

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA**



**Efeito da salinidade na sobrevivência e no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus***

**Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Aqüicultura.  
Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>.Mônica Yumi Tsuzuki**

Julio Cesar Maciel

Florianópolis – SC  
2005

Maciel, Julio Cesar

Efeito da salinidade na sobrevivência e no crescimento de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus* / Julio César Maciel. - - Florianópolis, 2006.

41p.: il.

Dissertação (Mestrado) – Prof. Orientador: Dr<sup>a</sup>. Mônica Yumi Tsuzuki - - Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

Bibliografia.

1. Sobrevivência 2. Crescimento 3. Atividades Enzimáticas 4. Robalo-peva  
5. *Centropomus parallelus* 6. Diferentes Salinidades.

**Efeito da salinidade na sobrevivência e no crescimento de juvenis  
de robalo-peva *Centropomus parallelus***

Por

JÚLIO CESAR MACIEL

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

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

---

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.  
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

---

Dra. Mônica Yumi Tsuzuki - *Orientadora*

---

Dra. Juliet Kiyoko Sugai

---

Dr. Luís André Nassr de Sampaio

**SUMÁRIO**

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
INTRODUÇÃO GERAL	1
Referências Bibliografias	6
CORPO DO ARTIGO CIENTÍFICO	10
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	13
Resultados	16
Discussão	17
Conclusão	20
Bibliografia Citada	21
Tabelas	25
Figuras	26

## RESUMO

A salinidade pode mudar a quantidade de energia disponível para o crescimento dos peixes pela alteração do custo energético para a regulação iônica e osmótica. A salinidade também pode influenciar a atividade de enzimas digestivas, e afetar a performance de crescimento. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da salinidade na sobrevivência, no crescimento e na atividade enzimática digestiva de juvenis de robalo-peva *Centropomus parallelus*. O experimento foi conduzido com quatro salinidades (0, 5, 15 e 35 ppt), em triplicata, com juvenis de 76 Dias Após a Eclosão (DAE) (peso de 0,35g), a uma densidade de 0,6 peixes/L. Foram realizadas biometrias no início, após 30 (106 DAE) e 50 dias (126 DAE) de experimento. Juvenis de robalo-peva apresentaram sobrevivência excelente nas salinidades de 5, 15 e 35 ppt, demonstrando a eurihalinidade da espécie, o que está de acordo com sua ampla distribuição natural em diversos ambientes salinos. Mortalidade massiva ocorrida em 0 ppt pode ter sido decorrente do estresse de manuseio e de aclimação dos peixes aos tanques experimentais em condição de água doce. Em relação ao crescimento, apesar de não terem sido observadas diferenças no peso e taxa de crescimento específico, o comprimento total foi maior em 15 ppt, porém somente em comparação com 5 ppt, após 50 dias de cultivo. Entretanto, melhores resultados em taxa de conversão alimentar (TCA) e atividade de enzimas digestivas foram obtidos a 15 ppt, sendo a TCA significativamente mais baixa (1,3) nesta salinidade no final do período experimental. Observou-se que a atividade de protease alcalina total após 50 dias de cultivo foi significativamente maior à salinidade de 15 ppt, e que a atividade da amilase foi maior nas salinidades de 15 e 35 ppt ( $P < 0.05$ ). A salinidade de 15 ppt proporcionou a melhor (2,3 vezes) capacidade digestiva, não havendo diferença entre as salinidades de 5 e 35 ppt. De uma maneira geral, pode-se observar que o robalo-peva mantido a 15 ppt possui maior potencial para uma mais eficiente digestibilidade e absorção dos nutrientes para o metabolismo energético. Em termos de custos de produção, este fato é de extrema importância uma vez que nesta salinidade, os gastos com a ração podem ser reduzidos devido a melhor conversão alimentar e eficiência digestiva.

## ABSTRACT

Salinity can change the amount of energy available for fish growth by altering the energetic cost for osmotic and ionic regulation. Salinity can also influence the activity of digestive enzymes, and affect growth performance. The objective of the present work was to evaluate the effect of salinity on survival, growth and activity of digestive enzymes in juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus*. The experiment was conducted using four salinities (0, 5, 15 and 35 ppt), in triplicate, with juveniles of 76 Days After Hatching (DAH) (0.35 g wet weight), at a density of 0.6 fish/L. Fish measurements were done at the beginning, after 30 (106 DAH) and 50 days (126 DAH) of experiment. Fat snook juveniles presented excellent survival at 5, 15 and 35 ppt salinity, demonstrating the euryhalinity of the species, that is in accordance with its natural distribution in different saline environments. Massive mortality at 0 ppt might have occurred as a consequence of handling stress and fish acclimation to the experimental units in freshwater condition. Regarding fish growth, although it was not observed differences in weight and specific growth rates, total and standard length values were higher at 15 ppt, but only compared to 5 ppt after 50 days of experiment. However, best results in food conversion ration (FCR) and activity of digestive enzymes were obtained at 15 ppt, being the FCR significantly lower (1.3) at this salinity at the end of the experimental period. The activity of alkaline protease after 50 days of cultivation was significantly higher at 15 ppt, and the activity of amylase was higher at 15 and 35 ppt ( $P < 0.05$ ). The salinity of 15 ppt provided better (2.3 times) digestive capacity, and no difference between 5 and 35 ppt was found. In general, it can be seen that fat snook kept at 15 ppt presents higher potential for a more efficient digestibility and nutrient absorption for the energetic metabolism. This could be directed to fish growth, as at this salinity probably the metabolic demand is reduced by the isosmotic medium. In terms of production costs, this fact is of extremely importance, as at this salinity the feed costs can be reduced due to a better food conversion ration and digestive efficiency.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar do aumento do esforço de pesca, as capturas mantiveram-se relativamente estáveis na década de 90, e diminuíram para cerca de 700.000 t nos últimos anos (FAO 2001). Neste contexto, a piscicultura marinha pode representar um aumento significativo na produção de peixes marinhos com o desenvolvimento de tecnologia produtiva, e de custo acessível aos produtores.

