

## INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CULTIVO SOBRE CRESCIMENTO E DIFERENCIAÇÃO SEXUAL DE ROBALO-PEVA, *Centropomus parallelus* POEY, 1860

Eduardo de Medeiros FERRAZ<sup>1</sup>; Gledson Carlos Sobreira CARVALHO<sup>2</sup>; Ana Lúcia Carneiro SCHAEFER<sup>3</sup>; Massuka Yamane NARAHARA<sup>1</sup>; Vinicius Ronzani CERQUEIRA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, Instituto de Pesca,

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

<sup>3</sup>Núcleo de Estudo em Patologia Aquícola, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

<sup>4</sup>Laboratório de Piscicultura Marinha, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

\*email: emferraz@pesca.sp.gov.br

Recebido em: 4 de novembro de 2010

**Resumo** - O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da temperatura sobre o crescimento e diferenciação sexual do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. Um total de 540 peixes com 58 dias após a fertilização (DAF), peso médio  $0,042 \pm 0,018$  g e comprimento médio  $16,3 \pm 2,7$  mm foi distribuído em nove tanques de 80 litros. As temperaturas (tratamentos): 20 (T1), 25 (T2) e 30 °C (T3) foram mantidas por trinta dias. Após este período, a temperatura da água de todos os tanques foi ajustada em 26 °C por dois meses. Mensalmente foram realizadas biometrias para verificação de peso (g), comprimento (mm), fator de condição e taxa de crescimento específico (TCE). No final, os animais foram sacrificados e fixados para histologia das gônadas. Na primeira etapa do experimento, os animais mantidos às temperaturas 25 e 30 °C apresentaram comprimento, peso e TCE superiores ( $P < 0,05$ ) em relação aos mantidos a 20 °C. Somente no final do experimento, os peixes do tratamento T3 apresentaram peso superior ( $P < 0,05$ ) aos do T2 e os animais do T1 continuaram com desempenho inferior ( $P < 0,05$ ) aos demais tratamentos em relação a peso e comprimento. Nas condições examinadas, a temperatura de 30 °C é indicada para o cultivo de juvenis de robalo-peva, por esta favorecer o seu crescimento. Sobre o efeito da temperatura na diferenciação sexual, sugere-se que a mesma pode não ter papel fundamental para espécie, pelo menos em relação à fase examinada no presente estudo.

Palavras-chave: piscicultura marinha; larvicultura; dias após a fertilização (DAF); fator de condição; taxa de crescimento específico (TCE)

### INFLUENCE OF REARING TEMPERATURE ON GROWTH AND SEX DIFFERENTIATION OF FAT SNOOK, *Centropomus parallelus* POEY, 1860

**Abstract** - This study aimed to evaluate the influence of temperature on growth and sex differentiation of fat snook *Centropomus parallelus*. Total of 540 fish at 58 days post fertilization (DPF), average weight  $0.042 \pm 0.018$  g and average length  $16.3 \pm 2.7$  mm were distributed in nine 80 liters tanks. Temperatures (treatments) 20 (T1), 25 (T2) and 30 °C (T3) were kept for thirty days. After that, water temperature of all tanks was adjusted to 26 °C for more two months. Fish were monthly measured and weighted for determination of weight (g), length (mm), condition factor and specific growth rate (SGR). In the end, the animals were sacrificed and fixed for histology of the gonads. In the first stage of the experiment, animals kept at 25 and 30 °C presented higher ( $P < 0.05$ ) length, weight, and SGR in relation to those maintained at 20 °C. Only at the end of the experiment, treatment T3 was better ( $P < 0.05$ ) compared to T2 for weight, the animals in treatment T1 remained lower ( $P < 0.05$ ) than other treatments for length and weight. Under the conditions examined, the temperature of 30 °C is indicated for fat snook culture, for this to improve their growth. About the effect of temperature on sexual differentiation, it is suggested that it might not have key role in species, at least in relation to stage examined in this study.

Keywords: marine pisciculture; hatchery; days post fertilization (DPF); condition factor; specific growth rate (SGR)

Trabalho realizado com financiamento CNPq

## INTRODUÇÃO

A melhoria da produção aquícola depende, muitas vezes, do desenvolvimento de pequenas mudanças tecnológicas capazes de aumentar a rentabilidade do cultivo. O ganho de peso de uma determinada espécie, por exemplo, pode ser aumentado com o emprego de rações mais apropriadas, porém isto depende de condições favoráveis, como temperaturas adequadas de manutenção do organismo em cultivo. Segundo Jian, Cheng & Chen (2003), a temperatura da água é considerada uma das variáveis ambientais mais importante, por afetar diretamente o metabolismo e consequentemente, o consumo de oxigênio, o crescimento e a sobrevivência dos organismos. Baldisseroto (2002) sugere que a preferência ou tolerância de uma espécie a variações de temperatura pode ser verificada na prática pela exposição direta do organismo a diferentes gradientes. Imstrand, Sunde, Folkvord & Stefansson (1996) verificaram que juvenis de linguado, *Scophthalmus maximus*, com 25 a 75 g de peso, encontram nas temperaturas de 16 a 19 °C seu ótimo para crescimento, enquanto que, para aqueles com 100 g ou mais, está na faixa de 13 a 16 °C, demonstrando a importância de se conhecer as faixas de temperatura ideais para a espécie a ser cultivada.

