

Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçoamento

Rearing of pejerrey (*Odontesthes argentinensis*) juveniles at different feeding rates

Marcelo Borges Tesser¹ Luís André Sampaio^{2*}

RESUMO

Este estudo teve como objetivos avaliar os efeitos de diferentes taxas de arraçoamento sobre a sobrevivência e o crescimento de juvenis do peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*). Juvenis de peixe-rei (100mg) foram estocados na densidade 10 peixes L⁻¹, em tanques circulares de 50L. Foram testadas cinco taxas de alimentação (4, 8, 12, 16 e 20% do peso vivo diário) em duplicata durante 30 dias, mais um controle negativo no qual os peixes não foram alimentados. Durante o experimento, a temperatura foi de 23°C, a salinidade 26‰ e a água foi constantemente aerada. A mortalidade total dos peixes mantidos em jejum foi observada após 20 dias de criação; entretanto, não foi verificada diferença significativa de sobrevivência entre os peixes submetidos aos demais tratamentos até o final do experimento, pois a mortalidade foi inferior a 10%, independentemente da taxa de arraçoamento testada. Pelos resultados da regressão polinomial quadrática dos dados de ganho em peso e eficiência alimentar, sugere-se que a taxa de arraçoamento ótima para juvenis de peixe-rei entre 100 e 500mg é igual a 9,0% do peso vivo ao dia.

Palavras-chave: alimentação, piscicultura, cultivo intensivo, taxa de arraçoamento, crescimento, peixe-rei, *Odontesthes argentinensis*.

ABSTRACT

This study had the objectives to evaluate the effects of different feeding rates on growth and survival of pejerrey (*Odontesthes argentinensis*). Pejerrey (100mg) were stocked at 10 fish L⁻¹ into 50L circular tanks. Five feeding levels (4, 8, 12, 16 and 20% of body weight) were evaluated in duplicate during 30 days, plus a negative control, where the fish were not fed. During the experiment the temperature was 23°C, salinity 26‰ and the water was constantly aerated. Unfed fish died of starvation 20 days after the beginning of the experiment. However there were no significant differences ($P>0.05$) among fish undergone to other treatments until the end of the experiment,

mortality was below 10%, independently of the ration level. After quadratic polynomial regressions of weight gain and feed efficiency versus ration, it is suggested that the optimum feeding level for pejerrey juveniles between 100mg to 500mg is 9.0% of the body weight.

Key words: feeding, fish culture, intensive rearing, feeding level, ration, growth, pejerrey, *Odontesthes argentinensis*.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil depende, entre outras coisas, do desenvolvimento de rações adequadas para larvas, juvenis e adultos, uma vez que não existe uma dieta comercial nacional para este fim. Para que a criação intensiva de uma espécie atinja sucesso, existe a necessidade de se determinar suas necessidades nutricionais, práticas de alimentação e estratégias de manejo alimentar (JØRGENSEN et al., 1996), as quais devem, além de minimizar os custos de produção e lançamento de efluentes, maximizar a produção (AZZAYADI et al., 2000).

O crescimento e a eficiência alimentar de uma espécie são os fatores mais críticos para que se possa determinar a viabilidade de sua produção em escala industrial (HUNG et al., 1989). Considerando que a taxa de arraçoamento influencia diretamente o crescimento e a eficiência alimentar de uma espécie, os estudos das necessidades nutricionais de peixes devem ser conduzidos na melhor taxa de arraçoamento possível, a fim de evitar o mascaramento das necessidades dos nutrientes (TACON & COWEY, 1985).

