram removidos logo após a primeira alimentação. Os tanques foram sifonados após a 2ª e 3ª alimentação, para remoção de fezes, restos de alimento e peixes mortos.

Tabela 2

Ingredientes e composição nutricional estimada, da dieta experimental.

Ingredientes	(%)	Composição	
Farinha de peixe ⁽¹⁾	50,0	Matéria seca (MS)	92,0 (%)
Farinha de lula	27,0	Proteína Bruta	50,6 (% MS)
Amido pré-gel	11,0	Gordura Bruta (GB)	19,5 (% MS)
Óleo Incromegea FD 3322 ⁽²⁾	5,0	Carboidrato	16,6 (% MS)
Óleo de canola	1,0	Energia Metabolizável	4387 (kcal/kg)
Lecitina de soja	1,0	Relação P/E ⁽⁴⁾	115 (mg/kcal)
Premix vitamínico-mineral ⁽³⁾	3,0	Σ HUFA n-3 ⁽⁵⁾	37,6 (% GB)
Fosfato bicálcico	1,0		
Carbox Metil Celulose	1,0		
Vitamina C	0,5		

⁽¹⁾ Farinha de Atum - Leal Santos Alimentos Ltda. ⁽²⁾ Óleo de peixe Croda do Brasil Ltda. Composição: 50% ác. graxos da série n-3 (33% EPA e 22% DHA). ⁽³⁾ Premix Nutron 805 A - Nutron Alimentos Ltda. Composição por kg do produto: ác. fólico 250 mg; ác. pantotênico 5000 mg; antioxidante 0,6 g; biotina 125 mg; cobalto 25 mg; cobre 2000 mg; ferro 13820 mg; iodo 100 mg; manganês 3750 mg; niacina 5000 mg; selênio 75 mg; zinco 874,95 mg; vit. A 1000000 UI, vit. B1 1250 mg, vit. B12 3750 mg, vit. B2 2500 mg, vit. B6 2485 mg, vit. C 28000 mg; vit. D3 500000 UI; vit. E 20000 UI; vit. K3 500 mg. ⁽⁴⁾ Relação Proteína bruta/ Energia metabolizável. ⁽⁵⁾ HUFA n-3: ácidos graxos altamente insaturados da série n-3.

Alguns parâmetros de qualidade da água variaram de modo igual com os diferentes tratamentos. A temperatura oscilou entre 23,0 e 28,4 °C durante o período experimental (média de 25,2 °C); o oxigênio dissolvido variou de 4,9 a 5,7 mg/L, a salinidade foi de 35 g/L; o pH variou de 7,5 a 7,7; e o nitrato permaneceu nulo. A concentração de amônia total variou diferentemente entre as densidades testadas (0,0 a 1,5 mg/l), principalmente ao final do experimento (figura 2). A fração de amônia não ionizada (NH₃) foi de 1,74% da amônia total, ou seja variou de 0 a 0,01 mg/L nos tratamentos testados.

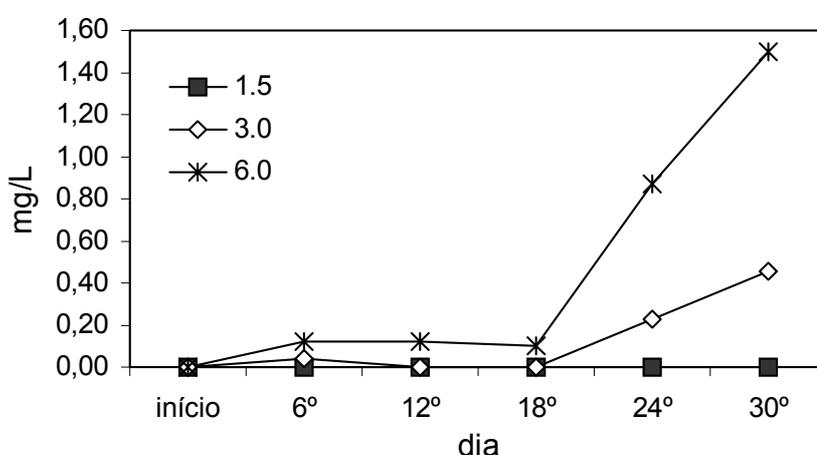


Figura 2. Concentração de amônia total em três densidades de estocagem de juvenis do robalo-peva durante o período de 30 dias.

2.6. Coleta de dados

Foram realizadas uma biometria inicial e outra final após 30 dias. Na inicial retirou-se duas amostras (30 peixes cada), uma do lote homogêneo e outra do lote heterogêneo. Ao final do experimento foi medida uma amostra de 30 peixes de cada unidade experimental para obtenção do peso médio; e foi medido o comprimento total de todos os peixes sobreviventes. As biometrias foram realizadas com auxílio de um ictiômetro (precisão de 1mm) e balança digital (precisão de 0,001 g), sendo os indivíduos previamente anestesiados com benzocaina (40 ppm).

Diariamente foram monitoradas a temperatura, o oxigênio dissolvido com um oxímetro digital e a salinidade com um refratômetro. A cada 6 dias foram feitos testes com kits colorimétricos (Tetra® Werke-Germany) para verificação da amônia total, nitrato e pH; e a amônia não ionizada (NH₃) foi estimada por método indireto segundo

Aminot e Chaussepied (1983). A quantidade de alimento fornecido e a mortalidade visível também foram registradas diariamente.

2.7. Análise de Dados e procedimento estatístico

Além do comprimento e do peso, foram analisados os seguintes parâmetros relacionados ao crescimento: coeficiente de variação do comprimento ($DP/m * 100$), taxa de crescimento específico $[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / n^\circ \text{ dias} * 100]$, e biomassa final. Foram avaliados a sobrevivência, mortalidade observada (mortos contados diariamente), mortalidade natural (mortos observados menos os mortos com sinais de canibalismo), e taxa de canibalismo (peixes desaparecidos mais os mortos observados com sinais de canibalismo). Foram também analisados os seguintes parâmetros relacionados à alimentação: índice de conversão aparente $[\text{consumo total} / (\text{biomassa final} - \text{biomassa inicial})]$, consumo relativo inicial $[(\text{consumo médio do } 3^\circ, 4^\circ \text{ e } 5^\circ \text{ dias}) / \text{biomassa inicial}]$, consumo relativo final $[(\text{consumo médio } 28^\circ, 29^\circ \text{ e } 30^\circ \text{ dias}) / \text{biomassa final}]$.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância Bifatorial e comparação de médias pelo teste de Tuckey (utilizando o programa Sigma Stat 2.0), com exceção dos dados relativos à alimentação, e da mortalidade observada. O nível de significância adotado foi de 5%. Antes de serem submetidos à análise de variância, os dados em porcentagem passaram pela transformação do arcoseno (sobrevivência, mortalidade natural, taxa e canibalismo, taxa de crescimento específico e coeficiente de variação), e os dados de biomassa pela transformação logarítmica (Sokal e Rohlf, 1998).

3. Resultados

A análise de variância não revelou interação significativa entre as variações de tamanho e as densidades testadas (resultados das Análises de Variância no Anexo). Os resultados obtidos para cada parâmetro avaliado serão apresentados separadamente para os dois fatores: variação de tamanho e densidade de estocagem. Os resultados combinando os níveis dos fatores e os dados transformados para análise de variância estão apresentados no Anexo.

3.1. Sobrevivência e Canibalismo

O grupo de peixes com tamanho inicial homogêneo apresentou sobrevivência significativamente maior ($P < 0,05$), enquanto que a maior taxa de canibalismo e de mortalidade natural foram observadas no lote heterogêneo (Tabela 3). O canibalismo foi o maior responsável pela mortalidade em ambos os grupos (Figura 3), entretanto no grupo heterogêneo foi cerca de quatro vezes maior que no grupo homogêneo. O número médio de sobrevivência no grupo homogêneo foi de 265 juvenis, e no grupo heterogêneo de 221 juvenis.