Candidato potencial para piscicultura marinha no Brasil, o robalo-peva *Centropomus parallelus*, habita ambientes tipicamente tropical e subtropical, distribuindo-se pela costa oriental americana, desde o sul da Flórida (EUA), até Florianópolis, sul do Brasil (Fraser, 1978; Rivas, 1986). O robalo-peva é um peixe bastante popular, principalmente na costa do Brasil, pelo alto valor de mercado e qualidade refinada da carne (Cerqueira, 2002). No Brasil, principalmente em Santa Catarina, desde o início da década de 1990 estão sendo desenvolvidos trabalhos sobre cultivo da espécie, sendo verificados resultados promissores para reprodução em cativeiro, larvicultura e engorda (Cerqueira, 2002; Alvarez-Lajonchère & Tsuzuki, 2008; Cerqueira & Tsuzuki, 2009, Cerqueira, 2009). No entanto, outras informações sobre o crescimento da espécie devem ser investigadas para consolidação do cultivo, mitigando esforços para sua produção.

Atualmente, vários trabalhos (Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer, 1998; Pavlidis et al., 2000; Koumoundouros et al., 2002; Saillant et al., 2002; Mylonas et al., 2005) relacionados ao robalo europeu, *Dicentrarchus labrax*, mostram a temperatura como importante fator na diferenciação sexual. Blázquez, Navarro-Martín & Piferrer (2009) comentam que nos vertebrados gonocóricos a determinação do sexo ocorre através de dois principais mecanismos: determinação sexual do tipo genotípica, definida a partir da informação genética, e determinação sexual dependente da temperatura (DST). A idéia de alterar a proporção sexual no robalo europeu, *D. labrax*, deve-se ao fato de que, no cultivo intensivo, a

produção de machos é maior que a de fêmeas e grande parte dos exemplares desenvolve-se sexualmente muito cedo, resultando em peso corpóreo 18-40% menor (Carrillo et al., 1995; Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer, 1998). Desta forma, populações 100% fêmea são as mais desejadas. No caso do robalo-flecha, *Centropomus undecimalis*, a primeira maturação ocorre primeiro nos machos (Taylor, Grier & Whittington, 1998). Além disso, a espécie é protândrica, isto é, os peixes se desenvolvem primeiro como machos, e posteriormente, dependendo da idade e tamanho dos exemplares, podem se transformar em fêmea (Taylor, Whittington, Grier & Crabtree, 2000).

Desta maneira, o presente trabalho teve por objetivo verificar a influência de diferentes temperaturas no crescimento de juvenis robalo-peva, *C. parallelus*, assim como verificar se diferentes temperaturas de cultivo podem influir na diferenciação sexual.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ORIGEM DOS ANIMAIS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis, durante o período de março a junho de 2008.

Alevinos de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, com 58 dias após a fertilização (DAF), obtidos através de reprodução induzida, foram mantidos em tanques de larvicultura com capacidade de 10.000 L, seguindo o protocolo descrito por Alvarez-Lajonchère, Cerqueira, Silva, Araújo & Reis (2002).

### DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Um total de 540 peixes (comprimento total médio =  $16,3 \pm 2,7$  mm e peso total médio =  $0,042 \pm 0,018$  g) foi distribuído aleatoriamente em nove tanques de plástico com 80 litros, em uma densidade de 0,75 peixe por litro, sendo os peixes mantidos nas mesmas condições de larvicultura (Alvarez-Lajonchère, Cerqueira, Silva, Araújo & Reis, 2002), por um período de sete dias. Outros 50 animais do mesmo lote (58 DAF), após seditação em solução de benzocaína ( $400 \text{ mg L}^{-1}$ ), foram utilizados para biometria inicial, determinando-se o peso total individual, com aproximação até 0,01 g, e comprimento total em milímetro (mm). Após a biometria, os peixes foram fixados em solução de Davidson marinho sem ácido acético e 24 h depois transferidos para álcool 70% para posterior análise histológica.

Na primeira etapa, com duração de 30 dias, o experimento constituiu-se de três tratamentos em triplicata. No tratamento 1 (T1) a temperatura da água do mar foi 20 °C, no 2 (T2), 25 °C e, no 3 (T3), 30 °C. A manutenção da temperatura da água em 20 °C exigiu ajuste da temperatura da sala com aparelho de ar condicionado (aproximadamente 20 °C). Para manter a temperatura da água constante

nos três tratamentos foram utilizados aquecedores de 200 W com termostatos eletrônicos imersos na água.

Na segunda etapa, com duração de 60 dias, a temperatura da água de todos os tratamentos foi ajustada em 26 °C, normalmente utilizada em trabalhos de larvicultura do LAPMAR. Para isso, a temperatura do ar da sala foi também ajustada em 26° C. O fotoperíodo ajustado para o experimento foi de 12 h luz : 12 h escuro, utilizando lâmpadas de mercúrio acionadas por “timer” digital.

Na primeira etapa, os animais foram alimentados com ração comercial contendo 57% de proteína (INVE), sendo ofertadas partículas de 0,3 e 0,6 mm. Os peixes foram alimentados até a saciedade três vezes ao dia, em intervalos de quatro horas. Na segunda etapa do trabalho, em função do tamanho dos animais e dos procedimentos adotados no LAPMAR para a produção comercial de juvenis do robalo-peva, os animais passaram a receber ração para peixes carnívoros (40% de proteína) com granulometria entre 1,0 a 1,5 mm.

Assim que os peixes demonstraram-se saciados, retiraram-se as sobras de ração e as fezes por sifonamento. Diariamente, foi feita a renovação completa do volume de água de cada tanque. A temperatura (°C) e o oxigênio dissolvido da água ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foram checados por um oxímetro digital (Alfakit) e a salinidade ( $\text{g L}^{-1}$ ), por um refratômetro.

Durante o período experimental, nos meses de abril e maio, 15 peixes de cada unidade experimental foram coletados aleatoriamente, anestesiados em benzocaína ( $40 \text{ mg L}^{-1}$ ), medidos, pesados e, em seguida, devolvidos aos seus respectivos tanques. Em junho, 150 dias após a fertilização, os animais dos três tratamentos foram sedados em benzocaína ( $400 \text{ mg L}^{-1}$ ) e sacrificados. Após a verificação do peso e do comprimento, a cabeça e o pedúnculo caudal dos peixes foram extraídos por um bisturi e a porção abdominal fixada em solução de Davidson marinho sem ácido acético. Após 24 h, a solução de Davidson foi substituída por álcool 70%.