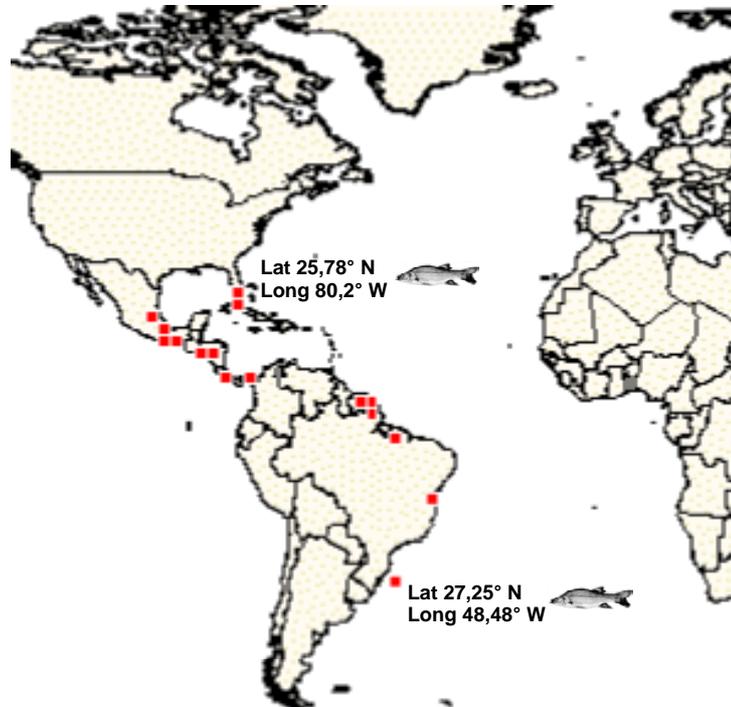
Deve-se ressaltar que o Brasil é um dos países que apresenta grande potencial para a produção de peixes através da aquicultura, tendo em vista que 2/3 do seu território encontra-se situado em região de clima tropical, possuindo a maior bacia hidrográfica mundial e oito mil quilômetros de costa com diversas áreas potencialmente aptas à maricultura. Complementarmente, apresenta uma diversidade de espécies de peixes marinhos nativos de valor econômico elevado e de interesse para o cultivo. Além do grande potencial natural para o desenvolvimento da aquicultura, o Brasil conta também com órgãos estaduais e federais de pesquisa e de extensão à atividade, gerando tecnologia e transferindo-a aos setores produtivos e de tecnologia de processamento.

Com o desenvolvimento de tecnologias para a aquicultura, em especial para a piscicultura marinha que, embora ainda incipiente, mas em franco progresso nestes últimos anos, sua possível transferência aos aquicultores e com a criação pelo governo federal da SEAP (Secretaria Especial da Pesca e da Aquicultura), depara a aquicultura brasileira com uma nova era que poderá levar o Brasil à posição de grande produtor e exportador de pescado marinho oriundo da aquicultura.

Em 2000, a produção mundial de peixes marinhos e diádmomos ainda foi pequena (2.900.168 toneladas) quando comparada com a produção total da piscicultura (23.067.973 toneladas), representando 12,6% do total em quantidade. Contudo, em termos de retorno econômico, ela representou 28,4% (FAO 2004). Neste mesmo ano, a produção proveniente de cultivo do robalo europeu *Dicentrarchus labrax* foi de 50.220 toneladas e do robalo asiático *Lates calcarifer* 22.533 toneladas, sendo este último pertencente à família Centropomidae. Juntos, Brasil, República Dominicana e México em 2000, através da aquicultura produziram 5 toneladas de robalos do gênero *Centropomus* em sistemas de cultivo (FAO 2003). De um modo geral, os robalos brasileiros *Centropomus* spp. podem ser comparados em qualidade ao robalo europeu *Dicentrarchus labrax* ou ao asiático *Lates calcarifer*. Tais espécies são objeto de cultivo em suas respectivas regiões, com preço de venda bastante elevado e oferta ainda insuficiente para cobrir toda a demanda. No Brasil, são considerados como peixes de carne nobre, se adaptam muito bem aos sistemas de cultivo, sendo muito resistentes às manipulações e variações dos parâmetros físico-químicos da água (Magalhães 1931; Chapman et al. 1982; Patrona 1984). Existe, portanto, um bom potencial de colocação do robalo brasileiro no mercado internacional (Patrona 1988).

Atualmente, um dos centros de pesquisa que realiza trabalhos com cultivo de peixes marinhos é o Laboratório de Piscicultura Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina que desenvolve há mais de dez anos estudos de reprodução (Cerqueira 1995; Cerqueira 2001; Alvarez-Lajonchere et al. 2001; Cerqueira 2002), larvicultura (Cerqueira 1995; Araújo et al. 1998; Alvarez-Lajonchere et al. 2001; Cerqueira e Brugger 2001; Cerqueira e Menezes 2002) e engorda (Cerqueira 1995; Esquivel e Esquivel 2002) do robalo-peva *Centropomus parallelus*.

Esta espécie, *Centropomus parallelus*, apresenta ampla distribuição no oceano Atlântico, desde Miami, Flórida, USA, até Florianópolis, SC, Brasil (Fig.1).