A densidade de estocagem de 6 peixes/L foi a que apresentou a sobrevivência significativamente ($P < 0,05$) mais baixa. A taxa de canibalismo foi duas vezes maior nesta densidade do que nas demais (Figura 3). Entre as densidades de 1,5 e 3 peixes/L não houve diferença significativa. A mortalidade natural não foi influenciada pelas diferentes densidades (Tabela 4). Ao final do experimento o número médio de sobreviventes, da menor para a maior densidade de estocagem, foi 111, 217 e 401 juvenis.

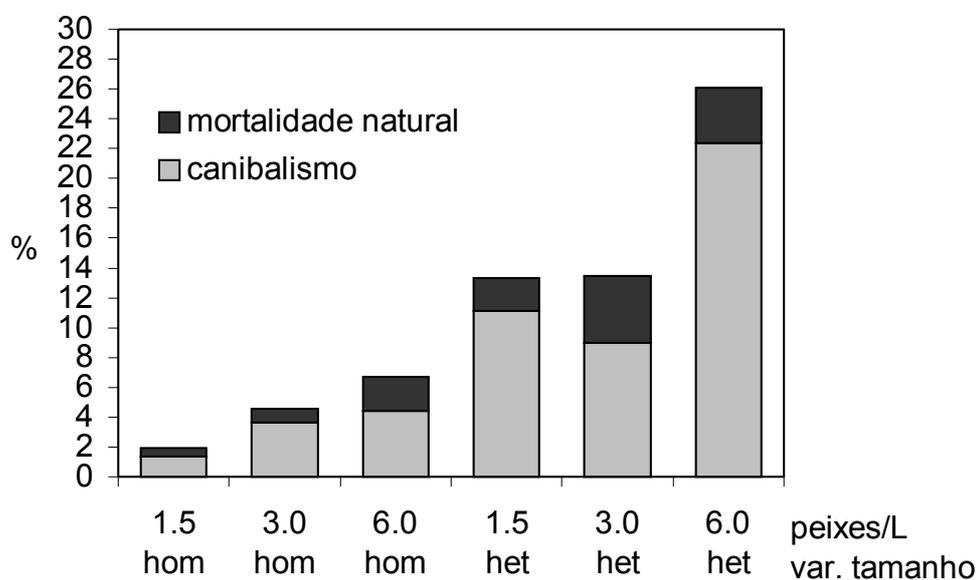


Figura 3. Mortalidade natural e por canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem e com duas variações iniciais de tamanho.

Tabela 3

Sobrevivência, mortalidade natural e taxa de canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados com duas variações iniciais de tamanho (média \pm DP, n=9).

Parâmetros	VARIÇÃO DE TAMANHO	
	Grupo homogêneo	Grupo heterogêneo
Sobrevivência (%)	95,60 \pm 2,87 ^a	82,04 \pm 7,31 ^b
Mortalidade natural (%)	1,25 \pm 1,26 ^a	3,47 \pm 2,18 ^b
Taxa de canibalismo (%)	3,15 \pm 1,85 ^a	14,16 \pm 7,33 ^b

* Valores na mesma linha com diferentes letras expoentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$)

Tabela 4

Sobrevivência, mortalidade natural e taxa de canibalismo de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem (média \pm DP, n=6).

Parâmetros	Densidade (peixe/L)		
	1,5	3,0	6,0
Sobrevivência (%)	92,36 \pm 7,27 ^a	90,49 \pm 6,16 ^a	83,61 \pm 11,07 ^b
Mortalidade Natural (%)	1,39 \pm 1,72 ^a	2,71 \pm 2,76 ^a	2,99 \pm 1,49 ^a
Taxa de canibalismo (%)	6,25 \pm 6,34 ^a	6,31 \pm 3,95 ^a	13,41 \pm 10,20 ^b

* Valores na mesma linha com diferentes letras expoentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$)

No início do experimento a mortalidade observada (mortalidade natural mais o canibalismo observado) era cerca de quatro vezes superior no lote heterogêneo em relação ao homogêneo. Posteriormente houve uma tendência de inversão desta situação.

Dentro da mortalidade por canibalismo, a maior parte (90%) ocorreu por ingestão completa da presa (peixes desaparecidos), sendo o restante compostos de peixes encontrados engasgados, sem a cabeça ou parte dela, ou sem o olho (Figura 4). Outros sinais da ocorrência de canibalismo foram peixes nadando com outro dentro da boca e uma parte da cauda visível, ataques entre os peixes vivos e ocasionalmente contra peixes mortos (no momento em que se fornecia o alimento), e peixes maiores com barriga dilatada parados no fundo do tanque. Foi também constatado que 94% da

mortalidade "observada" ocorreu durante a noite e início da manhã, período onde os peixes ficavam sem alimento.

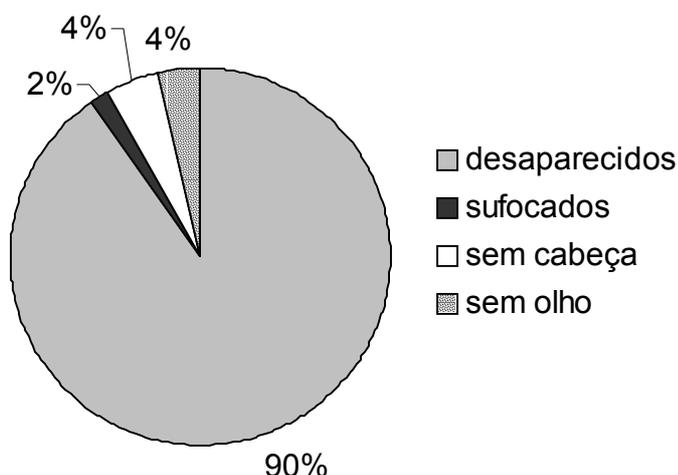


Figura 4. Características da mortalidade por canibalismo em cultivo intensivo de juvenis do robalo-peva.

Observando as diferenças das taxas de canibalismo entre os níveis testados para cada fator, aparentemente o efeito do fator variação de tamanho foi duas vezes maior que o do fator densidade. O canibalismo aumentou cerca de duas vezes comparando as menores densidades com a de 6 peixes/L (Tabela 4), e no grupo heterogêneo o canibalismo foi mais de quatro vezes superior que no grupo homogêneo (Tabela 3). Combinando a alta densidade (6 peixes/L) com a falta de seleção (grupo heterogêneo) a sobrevivência foi de 74 %, enquanto que na menor densidade (3 peixes/L) com tamanhos homogêneos a sobrevivência foi de 98 %. Entretanto, na maior densidade, com tamanhos homogêneos, a sobrevivência ainda permaneceu acima de 90% (Figura 3).

3.2. Crescimento

O crescimento no grupo heterogêneo foi significativamente superior ($P < 0,05$) em relação ao homogêneo, para os parâmetros de comprimento, peso, taxa de crescimento específico e biomassa final (Tabela 5). Considerando todos os

tratamentos, a biomassa aumentou de 7 a 8 vezes após um mês de cultivo.

Ao final do experimento o grupo homogêneo e o grupo heterogêneo apresentaram coeficiente de variação dos comprimentos significativamente diferentes (Tabela 5), porém comparando os valores com os do início do experimento (7,70 para o grupo homogêneo e 15,20 para o heterogêneo), houve redução da diferença entre os dois grupos (Figura 5). O grupo homogêneo apresentou um grande aumento na variação dos seus comprimentos, enquanto o grupo heterogêneo apresentou uma pequena diminuição.