#### PREPARAÇÃO HISTOLÓGICA

Para análise das estruturas gonadais sob microscopia óptica, o material preservado em álcool 70% foi submetido às técnicas de rotina de inclusão em parafina e corte em micrótomo. Os cortes de 5  $\mu\text{m}$  foram colocados em lâmina e corados com Hematoxilina de Harris e Eosina (HHE), montados com lamínula e a resina adesiva Erv-Mount e, então, observados sob microscópio óptico Olympus e fotografados.

## PARÂMETROS RELATIVOS ÀS BIOMETRIAS

Com os dados de peso e comprimento foram calculados:

- Taxa de crescimento específico (TCE):  $(\ln P_2 - \ln P_1) \times 100 / (t_2 - t_1)$ , onde P1 e P2 correspondem aos pesos dos peixes nos tempos t1 e t2, respectivamente, e (t2-t1), o número de dias entre pesagens.

- Fator de condição (K):  $(P/C^3) \times 100$ , onde P é o peso do corpo em grama e C, o comprimento total em centímetro.

- Taxa de sobrevivência: calculada utilizando-se os dados de frequência absoluta de indivíduos no início e final do experimento, na qual,  $S = (n_f/n_i) \times 100$ , onde n<sub>f</sub> é o número final de animais e n<sub>i</sub> o número inicial de animais.

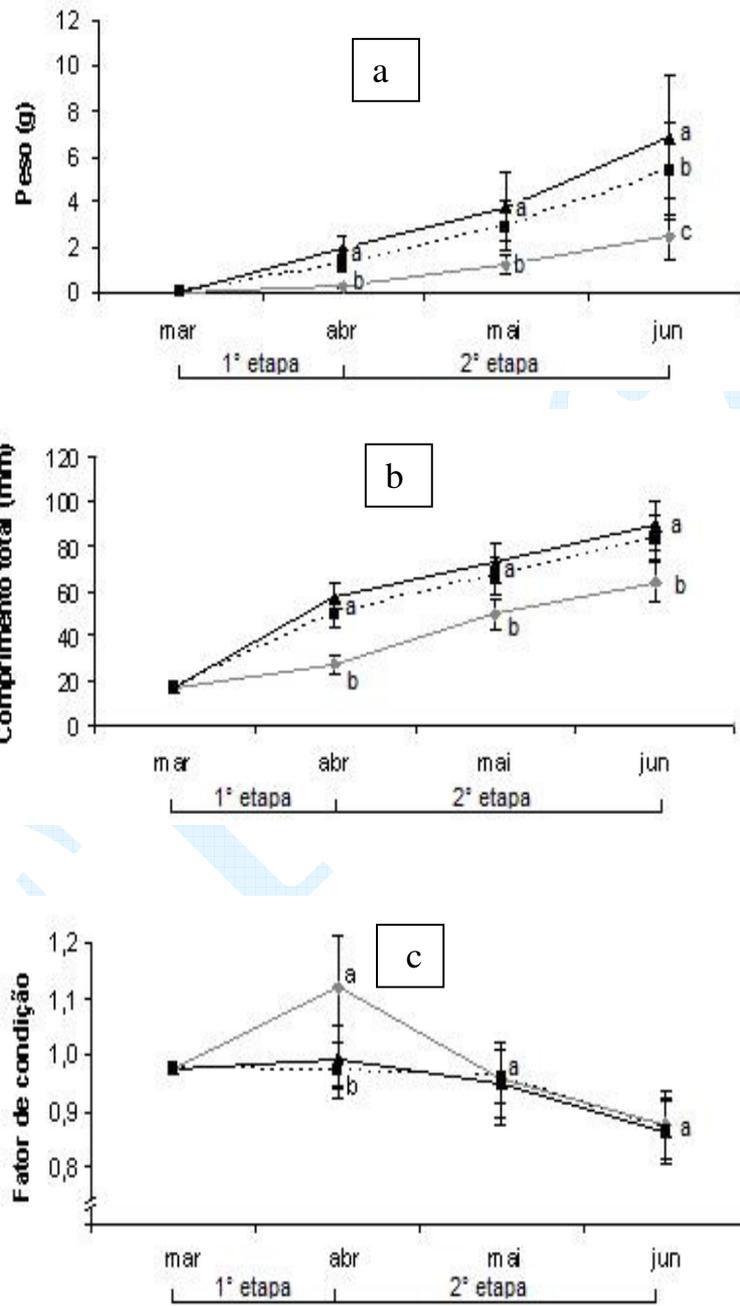
## ANÁLISE ESTATÍSTICA

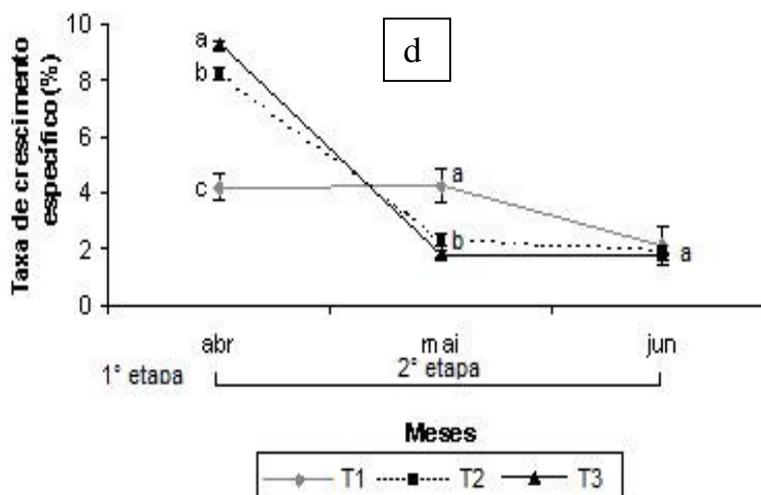
Os valores de comprimento médio (mm), peso médio (g), fator de condição e taxa de crescimento específico (%) foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) através de medidas repetidas. Os dados de TCE% foram transformados em valores de arco-seno antes de serem analisados. Diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%. As análises foram feitas com o aplicativo Statistica® 7.0 e os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.

