

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

PRODUÇÃO DE LARVAS E JUVENIS DO PEIXE-REI MARINHO *Odontesthes
argentinensis* COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS ALIMENTARES

MAUREN DOS SANTOS OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Fundação
Universidade Federal do Rio
Grande, como parte das exigências
para obtenção do título de MESTRE
EM AQUICULTURA.

ORIENTADOR: Dr. Luís André Sampaio

RIO GRANDE – RS – BRASIL

2006

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Introdução Geral.....	1
O peixe-rei.....	2
Reprodução, larvicultura e alevinagem de peixe-rei.....	4
Frequência alimentar.....	6
Referências Bibliográficas.....	10
Anexo I – Produção de larvas e juvenis do peixe-rei marinho <i>Odontesthes argentinensis</i> com diferentes frequências alimentares.....	16
Resumo.....	17
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	20
Resultados.....	22
Discussão.....	23
Referências Bibliográficas.....	25

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luís André Sampaio, em primeiro lugar pela amizade e ainda pelos ensinamentos, paciência e dedicação. Quando crescer, quero ser igual a ele.

Aos professores da banca examinadora Dr. Marcelo Tesser e Dr. Sérgio Piedras pelas sugestões apresentadas.

Aos colegas de laboratório, Dr. Ricardo Berteaux Robaldo, Andréa Ferretto da Rocha, Ricardo Rodrigues, Emeline Gusmão, Marcelo Okamoto, Cristina Carvalho e todos que não mencionei aqui.

Ao laboratorista Pedro do Laboratório de Morfologia Funcional (DCMB-FURG).

Aos funcionários da EMA, Dona Enilda, Sandro, Seu Hermes, Neide, Marcos, Fabiano e Angélica, sempre dispostos a ajudar quando precisei.

Em especial aos amigos Diana Mutti e Charles Fróes pelos puxões de orelha e por me aturarem em todos os meus momentos críticos.

Aos amigos que conquistei durante esses dois anos, pelos momentos de alegria e companheirismo que me proporcionaram. Não poderia citar nomes, caso contrário, não terminaria esse parágrafo.

Ao Zé, por ter acreditado sempre no meu sucesso profissional e por não me deixar desistir nunca.

À minha família, em especial a minha mãe e ao meu irmão. EU AMO MUITO VOCÊS!

E, finalmente, agradeço aos animais, pois independente de suas vontades contribuem para o sucesso de nossas descobertas dentro da pesquisa. Tenho muito respeito por eles.

RESUMO

As dificuldades encontradas na alimentação de larvas e juvenis de peixes são um dos fatores limitantes para o sucesso da piscicultura marinha, portanto este estudo foi realizado com o intuito de avaliar os efeitos de diferentes frequências alimentares sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas e juvenis do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*. As larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* 1, 2 e 4 vezes ao dia e os juvenis (peso médio de 96 mg) foram alimentadas com ração 2, 4 e 6 vezes ao dia, todos os tratamentos foram realizados em duplicata. Os resultados foram analisados com Análise de Variância (ANOVA) seguida do Teste de Tukey ao nível de significância de 95%. A sobrevivência do peixe-rei não foi significativamente afetada pela frequência alimentar empregada ($P>0,05$), independente do tratamento a sobrevivência foi sempre superior a 90%. Por outro lado, diferenças significativas foram encontradas para o crescimento ($P<0,05$), as maiores larvas e juvenis foram aqueles criados com as frequências alimentares mais elevadas. Os resultados deste trabalho demonstram que a performance das larvas e juvenis de peixe-rei é aprimorada quando eles são alimentados várias vezes ao dia.

ABSTRACT

Feeding adequately fish larvae and juveniles is a limiting factor for the development of marine fish culture, therefore the aim of this study was to evaluate the effects of different feeding frequencies over survival and growth of larvae and juvenile pejerrey *Odontesthes argentinensis*. Newly hatched larvae were fed on *Artemia* nauplii 1, 2, and 4 times per day, while juvenile (96mg) were fed on a dry diet 2, 4, and 6 times per day, all treatments were carried out with two replicates. Results were submitted to Analysis of Variance (ANOVA) followed by the Test of Tukey at 95% significance level. Survival of pejerrey was not significantly affected by the feeding frequency ($P>0.05$), independently of the treatment, survival was always above 90%. On the other hand, significant differences were observed on growth ($P<0.05$); weight and length of larvae and juvenile were directly proportional to the feeding frequency. The results of the present experiments show that overall performance of pejerrey larvae and juvenile are improved when they are fed several times per day.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de aquicultura ultrapassou 45 milhões de toneladas, sendo os peixes de água doce responsáveis por aproximadamente 50% do total produzido (FAO, 2003). A piscicultura marinha ainda não tem uma grande produção, mas o desenvolvimento de tecnologia para o desenvolvimento de novas espécies pode ajudar a incrementar a produção de pescado criado no mar e em estuários.

Os registros de piscicultura são escassos no Brasil, a FAO (2003) menciona a produção de 150 mil toneladas de peixe de água doce, no entanto, não existem registros sobre a produção de peixes marinhos. Isto se deve, porque apesar do bom potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha no Brasil, a atividade ainda é essencialmente acadêmica e restrita à algumas espécies como o robalo *Centropomus parallelus* (Borquéz et al., 1996), a tainha *Mugil platanus* (Sampaio et al., 2001), o pampo *Trachinotus marginatus* (Sampaio et al., 2003), o linguado (Sampaio & Bianchini, 2002) e o peixe-rei *Odontesthes argentinensis*, alvo do presente estudo.

A produção de juvenis ainda é um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento da piscicultura marinha. A dependência do fornecimento de presas vivas para a primeira alimentação e durante as primeiras semanas de vida, principalmente rotíferos (*Brachionus plicatilis*) e *Artemia* (Hart & Purser, 1996; Cahu & Zambonino Infante, 2001) e posteriormente a substituição do alimento vivo por dietas inertes são dificuldades enfrentadas na produção de juvenis da maioria das espécies de peixes marinhos (Callan et al., 2003).

A adequação da dieta durante o período produtivo é fundamental para garantir a sobrevivência e o seu crescimento. No entanto, as técnicas de manejo alimentar e as necessidades nutricionais de larvas e juvenis de peixes marinhos ainda não são totalmente conhecidas (Kjorsvik et al., 1991; Otake et al., 1995).

O Peixe-rei

A região estuarina da Lagoa dos Patos constitui uma das áreas mais importantes de criação para várias espécies de peixes da região sul do Brasil, entre elas os peixes-rei, que representam aproximadamente 30% de todos os peixes capturados anualmente nos arrastos nas áreas rasas do estuário (Chao et al., 1982).

O peixe-rei *O. argentinensis* pertence à família Atherinopsidae. Os representantes desta família estão presentes em zonas tropicais e temperadas do continente americano, sendo a distribuição de *O. argentinensis* desde o sul do estado de São Paulo (25°S) no Brasil, até Rawson-Chubut (43°S) na Argentina (Garcia, 1987).