¹Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

^{2*}Programa de Pós-graduação em Aqüicultura, Departamento de Oceanografia, FURG, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: sampaio@mikrus.com.br

A produção de larvas do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis* é feita com o uso de alimento vivo, principalmente náuplios de *Artemia* (TESSER & SAMPAIO, 2001). Alguns estudos avaliando o uso de alimento artificial para larvas e juvenis do peixe-rei já foram realizados, tendo sido determinado que, apesar do baixo crescimento, larvas de peixe-rei alimentadas com ração desde a primeira alimentação apresentam ótima sobrevivência. Além disso, o melhor crescimento de peixe-rei (até 100mg) é obtido alimentando-os com 25% do seu peso vivo por dia (SAMPAIO & PIEDRAS, 2005). Estudos com a alimentação de alevinos do peixe-rei *Odontesthes bonariensis* demonstraram que a utilização de zooplâncton durante os 40 dias iniciais resulta em maior crescimento e sobrevivência; no entanto, a utilização de dietas inertes desde a primeira alimentação deve ser melhor estudada, visando à redução dos custos de produção (PIEDRAS & POUHEY, 2004).

O consumo de alimento de um indivíduo diminui proporcionalmente ao seu peso à medida que este indivíduo cresce, sendo esta redução especialmente grande durante as fases iniciais de desenvolvimento, quando as taxas de crescimento diário são mais elevadas (BRETT, 1979). Desse modo, é importante avaliar a quantidade necessária de alimento para o cultivo de qualquer espécie, desde sua fase larval até o momento de despesca. Não existem informações sobre a alimentação de juvenis de peixe-rei a partir de 100mg de peso; portanto, esse estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da taxa de arraçoamento sobre a sobrevivência, o crescimento e a conversão alimentar de juvenis de peixe-rei.

MATERIAL E MÉTODOS

Ovos fertilizados de *O. argentinensis* foram coletados na Praia do Cassino (Rio Grande - RS) e levados para o Laboratório de Maricultura da FURG, onde foram incubados em tanques de 50L até a eclosão das larvas. Durante 30 dias, as larvas foram alimentadas com quantidades crescentes de náuplios recém-eclodidos de *Artemia* até atingirem o peso médio de 100mg.

A partir deste momento, 600 juvenis foram separados em 12 grupos com 50 indivíduos cada, e estocados em tanques redondos com 50L de água constantemente aerada. A temperatura da água foi mantida em 23°C por meio de banho termostatizado e a salinidade foi de 26‰.

Foram testadas cinco taxas de arraçoamento: 4, 8, 12, 16 e 20 % do peso vivo por dia (tratamentos: R4, R8, R12, R16 e R20). Um controle

negativo também foi realizado, no qual os juvenis permaneceram em jejum durante todo o experimento. Os juvenis foram alimentados com a ração comercial importada Lansy Dynamic (INVE - Bélgica) para peixes marinhos durante todo o período experimental, distribuída em duas vezes ao dia. Segundo os dados disponibilizados pelo fabricante, essa dieta continha 50% de proteína bruta, 15% de lipídeos, EPA 8mg g⁻¹, DHA 17mg g⁻¹ e 2.000ppm de vitamina C.

Diariamente, pela manhã, foi verificada a ocorrência de indivíduos mortos, seu número foi registrado para o cálculo da taxa final de sobrevivência. Logo após, uma renovação de água de 50% ao dia foi realizada, juntamente com uma limpeza dos restos de alimento não consumido e de fezes.

No início do experimento e, posteriormente, a cada 10 dias, foram feitas biometrias com 15 peixes anestesiados de cada tanque (30 por tratamento). Após serem anestesiados com 50ppm de MS-222, o peso e o comprimento eram medidos com ictiômetro e balança analítica. Em seguida, os peixes eram devolvidos aos seus tanques de origem. Com os valores médios de peso em cada biometria, foram calculadas as novas quantidades de alimento a serem oferecidas para o período seguinte de 10 dias.