## RESULTADOS

Os valores médios dos parâmetros de qualidade da água na primeira etapa do experimento foram: temperatura no tratamento 1 ( $20,1 \pm 0,6$  °C), no 2 ( $25,2 \pm 0,5$  °C) e no 3 ( $30,0 \pm 0,6$  °C), oxigênio dissolvido no tratamento 1 ( $6,9 \pm 1,1$  mg.L<sup>-1</sup>), no 2 ( $6,8 \pm 1,1$  mg.L<sup>-1</sup>) e no 3 ( $6,7 \pm 1,3$  mg.L<sup>-1</sup>) e salinidade variaram de 34-35 g.L<sup>-1</sup> para os três tratamentos. Na segunda etapa do experimento estes parâmetros tiveram valores médios para os três tratamentos da seguinte forma: temperatura  $25,8 \pm 0,5$  °C, oxigênio dissolvido  $6,3 \pm 1,7$  mg.L<sup>-1</sup> e salinidade variaram de 33-35 g.L<sup>-1</sup>

No final da primeira etapa do experimento, em abril, os valores médios de peso e comprimento total dos animais foram respectivamente  $0,24 \pm 0,09$  g e  $27,3 \pm 4,2$  mm (T1), sendo significativamente inferiores ( $P < 0,05$ ) aos de  $1,89 \pm 0,55$  g e  $57,0 \pm 5,7$  mm (T3), mas não em relação aos de  $1,22 \pm 0,37$  g e  $49,5 \pm 5,7$  mm (T2). No entanto, o valor médio do fator de condição dos exemplares de T1 ( $1,12 \pm 0,18$ ) foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação aos de T2 ( $0,97 \pm 0,05$ ) e de T3 ( $0,99 \pm 0,06$ ). Em relação aos valores médios de TCE, os indivíduos de T3 apresentaram valores superiores ( $P < 0,05$ ) ( $9,28 \pm 0,15$  %) aos de T2 ( $8,20 \pm 0,21$  %) e de T1 ( $4,21 \pm 0,46$  %) (Figura 1 a, b, c e d).





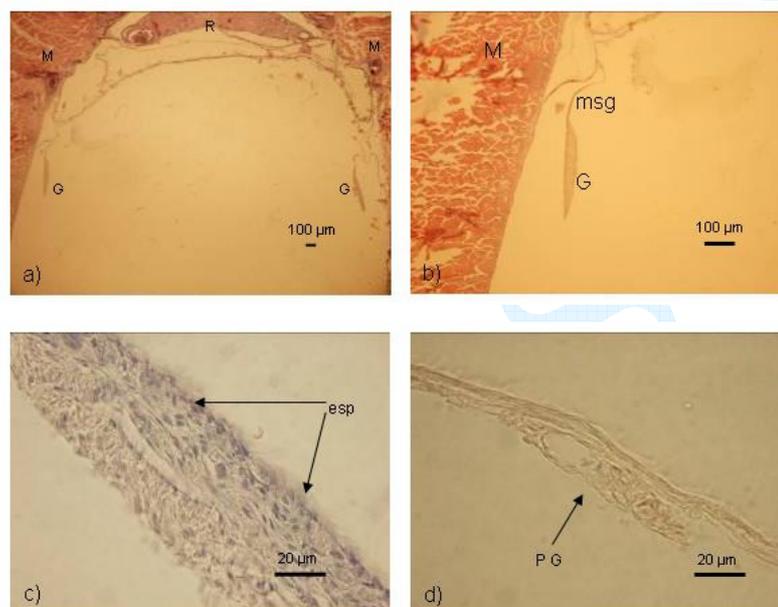
**Figura 1** - a) Peso (g), b) comprimento total (mm), c) fator de condição e d) TCE (%) de juvenis do robalo-peva, *Centropomus parallelus*, dos tratamentos T1, T2 e T3. Os dados são expressos como média  $\pm$  DP. Letras diferentes indicam diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, por mês.

No final da segunda etapa do experimento, observaram-se indivíduos de T3 mais pesados ( $6,87 \pm 2,69$  g), ( $P < 0,05$ ), em relação aos de T2 ( $5,38 \pm 2,10$  g) que, por sua vez, foram significativamente superiores ( $P < 0,05$ ) aos de T1 ( $2,41 \pm 1,00$  g). Quanto ao comprimento médio, apenas os exemplares de T1 ( $64,2 \pm 9,3$  mm) continuaram a ser significativamente menores ( $P < 0,05$ ) que os de T2 ( $82,9 \pm 10,6$  mm) e de T3 ( $89,1 \pm 11,2$  mm). No mês de junho, os valores médios do fator de condição foram iguais nos três tratamentos ( $P > 0,05$ ): T1 ( $0,87 \pm 0,06$ ), T2 ( $0,87 \pm 0,05$ ) e T3 ( $0,86 \pm 0,06$ ). No caso da TCE média, observou-se, no mês de maio, que os exemplares de T1 mostraram valor superior ( $P < 0,05$ ) aos de T2 e T3; no final do período não se registrou diferença significativa entre os três tratamentos ( $P > 0,05$ ) T1 ( $2,14 \pm 0,67$ ), T2 ( $1,84 \pm 0,04$ ) e T3 ( $1,83 \pm 0,25$ ) (Figura 1).