O peixe-rei é uma espécie de tamanho médio, possui boca pequena, apresenta uma faixa longitudinal prateada de cada lado do corpo, duas nadadeiras dorsais afastadas entre si, sendo a primeira composta de espinhos fracos e localizada próximo à região mediana do tronco. (Figueiredo & Menezes, 1978).

Existem duas populações de *O. argentinensis* no Rio Grande do Sul. A população estuarina desova no estuário da Lagoa dos Patos e a população marinha desova na região costeira adjacente (Beheregaray, 1995). O período de reprodução das duas populações é distinto, o peixe-rei marinho desova desde o final do inverno até a primavera e o peixe-rei estuarino desova no verão (Sampaio & Piedras, 2005).

Os ovos de *O. argentinensis* podem apresentar dois tipos de morfologia distintos. Os ovos da população estuarina são menores e possuem córion delicado com 3 a 6 filamentos adesivos, enquanto os ovos marinhos são maiores e possuem camada de córion de aspecto áspero com 17 a 19 filamentos com as duas extremidades presas e mais três filamentos com apenas uma das extremidades aderidas a sua superfície do córion (Phonlor & Cousin, 1998).

Em estudos sobre os hábitos alimentares de juvenis e adultos de peixe-rei em seus habitats naturais para cada estação do ano constatou-se que as larvas e juvenis tiveram como

item alimentares predominantemente componentes do zooplâncton (crustáceos planctônicos e insetos dípteros). Durante o outono o zooplâncton foi o alimento dominante nos peixes capturados nas áreas da praia do Cassino e margens do canal de acesso. Copépodes calanoides e cypriis de *B. improvisus* ocorreram com maior frequência nos espécimens costeiros, enquanto os copépodes ciclopoides e náuplios de *B. improvisus* ocorreram nas margens do canal de acesso. Os insetos dípteros mostraram valores altos de frequência e peso apenas nos peixes coletados na Praia do Cassino. A ocorrência de fitoplâncton (diatomáceas e algas filamentosas) na dieta foi observada somente durante o outono. No inverno o zooplâncton apareceu em elevada frequência, sendo que os copépodes calanoides foram os mais abundantes, enquanto na primavera os juvenis apresentaram redução na dieta zooplânctônica, mas ainda com predominância de copépodes calanoides nas margens do Canal de Acesso e Ilhas e na Praia do Cassino ainda cypriis de *B. improvisus* e baixos valores de insetos dípteros e coleópteros. Ainda na primavera foi elevada a ocorrência de mysidáceo *Mysidopsis tortonesi* nos conteúdos de juvenis de *Odontesthes* sp. Durante o verão houve pequena quantidade de zooplâncton nas dietas dos juvenis nos respectivos locais de coletas (Bemvenuti, 1990).

Já os adultos, apresentaram predominância total por invertebrados bentônicos (tanaidáceos, poliquetas e anfípodes). No outono, o tanaidáceo *Kalliapseudes schubartii* apareceu em baixa quantidade, com seguimento de conteúdos de anfípodes e ainda restos de siri *Callinectes* sp. dentre os espécimens capturados. Em contrapartida, no inverno, observou-se a presença de um maior número de itens alimentares, com predomínio do poliqueta *Laeonereis culveri*. Também os anfípodes apareceram em quantidades elevadas, seguindo-se de *K. schubartii* e o gastrópode *Littoridina* sp. Na estação da primavera, houve predominância de *K. schubartii*, *L. culveri* e anfípodes. *K. schubartii* dominou sobre qualquer outro item alimentar no verão, seguido por *Mysidopsis tortonesi* (Bemvenuti, 1990).

Reprodução, larvicultura e produção de juvenis de peixe-rei

Os primeiros trabalhos experimentais sobre a criação de *O. argentinensis* foram realizados a mais de 15 anos por Phonlor & Vinagre (1989). A partir daí foram feitos mais estudos com a intenção de se obter um pacote tecnológico para a produção dessa espécie.

Existem três métodos para obtenção de ovos de peixe-rei. Os filamentos dos ovos garantem sua aderência a diferentes tipos de substratos, fazendo com que grandes emaranhados de ovos da população marinha sejam encontrados na areia da praia presos a diferentes tipos de substratos como redes, cordas, e outros materiais. Estes ovos permanecem vivos durante vários dias na areia da praia e quando levados para o laboratório e colocados em água salgada seguem o seu desenvolvimento embrionário (Phonlor & Vinagre, 1989). A coleta de reprodutores na natureza e a extrusão manual dos gametas permite realizar a fertilização artificial dos ovos (Sampaio, 1992). Finalmente, foram obtidas desovas naturais de peixe-rei nascidos em laboratório (Sampaio & Piedras, 2005), isso permite o estabelecimento de famílias, o que pode facilitar o desenvolvimento de estudos sobre melhoramento genético com peixe-rei.

As larvas de peixe-rei eclodem com 7mm de comprimento, seus olhos são pigmentados, e apesar de ter um saco vitelino grande, sua boca é funcional. Elas são capazes de se alimentar de náuplios de *Artemia* desde a primeira alimentação (Phonlor & Vinagre, 1989). Em seguida, foi demonstrado que as larvas de peixe-rei também comem rotíferos na primeira alimentação, mas seu crescimento é maior quando náuplios de *Artemia* são oferecidos (Phonlor & Krug, 1991).

Phonlor & Sampaio (1992) avaliaram os efeitos da salinidade durante a larvicultura e concluíram que as larvas de peixe-rei são eurialinas, pois seu crescimento não é afetado por salinidades entre 5 e 35. Por outro lado, Sampaio & Phonlor (1992) não observaram sobrevivência de larvas metamórficas de peixe-rei em água doce. Posteriormente, foi

determinado que as larvas de peixe-rei podem ser criadas em salinidades menores do que 5 ‰ sem prejuízo para o crescimento e a sobrevivência (Sampaio et al., 2000).

Com relação ao manejo de larvas e juvenis de peixe-rei, Sampaio & Phonlor (1996) concluíram que durante a larvicultura, a densidade de estocagem pode ser de até 90 larvas/litro sem prejuízo do crescimento e da sobrevivência.

Apesar das larvas de peixe-rei serem capazes de se alimentar com ração logo após a eclosão, o crescimento é maior quando as larvas se alimentam de náuplios de *Artemia* (Sampaio et al., 1995). Um protocolo alimentar foi elaborado para as larvas de peixe-rei por Tesser & Sampaio (2001), onde foi estabelecido que a densidade de presas deve ser de 5 náuplios/ml durante os três primeiros dias de vida, atingindo até 15 náuplios/ml após 2 semanas.

Sampaio & Minilo (1995) determinaram que para larvas de peixe-rei, pesando na faixa de 50 à 100mg, é recomendável a alimentação com 25% do peso vivo por dia. Entretanto, para juvenis com peso variando entre 100 e 500mg, foi determinado que a taxa de arraçoamento diária pode ser reduzida para 9 ‰ do peso vivo (Tesser & Sampaio, 2006).