Fonte: Fish Base

Figura 1: Distribuição do robalo-peva *Centropomus parallelus*

O robalo-peva alcança tamanho e peso máximo de 72 cm e 5 kg, respectivamente, e apresenta hábito nectônico demersal, podendo ser encontrado nos mais variados ambientes aquáticos. Podem habitar águas costeiras rasas, baías, enseadas, estuários, lagoas salobras e ambientes de água doce. Ocasionalmente, podem ser encontrados em lagoas hipersalinas (Cervigón et al. 1992). Desta forma, por ser um peixe eurihalino (Rivas 1986), com ampla distribuição ao longo da nossa costa, tem sido cultivado artesanalmente por todo território nacional nas mais variadas condições salinas, sem nenhum tipo de levantamento da viabilidade do seu cultivo em tais condições.

Assim sendo, faz-se necessária realização de estudos que indiquem em qual salinidade essa espécie apresenta melhor desempenho no que diz respeito a maiores taxas de sobrevivência e crescimento. De acordo com Iwama (1996), a salinidade pode mudar a quantidade de energia disponível para o crescimento dos peixes pela alteração do custo energético para a regulação iônica e osmótica. Entretanto, a relação entre salinidade e crescimento é complexa, pois diferentes estudos com diferentes espécies indicam diferentes resultados.

Muitos autores têm estudado a influência da salinidade da água sobre o crescimento dos peixes eurihalinos, e quase sempre o nível da salinidade influencia o crescimento (Tabela 1).

Tabela 1: Melhores salinidades para o crescimento de diferentes espécies de peixes eurihalinos.

Espécie	Nome vulgar	Salinidade (ppt)	Idade/peso	Autor
<i>Chanos chanos</i>	peixe-leite	0	5 mg	Alava (1998)

crescimento em salinidades mais baixas provavelmente porque a manutenção do equilíbrio iônico e osmótico em baixos níveis de salinidade (baixa a intermediária) requer menos gasto de energia do que em água salgada, resultando em um melhor crescimento, ou porque existe uma preferência, em idades mais jovens, por ambientes de salinidades mais baixas como estuários ou ambientes dulcícolas no desenvolvimento natural (Alava 1998).

Entretanto, Martinez-Palacios et al. (2004) trabalhando com larvas de whitefish *Chirostoma estor estor*, espécie de água doce, encontraram que o melhor de ganho de peso específico foi obtido nas salinidades de 10 e 15 ppt, e que a sobrevivência e crescimento, foram claramente melhores a 10 ppt, e menores a 5 e 0 ppt. Wada et al. (2004), em experimento com juvenis de spotted halibut *Veraspers variegatus* encontraram que peixes mantidos a 16 ppt, mostraram melhor crescimento como peso e comprimento (20% mais do que o grupo controle a 32 ppt). Para o turbot *Scophthalmus maximus* e o bacalhau *Gadus morhua*, determinou-se que em salinidades intermediárias (12-19 ppt), a média de crescimento para estas duas espécies é significativamente aumentada (Lambert et al. 1994; Gaumet et al. 1995; Dutil et al. 1997; Ismaland et al. 2001). Woo e Kelly (1995) observaram que a média de crescimento e de eficiência protéica de sea bream *Sparus sarba* cultivados à salinidade de 15 ppt foram consistentemente maiores do que aqueles em outras salinidades. Tais estudos suportam a hipótese de que o custo energético da osmorregulação é menor em um meio isosmótico, onde os gradientes entre o sangue e a água são mínimos, e esta energia salva é substancialmente suficiente para aumentar o crescimento (Boeuf e Payan 2001). Bushnell e Brill (1992) estimaram que a osmorregulação pode consumir de 54 a 68% do rendimento metabólico sem natação em duas espécies de tunídeos.

Em estudos com larvas de pargo europeu *Sparus aurata*, o melhor crescimento entre 15 e 40 ppt, em termos de aumento de peso e insuflação da bexiga natatória, foi registrada a 25 ppt (Tandler et al. 1995). Para um trabalho com juvenis de 24g de peso médio do robalo europeu *Dicentrarchus labrax*, cultivado por um período acima de doze meses, a maior média de crescimento à temperatura de 19°C foi observada na salinidade de 30 ppt, seguido por 25, 33, 20, e 5 ppt (Dendrinis e Thorpe 1985). Eroldoğan et al. (2004) obtiveram com o robalo europeu *Dicentrarchus labrax* (2,6g) crescimento 20-30% maior em água salgada do que em água doce. Com o "peixe-leite" *Chanos chanos* de 25 cm de comprimento, coletados na natureza, encontrou-se que o maior crescimento foi significativamente maior à salinidade de 55 ppt, em relação a 35 e 15 ppt (Swanson 1998). Em muitos destes casos, atribui-se maior crescimento em água salgada, comparado à águas de menor salinidade, devido a um maior gasto energético para osmorregulação em água com salinidades mais baixas do que em água salgada.

Desta forma, a salinidade afetando o crescimento e a sobrevivência de peixes eurihalinos, pelo maior ou menor gasto energético para a osmoregulação, é espécie-específica, e pode também variar ao longo do desenvolvimento ontogenético.

A salinidade também pode influenciar a atividade de enzimas digestivas, e afetar desta forma a performance de crescimento (Moutou et al. 2004). Segundo estes mesmos autores, a exposição a diferentes salinidades resulta em mudanças nas taxas de ingestão de água, e é possível que a

atividade de enzimas digestivas possa ser afetada pela salinidade do conteúdo do intestino, como observado por Munilla-Morán e Saborido-Rey (1996).