Em relação à taxa de sobrevivência, não foram verificadas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, tanto na primeira etapa do experimento 98% (T1), 97% (T2) e 98% (T3), quanto na segunda 76% (T1), 79% (T2) e 74% (T3).

A análise de cortes histológicos dos indivíduos sob microscopia óptica indicou que, no início do experimento (58 DAF) os mesmos não apresentavam estruturas semelhantes às de formação inicial de gônadas. Após 150 DAF verificou-se que as gônadas se localizavam na cavidade peritoneal, abaixo do rim e acima do tubo digestivo, fixadas pelo “mesogonium” à parede da cavidade (Figuras 2b). Na

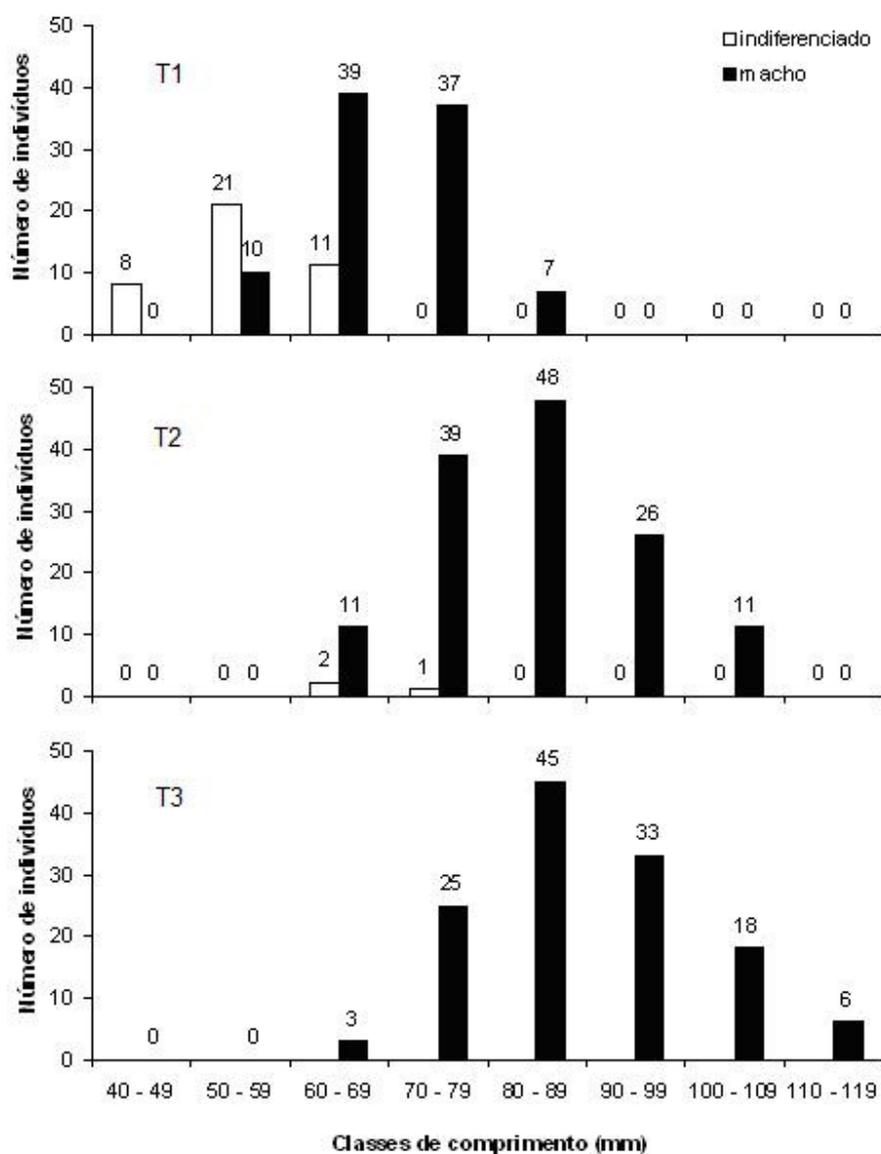
(Figura 2c) observou-se a presença de gônias em organização tecidual, permitindo sua classificação em espermatogônias, e de alguns conjuntos de espermatogônias na parte mais externa do testículo. Os animais menores, principalmente os de T1, apresentavam geralmente gônadas menores, sendo considerados de sexo indeterminado devido à dificuldade na identificação das estruturas presentes (Figura 2d).



**Figura 2** - Fotomicrografia de cortes histológicos de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, com 150 DAF

- Aspecto da cavidade peritoneal mostrando o par de gônadas (G), o rim (R) e a musculatura (M) na região mais periférica
- Detalhe da gônada (G) ligada através “mesogonium” (msg) à parede da cavidade peritoneal
- Detalhe de testículo com espermatogônias (esp) na região mais periférica
- Detalhe de gônada primordial (PG) indeterminada

Analisando a Figura 3 constata-se que em todos os tratamentos, a partir da classe de comprimento 60-69 mm, os indivíduos, em sua maioria, eram machos. Naqueles de T1, que apresentavam comprimentos menores, as gônadas eram indiferenciadas. Após exame dos cortes histológicos, os animais foram separados por classe de comprimento e tratamento, conforme apresentado na Figura 3 (150 DAF, ou seja, cinco meses de idade). Em termos percentuais, em T1 observaram-se 70% de machos e 30% de peixes indiferenciados, em T2, 98% de machos e 2% indiferenciados e em T3 100% de machos.



**Figura 3** - Número de juvenis de robalo-peva, *Centropomus parallelus*, com 150 DAF, por classe de comprimento e por tratamento. As colunas em branco representam indivíduos indiferenciados e as colunas em preto, os machos.