Também foram calculadas:

- a taxa de crescimento específica diária: $G = [(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / \text{tempo}] \times 100$;
- a taxa de conversão alimentar aparente: $CAA = (\text{alimento consumido} / \text{ganho em peso}) \times 100$; em que se considerou que todo alimento ofertado foi consumido;
- a eficiência alimentar aparente: $EAA = (\text{ganho em peso} / \text{alimento consumido})$;
- o fator de condição de Fulton: $FC = (\text{peso} / \text{comprimento}^3) \times 100$;
- $S = (\text{número final} / \text{número inicial}) \times 100$.

O experimento teve duração de 30 dias. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, constando de cinco tratamentos com duas repetições. A análise de variância paramétrica (ANOVA) foi aplicada. Quando diferenças estatísticas foram observadas, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 95%. A curva de crescimento (ganho em peso médio), em relação à taxa de arraçoamento, foi ajustada em uma polinomial de segunda ordem $y = ax^2 + bx + c$, em que "x" é a taxa de arraçoamento, "c" é a intersecção da curva, "a" e "b" são coeficientes da regressão. A taxa de arraçoamento que resulta em máxima resposta é igual a $-b/2a$, sendo o ponto de máxima resposta o ponto a partir do qual não existe mais incremento no parâmetro analisado (SHEARER, 2000). Também foram calculadas

as taxas de arraçoamento de manutenção e ótima, através do modelo descrito por BRETT (1979). A taxa de arraçoamento de manutenção é considerada como a quantidade de alimento que um peixe deve ingerir para que ele possa manter as funções corporais sem perda ou ganho de peso e a taxa de arraçoamento ótima é aquela em que a eficiência alimentar é maximizada.

RESULTADOS

A sobrevivência de *O. argentinensis* foi semelhante para todas as taxas de arraçoamento testadas, variando de 91 para os tratamentos R16 e R20 a 98% para o tratamento R8 (Tabela 1). Entretanto, a mortalidade para o controle negativo atingiu 99% após 20 dias de experimento. O peso médio dos peixes mantidos em jejum durante 10 dias foi de 84mg, o que é equivalente a uma taxa de crescimento específica negativa igual a -1,60% por dia. Os dados de crescimento relativos ao controle negativo não foram analisados em conjunto com os demais tratamentos, por não haver sobreviventes ao final do experimento.

O ganho em peso e a taxa de crescimento específico dos juvenis de peixe-rei aumentaram com o aumento da taxa de arraçoamento (Figuras 1 e 2). Utilizou-se uma regressão polinomial de segunda ordem com os resultados do ganho em peso podendo assim utilizar o modelo descrito por BRETT (1979), calculando os valores de manutenção, ótimo e máxima taxa de arraçoamento. A taxa de arraçoamento que gera a manutenção, o ótimo crescimento e o máximo crescimento do animal são 2,6, 9,0 e 17,9% da biomassa por dia, calculados através da curva de ganho em peso (Figura 1).

Através do ajuste polinomial, observa-se que a taxa de arraçoamento que gera a melhor eficiência alimentar é 9,13% da biomassa ao dia (Figura 2), valor próximo ao encontrado com os resultados de ganho em peso. Na tabela 1, pode-se ver que há um grande

aumento da taxa de crescimento de R4 até R12; a partir daí, ocorre uma estabilização do crescimento. A eficiência de conversão alimentar também sofre influência da taxa de arraçoamento. Os juvenis que consomem mais alimento (R16 e R20) são os que apresentam as menores eficiências de conversão alimentar. Por sua vez, o fator de condição é diretamente proporcional à taxa de arraçoamento.

DISCUSSÃO

Neste experimento, ficou demonstrado que o aumento da taxa de arraçoamento afetou significativamente o crescimento de juvenis de peixe-rei. Esse resultado está de acordo com os resultados obtidos com juvenis de *Sparus aurata* (MIHELAKAKIS et al., 2002) e com os resultados obtidos com juvenis de peixe-rei em uma fase de crescimento anterior (SAMPAIO & MINILLO, 1995). O fato de haver uma relação direta entre o aumento da taxa de arraçoamento e o aumento do crescimento animal é devido a um incremento da utilização dos nutrientes para o crescimento em vez de sua manutenção (HUNG & LUTES, 1987).