As densidades de estocagem testadas não afetaram o crescimento e o coeficiente de variação do comprimento, apenas na biomassa final houve diferenças significativas, o que já era esperado devido ao crescimento semelhante e pequena mortalidade de forma geral (Tabela 6).

Tabela 5

Crescimento de juvenis do robalo-peva cultivados em duas variações de tamanho (média \pm DP, n=9).

Parâmetros	Variação de Tamanho	
	Homogêneo	Heterogêneo
Comprimento total (mm)	40,92 \pm 0,87 ^a	45,63 \pm 0,76 ^b
cv (%)	12,00 \pm 0,552 ^a	13,42 \pm 0,693 ^b
Peso (g)	0,703 \pm 0,05 ^a	0,960 \pm 0,11 ^b
Taxa de cresc. específico (%/dia)	6,77 \pm 0,25 ^a	7,55 \pm 0,37 ^b
Biomassa (g)	182,78 \pm 95,00 ^a	214,94 \pm 112,75 ^b

* cv = coeficiente de variação do comprimento

* Valores na mesma linha com diferentes letras em expoente indicam diferenças significativas ($P < 0,05$)

Tabela 6

Crescimento de juvenis do robalo-peva cultivados em três densidades de estocagem (média \pm DP, n=6).

Parâmetros	Densidade (peixe/L)		
	1,5	3,0	6,0
Comprimento total final (mm)	43,16 \pm 2,46 ^a	43,09 \pm 2,85 ^a	43,58 \pm 2,79 ^a
cv (%)	12,48 \pm 0,80 ^a	12,60 \pm 1,22 ^a	13,06 \pm 0,83 ^a
Peso final (g)	0,820 \pm 0,110 ^a	0,844 \pm 0,195 ^a	0,830 \pm 0,185 ^a
Taxa de cresc. específico (%/dia)	7,14 \pm 0,34 ^a	7,20 \pm 0,60 ^a	7,14 \pm 0,63 ^a
Biomassa final (g)	90,23 \pm 7,83 ^a	181,00 \pm 27,95 ^b	325,36 \pm 33,47 ^c

* cv = coeficiente de variação do comprimento

* Valores na mesma linha com diferentes letras em expoente indicam diferenças significativas ($P < 0,05$)

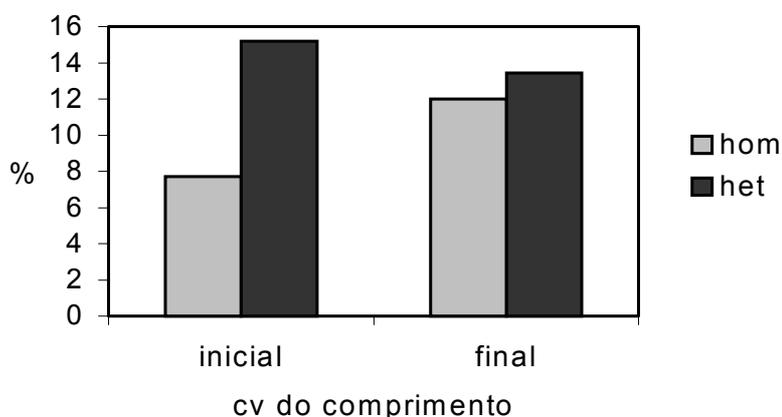


Figura 5. Coeficiente de variação inicial e final dos comprimentos de dois grupos (homogêneo e heterogêneo) de juvenis do robalo-peva mantidos em cultivo intensivo por 30 dias.

Na distribuição de frequência dos comprimentos (Figura 6) podemos observar no lote homogêneo uma assimetria à esquerda (valores entre 26 a 54 mm de comprimento), o que ocorreu em todas repetições, menos em uma. Ao contrário, todas as repetições do lote heterogêneo, menos uma, apresentaram assimetria à direita (valores entre 32 a 68 mm de comprimento). A maior distribuição dos valores no grupo

heterogêneo gerou uma curva mais achatada do que no grupo homogêneo. Dentro das densidades a maior diferença é perceptível na densidade de 6 peixes/l do lote heterogêneo em que há uma elevada porcentagem de peixes maiores. Apesar de crescer mais, o lote heterogêneo teve muitas perdas de indivíduos por predação, e aparentemente possui um maior número de potenciais canibais.

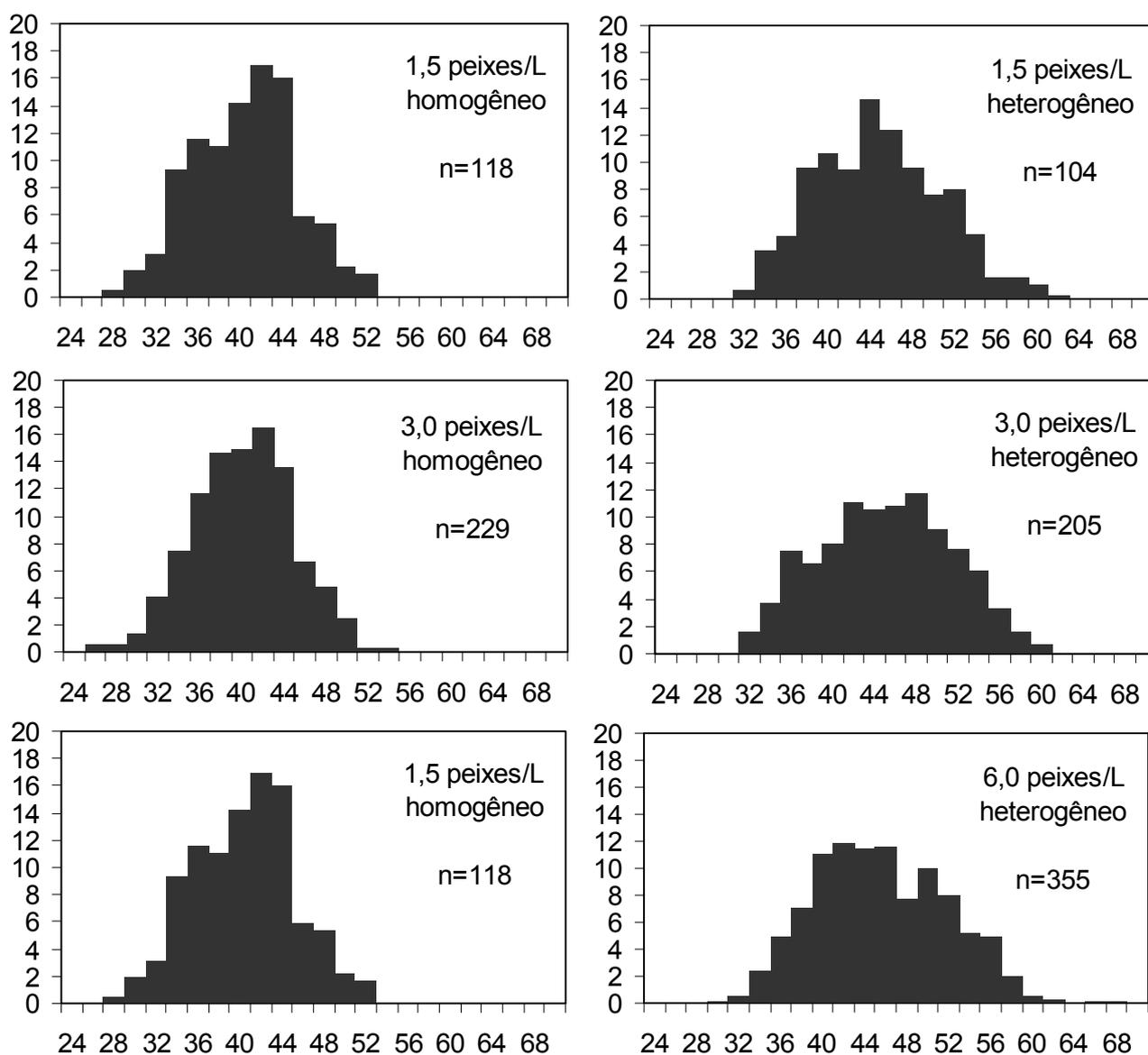


Figura 6. Distribuição de frequência dos comprimentos de grupos de juvenis do robalo-peva cultivados com duas variações iniciais de tamanho e três densidades de estocagem, durante 30 dias.