## DISCUSSÃO

Os principais objetivos do estudo foram verificar a influência de diferentes temperaturas da água sobre o crescimento e a diferenciação sexual do robalo-peva, *Centropomus parallelus*. No sul do Brasil, a temperatura no inverno é muito baixa e pode ser fator limitante à sobrevivência e crescimento de várias espécies de peixe. Em experimento realizado no Espírito Santo com juvenis do robalo-peva, Aoki, Helmer, Kill, Barroso & Vidal Junior (2002) verificaram que a tolerância térmica para a espécie

encontra-se por volta de 10,6 °C. No litoral de Santa Catarina, a temperatura da água atinge valores muito baixos durante todo o período de inverno e parte da primavera (15 a 20 °C), o que compromete o crescimento da espécie em viveiros estuarinos, e alternativas, estão sendo estudadas de maneira a propiciar sistemas de engorda em estufa para estas fases mais críticas do inverno (Barbosa, 2009). Na larvicultura, que ocorre no verão, as temperaturas utilizadas encontram-se ao redor dos 26 °C para *C. parallelus* (Alvarez-Lajonchère, Cerqueira, Silva, Araújo & Reis, 2002; Cerqueira, 2002; Alvarez-lajonchère & Tsuzuki, 2008).

Observou-se um baixo rendimento no crescimento em peso e comprimento dos peixes do tratamento 1 (T1) em relação aos peixes mantidos nas temperaturas mais elevadas, indicando a influência da baixa temperatura. Okamoto, Sampaio & Maçada (2006) observaram resultados similares para a tainha *Mugil platanus*. Este tipo de diferença ocasionada pela temperatura pode ocorrer em função da fase de vida do peixe, como foi observado para o linguado, *Scophthalmus maximus* (Burel et al., 1996; Imsland, Sunde, Folkvord & Stefansson, 1996; Imsland et al., 2001; Imsland, Björnsson, Gunnarsson, Foss & Stefansson, 2007). O ritmo alimentar lento no primeiro mês de vida, decorrente da baixa temperatura da água de cultivo, interfere significativamente no crescimento dos animais, podendo provocar atraso no surgimento de indivíduos de tamanho comercial. Além disso, López-Albors et al. (2008) sugerem que variações térmicas durante as fases do desenvolvimento larval e pós-larval podem determinar diferenças significativas na musculatura dos animais quando chegam ao tamanho comercial.

O fator de condição foi o único índice cujo valor foi maior para os animais do tratamento T1, no mês de abril, em comparação aos do T2 e T3, provavelmente pela inversão da relação peso e comprimento propiciado pela baixa temperatura. No final do experimento houve diminuição dos valores de fator de condição em todos os tratamentos. Isto pode ser observado também em relação a TCE. A razão desta mudança deve ser a troca do alimento, sendo nítida a influência da mudança de uma ração com 57% de proteína por outra com 40% de proteína, destinada a peixes carnívoros. Resultados semelhantes foram observados por Garcia (2001) e Souza (2009), que estudaram a influência de diferentes quantidades de proteínas na ração, sobre o crescimento de juvenis de robalo-peva.

No final do experimento, os valores de peso dos animais do tratamento T3 que foram mantidos na primeira etapa do experimento a uma temperatura de 30°C, maior que os dos tratamentos T1 (20°C) e T2 (25°C), foram significativamente maiores ( $P < 0,05$ ). Da mesma forma, em abril, no final da primeira etapa do experimento, os indivíduos do tratamento T3 apresentaram também valores de TCE significativamente maiores ( $P < 0,05$ ) em relação aos dos demais tratamentos. Estes resultados mostram a

importância da temperatura da água para animais nesta fase de crescimento, estando de acordo com Okamoto, Sampaio & Maçada (2006), que verificaram ser 30 °C a melhor temperatura para o desenvolvimento da tainha *Mugil platanus*.

As taxas de sobrevivência de robalo-peva, na primeira fase do presente experimento, são bastante similares às observadas em trabalho realizado com tainha por Okamoto, Sampaio & Maçada (2006). O manejo constante e a troca do alimento na segunda fase do experimento podem ter reduzido as taxas finais de sobrevivência, mas isto, não acarretou em diferenças significativas ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos.

Em relação à diferenciação sexual de robalo *C. parallelus*, a importância da temperatura é uma questão discutível. Segundo Devlin & Nagahama (2002), a determinação do sexo em peixes é um processo flexível, pois o destino das células somáticas e germinativas da gônada em formação pode ser determinado por fatores genéticos, ambientais, comportamentais e/ou fisiológicos. Strüssmann & Nakamura (2002) comentam que a temperatura interfere na esteroidogênese nas gônadas, através da modulação da expressão do gene aromatase. Eles consideram ainda que, além do aromatase, outros genes, enzimas e hormônios não esteróides das gônadas, como também os produzidos no cérebro e hipófise, possam ser afetados pela temperatura, mas que para muitas espécies a ação gênica é mais forte na determinação sexual.