Testando o uso de ração como primeira alimentação para peixe-rei, Sampaio et al., 1992, concluíram que os melhores resultados em crescimento e sobrevivência de larvas, são alcançados quando a ração é oferecida após um período inicial de alimentação com *Artemia*. No mesmo experimento, os autores constataram que as larvas de *O. argentinensis* ingerem ração no primeiro dia de alimentação, mesmo quando oferecida *Artemia* e ração juntas.

Experimentos para analisar a eficiência da substituição do alimento vivo por dietas inertes (“weaning”) na larvicultura do peixe-rei demonstraram que apesar de poder alimentar-se de ração desde a primeira alimentação, o custo de produção para esse procedimento é elevado, pois a sobrevivência é reduzida. Praticando o “weaning” 17 dias após a eclosão,

obtêm-se larvas com crescimento intermediário, mas com custo de produção 75% menor do que as larvas alimentadas apenas com *Artemia* (Carvalho, 2005).

A temperatura de 23°C é considerada adequada para larvas e juvenis do peixe-rei (Streit, 1999; Sampaio & Pisseti, 2001). O fotoperíodo não exerce influência sobre a sobrevivência de *O. argentinensis*. Entretanto, as larvas mantidas no escuro tem menor crescimento do que aquelas criadas com luz, sendo o fotoperíodo recomendado para larvas do peixe-rei de 18 horas de luz por dia (Freitas, 2003).

Frequência alimentar

Para o sucesso de uma larvicultura, existem fatores bióticos e abióticos que devem ser observados. Entre os fatores abióticos estão: a temperatura, a luminosidade, o fotoperíodo e a salinidade. Quanto aos fatores bióticos, estão a densidade de estocagem, a densidade e o tipo de presas, doenças, a taxa de arraçoamento, o tamanho do alimento e a frequência alimentar (Bergot, 1986; Rabe & Brown, 2000).

Uma maior frequência alimentar é um fator importante na larvicultura em geral e acredita-se que ela maximiza o crescimento de larvas e juvenis de peixes. Isso foi constatado em estudo feito com pós-larvas de *Solea senegalensis* onde em uma frequência de duas vezes diárias de fornecimento de alimento mostrou valores de sobrevivência, taxa de crescimento, e peso significativamente maiores do que no tratamento de uma vez diária (Engrola et al., 2005).

A falta de alimento pode acarretar diminuições nas taxas de crescimento e sobrevivência. Por outro lado, o alimento oferecido em excesso pode significar custos maiores, além de poder acarretar um aumento na produção de compostos nitrogenados gerados pelo alimento não consumido e pela excreção (Spotte, 1979).

Hierarquias podem surgir na criação, quando os peixes não tiverem padrão na alimentação, devido à variação de tamanho e crescimento. O crescimento é afetado pela

quantidade de comida consumida e eficiência de absorção. Isso pode provar que uma maior frequência alimentar pode aumentar o crescimento, melhorando o consumo, a assimilação do alimento e influenciando em uma uniformidade do lote (Dwyer et al., 2002).

Rabe & Brown (2000), avaliaram o efeito das frequências de uma, duas e quatro vezes diárias no linguado *Pleuronectes ferrugineus*. As larvas foram alimentadas com alimentador automático e o resultado mostrou que o crescimento das larvas foi significativamente reduzido no tratamento de uma vez ao dia, mas similar para os outros tratamentos. A sobrevivência não foi afetada pela frequência alimentar nesse experimento. Para juvenis do linguado *Hippoglossus hippoglossus*, estudos também mostraram maiores taxas de crescimento em frequências de mais de uma vez diárias (Schnaittacher et al., 2005).

Em estudos com juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus*, Riche et al (2003) falam da importância da determinação da taxa de digestão e sua relação com a taxa de evacuação gástrica, pois pode permitir inferir sobre a frequência alimentar ideal, e ainda, descobrir o momento de retorno do apetite. O tamanho da ração pode influenciar na eficiência alimentar e ainda pode trazer efeitos prejudiciais na qualidade da água, fator muito importante, pois em larviculturas a exigência de qualidade da água é muito alta (Johnston et al., 2003).

O efeito do tamanho de ração e da frequência alimentar sobre a sobrevivência e o crescimento de juvenis do peixe-palhaço, *Amphiprion percula*, foi avaliado testando-se as frequências de uma, duas e três vezes ao dia com tamanho ou taxa de arraçoamento de 2, 4, 6, 8, 10 e 12% da massa de corpo. Nos peixes alimentados uma vez ao dia, o crescimento não foi satisfatório a um tamanho de ração de 8% BM ao dia. Na frequência de duas vezes diárias, foi necessário um tamanho de ração de 6% BM para alcançar bom crescimento e aqueles peixes alimentados três vezes ao dia cresceram a taxas semelhantes sobre um tamanho de ração de 4% BM (Johnston et al., 2003). Em testes com juvenis de pandora *Pagellus*

erythrinus, foi comprovado um melhor estado nutricional dos peixes quando alimentados com ração duas vezes ao dia (Mihelakakis et al., 2001).

Ainda não existem informações sobre a frequência ideal de alimentação para larvas e juvenis de peixe-rei, desta maneira, este trabalho tem por objetivo definir o efeito da frequência alimentar sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas e juvenis do peixe-rei marinho.

OBJETIVO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da frequência alimentar sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas e juvenis do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEHEREGARAY, L. B. Estudo genético-populacional do peixe-rei *Odontesthes argentinensis* (Atheriniformes: Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos e na zona marinha costeira, entre Torres e Punta del Diablo. 1995. 106 f. (Dissertação de Mestrado). Fundação Universidade de Rio Grande.
- BEMVENUTI, M. A. Hábitos alimentares de peixe-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, v.12, n. 1, p. 79-102, 1990.
- BERGOT, P. Elevage larvaire de la carpe commune (*Cyprinus carpio*. L.): alimentation artificielle. In: Billard, R. et Marcel J. (Ed). INRA, Paris. P. 164-168, 1986.
- BLAXTER, J. H. S. & HEMPEL, G. The influence of egg size on herring larvae (*Clupea harengus* L.). *J. Cons. Intern. Explor. Mer.*, v.28, n.2, p. 211-240, 1963.
- BRUGGER, A. M. Efeito da intensidade luminosa na sobrevivência e na insuflação da bexiga gasosa de larvas de robalo *Centropomus parallelus* (Poey, 1860). 1995. 54 f. (Dissertação de mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- CAHU, C. & ZAMBONINO INFANTE, J. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture*, v. 200, p. 161-180, 2001.
- CALLAN, C., JORDAAN, A. & KLING, L. J. Reducing *Artemia* use in the culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture*, v. 219, p. 585-595, 2003.
- CARVALHO, C. V. A. Alimentação de larvas do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*: substituição do alimento vivo por ração. 2005. 20f. (Monografia) – Fundação Universidade do Rio Grande, RS.
- CHAO, L. N., PEREIRA, L. E., VIEIRA, J. P., BEMVENUTI, M. DE A. & CUNHA, L. P. R. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, v. 5, p. 67-75, 1982.