Segundo EROLDÖGAN et al. (2004), outros parâmetros devem ser levados em consideração para a determinação do nível de alimentação a ser empregado. A eficiência alimentar deve ser estudada, uma vez que esse parâmetro relaciona o quanto bem um alimento está sendo utilizado, sendo comumente utilizado por diversos autores em estudos de alimentação (AZEVEDO et al., 1998; BALLESTRAZZI et al., 1998). A análise da regressão polinomial demonstrou que a taxa de arraçoamento que resulta na maior eficiência alimentar é 9,13% da biomassa viva por dia, corroborando o resultado obtido com o ganho em peso. Também foi observado que, à medida que se aumenta a taxa de ingestão, ocorre uma redução da eficiência alimentar, como também encontrado por HUNG et al. (1993) com juvenis de *Morone saxatilis*.

Tabela 1 - Performance de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) alimentados com diferentes taxas de arraçoamento (média ± erro padrão)

Parâmetros Observados	Taxa de arraçoamento (% dia ⁻¹)				
	4	8	12	16	20
Comprimento final (mm)	31,4 ^c ± 0,4	36,5 ^b ± 0,6	39,3 ^a ± 0,7	39,0 ^a ± 0,7	40,1 ^a ± 0,7
Peso final (mg)	157 ^c ± 7	285 ^b ± 14	431 ^a ± 27	394 ^a ± 20	446 ^a ± 27
Sobrevivência (%)	96	98	96	91 ± 2	91 ± 6
Conversão alimentar aparente	2,30 ± 0,09	1,87 ± 0,16	1,99 ± 0,003	2,97 ± 0,48	3,13 ± 0,72
Fator de condição	0,49 ^d ± 0,01	0,56 ^c ± 0,01	0,68 ^a ± 0,01	0,64 ^b ± 0,01	0,67 ^{ab} ± 0,01

^a Valores com sobrescritos diferentes em uma mesma linha são estatisticamente diferentes de acordo com o teste de Tukey (P<0,05)

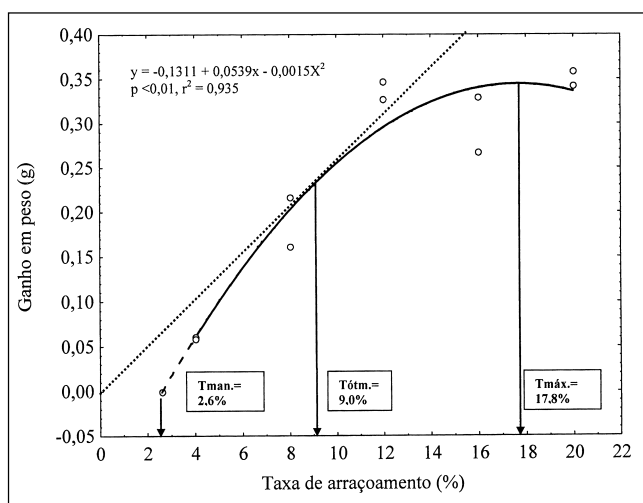


Figura 1 - Ganho em peso (g) de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) alimentados com diferentes taxas de arraçoamento. A curva com linha cheia representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados: $y =$ ganho em peso, $x =$ taxa de arraçoamento, a e b são constantes determinadas pela regressão. T_{man} (Taxa de manutenção) foi calculada a partir da equação quadrática; $T_{ót}$ (Taxa ótima) é a tangente da reta que passa pela origem com a quadrática e $T_{máx}$ (Taxa máxima) foi calculada pela fórmula $-b/2a$.