Portanto, é bastante oportuno o estudo da sobrevivência e do crescimento do robalo peva *C. parallelus* em diferentes salinidades, pois sua procura para cultivo encontra-se em expansão no Brasil, havendo cada vez mais produtores interessados em realizar seu cultivo em diferentes áreas no território nacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

- ALAVA, V. R. 1998. Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milkfish *Chanos chanos* fry. *Aquaculture*, 167: 229–236.
- ALVAREZ-LAJONCHERE, L.S., V. R. CERQUEIRA, I.D. SILVA, J. A., REIS M. A. 2001. Mass production of juveniles of the fat snook *Centropomus parallelus* in Brazil. *Journal of The World Aquaculture Society*, 33: 506-516.
- ARAÚJO, J., ALVAREZ-LAJONCHERE, L.S.; SILVA, I.D.; CERQUEIRA, V., 1998. R. Effect of salinity on hatching, swimbladder inflation, growth rate and survival in fat snook *Centropomus parallelus* (Poey 1860), larvae. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura ,10 Aqüicultura Brasil 98, Anais... Recife, ABRAq, 1998, 2: 583-591.
- BARMAN, U. K., S. N. Jana, S. K. GARG, A. BHATNAGAR, and A. R. T. ARASU. 2005. Effect of inland water salinity on growth, feed conversion efficiency and intestinal enzyme activity in growing grey mullet, *Mugil cephalus* (Linn.): Field and laboratory studies. *Aquaculture International*, 13: 241-256.
- BOEUF, G., PAYAN, P., 2001. How should salinity influence fish growth; *Comparative Biochemistry and Physiology*, C 130: 411-423.
- BROCHSEN, R.W., COLE, R.E., 1972. Physiological responses of three species of fishes to various salinities. *Journal Fish Research Board Canada*, 29: 399-405.
- BUSHNELL, P.G., BRILL, R.W., 1992. Oxygen transport and cardiovascular responses in skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) exposed to acute hypoxia. *Journal of Comparative Physiology*, B 162: 131-143.
- CERQUEIRA, V.R., 1995. Testes de indução da desova do robalo, *Centropomus parallelus*, do litoral da Ilha de Santa Catarina com gonadotrofina coriônica humana (HCG). In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 7, 1991, Santos (SP). Anais... Recife, Associação dos Engenheiros de Pesca (PE): 95-102.
- CERQUEIRA, V.R., 2001. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuições da Ictiologia. In: Chaves, P.T.; Vendel, A. L.(org). Reunião técnica sobre Ictiologia em estuários. Curitiba, VFPR: 51-58.
- CERQUEIRA, V.R., 2002 Cultivo do Robalo: Aspectos da reprodução larvicultura e engorda. Ed. UFSC.
- CERQUEIRA, V.R., BRUGGER, A. M., 2001. Effect of light intensity on initial survival of fat snook (*Centropomus parallelus* pisces: Centropomidae) larvae. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44, 4: 343-349.
- CERQUEIRA, V.R., MENEZES, L.F., 2002. Recent advances in the larviculture of the fat snook *Centropomus parallelus* Poey 1860. In: World Aquaculture 2002, Pequim. Book of Abstrcts...Baton Rouge (USA), World Aquaculture Society, 220.
- CERVIGÓN, F., CIPRIANI, R., FISCHER, W., GARIBALDI, L., HENDRICKX, M., LEMUS, A.J., MÁRQUEZ, R., POUTIERS, J.M., ROBAINA G., RODRIGUEZ, B., 1992 Fichas FAO de

- comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome. 513 p. Preparado con el financiamiento de la Comisión de Comunidades Europeas y de NORAD. (Ref. 5217 Fishbase).
- CHAPMAN, P., CROSS, F., FISH, W., JONES, K., 1982. Final report for sportfish introductions project. Study I: Artificial culture of snook. Florida Game and Fresh Water Fish Commission: 35 (mimeo report).
- CLAIREAUX G., LAGARDERE, J.P., 1999. Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. *Journal of Sea Research*, 42: 157–168.
- CREAR, D., 1980. Observations on the reproductive state of milkfish population *Chanos chanos* from hypersaline ponds on Christmas Island Pacific Ocean. *Proc. World Mariculture Society*, 11: 548–556.
- DENDRINOS, P., THORPE, J.P., 1985 Effects of reduced salinity on growth and body composition in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 49: 333-358.
- DUSTON, J., ASTATKIE, T, MACISAAC, P.F., 2004. Effect of body size on growth and food conversion of juvenile striped bass reared at 16–28 °C in freshwater and seawater. *Aquaculture*, 234: 589–600.
- DUTIL, J.D., BESNER, M., MCCORMICK, S.D., 1987. Osmoregulatory and ionoregulatory changes and associated mortalities during the transition of maturing american eels to a marine environment. *American Fisheries Society Symposium*, 1: 175-190.
- DUTIL, J.D., LAMBERT, Y., BOUCHER, E., 1997. Does higher growth rate in Atlantic cod *Gadus morhua* at low salinity result from lower standard metabolic rate or increased protein digestibility? *Can J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 99-103.
- EROLDOGAN, O.T., KUMLU, M., AKTAS, M., 2004 Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. *Aquaculture*, 231: 501–515.
- ESQUIVEL G., J.R., ESQUIVEL, B.M. , 2002 Utilização do robalo (*Centropomus parallelus*) no controle da super população de Tilápias (*Oreochromis sp.*). In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 12, Aqüicultura Brasil, 2002, *Resumos...* Goiânia, ABRAq: 198.
- FAO Yearbook of Fishery Statistics 2001, Capture production. FAO Statistics Series, 88, 1. Rome, FAO, 766.
- FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit, 2003. Fish Stat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. (???)
- FAO The state of world fisheries and aquaculture 2004 (SOFIA 2004).
- GAUMET, F., BOEUF, G., SEVERE, A., Le ROUX, A., MAYER-GOSTAN, N. 1995. Effects of salinity on the ionic balance and growth of juvenile turbot. *J. Fish Biology*, 47: 865-876.
- IMSLAND, A.K., FOSS, A., GUNNARSSON, S., BERTSSEN, M.H.G., GERALD, F., BONGA, S.W., HAM, E.V., NAEVDAL, G., STEFANSON, S.O., 2001. The interaction of temperature and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198: 353-367.
- IWAMA, G. K., 1996. Growth of salmonids. In *Principles of Salmonid Culture* (Pennell, W. & Barton, B. A., eds): 467-516. Amsterdam: Elsevier.