- DWYER, K. S., BROWN, J. A., PARRISH, C. & LALL S. P. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). *Aquaculture*, v. 213, p. 279-292, 2002.
- ENGROLA, S., CONCEIÇÃO, L. E. C., GAVAIA, P. J., CANCELA, M. L. & DINIS, M. T. Effects of pre-weaning feeding frequency on growth, survival, and deformation of senegalese sole, *Solea Senegalensis* (Kaup, 1858). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*, v. 57, n.1, p. 10-18, 2005.
- FAO, 2003. State of the world fisheries and aquaculture 2002. Disponível em http://www.fao.org/sof/sofia/index_en.htm Acesso em 10 de fevereiro de 2006.
- FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. A. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II Teleostei (I). São Paulo, Museu de Zoologia da USP, 110 p., 1978.
- FREITAS, L. S. Efeitos do fotoperíodo sobre o crescimento e a sobrevivência de larvas do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*. 2005. 25f. (Monografia) – Fundação Universidade do Rio Grande, RS.
- GARCIA, M. L. Contribución al conocimiento sistemático y biológico de los Atherinidae del Mar Argentino. 1987. Nº 487. (Tese de Doutorado) - Universidad Nacional La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- HART, P. R. & PURSER, G. J. Weaning of hatchery-reared greenback flounder (*Rhombosolea tapirina* Guinter) from live to artificial diets: Effects of age and duration of the changeover period. *Aquaculture*, v. 145, p. 171-181, 1996.
- JOHNSTON, G., KAISER, H. & OELLERMANN, L. 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.

- KJORSVIK, E. T. van der MEEREN, H. KRYVI, J. ARNFINNSON & KVENSETH, P. G. Early development of the digestive tract of cod larvae, *Gadus morhua* L., during start-feeding and starvation. *J. Fish Biol.*, v. 38, p. 1-5, 1991.
- MIHELAKAKIS, A., YOSHIMATSU, T. & TSOLKAS, C. Effect of feeding frequency on growth, feed efficiency, and body composition in young common Pandora. *Aquaculture International*, v. 9, p. 197-204, 2001.
- OTAKE, T., HIROKAWA, H. FUJIMOTO & IMAIZUMI, K. Fine structure and function of the gut epithelium of pike eel larvae. *J. Fish Biol.*, v. 47, p. 126-142, 1995.
- PHONLOR, G. & COUSIN, J. C. B. Biologia do desenvolvimento de ovos e larvas de atherinídeos. In: SEELIGER, U., ODEBRECHT, C. & CASTELLO, J. P. (Eds.) *Os Ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Rio Grande. Ed. Ecoscientia, 1998. Cap. 6.15, p. 152-157.
- PHONLOR, G. & KRUG, L. C. Efeito da alimentação no crescimento larval de *Odontesthes argentinensis* em laboratório. Maringá, 1991. In: *Encontro Nacional de Ictiologia*, v. 9, p. 170, 1991.
- PHONLOR, G. & SAMPAIO, L. A. Effect of salinity on growth and survival of *Odontesthes argentinensis* larvae. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.35, p.153-158, 1992.
- PHONLOR, G. & VINAGRE, L. E. C. Efeito do retarde da primeira alimentação sobre o crescimento e a sobrevivência da larva de *Odontesthes argentinensis* (Cuv. & Val., 1835). *Atlântica*, v. 11, p. 63-75, 1989.
- RABE, J. & BROWN, A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. *Aquaculture*, v. 191, p. 289-302, 2000.

- RICHE, M., HALEY, D.I., OETKERI, M., GARBRECHT, S. & GARLING, D. I. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, v. 234, p. 657-673, 2004.
- SAMPAIO, L. A. Fertilização artificial, incubação e crescimento larval de *Odontesthes* sp. e *O. argentinensis*: Efeitos da salinidade e densidade de estocagem. 1992. 58 f. (Dissertação de mestrado) - Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, RS.
- SAMPAIO, L. A. & BIANCHINI, A. Salinity effects on osmoregulation and growth of the euryhaline flounder *Paralichthys orbignyanus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 269, p.187-196., 2002.
- SAMPAIO, L. A. & MINILLO, A. Alimentação de larvas do peixe-rei marinho (*Odontesthes argentinensis*) com diferentes taxas de arraçoamento. Ibirubá – RS, 1995. In: Anais do III Encontro Sul Brasileiro de Aqüicultura, p. 34-43.
- SAMPAIO, L. A. & PHONLOR, G. Freshwater tolerance of marine and estuarine metamorphic larvae of *O. argentinensis* (Pisces: Atherinidae). *Arc. Biol. Tecnol.*, v. 35 n. 1, p. 85-90, 1992.
- SAMPAIO, L. A. & PHONLOR, G. Effect of stocking density on growth and survival of the marine silverside, *Odontesthes argentinensis* (Atherinidae), larvae. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 39, p. 443-449, 1996.
- SAMPAIO, L. A. & PIEDRAS S. R. N. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, Editora UFSM, 2005. Cap. 15, p. 345-361.
- SAMPAIO, L. A. & PISSETI, T. L. Efeito da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e larval do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*. In: XIV Semana Nacional de Oceanografia, 2001, Rio Grande, RS, Anais ... Rio Grande, p. 48-49.

- SAMPAIO, L. A., FERREIRA, A. H. & TESSER, M. B. Effect of stocking density on laboratory rearing of mullet fingerlings, *Mugil platanus* (Gunther, 1880). *Acta Scientiarum*, v. 23, p. 471-475, 2001.
- SAMPAIO, L. A., TESSER, M. B. BURKERT, D. Tolerância de juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. *Ciência Rural*, v. 33, p. 757-761, 2003.
- SAMPAIO, L. A., PISSETI, T. L., MAÇADA, A. & BALLESTER, E. 2000. Crescimento e sobrevivência de juvenis do peixe-rei marinho (*Odontesthes argentinensis*) em salinidades reduzidas. Itajaí – SC. In: XIII Semana Nacional de Oceanografia, Semana Nacional de Oceanografia, 2000, p. 690-692.
- SAMPAIO, L. A., SIROL, R. N., MATSUMOTO, R. & PHONLOR, G. Primeira alimentação de larvas de peixe-rei *O. argentinensis* com ração. Ibirubá – RS. In: III Encontro Sul Brasileiro de Aqüicultura, 1995, p. 130-136.
- SCHNAITTACHER, G., KING, W. & BERLINSKY, D. L. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. *Aquaculture*, v. 36, p. 370-377, 2005.
- SPOTTE, S. Fish and invertebrate culture: water management in closed systems. Wiley-Interscience, New York, 179 p., 1979.
- STREIT, D. P. J. Influência da temperatura no crescimento de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*). 2000. 22 f. (Monografia). Fundação Universidade Federal do Rio Grande, RS.
- TESSER, M. B. & SAMPAIO, L. A. Growth of pejerrey larvae (*Odontesthes argentinensis*) fed on different prey densities. *Atlântica*, v. 23, p. 153-159, 2001.