3.3. Alimentação

Os tratamentos não tiveram efeito sobre o consumo de alimento, mas o consumo relativo inicial de $9,06 \pm 0,34\%$ decresceu para $3,97 \pm 0,36\%$ ao final do experimento. O índice de conversão aparente também não diferiu entre os tratamentos, apresentando um valor médio de $0,88 \pm 0,08$. Durante as alimentações foi possível observar que os peixes eram mais vorazes nos tratamentos com alta densidade. Além disso movimentavam-se mais em cardume quando a ração era fornecida, facilitando a observação de sua saciedade.

4. Discussão

4.1. Densidade de estocagem

A densidade de 6 peixes/L influenciou negativamente a sobrevivência, principalmente devido ao canibalismo. Entre as duas menores densidades (1,5 e 3 peixes/L) não houve diferenças significativas. Hatzithanasiou *et al.* (2002) observaram que o robalo europeu (de 35 a 57 dias) apresentava maior sobrevivência nas menores densidades (5 e 10 peixes/L), mas houve um incremento na mortalidade visível a partir dos 50 dias de idade. Smith e Brown (2001) trabalhando com o bacalhau, e Baras *et al.* (1999) com o “vundu catfish”, também constataram que o canibalismo estava diretamente relacionado com a densidade de estocagem. Do mesmo modo, Hecht e Pienaar (1993) concluíram ser esta uma tendência para a maioria das espécies. Com peixes de tamanho semelhante ao do presente estudo, Sakakura e Tsukamoto (1998) verificaram que o comportamento agressivo do olhete tinha uma relação inversa com densidades superiores a 4 peixes/L, e que o comportamento canibal era antagônico ao agressivo. Para o robalo-flecha, diferentes densidades de estocagem não afetaram o canibalismo, porém a densidade máxima testada foi de 0,1 peixe/L, com indivíduos de 14 a 57 mm de comprimento (Dowd e Clarke, 1988). Em um trabalho preliminar com juvenis de robalo-peva (dados não publicados), em condições semelhantes ao do presente estudo, a sobrevivência mais baixa (62%) foi encontrada na maior densidade testada (8 peixes/L).

As densidades estudadas no presente trabalho (1,5 a 6 peixes/L), não

influenciaram significativamente o crescimento do robalo-peva. Juvenis de robalo europeu tiveram o maior crescimento na menor densidade (5 peixes/L), porém as densidades maiores também promoveram bons resultados (Hatzathanasiou *et al.*, 2002). Com juvenis da mesma espécie criados até os 6 meses de idade, as maiores densidades de estocagem promoveram um maior crescimento, com uma menor taxa de conversão alimentar (Papotsoglou *et al.*, 1998). Um trabalho preliminar com o robalo-peva (dados não publicados), onde foram estudadas densidades de 1 a 8 peixes/L, não foram constatadas diferenças no crescimento.

Sogard e Olla (2000) sugeriram que para juvenis de *Anoplopoma fimbria* (“sablefish”), o crescimento heterogêneo foi causado principalmente por variabilidade individual e menos por efeitos sociais. Contrariamente, Hecht e Pienaar (1993) observaram que uma das maiores causas de variação no crescimento foram as altas densidades de estocagem. No trabalho de Hatzathanasiou *et al.* (2002) com o robalo europeu, houve um aumento da variação de tamanho durante o período experimental, mas como no presente estudo as densidades testadas não afetaram essa variação. A curva de distribuição dos pesos apresentou assimetria à direita, sinalizando que todas densidades testadas tinham potenciais canibais. No presente trabalho as curvas de distribuição dos comprimentos do robalo-peva também sinalizaram grupos de peixes maiores se destacando do grupo, em todas as densidades no lote heterogêneo.

Quanto maior a densidade de peixes usada no presente estudo, maior foi a concentração de amônia total e sua fração não ionizada (NH_3), principalmente ao final do período experimental, alcançando até 1,5 mg/L e 0,01 mg/L respectivamente. Não foi observado nenhum efeito sobre o crescimento e sobrevivência dos robalos. É provável que para continuar sustentando a densidade de 6 peixes/L a renovação de água teria que ser aumentada. Alevinos de tainha (*Mugil platanus*) apresentaram crescimento reduzido com a concentração de amônia total igual ou superior a 4 mg/L (0,037 mg NH_3 /L), mas só após 40 dias de exposição, e com sobrevivência acima de 90% (Miranda-Filho *et al.*, 1995). Linguados (*Scophthalmus maximus*) de 14 g não apresentaram sinais do efeito da amônia total até a concentração de 4,5 mg/L (0,18 mg NH_3 /L), sendo mais tolerantes que os indivíduos maiores (Ruyet *et al.*, 1997). A concentração de amônia não ionizada na qual o crescimento da perca prateada (*Bidyanus bidyanus*) foi reduzido em 5% foi de 0,06 mg/L (Frances *et al.*, 2000). Não se conhece trabalhos semelhantes feitos com o robalo-peva, mas é provável que a

concentração de amônia de 1,5 mg/L com apenas 1,74% de fração não ionizada, além do pequeno tempo de exposição, esteve abaixo do nível prejudicial para a espécie.

4.2. *Variação inicial de tamanho*

Outra observação importante no experimento foi a maior mortalidade nos grupos de robalo com tamanho inicialmente heterogêneo em relação ao homogêneo, principalmente devido ao canibalismo. Com testes feitos com juvenis de robalo-flecha (Dowd e Clarke, 1988), o aumento da razão do tamanho predador:presa até 2:1 aumentou consideravelmente a ocorrência de canibalismo. Esta mesma razão existia no lote heterogêneo ao início do presente estudo. A variação de tamanho também teve efeito sobre o canibalismo para juvenis de bacalhau (Folkvord e Ottera, 1993; Smith e Brown, 2001), “snakehead” (Qin e Fast, 1996), olhete (Sakakura e Tsukamoto, 1998), “dorada” (Baras *et al.*, 2000), e linguado japonês (Dou *et al.*, 2000). Contrariamente, a separação por tamanho de outra espécie de linguado (*P. dentatus*) não aumentou a sobrevivência (Francis Jr. e Bengtson, 1999).

As diferenças na mortalidade natural entre os grupos homogêneo e heterogêneo do robalo-peva, sugerem que uma das causas possa ter sido a tentativa de canibalismo ou qualquer interação agressiva. Porém estas diferenças não existiram entre as densidades de estocagem testadas. Segundo Folkvord e Ottera (1993), em grupos de bacalhau em que a taxa de canibalismo foi alta, a mortalidade natural também tendeu a ser elevada.

Ao final do presente estudo, os coeficientes de variação do comprimento final ainda diferiram significativamente entre o lote inicialmente homogêneo e o heterogêneo, porém os valores ficaram bem mais próximos. Isto pode ter ocorrido devido a predação seletiva, eliminando os peixes menores no lote heterogêneo (Folkvord e Ottera, 1993). Provavelmente o aumento da mortalidade “observada” ao final do experimento no lote homogêneo tenha sido consequência do aumento da variação de tamanho.

As distribuições de tamanho dos comprimentos dos robalos do lote heterogêneo apresentaram assimetria para a direita, destacando um grupo de peixes maiores. Combinando estas observações com a taxa de canibalismo encontrada no presente estudo, pode-se concluir que indivíduos maiores possuem vantagens que resultam em

aumento do canibalismo.