O oferecimento de quantidades de ração acima do ponto ótimo de crescimento resulta em um acréscimo de peso insignificante (TSEVIS et al., 1992) e pode ocasionar redução na capacidade digestiva (JOHNSTON et al., 2003). Por outro lado, a alimentação muito abaixo do ponto ótimo pode levar a um aumento na heterogeneidade do lote, devido principalmente à competição direta pelo alimento, como encontrado com frequência na criação de juvenis de *Sparus aurata* (GOLDAN et al., 1998). Juvenis de carpa comum *Cyprinus carpio*, alimentados com uma taxa de arraçoamento um pouco menor (1,85%) do que a taxa de saciação (2,28% dia^{-1}), acumulam menos gordura, ganham mais peso e aumentam a eficiência alimentar (SHIMENO et al., 1997). Isso reforça o fato de que pequenas restrições ou reduções da taxa de arraçoamento melhoram a retenção protéica e a redução lípica, sem alterações significativas do crescimento. FERNANDEZ et al. (1998) comprovaram, através de estudo de digestibilidade para juvenis de *Sparus aurata*, que esses peixes, quando alimentados com uma taxa de arraçoamento menor, apresentavam um melhor coeficiente de digestibilidade. Provavelmente, os juvenis de peixe-rei deste experimento que foram alimentados nas maiores taxas de

arraçoamento tiveram um menor coeficiente de digestibilidade, o que também pode ter auxiliado na redução da eficiência alimentar aparente.

Em empreendimentos aquícolas, nos quais um máximo crescimento deve ser almejado concomitantemente com redução dos custos produtivos e dos impactos ambientais, protocolos e manejos alimentares devem ser desenvolvidos. KAM et al. (2003), estudando os custos de produção de *Polydactylus sexfilis* em tanques-redes, verificaram que a ração foi o fator que mais elevou o custo de produção dessa espécie.

CONCLUSÕES

Com as condições descritas neste experimento, sugere-se que a criação de juvenis de peixe-rei (entre 100 e 500mg) seja feita com uma taxa de arraçoamento de 9,0% do peso vivo por dia. No entanto, novos experimentos devem ser conduzidos visando a melhorar o manejo produtivo desta espécie, principalmente em relação aos efeitos da frequência alimentar, com o objetivo de maximizar a produção e reduzir os seus custos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao estagiário Agnes Pickersgill pela ajuda na condução experimental. M.B. Tesser é bolsista PRODOC (Programa de Apoio a Projetos Institucionais

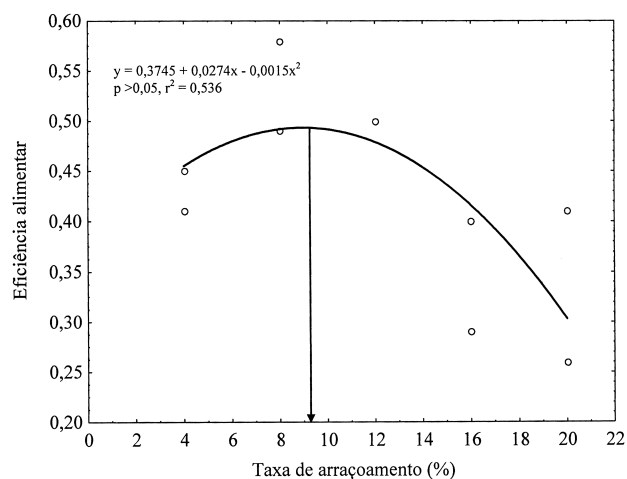


Figura 2 - Eficiência alimentar aparente de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) alimentados com diferentes taxas de arraçoamento. A curva representa a regressão polinomial de segunda ordem ajustada aos dados: $y =$ ganho em peso, $x =$ taxa de arraçoamento, a e b são constantes determinadas pela regressão. A seta indica o ponto ótimo (9,13% da biomassa ao dia), calculado pela fórmula $-b/2a$.