- JOHNSON, D.W., KATAVIC, I., 1986 Survival and growth of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae as influenced by temperature, salinity, and delayed initial feeding. *Aquaculture*, 52: 11-19.
- KEFFORD, Ben. J., PAPAS, P.J.; METZELING, L.; NUGEGODA D. D. 2004. Do laboratory salinity tolerances of freshwater animals correspond with their field salinity? *Environmental Pollution*, 129: 355-362.
- KOJIMA, I., IWATA, M., KUROKAWA, T., 1993. Developmente and temporal decrease in seawater adapbility during early growth in chum salmon, *Oncorhynchus keta*. *Aquaculture*, 118: 141-150.
- LAMBERT, Y., DUTIL, J.D., MUNRO, J., 1994. Effect of intermediate and low salinity conditions on growth rate and food conversion of Atlantic cod *Gadus morhua*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51: 1569-1576.
- LIKONGWE, J.S., STECKO T.D., STAUFFER J.R, JR. CARLINER, F., 1996. Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilisation of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *Aquaculture*, 146: 37-46.
- MAGALHÃES, A.G. de., 1931. Monografia Brasileira de Peixes Fluviaes. São Paulo: Graphicars, 262 p.
- MARTINEZ-PALÁCIOS, C. A, MORTE, J.C., Tello-BALLINAS, J.A., TOLEDO-Cuevas, M., ROSS, L.G., 2004. The effects of saline enviroments on survival and growth of eggs and larvae of *Chirostoma estor estor* Jordan 1880 (Pisces: Atherinidae). *Aquaculture* 238:509-522.
- MORGAN, J.D., IWANA, G.K., 1991 Effects of salinity on growth, metabolism and ionic regulation in juvenile rainbow trout and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fall chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 48: 2083-2094.
- MOUTOU, KATERINA A., *et al* Z., 2004. Effects of salinity on digestive activity in the euryhaline sparid *Sparus aurata* L.: a preliminar study. *Aquaculture research*, 35: 912-914.
- MUNILLA-MORÁN, R., SABORIDO-REY, F., 1996 Digestive enzymes in marine espécies. II. Amylase activities in gut from seabream (*Sparus aurata*), turbot (*Scophthalmus maximus*) and redfish (*Sebastes mentella*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 113B: 827-834.
- PARTRIDGE, G. J., JENKINS, G. I., 2002. The effect of salinity on growth and survival of juvenile black bream (*Acanthopagrus butcheri*). *Aquaculture* 210: 219–230.
- PATRONA, L. Della, 1984. Contribution à la biologie du robalo *Centropomus parallelus* (Pisces Centropomidae) du sud-est du Brésil: possibilités aquacoles. Institut National Polytechnique de Toulouse, França, tese de Doutorado, 175 p.
- PATRONA, L. Della., 1988. Aquaculture en Amerique Latine. Demain lê robalo? *Aqua Revue*, 20: 31-34.
- PETERSON, R.H., MARTIN-ROMBICHOUD, D.J., BERGE, A., 1996. Influence of temperature and salinity on length and yolk utilisation of striped bass larvae. *Aquaculture Int.* 4: 89-103.
- PETERSON, M.S., RAKOCINSKI, C.F., COMYNS, B.H., FULLING, G.L., 1999. Influence of Temperature and Salinity on Laboratory Growth of Juvenile Mugil sp. And Implications to Variable Field Growth. Fisheries Ecology Program. Department of coastal sciences, Institute of marine sciences, The University of Southern Mississippi, Ocean Springs, MS, 75.

- PULLIN, R.S.V., 1981. Fishpens of Laguna de Bay, Philippines. ICLARM Newsletter 44: 11–13.
- RIVAS, L.R., 1986. Sistematic review of perciform fishes of the genus *Centropomus*. Copeia, 3: 576-611.
- ROCHA, J. A. da Silva, Gomes, V., NGAN, P.V., PASSOS, M.J.A.C.R., FURIA, R.R., 2004. Metabolic demand and growth of juveniles of *Centropomus parallelus* as function of salinity. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 316: 157-165.
- SWANSON, C., 1998. Interactive effects of salinity on metabolic rate, activity, growth and osmoregulation in the euryhaline milkfish (*Chanos chanos*). The Journal of Experimental Biology 201: 3355-3366.
- TANDLER, A., ANAV, F.A., CHOSNIAK, I., 1995. The effect of salinity on growth rate, survival and swimbladder inflation in gilthead seabream, *Sparus aurata*, larvae. Aquaculture 135: 343-353.
- WADA, T., ARITAK, M., TANAKA, M., 2004. Effects of low salinity on the growth and development of spotted halibut *Verasper variegates* in the larvae-juvenile, transformation period with reference to pituitary prolactin and chloride cells response. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 308: 113– 126.
- WOO, N., Y., S., KELLY, S., P., 1995. Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of *Sparus sarba* in a closed seawater system. Aquaculture 135: 229-238.