A fase na qual o animal ainda não passou por processo de diferenciação sexual é conhecida como período lábil, pois o indivíduo se encontra suscetível à definição do sexo (Blázquez, Felip, Zanuy, Carillo, & Piferrer, 2001; Piferrer, 2001). O conhecimento deste período é de grande importância na definição de tratamentos baseados na temperatura, visto que pode ocorrer no início da embriogênese ou em diferentes fases do desenvolvimento do animal. Com isso, tratamentos baseados na temperatura podem ser mais efetivos em indivíduos no período lábil (Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer, 1998). Os cortes histológicos preparados dos animais do início deste experimento não mostraram nenhum vestígio de gônada, sendo isto considerado positivo, por indicar um provável período lábil. Apesar desta informação, existe alguma controvérsia em relação à literatura de qual seria o melhor momento para o início da exposição à temperatura. No caso de robalo europeu, *Dicentrarchus labrax*, Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer (1998) verificaram que entre exemplares de 57 a 137 DAF expostos às temperaturas de 25 °C e 15 °C por período de 80 dias a proporção máxima de fêmeas era de 27%. Pavlidis et al. (2000) trabalhando com larvas da mesma espécie com 30 DAF, sob temperaturas de 13, 15 e 20 °C obtiveram, respectivamente, 72-74%, 67-73% e 24-28% de fêmeas. Já Koumoundouros et al. (2002)

verificaram que quando ovos de robalo europeu em diferentes estágios da embriogênese foram submetidos às temperaturas de 15 e 20 °C, a maior frequência de fêmeas ocorreu nos grupos expostos a temperatura de 15 °C. Saillant et al. (2002) verificaram que larvas de diferentes famílias do robalo europeu, expostas as temperaturas de 13 e 20 °C não foram sensíveis ao tratamento, sugerindo influência genética na determinação do sexo. Mylonas et al. (2005), trabalhando com larvas de robalo europeu, com 11 DAF e 55 DAF por 40 dias nas temperaturas de 13, 17 e 21° C, verificaram maior porcentagem de fêmeas nos tratamentos com menores temperaturas, entre indivíduos com 55 DAF.

No presente trabalho, no final do experimento, os animais com 150 DAF, cujas estruturas gonadais analisadas conforme as descrições feitas por Hibiya (1982); Fujioka (2001); Devlin & Nagahama, (2002); Hendry, Martin-Robichaud & Benfey (2002), Strüssmann & Nakamura (2002) permitiram identificá-los, quase na sua totalidade, como machos, que podem confirmar as afirmações de que os robalos são protândricos (Alvarez-Lajonchère & Tsuzuki, 2008). Desta maneira, supõe-se que a exposição dos juvenis de robalo-peva mesmo em temperaturas mais baixas como 20°C não influenciou na formação de fêmeas como observado no caso do robalo europeu (Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer, 1998; Pavlidis et al., 2000; Koumoundouros et al., 2002; Saillant et al., 2002; Mylonas et al., 2005).

Após exame dos cortes histológicos, alguns animais dos tratamentos T1 e T2 apresentaram atraso na diferenciação sexual, que pode estar associado ao menor tamanho destes indivíduos. Blázquez, Zanuy, Carillo & Piferrer (1998) verificaram, para o robalo europeu, *D. labrax*, que as fêmeas apareceram primeiro, com 9 meses de idade, na classe de tamanho de 11,5 – 13,5 mm, e os machos, somente com quase 11,6 meses de idade, na classe de tamanho de 12,8 – 14,2 mm.

O robalo-peva, *C. parallelus* por se tratar de uma espécie protândrica e pelo fato de nenhum dos tratamentos, no presente trabalho, ter propiciado a obtenção de fêmeas, o fator genético pode ter sido mais importante na definição do sexo.

Nas condições em que este trabalho foi desenvolvido, fica claro que a temperatura de 30 °C deve ser examinada para diferentes fases do cultivo, pois esta maior temperatura poderá acelerar o crescimento de juvenis de robalo-peva e, desta maneira, proporcionar novos protocolos de larvicultura. Em relação à obtenção de fêmeas, os resultados obtidos neste trabalho indicam que outros experimentos devem ser conduzidos.

#### AGRADECIMENTOS

Aos técnicos e colegas de trabalho do Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina.

**REFERÊNCIAS**

- Alvarez-Lajonchère, L.S., Cerqueira, V.R., Silva, I.D., Araújo, J. & Reis, M.A. (2002). Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *Journal of the World Aquaculture Society*, 33(4): 506-516.
- Alvarez-Lajonchère, L.S. & Tsuzuki, M.Y. (2008). A review of methods for *Centropomus spp.* (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America. *Aquaculture Research*, 39: 684-700.
- Aoki, P.C.M., Helmer, J. L., Kill, J.L., Barroso, M.V. & Vidal Junior, M. (2002). Tolerância térmica de alevinos de robalo-peba *Centropomus parallelus* (Poey 1860) em água doce e salgada. In: Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 12, Goiânia, 24-29/jun./ 2002. *Anais...* Goiânia: Associação Brasileira de Aquicultura. p. 289.
- Baldisseroto, B. (2002). *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. 1a ed. Santa Maria: Editora UFSM, 212 p.
- Barbosa, M. C. (2009). *Efeito da taxa de alimentação e da adição de probiótico na dieta sobre o desempenho zootécnico de juvenis de robalo-peva Centropomus parallelus*. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina.
- Blázquez, M., Zanuy, S., Carillo, M. & Piferrer, F. (1998). Effects of rearing temperature on sex differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Journal of Experimental Zoology*, 281(3): 207–216.
- Blázquez, M., Felip, A, Zanuy, S., Carillo, M. & Piferrer, F. (2001). Critical period of androgen-inducible sex differentiation in a teleost fish, the European sea bass. *Journal of Fish Biology*, 58: 342–358.
- Blázquez, M., Navarro-Martín, L. & Piferrer, F. (2009). Expression profiles of sex differentiation-related genes during ontogenesis in the European sea bass acclimated to two different temperatures. *Journal of Experimental Zoology*, 312 B(7): 686-700.
- Burel, C., Person-Le, R.J., Gaumet, F., Le Roux, A., Sévère, A. & Boeuf, G. (1996). Effects of temperature on growth and metabolism in juvenile turbot. *Journal of Fish Biology*, 49: 678–692.
- Carrillo, M., Zanuy, S., Prat, F., Cerdá, J.L., Ramos, J., Mañanós, E. & Bromage, N. (1995). Sea bass