com a Participação de Recém-Doutores) da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Esse estudo foi parcialmente financiado pela FAPERGS.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, P.A. et al. Effects of feeding level and water temperature on growth, nutrient and energy utilization and waste outputs of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquatic Living Resources**, v.11, p.227-238, 1998.
- AZZAYDI, M. et al. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding condition under winter condition on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). **Aquaculture**, v.182, p.329-338, 2000.
- BALLESTRAZZI, R. et al. Performance, nutrient retention efficiency, total ammonia and reactive phosphorus excretion of growing European sea-bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) as affected by diet processing and feeding level. **Aquaculture**, v.161, p.55-75, 1998.
- BRETT, J.R. Physiological energetics. In: HOAR, W.S. et al. **Fish physiology. Environmental factors and growth**. New York: Academic, 1979. V.8, cap.10, p.599-675.
- EROLDOGAN, O.T. et al. Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. **Aquaculture**, v.231, p.501-515, 2004.
- FERNANDEZ, F. et al. Digestion and digestibility in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) the effect of diet composition and ration size. **Aquaculture**, v.166, p.67-84, 1998.
- GOLDAN, O. et al. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*): II. Dry food type and live/dry food ratio. **Aquaculture**, v.165, p.313-320, 1998.
- HUNG, S.S.O. et al. Effects of feeding rates on growth, body composition and nutrient metabolism in striped bass (*Morone saxatilis*) fingerlings. **Aquaculture**, v.112, p.349-361, 1993.
- HUNG, S.S.O.; LUTES, P.B. Optimum feeding rates of hatchery-produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at 20°C. **Aquaculture**, v.65, p.307-317, 1987.
- HUNG, S.S.O. et al. Growth and feed efficiency of White sturgeon (*Acipenser transmontanus*) sub-yearlings at different feeding rates. **Aquaculture**, v.80, p.147-153, 1989.
- JOHNSTON, G. et al. Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. **J Appl Ichthyol**, v.19, p.40-43, 2003.
- JØRGENSEN, E.H. et al. Food acquisition and growth of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in relation to spatial distribution of food. **Aquaculture**, v.143, p.277-289, 1996.
- KAM, L.E. Economics of offshore aquaculture of Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. **Aquaculture**, v.223, p.63-87, 2003.
- MIHELAKAKIS, A. et al. Optimization of feeding rate of hatchery-produced juvenile gilthead sea bream *Sparus aurata*. **J World Aquac Soc**, v.33, p.169-175, 2002.
- PIEDRAS, S.R.N.; POUHEY, J.L.O.F. Alimentação de alevinos de peixe-rei (*Odontesthes bonariensis*) com dietas naturais e artificiais. **Ciência Rural**, v.34, p.1203-1206, 2004.
- SAMPAIO, L.A.; MINILLO, A. Alimentação de larvas do peixe-rei marinho (*Odontesthes argentinensis*) com diferentes taxas de arraçoamento. In: ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1995, Ibirubá, RS. **Anais...** Ibirubá: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 161p. p.34-43.
- SAMPAIO, L.A.; PIEDRAS, S.R.N. Cultivo do peixe-rei marinho, *Odontesthes argentinensis*, e de água doce, *Odontesthes bonariensis*. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. p.345-361.
- SHEARER, K.D. Experimental design, statistical analysis and modeling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. **Aquaculture Nutrition**, v.6, p.91-102, 2000.
- SHIMENO, S. et al. Metabolic response to feeding rates in common carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v.151, p.371-377, 1997.
- TACON, A.G.J., COWEY, B.C. Protein and amino acid requirements. In: TYLER, P.; CALOW, P. **Fish energetics: new perspectives**. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1985. p.155-183.
- TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. Growth of pejerrey (*Odontesthes argentinensis*) fed on different prey densities. **Revista Atlântica**, v.23, p.97-100, 2001.
- TSEVIS, N. et al. Food conversion budget in sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns. **Aquaculture**, v.101, p.293-304, 1992.