ANEXO 1

Produção de larvas e juvenis do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis* com diferentes frequências alimentares

Redigido segundo as normas da Revista Brasileira de Agrociência

PRODUÇÃO DE LARVAS E JUVENIS DO PEIXE-REI MARINHO *Odontesthes argentinensis* ALIMENTADOS COM DIFERENTES FREQUÊNCIAS ALIMENTARES

PRODUCTION OF LARVAE AND JUVENILE PEJERREY *Odontesthes argentinensis* FED AT DIFFERENT FEEDING FREQUENCIES

Luís André Sampaio^{1*}, Mauren Oliveira² e Marcelo Borges Tesser²

RESUMO

As dificuldades encontradas na alimentação de larvas e juvenis de peixes são um dos fatores limitantes para o sucesso da piscicultura marinha, portanto este estudo foi realizado com o intuito de avaliar os efeitos de diferentes frequências alimentares sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas e juvenis do peixe-rei marinho *Odontesthes argentinensis*. Larvas recém-eclodidas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* 1, 2 e 4 vezes ao dia e os juvenis (peso médio de 95 mg) foram alimentadas com ração 2, 4 e 6 vezes ao dia, todos os tratamentos foram realizados em

^{1*} Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: Sampaio@mikrus.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Rio Grande, RS, Brasil.

duplicata. Os resultados foram analisados com Análise de Variância (ANOVA) seguida do Teste de Tukey ao nível de significância de 95%. A sobrevivência do peixe-rei não foi significativamente afetada pela frequência alimentar empregada ($P>0,05$), independente do tratamento a sobrevivência foi sempre superior a 90% para as larvas e juvenis. Por outro lado, diferenças significativas foram encontradas para o crescimento ($P<0,05$), as maiores larvas e juvenis foram aqueles criados com as frequências alimentares mais elevadas. Os resultados deste trabalho demonstram que a performance das larvas e juvenis de peixe-rei é aprimorada quando eles são alimentados várias vezes ao dia.

Palavras-chave: alimentação, piscicultura, criação intensiva, frequência alimentar, crescimento, peixe-rei

ABSTRACT

Feeding adequately fish larvae and juveniles is a limiting factor for the development of marine fish culture, therefore the aim of this study was to evaluate the effects of different feeding frequencies over survival and growth of larvae and juvenile pejerrey *Odontesthes argentinensis*. Newly hatched larvae were fed on *Artemia nauplii* 1, 2, and 4 times per day, while juvenile (95mg) were fed on a dry diet 2, 4, and 6 times per day, all treatments were carried out with two replicates. Results were submitted to Analysis of Variance (ANOVA) followed by the Test of Tukey at 95% significance level. Survival of pejerrey was not significantly affected by the feeding frequency ($P>0.05$), independently of the treatment, survival was always above 90% for larvae and juvenile. On the other hand, significant differences were observed on growth ($P<0.05$), weight and length of larvae and juvenile were directly proportional to the feeding frequency. The results of the present experiments show that overall performance of pejerrey larvae and juvenile are improved when they are fed several times per day.

Key words: feeding, fish culture, intensive rearing, feeding frequency, growth, pejerrey

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um bom potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha, entretanto a atividade ainda é essencialmente acadêmica e restrita à algumas espécies como o robalo *Centropomus parallelus* (ALVES et al., 2006), a tainha *Mugil platanus* (SAMPAIO et al., 2002), o pampo *Trachinotus marginatus* (SAMPAIO et al., 2003), o linguado *Paralichthys orbignyanus* (BIANCHINI et al., 2005) e o peixe-rei *Odontesthes argentinensis*, alvo do presente estudo.

O peixe-rei pertence à Família Atherinopsidae e Ordem Atheriniformes. Sua distribuição se estende desde o estado de Santa Catarina no Brasil, até a Baía Blanca na Argentina (FISHER et al., 2004).

A produção de juvenis ainda é um dos principais fatores limitantes para o desenvolvimento da piscicultura marinha. A dependência do fornecimento de presas vivas para a primeira alimentação e durante as primeiras semanas de vida, principalmente rotíferos (*Brachionus plicatilis*) e náuplios de *Artemia* e, posteriormente, a substituição do alimento vivo por dietas inertes são dificuldades enfrentadas na produção de juvenis da maioria das espécies de peixes marinhos (CALLAN et al., 2003).

A alimentação de larvas e juvenis de *O. argentinensis* em cativeiro ainda não é bem conhecida, embora alguns estudos sobre o uso de alimento vivo na larvicultura (TESSER & SAMPAIO, 2001) e o uso de ração na produção de juvenis (TESSER & SAMPAIO, 2006) já tenham sido realizados.

A alimentação é um dos itens mais caros na produção intensiva de peixes (KAM et al., 2003), portanto devem ser buscadas alternativas de manejo que possibilitem a maximização do crescimento e a conversão alimentar, e ainda, reduza a quantidade de dejetos (SCHNAITTAER et al., 2005). A manipulação da frequência alimentar é uma das estratégias

empregadas para diminuir o custo da produção, pois o oferecimento do alimento diversas vezes ao dia pode propiciar crescimento maior do que se o alimento fosse oferecido apenas uma vez (DWYER et al., 2002).

O estudo da frequência alimentar tem sido realizado para diversas espécies de peixes como *Paralichthys olivaceus* (LEE et al., 2000), *Pleuronectes ferrugineus* (RABE & BROWN, 2000) e (*Limanda ferruginea*) (DWYER et al., 2002). A frequência alimentar ideal para cada espécie é diferente, podendo ser consideradas como espécie-específica. De acordo com (SCHNAITTAER et al., 2005), diferenças na frequência alimentar ótima também podem ocorrer dentro de uma mesma espécie, especialmente em estágios de desenvolvimento diferentes.

Ainda não se conhecem os efeitos de diferentes frequências alimentares na produção de *O. argentinensis* em sistema intensivo, portanto este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar o seu efeito na produção de larvas e juvenis.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Maricultura do Departamento de Oceanografia da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Para ambos os experimentos, ovos fertilizados de *O. argentinensis* foram coletados na praia do Cassino (Rio Grande-RS, 32° 12' S - 52° 10' W) e transportados para o laboratório, onde foram incubados nas mesmas condições ambientais de cada experimento.

Experimento 1: efeito da frequência alimentar sobre larvas de peixe-rei

Após a eclosão, as larvas foram transferidas para tanques com capacidade de 15 litros, com uma densidade de 10/L. A temperatura foi mantida a 25±0,5°C em banho termostático,

salinidade $20\pm 2\%$ e fotoperíodo 13 horas luz e 11 horas escuro. Diariamente foram contados os indivíduos mortos para cálculo da taxa de sobrevivência. A taxa de renovação da água foi de 80% uma vez ao dia.

Durante os 12 dias de experimento, as larvas foram alimentadas com sobra com náuplios de *Artemia*. A quantidade de alimento oferecida foi igual em todos os tratamentos, porém dividida em três freqüências alimentares: 1, 2 e 4 vezes ao dia com duas repetições para cada tratamento, correspondendo a 10 náuplios/ml uma vez ao dia, 5 náuplios/ml duas vezes ao dia e 2,5 náuplios/ml quatro vezes ao dia (entre às 8 e 20h).