As variações de tamanho inicial afetaram significativamente o crescimento dos robalos-peva. O melhor resultado no lote heterogêneo pode também ser efeito de uma predação seletiva. Ao mesmo tempo que os peixes menores são ingeridos, os predadores tiram vantagem dessa alimentação privilegiada (Hecht e Pienaar, 1993). Contudo, esse maior crescimento e biomassa final pode se dar às custas de uma menor sobrevivência, além do risco de se obter um lote de peixes com um grande número de potenciais canibais. Para juvenis de bacalhau as distribuições iniciais de tamanho afetaram significativamente o crescimento e taxas de canibalismo em peixes de 0,6 g, mas não em peixes de 10 g (Folkvord e Ottera, 1993). Katavic *et al.* (1989), observaram que, após um maior período de jejum, 37% dos peixes maiores de robalo europeu (35-51 mm) haviam ingerido coespecíficos (21-23 mm).

4.3. Outras observações

A boa sobrevivência (74 a 98 %) obtida no presente estudo foi favorecida pelo fato de se dispor de juvenis de boa origem, saudáveis, e já completamente adaptados ao alimento inerte. Contudo é importante salientar que estes dados correspondem apenas a um mês de cultivo, caso o cultivo se estendesse por um maior período, as perdas por canibalismo poderiam ser bastante significativas, principalmente na alta densidade do lote heterogêneo. Katavic *et al.* (1989) observaram o declínio do canibalismo para o robalo europeu com a idade de 120 dias, porém a população já havia sido reduzida a 3% da original. Uma forma de se controlar o canibalismo poderia ser o uso de uma maior frequência de alimentação e menor período de jejum noturno, combinada com menores densidades de estocagem (Katavic *et al.*, 1989) e remoção de peixes de maior tamanho (Tucker Jr., 1987). Dou *et al.* (2000), estudando juvenis de linguado japonês, observaram que em jejum e em alta densidade houve maior comportamento canibal. Entretanto, com alimentação adequada não houve diferenças entre as densidades testadas.

No presente experimento 94% da mortalidade “visível” foi contada no início da manhã após 15 horas de jejum e 12 horas de escuro. Aparentemente a maior parte do canibalismo por ingestão completa da presa ocorreu no mesmo período, já que peixes nadando com uma presa na boca eram vistos no início da manhã. Durante o dia,

quando a alimentação era feita com frequência, praticamente não se registrou mortalidade. Métodos para minimizar o crescimento heterogêneo e o canibalismo incluem a alimentação até a saciedade, com frequência adequada, e a determinação da luminosidade e fotoperíodo ideais (Tucker Jr., 1987; Hecht e Pienaar, 1993; Katavic *et al.*, 1989; Qin e Fast, 1996; Goldan *et al.*, 1997; Dou *et al.*, 2000; Liao *et al.*, 2001). Para o olhete, o jejum igual ou maior que 12 h estimulou significativamente o comportamento agressivo (Sakakura e Tsukamoto, 1998). Juvenis de robalo asiático com 16 mm de comprimento cessaram completamente o canibalismo durante o período noturno, já os peixes de 37 mm continuaram a se alimentar em uma taxa reduzida na primeira metade da noite (Barlow *et al.*, 1993). Provavelmente tomando medidas como alimentação mais freqüente, conjuntamente com o aumento do fotoperíodo, e maior renovação de água, a maior densidade do presente estudo poderia ser utilizada comercialmente, principalmente se os peixes tivessem tamanhos homogêneos.

Observamos que o canibalismo foi a principal causa de mortalidade dos juvenis de robalo-peva, principalmente por ingestão completa da presa (90 %). Quando foram vistos canibais com presas na boca, o ataque era sempre pela cabeça. Para Hatziathanasiou *et al.* (2002) o canibalismo também foi a principal causa de mortalidade de juvenis de robalo europeu, mas a porcentagem de peixes ingeridos dentro da mortalidade total foi muito inferior, no máximo 10%. Isto deve ter ocorrido pelo fato de terem observado peixes mais novos e menores, encontrando dois tipos de canibalismo: com ataque à cauda e regurgitação parcial da presa (tipo I), e ao final do experimento com ataque pela cabeça e ingestão completa (tipo II). Baras (1999), também descreveu os dois tipos de canibalismo para uma espécie de bagre. Do mesmo modo, em um trabalho preliminar (não publicado) com robalo-peva, nas mesmas condições do experimento atual, mas com indivíduos mais novos (50 DAE), foram observados no início do experimento ataques pela cauda, mas sem regurgitação. Logo em seguida só foram detectados ataques pela cabeça.

No presente estudo, alguns peixes encontrados mortos não tinham a cabeça ou parte dela, não tinham olhos, ou então tinham outro peixe na boca. Outros sinais de canibalismo foram peixes nadando com um coespecífico dentro da boca, ataques durante a alimentação e peixes maiores com a barriga dilatada no fundo do tanque. Para outras espécies também foram descritos sinais semelhantes de canibalismo em juvenis: danos nas nadadeiras para o robalo europeu (Hatziathanasiou *et al.*, 2002);

peixes sufocados com coespecíficos para o olhete (Sakakura e Tsukamoto, 1996); ferimentos em indivíduos mortos de bacalhau (Folkvord e Ottera, 1993); danos à nadadeira anal e abdômen, e peixes sem olhos para o pargo europeu, e peixes maiores com abdômen expandido e mais frequentemente nadando com peixes menores na boca para o robalo europeu (Katvic *et al.*, 1989).

A taxa de crescimento específico encontrada para os peixes do presente trabalho foi de 6,60 a 7,68 % ao dia. Hatzathanasiou *et al.* (2002) obtiveram valores inferiores (até 3,72%) com robalo europeu de idade inferior, Barlow *et al.* (1993) com juvenis de robalo asiático obtiveram uma maior taxa (13 a 16 %). De todo modo, o crescimento do robalo-peva, apesar do curto período de tempo, provocou o aumento do coeficiente de variação do lote homogêneo e a alta taxa de canibalismo de forma geral. Segundo Folkvord (1991) a maior taxa de crescimento diário (4,5%) de juvenis de bacalhau de 0,2 g em relação a peixes maiores é possivelmente a explicação das altas taxas de canibalismo.

O consumo relativo de alimento no presente estudo foi o mesmo nos diferentes tratamentos, inicialmente esteve em torno de 9% e no final diminuiu para 4%. Um resultado semelhante foi observado com o robalo europeu em diferentes densidades de estocagem (Hatzathanasiou *et al.*, 2002). Por outro lado, o índice de conversão alimentar aparente do robalo-peva foi de 0,88. Com o robalo europeu criado até os seis meses de idade, Papoutsoglou *et al.* (1998) obtiveram um índice superior a 3%.

5. Conclusão

A sobrevivência de juvenis do robalo-peva é influenciada pela densidade de estocagem e pela variação inicial de tamanho. O canibalismo é a principal causa de mortalidade nesta fase, e está diretamente relacionado com o aumento da densidade acima de 3 peixes/L. A separação dos peixes por tamanho é útil no controle do canibalismo. Entretanto, o grupo heterogêneo apresentou maior crescimento, provavelmente em decorrência da maior predação de coespecíficos neste lote.