Efeito da Salinidade na Sobrevivência e no Crescimento de Juvenis de  
Robalo-Peva Centropomus parallelus

JÚLIO C. MACIEL, MÔNICA Y. TSUZUKI AND CLAIRE J. FRANCISCO

*Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal de Santa Catarina, C.P. 476, Florianópolis, SC, 88040-970, Brazil*

JULIET K. SUGAI

*Departamento de Bioquímica, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa  
Catarina, C.P. 476, Florianópolis, SC, 88040-900, Brazil*

### Abstract

Salinity can change the amount of energy available for fish growth by altering the energetic cost for osmotic and ionic regulation. Salinity can also influence the activity of digestive enzymes, and affect growth performance. The objective of the present work was to evaluate the effect of salinity on survival, growth and activity of digestive enzymes in juveniles of the fat snook Centropomus parallelus. The experiment was conducted using four salinities (0, 5, 15 and 35 ppt), in triplicate, with juveniles of 76 Days After Hatching (DAH) (0.35 g wet weight), at a density of 0.6 fish/L. Fish measurements were done at the beginning, after 30 (106 DAH) and 50 days (126 DAH) of experiment. Fat snook juveniles presented excellent survival at 5, 15 and 35 ppt salinity, demonstrating the euryhalinity of the species, that is in accordance with its natural distribution in different saline environments. Massive mortality at 0 ppt might have occurred as a consequence of handling stress and fish acclimation to the experimental units in freshwater condition. Regarding fish growth, although it was not observed differences in weight and specific growth rates, total and standard length values were higher at 15 ppt, but only compared to 5 ppt after 50 days of experiment. However, best results in food conversion ration (FCR) and activity of digestive enzymes were obtained at 15 ppt, being the FCR significantly lower (1.3) at this salinity at the end of the experimental period. The activity of alkaline protease after 50 days of cultivation was significantly higher at 15 ppt, and the activity of amylase was higher at 15 and 35 ppt ( $P < 0.05$ ). The salinity of 15 ppt provided better (2.3 times) digestive capacity, and no difference between 5 and 35 ppt was found. In general, it can be seen that fat snook kept at 15 ppt presents higher potential for a more efficient digestibility and nutrient absorption for the energetic metabolism. This could be directed to fish growth, as at this salinity probably the metabolic demand is reduced by the isosmotic medium. In terms of production costs, this fact is of extremely importance, as at this salinity the feed costs can be reduced due to a better food conversion ration and digestive efficiency.

## Introdução

O robalo-peva Centropomus parallelus, da família Centropomidae, distribui-se desde o sudeste da Flórida (EUA) até Florianópolis, Santa Catarina (Brasil). Pode ser encontrado em águas costeiras rasas, baías, enseadas, estuários, lagoas salobras, ambientes de água doce e ocasionalmente em lagoas hipersalinas (Cervigón et al. 1992). É considerado como um peixe de carne nobre, com preço elevado no mercado e muito apreciado para a pesca esportiva e artesanal.

Espécies da família Centropomidae apresentam potencial para cultivo, pois aceitam bem o cativo e rações inertes, apresentam hábito gregário, são resistentes ao manejo e às variações de parâmetros físico-químicos da água (Chapman et al. 1982; Tucker Jr. 1987; Alvarez-Lajonchère et al. 2001; Cerqueira 1995, 2002).

No Brasil, apesar do robalo-peva ser produzido em pequena escala, níveis mais confiáveis e estáveis de juvenis de cultivo são obtidos na fase de larvicultura (Cerqueira 1995; Cerqueira 2001; Alvarez-Lajonchere et al. 2001; Cerqueira 2002). Entretanto, sua engorda é realizada de forma descontínua e não quantificada por pequenos produtores em ambiente marinho, salobro e dulcícola, em diferentes regiões do Brasil (Cerqueira 2001). Apesar de ser considerado como um peixe eurialino (Rivas 1986), até agora a viabilidade e potencial de cultivo desta espécie em diferentes ambientes salinos não foi avaliada.

De acordo com Iwama (1996), a salinidade pode mudar a quantidade de energia disponível para o crescimento dos peixes pela alteração do custo energético para a regulação iônica e osmótica. Entretanto, a relação entre salinidade e crescimento é complexa. Muitos autores têm estudado a influência da salinidade da água sobre crescimento dos peixes, e quase sempre o nível de salinidade influencia o nível de crescimento (Dendrinós e Thorpe 1985; Lambert et al. 1994; Gaumet et al. 1995; Tandler et al. 1995; Woo e Kelly 1995; Alava 1998; Swanson 1998; Partridge e Jenkins 2002; Eroldoğan et al. 2004; Martínez-Palácios et al. 2004; Wada et al. 2004).

Por exemplo, um aumento de crescimento foi evidenciado em salinidades mais baixas (0-9 ppt), em estudos com striped bass Morone saxatilis (Peterson et al. 1996), tilápia-do-Nilo Oreochromis niloticus (Likongwe 1996), peixe-leite Chanos chanos (Alava 1998), e juvenis selvagens de robalo-peva Centropomus parallelus (Rocha et al. 2004). Nestes casos, um melhor crescimento nestas condições foi atribuído a um menor requerimento energético para a manutenção do equilíbrio iônico e osmótico em baixos níveis de salinidade (baixa a intermediária) do que em água salgada, resultando em um melhor crescimento, ou a uma preferência, em idades mais jovens, por ambientes de salinidades mais baixas como estuários ou ambientes dulcícolas no desenvolvimento natural (Alava 1998).

estudos suportam a hipótese de que o custo energético para a osmorregulação seja mais baixo em meio isosmótico, onde os gradientes entre o sangue e a água são mínimos, e que a economia energética é então canalizada para um aumento do crescimento.