O comprimento da notocorda das larvas foi medido no início e no final do experimento. As medidas foram feitas sob microscópio estereoscópico equipado com ocular micrométrica.

Experimento 2: efeito da freqüência alimentar sobre os juvenis de peixe-rei

Logo após a eclosão as larvas foram transferidas para um tanque de larvicultura, onde foram mantidas durante 27 dias. Durante este período elas foram alimentadas a vontade com náuplios de *Artemia*.

A partir deste momento, os juvenis foram transferidos para tanques cilíndricos com 50 l de água do mar na densidade de 1 juvenil/l. A água foi constantemente aerada, sendo a taxa de renovação de pelo menos 50% por dia. A temperatura da água foi mantida em 23°C por meio de banho termostaticado. Durante três dias foi feita a substituição da *Artemia* pela ração utilizada no experimento.

No início do experimento o comprimento padrão médio dos juvenis foi igual a $23,0\pm 2,0$ mm e o peso médio foi igual a $0,095\pm 0,026$ g.

Os juvenis foram alimentados com três freqüências alimentares: 2, 4 e 6 vezes ao dia (entre às 8 e 18h), com 2 repetições para cada tratamento. Os peixes foram alimentados com uma

taxa de arraçoamento equivalente a 16% de seu peso vivo. A quantidade de alimento oferecido foi ajustada a cada 10 dias, de acordo com o resultado das biometrias realizadas. A alimentação dos juvenis foi feita com a ração Lansy Dynamic (INVE - Bélgica), com 50% de proteína bruta, 15% de lipídeos, EPA 8mg/g, DHA 17mg/g e 2.000ppm de vitamina C (composição da dieta fornecida pelo fabricante).

O experimento teve duração de 30 dias, sendo que a cada dez dias, 15 juvenis de cada tanque foram anestesiados com MS-222, medidos com mini-ictiômetro com precisão de 1 mm e pesados em balança com precisão de 1 mg (marca Sartorius). Após as medições os peixes foram colocados de volta aos seus respectivos tanques e nenhuma mortalidade associada a este procedimento foi observada.

Foram calculados:

- o coeficiente de variação: $CV = \text{desvio padrão} \times 100 / \text{média}$
- o fator de condição de Fulton: $K = (\text{peso} / \text{comprimento padrão}^3) \times 100$
- a taxa de conversão alimentar: $TCA = (\text{alimento consumido} / \text{ganho de peso}) \times 100$

Análise estatística

Os resultados de ambos experimentos foram submetidos à ANOVA (one-way) e quando diferenças significativas foram detectadas, o teste de Teste de Tukey foi aplicado. Todos os testes foram realizados com nível de significância de 95%.

RESULTADOS

A frequência alimentar a que as larvas e juvenis de peixe-rei foram submetidas não influenciou a sua sobrevivência ($P>0,05$), pois independente do tratamento, mais de 90% dos indivíduos sobreviveram em ambos experimentos.

O comprimento das larvas e dos juvenis foi diretamente proporcional a frequência alimentar (Figuras 1 e 2). O mesmo foi observado para o peso dos juvenis (Figura 3), entretanto, o coeficiente de variação não apresentou diferença significativa entre as diferentes frequências alimentares empregadas ($P>0,05$) durante todo o período experimental.

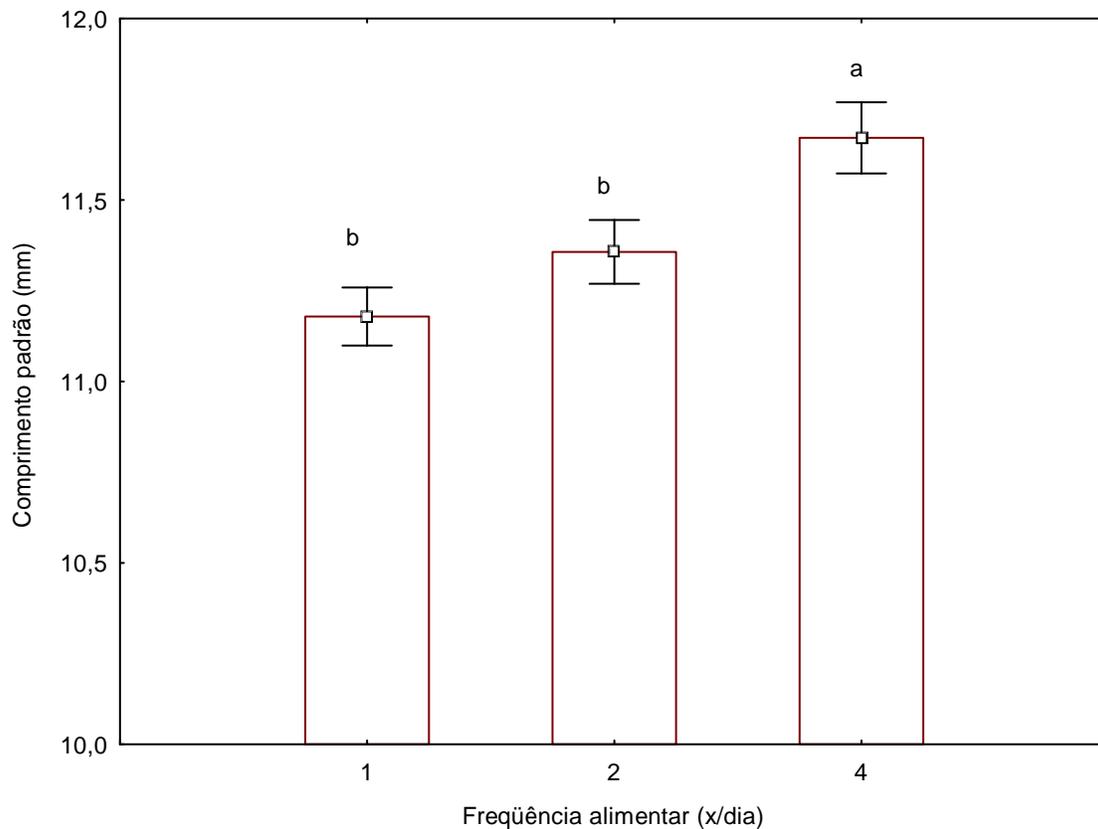


Figura 1 – Comprimento padrão final de larvas do peixe-rei marinho *O. argentinensis* submetidas à diferentes frequências alimentares (média \pm erro padrão). Letras diferentes em uma mesma data representam diferenças significativas entre os tratamentos ($P<0,05$).