6. Bibliografia

- Aminot, A., Chaussepied, M., 1983. Manuel des analyses chimiques em milieu marin. Centre Nacional pour l' Explotation des Océans (CNEXO), 395 pp.
- Baras, E., 1999. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions: I. Cannibalistic behaviour, prey selection and prey size selectivity. J. Fish Biol. 54, 82-105.
- Baras, E., Ndao, M., Maxi, M.Y.J., Jeandrain, D., Thome, J.P., Vandewalle, P., Méllard, C., 2000. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions: I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity. J. Fish Biol. 57, 1001-1020.
- Baras, E., Tissier, F., Philippart, J.-C., Méllard, C., 1999. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions: II. Effect of body weight and environmental variables on the periodicity and intensity of type II cannibalism. J. Fish Biol. 54, 106-118.
- Barlow, C.G., Rodgers, L.J., Palmer, P.J., Longhurst, C.J., 1993. Feeding habits of hatchery-reared barramundi *Lates calcarifer* (Bloch) fry. Aquaculture 109, 131-144.
- Brandini, F.P., Silva, A.S., Proença, L.A.O., 2000. Oceanografia e maricultura. In: Valenti (Ed.), Aquicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável. CNPq, Brasília, 107-142.
- Canarin, M., Cerqueira, V.R., Sayão, A.C., 2002. Efeito de diferentes doses de LHRHa através de implante, sobre a desova induzida do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. In: Associação Brasileira de Aquicultura; Urbinati, E.C., Cyrino, E.P. (Eds.), SIMBRAQ XII. Anais ... XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 24-29 junho 2002, Goiânia, Brasil, 56-56.

- Cerqueira, V.R., 2001. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuição a Ictiologia. In: Chaves, P.T., Vendel, A.L. (Eds.), Reunião Técnica sobre Ictiologia em Estuários, Curitiba, 51-58.
- Cerqueira, V.R., 2002. Cultivo do robalo: aspectos da reprodução, larvicultura e engorda. V.R. Cerqueira (Ed.), Florianópolis, 94 pp.
- Cerqueira, V.R., Menezes, L.F., 2002. Recent advances in the larviculture of fat snook *Centropomus parallelus* Poey, 1860. In: WORLD AQUACULTURE 2000, Pequim. Book of Abstracts. Baton Rouge, LA – USA: World Aquaculture Society, 2002, 1, 220-220.
- Coves, D., Dewavrin, G., Breuil, G., Davauchele, N., 1991. Culture of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: J.P. McVey (Ed.), Handbook of Mariculture – Finfish aquaculture. CRC Press, Florida, 2, 3-3.
- Dou, S., Seikai, T., Tsukamoto, K., 2000. Cannibalism in Japanese flounder juveniles, *Paralichthys olivaceus*, reared under controlled conditions. *Aquaculture* 182, 149-159.
- Dowd, C.E., Clarke, M.E., 1988. An experimental investigation of cannibalism in hatchery-reared redfish (*Scianops ocellatus*) and snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles. In: International Council for the eXplotation of the Sea. The Early Life Hist. Symposium. Collected Abstracts of the Third ICES Symposium, 3-5 October, 1988, Bergen, Norway, 486-486.
- Folkvord, A., 1991. Growth, survival and cannibalism of cod juveniles (*Gadus morhua*): effects of feed type, starvation and fish size. *Aquaculture* 97, 41-59.
- Folkvord, A., Ottera, H., 1993. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Aquaculture* 114, 243-260.

- Frances, J., Nowak, B.F., Allan, G.L., 2000. Effects of ammonia on juvenile silver perch (*Bidyanus bidyanus*). *Aquaculture* 183, 95-103.
- Francis JR., A.W., Bengtson, D.A., 1999. Partitioning of fish and diet selection as methods for the reduction of cannibalism in *Paralichthys dentatus* larviculture. *J. World Aquacult. Soc.* 30 (3), 303-310.
- Goldan, O., Popper, D., Karplus, I., 1997. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*). I: Particle size and frequency of feeding dry and live food. *Aquaculture* 152, 181-190.
- Hatziathanasiou, A., Paspatis, M., Houbart, M., Kestemont, P., Stefanakis, S., Kentori, M., 2002. Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities. *Aquaculture* 205, 89-102.
- Hecht, T., Pienaar, A.G., 1993. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. *J. World Aquacult. Soc.* 24 (2), 246-261.
- Katavic, I., Jug-Dujakovic, J., Glamuzina, B., 1989. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture* 77, 135-143.
- Liao, I.C., Su, H.M., Chang, E.Y., 2001. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. *Aquaculture* 200, 1-31.
- Menezes, L.F., Cerqueira, V.R., 2002. Desenvolvimento larval do robalo-peva *Centropomus parallelus*, Poey 1860 com ênfase na determinação do tempo e tamanho para a metamorfose até juvenil. In: Associação Brasileira de Aquicultura ; Urbinati, E.C., Cyrino, E.P. (Eds.), SIMBRAQ XII. Anais... XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 24-29 junho 2002, Goiânia, Brasil, 397-397.

- Miranda Filho, K.C., Wasielesky Jr., W., Maçada, A.P., 1995. Efeito da amônia e nitrito no crescimento da tainha *Mugil platanus* (Pisces, Mugilidae). Rev. Brasil. Biol. 55, supl.1, 45-50.
- Papoutsoglou, S.E., Tziha, G., Vrettos, X., Athanasiou, A., 1998. Effects of stocking density on behaviour and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. Aquacultural Eng. 18, 135-144.
- Parazo, M.M.; Avila, E.M., Reyes, D.M.JR., 1991. Size and weight dependent cannibalism in hatchery bred sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). J. Appl. Ichthyol. 7 (1), 1-7.
- Qin, J., Fast, A.W., 1996. Size and feed dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. Aquaculture 144, 313-320.
- Ruyet, J.P-L., Galland, R., Roux, A.L., Chartois, H., 1997. Chronic ammonia toxicity in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture 154, 155-171.
- Sakakura, Y., Tsukamoto, K., 1996. Onset and development of cannibalistic behaviour in early life stages of yellowtail. J. Fish Biol. 48, 16-29.
- Sakakura, Y., Tsukamoto, K., 1998. Effects of density, starvation and size difference on aggressive behaviour in juvenile yellowtails (*Seriola quinqueradiata*). J. Appl. Ichthyol. 14, 9-13.
- Smith, K.M., Brown, J.A., 2001. Effects of size variation and prey density on cannibalism in juvenile atlantic cod (*Gardus morhua*). In: Hendry, C.I., Van Stappen, G., Wille, M., Sorgeloos, P. (Eds), Larvi'01. Fish and Shellfish Larviculture Symposium. Osstende, Belgium, EAS Spec. Publ. n.30, 571-573.
- Sogard, S.M., Olla, B.L., 2000. Effects of group membership and size distribution within a group on growth rates of juvenile sablefish *Anoplopoma fimbria*. Env. Biol. Fish. 59, 199-209.

Sokal, R.R., Rohlf, F.J., 1998. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. W.H.Freeman and Company, New York, 3 ed., 887pp.

Suteemechaikul, N., Petchrid, S., 1987. Effect of stocking density on survival of sea bass (*Lates calcarifer*) larvae. Management of wild and culture sea bass barramundi *Lates calcarifer*. Proceedings.. Darwin, N.T. (Ed.) International Workshop. Australian Cent. For Int. Agricultural Research, Canberra, n. 20, 142-143.

Tucker Jr., J.W., 1987. Snook and Snook Culture an Preliminary Evaluation for Commercial Farming. Prog. Fish-Cult. 49, 49-57

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A separação por tamanho ou a eliminação de canibais óbvios é recomendada no período após o desmame, em intervalos inferiores a um mês
- A maior densidade recomendada com segurança para as condições testadas é a de 3 peixes/L.
- A densidade de 6 peixes/L também pode ser utilizada, mas apenas com animais selecionados por tamanho. Além disso, recomenda-se uma maior renovação de água no sistema de cultivo, uma alimentação mais freqüente e provavelmente um aumento do fotoperíodo.
- É necessária a realização de mais pesquisas sobre o canibalismo, entre elas o efeito do jejum e fotoperíodo, e também a definição do momento em que o canibalismo se inicia e até quando persiste, em termos de desenvolvimento ontogenético da espécie.
- Métodos eficientes de classificação e separação de juvenis de peixes marinhos por tamanho devem ser desenvolvidos, para viabilizar sua utilização em larga escala.