Entretanto, salinidades mais altas (20-55 ppt) também têm mostrado serem melhores para o crescimento do ronco croaker Bairdiella icistia (Brocksen e Cole 1972), chum salmon Oncorhynchus keta (Kojima et al. 1993), black bream Acanthopagrus butcheri (Partridge e Jenkins 2002), linguado Paralichthys lethostigma (Moustakas et al. 2004), robalo europeu Dicentrarchus labrax (Eroldoğan et al. 2004), peixe-leite Chanos chanos (Swanson 1998), e do pargo europeu Sparus aurata (Moutou et al. 2004). Em muitos destes casos, atribui-se maior crescimento em água salgada, comparado à água doce devido ao maior gasto energético para osmorregulação em água com salinidades mais baixas (água doce) do que em água salgada.

Observa-se desta forma que, o efeito da salinidade afetando o crescimento e a sobrevivência de peixes eurihalinos pode ser espécie-específica e pode também variar ao longo do desenvolvimento ontogenético.

A salinidade também pode influenciar a atividade de enzimas digestivas e afetar desta forma a performance de crescimento (Moutou et al. 2004). Segundo Moutou et al. (2004), a exposição a diferentes salinidades resulta em mudanças nas taxas de ingestão de água e é possível que a atividade de enzimas digestivas possa ser afetado pela salinidade do conteúdo do intestino como já observado por Munilla-Morán and Saborido-Rey (1996). No entanto, a possibilidade de uma ação física direta da salinidade na atividade enzimática ainda precisa ser elucidada (Bouef e Payan 2001).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito da salinidade na sobrevivência, no crescimento, e na atividade enzimática digestiva de juvenis de robalo-peva Centropomus parallelus.

## Materiais e Métodos

### Material Biológico e Condições Gerais de Estocagem

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Piscicultura Marinha (LAPMAR), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, em condições controladas de laboratório.

Juvenis de robalo-peva foram obtidos no LAPMAR através de desovas por indução hormonal, mantidos até o início dos experimentos a temperatura de 25 C, salinidade de 35 ppt e alimentados com ração comercial (50% proteína bruta; 7% extrato etéreo; 4% matéria fibrosa; 19,5% matéria mineral; 6,5% cálcio; 2,5% fósforo; 12,5% umidade). Devido ao maior tamanho dos peletes em relação à boca dos peixes, a ração foi quebrada mecanicamente até que os grãos passassem por uma tela de 2,0 mm e ficassem retidos em outra de 1,5 mm, adequados à capacidade dos peixes de captura e ingestão.

### Delineamento Experimental

Juvenis com 76 Dias Após a Eclosão (DAE), peso de  $0,35 \pm 0,0$  g (média  $\pm$  erro padrão), comprimento total de  $33,60 \pm 0,2$  mm e comprimento padrão de  $26,45 \pm 0,3$  mm, foram estocados em tanques circulares de fibra-de-vidro com 80 L de capacidade máxima, 60 L de volume útil de água, com a parte interna de cor preta, a uma densidade de 35 peixes/tanque (0,6 peixes/L).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro salinidades (0, 5, 15 e 35 ppt) como tratamentos, três repetições para cada salinidade. O experimento teve duração de 50 dias.

Antes do início do experimento, a aclimação dos peixes à salinidade foi realizada gradualmente com dessalinização da água em parcelas de 15 L diários até que fosse alcançada a salinidade desejada. Os diferentes níveis salinos, aferidos com refratômetro Atago (QA Supplies, FKA International Ripening Company, Virginia, USA) precisão de 1 ppt, foram obtidos através de mistura de água salgada marinha e água doce de abastecimento com retirada do cloro através da adição de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) na proporção de 50g por 1.000L de água doce. A temperatura foi controlada por meio de termostatos-aquecedores para que se mantivesse próxima a 25 C, e os níveis de oxigênio dissolvido mantidos através de compressor de ar, distribuídos por pedras porosas.

Os peixes foram alimentados com a mesma ração usada na estocagem, como anteriormente descrito. O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia por aproximadamente 15 minutos cada. Inicialmente, a quantidade de ração diária para cada tanque foi baseada em 3% da biomassa de cada tanque. A cada arraçoamento, a quantidade de ração foi ajustada alimentando-se os peixes até a saciedade de forma a obter o maior crescimento possível no período experimental. A quantidade de ração ofertada foi anotada diariamente para posterior cálculo da taxa de conversão alimentar (TCA) segundo a fórmula:

$$\text{TCA} = \text{alimento fornecido} / \text{ganho de peso úmido (g), por período experimental.}$$

Diariamente, 100% do volume total dos tanques foi renovado, sendo 20% pela manhã antes do primeiro arraçoamento, e 80% no final da tarde, após o segundo arraçoamento. Sempre no início da manhã, e uma hora após o primeiro arraçoamento do dia, realizou-se o sifonamento de fezes e eventuais restos de ração do fundo dos tanques.