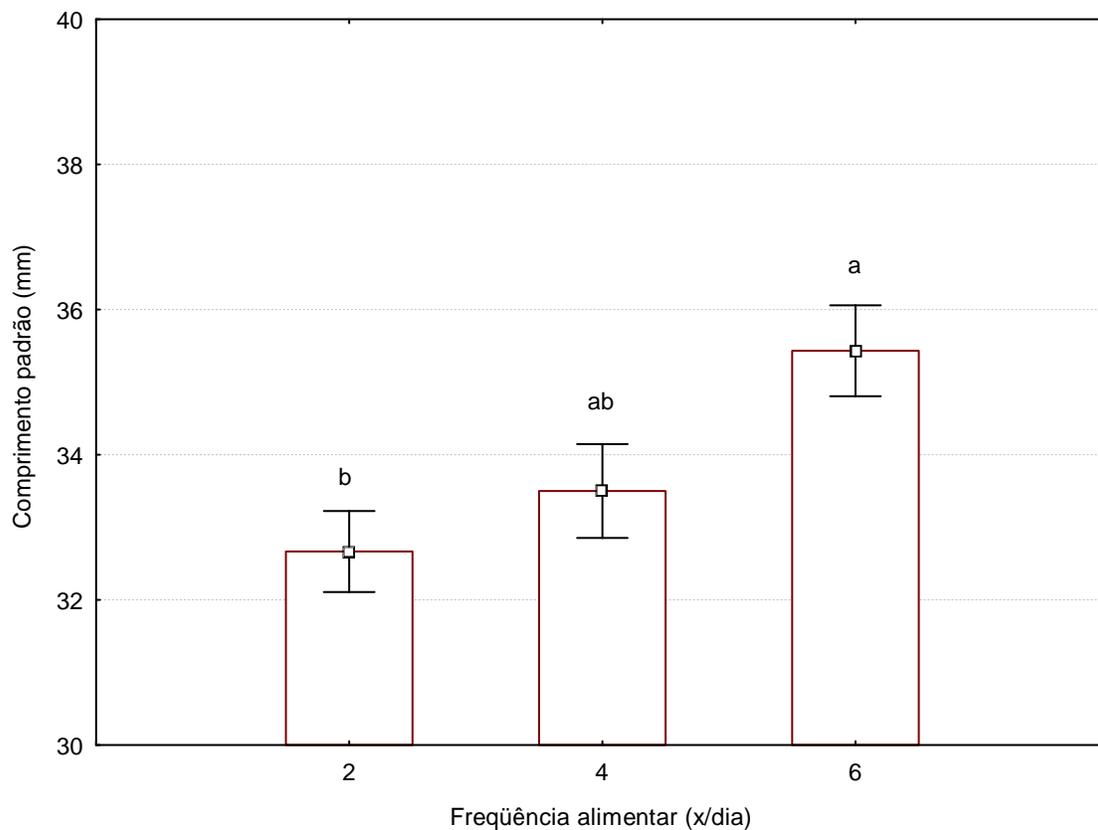


Figura 2 – Comprimento padrão final de juvenis do peixe-rei marinho *O. argentinensis* submetidas à diferentes freqüências alimentares (média \pm erro padrão). Letras diferentes em uma mesma data representam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$).

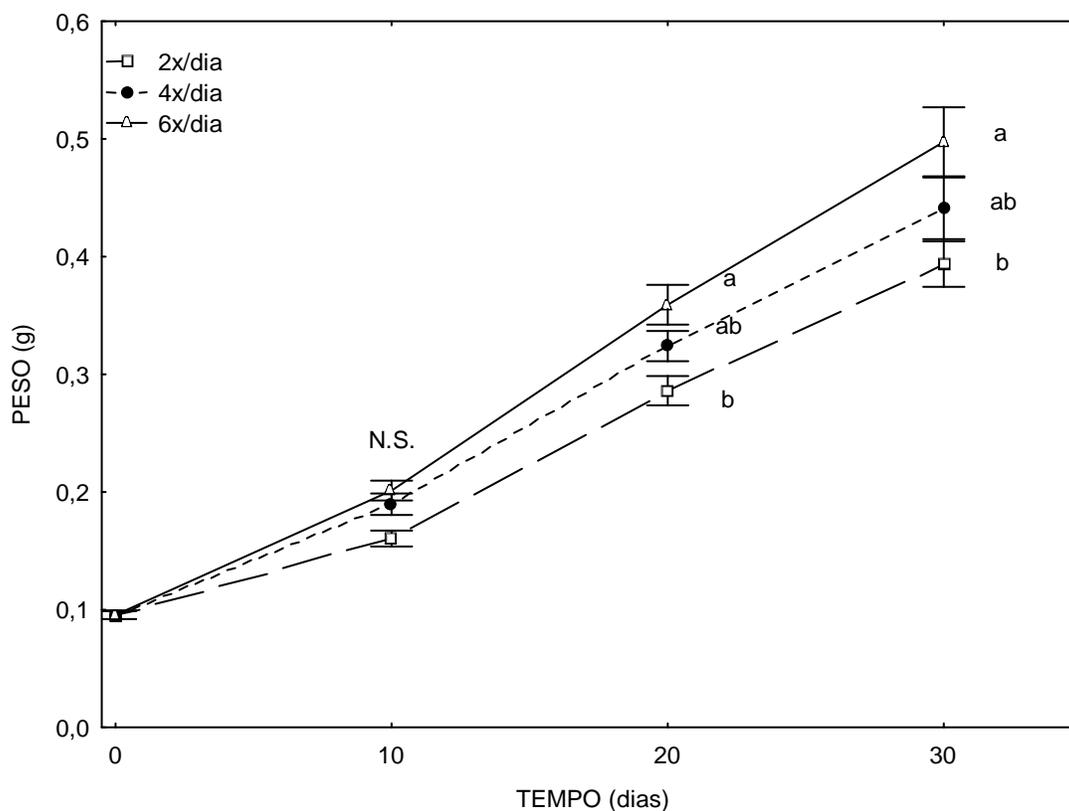


Figura 3 – Peso dos juvenis do peixe-rei marinho *O. argentinensis* submetidos à diferentes freqüências alimentares (média \pm erro padrão). Letras diferentes em uma mesma data representam diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,05$), N.S. = não significativo ($P > 0,05$).

O maior crescimento dos juvenis alimentados na maior freqüência alimentar não teve reflexo sobre seu fator de condição, que atingiu o valor de $1,10 \pm 0,02$ para o grupo alimentado duas vezes ao dia e $1,08 \pm 0,01$ para os juvenis alimentados seis vezes ao dia ($P > 0,05$).

A conversão alimentar aparente foi inversamente proporcional à freqüência alimentar. Os juvenis alimentados seis vezes ao dia obtiveram um aproveitamento do alimento oferecido 11% maior do que o dos juvenis alimentados duas vezes ao dia, sendo esta diferença significativa

($P < 0,05$). Entretanto, o grupo alimentado quatro vezes ao dia teve conversão alimentar aparente de $2,80 \pm 0,16$, similar ao resultado dos demais tratamentos ($P > 0,05$).

DISCUSSÃO

Os custos relacionados com a alimentação representam mais de 50% do custo total de produção de peixes produzidos no sistema intensivo (KAM et al., 2003), portanto é importante buscar estratégias de manejo que visem otimizar o uso de ração na produção de peixes.

Assim como em outras espécies de peixes (LEE, et al., 2000; DWYER, et al., 2002; SCHNAITTACHER et al., 2005), as larvas e juvenis do peixe-rei marinho *O. argentinensis* apresentam uma melhor performance na criação quando são alimentadas várias vezes ao dia. Entretanto, ENGROLA et al (2005) observaram um efeito negativo de uma freqüência alimentar elevada sobre a sobrevivência de larvas de *Solea senegalensis*.