- (*Dicentrarchus labrax*). In: Bromage, N.R., Roberts, R.J., editors. Broodstock management and egg and larval quality. Oxford: Blackwell Science Press. p. 138–168.
- Cerqueira, V. R. (2002). *Cultivo do Robalo: Aspectos da Reprodução, Larvicultura e Engorda*. 1a ed. Florianópolis: Editora UFSC, 94 p.
- Cerqueira, V.R. (2009). Spawning and larviculture of the fat snook (*Centropomus parallelus*) and the common snook (*Centropomus undecimalis*) in Brazil. In: International Symposium on the Biology and Culture of Snooks, 2, Villahermosa, Mexico, 13-15/jul/2009, Resúmenes...CD-ROM.
- Cerqueira, V. R. & Tsuzuki, M. Y. (2009). A review of spawning induction, larviculture, and juvenile rearing of the fat snook, *Centropomus parallelus*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 17–28.
- Devlin, R. H. & Nagahama, Y. (2002). Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. *Aquaculture*, 208: 191–364.
- Fraser, T. H. (1978). Centropomidae. In: Fisher, W (Ed.). FAO species identification sheets fishery purposes. West Central Atlantic (Fishing Area 31). FAO, Rome.
- Fujioka, Y. (2001). Thermolabile sex determination in honmoroko. *Journal of Fish Biology*. 59: 851-861.
- Garcia, A. S. (2001). *Influência do nível de proteína da dieta no crescimento e composição corporal de juvenis do robalo peva Centropomus parallelus Poey, 1860*. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina.
- Hendry, C.I., Martin-Robichaud, D.J. & Benfey, T.J. (2002). Gonadal sex differentiation in Atlantic Halibut. *Journal of Fish Biology*, 60: 926-940.
- Hibiya, T. (1982). Gonads. In: Hibiya, T. editor. An Atlas of Fish Histology: Normal and Pathological Features. Tokyo: Kodansha Ltd., p.127-129.
- Imsland, A.K, Sunde, L.M., Folkvord, A. & Stefansson, S. O. (1996). The interaction of temperature and fish size on growth of juvenile turbot. *Journal of Fish Biology*, 49: 926-940.
- Imsland, A. K., Foss, A., Gunnarsson, S., Berntssen, M. H. G., Fitzgerald, R., Bonga, S. W. V., Ham, E., Nævdal, G. & Stefansson, S. O. (2001). The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*. 198: 353–367.

- Imsland, A. K., Björnsson, B. T., Gunnarsson, S., Foss, A., Stefansson, S. O. (2007). Temperature and salinity effects on plasma insulin-like growth factor-I concentrations and growth in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 271: 546–552.
- Jian, C.Y, Cheng, S.Y & Chen, J.C. (2003). Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus lotus*, at different salinity and temperature levels. *Aquaculture Research*, 34:175-185.
- Koumoundouros, G., Pavlidis, M., Anezaki, L., Kokkari, C., Sterioti, A., Divanach, P. & Kentouri, M. (2002). Temperature sex determination in the European sea bass, *Dicentrarchus labrax* (L., 1758) (Teleostei, Perciformes, Moronidae): critical sensitive ontogenetic phase. *Journal of Experimental Zoology*, 292: 573–579.
- López-Albors, O., Abdel, I., Periago, M. J., Ayala, M. D., Alcázar, A. G., Graciá, C. M., Nathanailides, C. & Vázquez, J. M. (2008). Temperature influence on the white muscle growth dynamics of the sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. Flesh quality implications at commercial size. *Aquaculture*, 277: 39–51.
- Mylonas, C. C., Anezaki, L., Divanach, P., Zanuy, S., Piferrer, F., Ron, B., Peduel, A., Ben Atia, I., Gorshkov, S. & Tandler, A. (2005). Influence of rearing temperature during the larval and nursery periods on growth and sex differentiation in two Mediterranean strains of *Dicentrarchus labrax*. *Journal of Fish Biology*, 67: 652-668.
- Okamoto, M., Sampaio, L. A. & Maçada, A.P. 2006 Efeito da temperatura sobre o crescimento e a sobrevivência de juvenis da tainha *Mugil platanus* Günther, 1880. *Atlântica*, FURG, Rio Grande, 28(1): 61-66.
- Pavlidis, M., Koumoundouros, G., Sterioti, A., Somarakis, S., Divanach, P., Kentouri, M. (2000). Evidence of temperature-dependent sex determination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) *Journal of Experimental Zoology*, 287: 225–232.
- Piferrer, F. (2001). Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish. *Aquaculture*, 197: 229–281.
- Rivas, L.R. (1986). Systematic review of the perciform fishes of the genus *Centropomus*. *Copeia*, 3: 579-611.
- Saillant, E., Fostier, A., Haffray, P., Menu, B., Thimonier, J. & Chatain, B. (2002). Temperature Effects and Genotype-Temperature Interactions on Sex Determination in the European Sea Bass (*Dicentrarchus*

*labrax* L.). *Journal of Experimental Zoology*. 292: 494–505.

Souza, J.H. (2009). *Avaliação do desempenho de juvenis robalo-peva Centropomus parallelus, alimentados com dietas práticas com diferentes concentrações protéicas*. [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina.

Strüssmann, C. A. & Nakamura, M. (2002). Morphology, endocrinology, and environmental modulation of gonadal sex differentiation in teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 26: 13-29.

Taylor, R.G., Grier, H.J. & Whittington, J.A. (1998). Spawning rhythms of common snook in Florida. *Journal of Fish Biology*. 53: 502-520.

Taylor, G.T., Whittington, J.A., Grier, H.J. & Crabtree, R.E. (2000). Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coast of South Florida. *Fishery Bulletin*, 98: 612-624.