ANEXO

I Tabelas com os dados referentes aos tratamentos submetidos à análise estatística

Tabela. Desempenho de juvenis de robalo-peva, submetidos à duas variações de tamanho e três densidades de estocagem (média \pm dp; dados não transformados).

Parâmetros	Hom-1.5	Hom-3.0	Hom-6.0	Het-1.5	Het-3.0	Het-6.0
CT (mm)	40,98 \pm 0,87	40,64 \pm 0,93	41,14 \pm 1,11	45,33 \pm 0,36	45,54 \pm 1,20	46,02 \pm 0,61
cv (%)	11,79 \pm 0,19	11,57 \pm 0,40	12,64 \pm 0,26	13,17 \pm 0,36	13,62 \pm 0,68	13,47 \pm 1,07
Peso (g)	0,725 \pm 0,056	0,714 \pm 0,042	0,669 \pm 0,058	0,915 \pm 0,009	0,974 \pm 0,207	0,992 \pm 0,059
TCE (%)	6,87 \pm 0,27	6,83 \pm 0,20	6,60 \pm 0,29	7,41 \pm 0,03	7,57 \pm 0,68	7,68 \pm 0,20
Biomassa final (g)	85,33 \pm 7,05	163,55 \pm 9,21	299,46 \pm 27,25	95,13 \pm 5,63	198,45 \pm 30,90	351,26 \pm 6,75
Sobrevivência (%)	98,06 \pm 0,96	95,42 \pm 1,50	93,34 \pm 3,61	86,67 \pm 5,84	85,56 \pm 4,45	73,89 \pm 3,07
Mortalidade natural (%)	0,56 \pm 0,96	0,97 \pm 0,48	2,22 \pm 1,70	2,22 \pm 2,10	4,44 \pm 3,13	3,75 \pm 0,95
Taxa de canibalismo (%)	1,39 \pm 0,96	3,61 \pm 1,20	4,45 \pm 1,97	11,11 \pm 5,36	9,00 \pm 3,98	22,36 \pm 3,93

* CT = comprimento total; cv = coeficiente de variação do comprimento; TCE = taxa de crescimento específico.

Tabela. Desempenho de juvenis de robalo-peva, submetidos a duas variações de tamanho e três densidades de estocagem (média \pm dp; dados transformados).

Parâmetros	Hom-1.5	HOM-3.0	Hom-6.0	Het-1.5	Het-3.0	Het-6.0
cv (%)	0,350 \pm 0,003	0,347 \pm 0,006	0,363 \pm 0,004	0,371 \pm 0,005	0,378 \pm 0,010	0,376 \pm 0,016
TCE (%)	0,265 \pm 0,005	0,264 \pm 0,004	0,260 \pm 0,006	0,276 \pm 0,001	0,279 \pm 0,013	0,28 \pm 0,004
Biomassa final (g)	1,94 \pm 0,04	2,22 \pm 0,02	2,48 \pm 0,04	1,98 \pm 0,03	2,30 \pm 0,06	2,55 \pm 0,01
Sobrevivência (%)	1,435 \pm 0,039	1,357 \pm 0,035	1,315 \pm 0,069	1,203 \pm 0,088	1,183 \pm 0,062	1,035 \pm 0,035
Mortalidade natural (%)	0,043 \pm 0,075	0,096 \pm 0,027	0,143 \pm 0,055	0,121 \pm 0,108	0,202 \pm 0,084	0,194 \pm 0,025
Taxa de canibalismo (%)	0,114 \pm 0,039	0,190 \pm 0,031	0,209 \pm 0,045	0,332 \pm 0,093	0,299 \pm 0,075	0,492 \pm 0,047

* CT = comprimento total; cv = coeficiente de variação do comprimento; TCE = taxa de crescimento específico.

* Biomassa – transformação logarítmica; demais parâmetros – transformação do arco-seno (Sokal e Rohlf, 1998)

II Resultados das análises de amônia

Tabela. Concentração de amônia total (mg/L) em três densidades de estocagem de juvenis de robalo-peva durante o período de 30 dias (média \pm dp)

Dias após o início do experimento	Densidade (peixe/L)		
	1,5	3,0	6,0
Início	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
6º dia	0,00 \pm 0,00	0,04 \pm 0,06	0,12 \pm 0,00
12º dia	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,12 \pm 0,00
18º dia	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,10 \pm 0,05
24º dia	0,00 \pm 0,00	0,23 \pm 0,05	0,87 \pm 0,00
30º dia	0,00 \pm 0,00	0,46 \pm 0,32	1,50 \pm 0,00

III Tabelas de Análise de Variância Bifatorial

ANOVA - Comprimento Total (mm)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	100,017	100,017	125,279	<0,001
Densidade	2	0,850	0,425	0,532	0,601
Var. tamanho x Densidade	2	0,289	0,144	0,181	0,837
Resíduo	12	9,580	0,798		
Total	17	110,736	6,514		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Coeficiente de Variação do Comprimento (transformação do arcoseno)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,00203	0,00203	27,606	<0,001
Densidade	2	0,000255	0,000127	1,730	0,219
Var. tamanho x Densidade	2	0,000259	0,000129	1,757	0,214
Resíduo	12	0,000884	0,0000736		
Total	17	0,00343	0,000202		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Taxa de crescimento específico (transformação do arcoseno)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,00106	0,00106	25,426	<0,001
Densidade	2	0,00000633	0,00000317	0,0761	0,927
Var. tamanho x Densidade	2	0,0000823	0,0000412	0,989	0,400
Resíduo	12	0,000499	0,0000416		
Total	17	0,00165	0,0000968		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Peso (g)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,299	0,299	32,684	<0,001
Densidade	2	0,00174	0,000870	0,0952	0,910
Var. tamanho x Densidade	2	0,0133	0,00667	0,730	0,502
Resíduo	12	0,110	0,00913		
Total	17	0,423	0,0249		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Biomassa (transformação logarítmica)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,0214	0,0214	15,626	0,002
Densidade	2	0,914	0,457	334,565	<0,001
Var. tamanho x Densidade	2	0,000678	0,000339	0,248	0,784
Resíduo	12	0,0164	0,00137		
Total	17	0,953	0,0561		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Sobrevivência (transformação do arcoseno)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,235	0,235	69,372	<0,001
Densidade	2	0,0641	0,0320	9,463	0,003
Var. tamanho x Densidade	2	0,00856	0,00428	1,265	0,317
Resíduo	12	0,0406	0,00339		
Total	17	0,348	0,0205		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Mortalidade natural (transformação do arcoseno)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,0275	0,0275	5,762	0,033
Densidade	2	0,0244	0,0122	2,553	0,119
Var. tamanho x Densidade	2	0,00221	0,00111	0,232	0,797
Resíduo	12	0,0573	0,00478		
Total	17	0,111	0,00656		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

ANOVA – Taxa de canibalismo (transformação do arcoseno)

Fonte de variação	GL	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Varição de tamanho	1	0,187	0,187	52,963	<0,001
Densidade	2	0,0559	0,0280	7,932	0,006
Var. tamanho x Densidade	2	0,0231	0,0115	3,272	0,073
Resíduo	12	0,0423	0,00352		
Total	17	0,308	0,0181		