A alimentação de larvas mais continuamente pode ser desnecessária, pois existem evidências de que alimentações prolongadas aliadas à altas taxas de arraçoamento podem acarretar em decréscimo da capacidade digestiva (BOEHLERT & YOKLAVICH, 1984), devido a uma acréscimo na taxa de evacuação gástrica. Por outro lado, as larvas do peixe-rei *O. argentinensis*, diferentemente das demais espécies de peixes marinhos, eclodem com alto grau de desenvolvimento, apresentando olhos pigmentados e boca e anus abertos (SAMPAIO & PIEDRAS, 2005). Provavelmente, esse alto desenvolvimento ao eclodir possa ter contribuído quando as larvas receberam uma freqüência alimentar superior, resultando em maior crescimento.

O metabolismo dos peixes, especialmente nas fases jovens, é elevado, fazendo com que os peixes necessitem se alimentar com uma maior freqüência para sustentar um bom crescimento (SCHNAITTACHER et al., 2005), aliado a isto o consumo de uma grande quantidade de alimento em uma única refeição pode resultar em uma menor eficiência alimentar (JOBBLING, 1994). A taxa

de conversão alimentar é um indicador da eficiência da produção de peixes, uma vez que quanto menor o seu valor, melhor estará sendo o aproveitamento do alimento oferecido (AZEVEDO et al., 1998). O resultado da conversão alimentar aparente no presente trabalho sugere que isso deva estar ocorrendo com os juvenis de peixe-rei, pois o aumento da frequência alimentar proporcionou uma redução na conversão alimentar aparente. Por outro lado, uma frequência alimentar excessiva pode ocasionar uma menor eficiência alimentar, pois o tempo de passagem do alimento pelo trato digestório é reduzido, diminuindo a sua digestão/assimilação (RICHE et al., 2004). Isso demonstra a importância de se determinar a frequência alimentar ideal para cada situação, de modo que o peixe submetido a um manejo que propicie o melhor aproveitamento do alimento oferecido.

A alimentação inadequada pode levar a uma heterogeneidade mais elevada entre os peixes produzidos (GOLDAN et al., 1998) e isso não é interessante para o produtor de juvenis, pois a uniformidade de tamanho do lote é uma característica importante para administrar a criação. A elevada sobrevivência e o fato do coeficiente de variação ser semelhante em todas as frequências alimentares testadas indicam que o peixe-rei não desenvolveu hierarquia de alimentação. Essa é uma característica importante para a seleção de uma espécie para aquicultura, visto que hierarquias de dominância podem levar ao canibalismo ou ao crescimento diferenciado, como foi observado para os linguados *P. orbignyanus* (BIANCHINI et al., 2005) e *S. senegalensis* (ENGROLA et al., 2005).

Os resultados deste trabalho demonstram que a performance das larvas e juvenis de peixe-rei é aprimorada quando eles são alimentados várias vezes ao dia, sendo importante adotar este manejo alimentar na produção de juvenis desta espécie.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao estagiário Agnes Pickersgill pela ajuda na manutenção dos experimentos. M.B. Tesser é bolsista PRODOC da CAPES. Esse estudo foi parcialmente financiado pela FAPERGS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, T.T.; CERQUEIRA, V.R.; BROWN, J.A. Early weaning of fat snook (*Centropomus parallelus*, Poey 1864) larvae. **Aquaculture**, v. 253, p. 334-342, 2006.
- AZEVEDO, P.A.; CHO, C.Y.; LEESON, S.; BUREAU, D.P. 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.
- BIANCHINI A.; ROBALDO, R.B.; SAMPAIO, L.A. Cultivo do linguado *Paralichthys orbignyanus*. In: BALDISSEROTO, B.; GOMES, L.C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2005. cap. 20, p. 445-470.
- BOEHLERT, G.W.; YOKLAVICH, M.M. Carbon assimilation as a function of ingestion rate in larval pacific herring *Clupea harengus pallasii* Valenciennes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 79, p. 251–262, 1984.
- CALLAN, C.; JOORDAN, A.; KLING, L.J. et al. Reducing **Artemia** use in the culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*). **Aquaculture**, v. 219, p. 585-595, 2003.
- DWYER, K.S.; BROWN, J.A.; PARRISH, C. et al. Feeding frequency affects food consumption, feeding pattern and growth of juvenile yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). **Aquaculture**, v.213, p. 279-292, 2002.
- ENGROLA, S.; CONCEIÇÃO, L.E.C.; GAVAIA, P.J. et al. Effects of pre-weaning feeding frequency on growth, survival, and deformation of Senegalese sole, *Solea senegalensis* (Kaup, 1858). **The Israeli Journal of Aquaculture**, v. 57, p. 10-18, 2005.

- FISHER, L.G.; PEREIRA, L.E.D.; VIERA, J.P. **Peixes estuarinos e costeiros**. Rio Grande: Editora Ecoscientia, 2004. 127p.
- GOLDAN, O.; POPPER, D.; KOLKOVSKI, S. 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.
- JOBLING, M. **Fish bioenergetics**. Londres: Chapman and Hall, 1994. 309p.
- KAM, L.E. Economics of offshore aquaculture of Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) in Hawaii. **Aquaculture**, v. 223, p. 63-87, 2003.
- LEE, S.-M.; CHO, S.H.; KIM, D.J. et al. Effects of feeding frequency and dietary energy level on growth and body composition of juvenile flounder, *Paralichthys olivaceus* (Temminck & Schlegel). **Aquaculture Research**, v.31, p. 917-921, 2000.
- RABE, J.; BROWN, A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. **Aquaculture**, v. 191, p. 289-302, 2000.
- RICHE, M.; HALEY, D.I.; OETKER, M. et al. Effect of feeding frequency on gastric evacuation and the return of appetite in tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.234, p.657-673, 2004.
- 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: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2005. cap. 15, p.345-361.
- SAMPAIO, L. A.; WASIELESKY, W.; CAMPOS MIRANDA-FILHO, K. Effect of salinity on acute toxicity of ammonia and nitrite to juvenile *Mugil platanus*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 68, p. 68:668–674, 2002.
- SAMPAIO, L.A.; TESSER, M.B.; BURKERT, D. Tolerância de juvenis do pampo *Trachinotus marginatus* (Teleostei, Carangidae) ao choque agudo de salinidade em laboratório. **Ciência Rural**, v. 33, p. 757-761, 2003.

SCHNAITTACHER, G.; KING V, W.; BERLINSKY, D.L.. The effects of feeding frequency on growth of juvenile Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus* L. **Aquaculture Research**, v. 36, p. 370-377.

TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. Growth of pejerrey larvae (*Odontesthes argentinensis*) fed on different prey densities. **Atlântica**, v. 23, p. 153-159, 2001.

TESSER, M.B.; SAMPAIO, L.A. Criação de juvenis de peixe-rei (*Odontesthes argentinensis*) em diferentes taxas de arraçoamento. **Ciência Rural**, v. 36 (4), p. 1278-1286, 2006.