* F 0,05(1)1,12 = 4,75; F 0,05(1)2,12 = 3,89

BIBLIOGRAFIA DA INTRODUÇÃO

- ALVAREZ-LAJONCHERE, L.; CERQUEIRA, V.R.; SILVA, I.D.; ARAUJO, J.; REIS, M. Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. **J. World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 33, n. 4, p. 506-516. 2002
- BARAS, E. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions: I. Cannibalistic behaviour, prey selection and prey size selectivity. **Journal of Fish Biology**, v. 54, p. 82-105. 1999.
- BARAS, E.; NDAO, M.; MAXI, M.Y.J.; JEANDRAIN, D.; THOMÉ, J.P.; VANDEWALLE, P.; MÉLLARD, C. Sibling cannibalism in dorada under experimental conditions: I. Ontogeny, dynamics, bioenergetics of cannibalism and prey size selectivity. **Journal of Fish Biology**, v. 57, p. 1001-1020. 2000.
- BARAS, E.; TISSIER, F.; PHILIPPART, J.-C.; MÉLLARD, C. Sibling cannibalism among juvenile vundu under controlled conditions: II. Effect of body weight and environmental variables on the periodicity and intensity of type II cannibalism. **Journal of Fish Biology**., v. 54, p. 106-118. 1999.
- BARLOW, C.G.; RODGERS, L.J.; PALMER, P.J.; LONGHURST, C.J. Feeding habits of hatchery-reared barramundi *Lates calcarifer* (Bloch) fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 109, p. 131-144. 1993.
- BORBA, M.R. **Efeito da idade e da utilização de compostos sintéticos como atrativos na adaptação da larva do robalo (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) ao alimento formulado**. 1997. 57 p.. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BRANDINI, F.P.; SILVA, A.S.; PROENÇA, L.A.O. Oceanografia e maricultura. In: Valenti (Ed.). **Aquicultura no Brasil: Bases para um desenvolvimento sustentável**. CNPq, Brasília, 2000. p. 107-142.

- CERQUEIRA, V.R. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuição a Ictiologia. In: Chaves, P.T., Vendel, A.L. (Eds.). Reunião Técnica sobre Ictiologia em Estuários, 2001. **Proceedings...** Curitiba, 2001. p. 51-58.
- CERQUEIRA, Vinícius Ronzani. **Cultivo do robalo**: aspectos da reprodução, larvicultura e engorda. Florianópolis: V.R. Cerqueira (Ed.), 2002. 94 p.
- CERQUEIRA, V.R.; MACCHIAVELLO, J.A.G.; BRUGGER, A.M. Produção de alevinos de robalo, *Centropomus parallelus* Poey, 1860, através de larvicultura intensiva em laboratório. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 7, Peruíbe, 1992. **Anais...** Peruíbe: Associação Brasileira de aquicultura - ABRAQ, 1995, p. 191-197.
- COVES, D.; DEWAVRIN, G.; BREUIL, G.; DAVAUCHELE, N. Culture of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: J.P. McVey (Ed.). **Handbook of Mariculture**: Finfish aquaculture. CRC Press, Florida, 1991. v. 2, p. 3.
- DOU, S.; SEIKAI, T.; TSUKAMOTO, K. Cannibalism in Japanese flounder juveniles, *Paralichthys olivaceus*, reared under controlled conditions. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 182, p. 149-159. 2000.
- DOWD, C.E.; CLARKE, M.E. An experimental investigation of cannibalism in hatchery-reared redfish (*Scianops ocellatus*) and snook (*Centropomus undecimalis*) juveniles. In: The Early Life Hist. of Fish, Collected Abstracts of the Third ICES Symposium, 3-5 October, 1988, Bergen. **Anais...** Bergen: 1988. p. 486-486.
- FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. **Fish Stat Plus**: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. 2000
- FOLKVORD, A.; OTTERA, H. Effects of initial size distribution, day length, and feeding frequency on growth, survival, and cannibalism in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 114, p. 243-260.1993.

- FRANCIS JR., A.W.; BENGTON, D.A. Partitioning of fish and diet selection as methods for the reduction of cannibalism in *Paralichthys dentatus* larviculture. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 30, n. 3, p. 303-310. 1999.
- HATZIATHANASIOU, A.; PASPATIS, M.; HOUBART, M.; KESTEMONT, P.; STEFANAKIS, S.; KENTORI, M. Survival, growth and feeding in early life stages of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) intensively cultured under different stocking densities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 205, p. 89-102. 2002.
- HECHT, T.; PIENAAR, A.G. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 24, n. 2, p. 246-261. 1993.
- KATAVIC, I.; JUG-DUJAKOVIC, J.; GLAMUZINA, B. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 77, p. 135-143. 1989.
- LIAO, I.C.; SU, H.M.; CHANG, E.Y. Techniques in finfish larviculture in Taiwan. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, p. 1-31. 2001.
- MENEZES, L.F.; CERQUEIRA, V.R. Desenvolvimento larval do robalo-peva *Centropomus parallelus*, Poey 1860 com ênfase na determinação do tempo e tamanho para a metamorfose até juvenil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12, 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Urbinati, E.C., Cyrino, E.P. (Eds.), 2002. p. 397-397.
- PAPOUTSOGLOU, S.E.; TZIHA, G.; VRETTOS, X.; ATHANASIOU, A. Effects of stocking density on behaviour and growth rate of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a closed circulated system. **Aquacultural Engineering**, v. 18, p. 135-144. 1998.

- PARAZO, M.M.; AVILA, E.M.; REYES, D.M.JR. Size and weight dependent cannibalism in hatchery bred sea bass (*Lates calcarifer* Bloch). **Journal of Applied Ichthyology**, Berlim, v. 7, n. 1, p. 1-7. 1991.
- QIN, J.; FAST, A.W. Size and feed dependent cannibalism with juvenile snakehead *Channa striatus*. **Aquaculture**, Amsterdan, v. 144, p. 313-320. 1996.
- SAKAKURA, Y.; TSUKAMOTO, K. Onset and development of cannibalistic behaviour in early life stages of yellowtail. **Journal of Fish Biology**, v. 48, p. 16-29. 1996
- SAKAKURA, Y.; TSUKAMOTO, K. Effects of density, starvation and size difference on aggressive behaviour in juvenile yellowtails (*Seriola quinqueradiata*). **Journal of Applied Ichthyology**, Berlim, v.14, p. 9-13. 1998.
- SMITH, K.M.; BROWN, J.A. Effects of size variation and prey density on cannibalism in juvenile atlantic cod (*Gardus morhua*). In: Larvi'01. FISH AND SHELLFISH LARVICULTURE SYMPOSIUM, 1, Osstende (Belgium), 2001. **Anais...** Osstende: Hendry, C.I., Van Stappen, G., Wille, M., Sorgeloos, P. (Eds), EAS Spec. Publ. n.30, 2001. p. 571-573.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. 3. ed. New York: W.H.Freeman and Company, 1998. 887p.
- SOUZA FILHO, J.J. **Influência da densidade de estocagem no cultivo de juvenis o robalo *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792 (PISCES: CENTROPMIDAE) em condições controladas**. 2000. 67 p.. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- SUTEEMECHAİKUL, N.; PETCHRID, S. Effect of stocking density on survival of sea bass (*Lates calcarifer*) larvae. Management of wild and culture sea bass barramundi *Lates calcarifer*. In: International Workshop. Australian Cent. For Int. Agricultural Research, 1987, Canberra. **Proceedings..** Canberra: Darwin N.T. (Ed.), n. 20, 1987. p. 142-143.

TEMPLE, S. **The effects of prey availability on the behavior, growth and survival of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*) and fat snook (*Centropomus parallelus*)**. 2001. 130 p.. Dissertação (Aquaculture Program) - Memorial University of Newfoundland, Newfoundland.

TUCKER JR., J.W. Snook and Snook Culture an Preliminary Evaluation for Commercial Farming. **Prog. Fish-Cult.**, v. 49, p. 49-57. 1987.