Foram realizadas biometrias no início (76 DAE), após 30 dias (106 DAE) e 50 dias (126 DAE) de experimento, através da quantificação do peso úmido (g) com balança digital com precisão de 0.01g, do comprimento total (mm) e do comprimento padrão (mm) com ictiômetro. Utilizou-se benzocaína (50 ppm) como anestésico para facilitar o manuseio dos indivíduos. Através dos dados obtidos, calculou-se a taxa de crescimento peso-específico:

$$\text{TCE} = [(\ln P_f - \ln P_i) / T] \times 100,$$

onde  $\ln (P_f)$ : logaritmo natural do peso final;  $\ln (P_i)$ : logaritmo natural do peso inicial e T: tempo de duração do experimento em dias. Quando da realização das biometrias, foi avaliada a taxa de sobrevivência.

Diariamente, pela manhã e pela tarde, foram medidos a temperatura e oxigênio dissolvido (OD) da água através de oxímetro YSI modelo 51 (Yellow Springs Instrument Company, Yellow

Springs, Ohio, USA), e semanalmente foram monitorados os níveis de amônia total ( $^+\text{NH}_4$ ) com Tetratest<sup>®</sup> Kit (Tetra Werke, Melle, Germany), e de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ), calculada a partir dos níveis de  $^+\text{NH}_4$  e de pH obtidos por um phmetro modelo pH Máster (Gulton do Brasil, Gulton Instrumentos de Medição e Automação Industria e Comercio Ltda, São Paulo, Brasil).

Complementarmente, para avaliar o efeito da salinidade sobre a atividade de enzimas digestivas coletou-se no final do experimento dois juvenis de cada réplica para cada salinidade para a extração dos sistemas digestórios, os quais foram usados para a obtenção de extratos enzimáticos. Cada extrato foi obtido a partir de um "pool" dos sistemas digestórios de dois juvenis que foram homogeneizados em água destilada gelada, na proporção de 1:16 (p/v), usando homogeneizador de van Potter conforme descrito por Vega-Orellana et al. (2006). Foram analisados dois extratos enzimáticos por repetição (réplica ou tanque), totalizando seis extratos para cada salinidade .

As proteínas solúveis dos extratos enzimáticos foram quantificados pelo metodo de Lowry et al. (1951) usando albumina de soro bovino (BSA, Sigma Chemical Co., St. Louis, Missouri, USA) como padrão.

A atividade da amilase foi determinada pela hidrólise do amido (E. Merck, Darmstadt, Germany) segundo Aguilar Quaresma e Sugai (2005), sendo esta expressa como atividade específica (U/mg de proteína). Uma unidade de atividade de amilase foi definida como a quantidade de enzima que produz um  $\mu\text{mol}$  de produto por minuto, por mL de reação. A atividade de protease alcalina total foi medida pela hidrólise da azocaseína (Sigma Chemical Co, St Louis, Missouri, USA) segundo Garcia-Carreño (1993). A protease alcalina total foi expressa como a diferença na absorbância ( $\Delta$  absorbância) à 366nm entre a amostra e o controle, por minuto, mL , e miligrama de proteína no extrato ( $\Delta\text{absorbância}_{366\text{ nm}} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$  de proteína). Todas as medidas enzimáticas foram realizadas em duplicata.

#### Análises Estatísticas

Diferenças na taxas de sobrevivência, crescimento, conversão alimentar e atividades enzimáticas foram avaliadas através de análise de variância (ANOVA), com subsequente teste de Tukey através do programa estatístico SAS (2.0). Nível de significância foi assumido como  $P < 0,05$ .

## Resultados

Os parâmetros da qualidade da água monitorados ao longo dos 50 dias de experimento não apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. A temperatura manteve-se em  $24,7 \pm 0,3$  C (média  $\pm$  erro padrão), o pH em  $7,4 \pm 0,6$ , e o oxigênio dissolvido em  $5,8 \pm 0,8$  mg/L. A amônia total ( $\text{NH}_4$ ) variou de 0,33 a  $0,75 \pm 0,01$  mg/L e a amônia ionizada ( $\text{NH}_3$ ) variou de 0,01 a  $0,03 \pm 0,01$  mg/L nos diferentes tratamentos, não havendo diferenças estatísticas entre eles.

A taxa de sobrevivência foi superior a 93 % nas salinidades de 5, 15 e 35 ppt como demonstrado na fig. 1 e na tabela 1. Somente na salinidade de 0 ppt, houve mortalidade total dos peixes entre o quarto e o quinto dia após a estocagem nos tanques e aclimação à salinidade. O crescimento como peso e taxa de crescimento peso-específico foi similar nos diferentes tratamentos após 30 e 50 dias de cultivo ( $P > 0,05$ ) (Fig. 2; tabela 1).

Em relação ao comprimento total e padrão, não houve diferença destes parâmetros após 30 dias de cultivo (106 DAE) nas diferentes salinidades testadas. Entretanto, aos 50 dias de cultivo, observou-se maior crescimento em relação a estes parâmetros na salinidade de 15 ppt, porém, somente quando comparada a 5 ppt, sendo que 5 e 35 ppt, e 15 e 35 ppt não foram estatisticamente diferentes ( $P > 0,05$ ) (Figs. 3 e 4; tabela 1).

A Fig. 5 e a tabela 1 mostram que a taxa de conversão alimentar não foi diferente nas salinidades testadas após 30 dias, porém foi significativamente melhor, ou seja, mais baixa (1,3) a 15 ppt em relação às demais salinidades (1,6) em 50 dias.

Em relação à atividade enzimática, observou-se que a atividade de protease alcalina total foi significativamente maior à salinidade de 15 ppt, e que a atividade da amilase foi maior nas salinidades de 15 e 35 ppt, sendo que estas duas não tiveram diferença significativa entre si ( $P < 0,05$ ) (Fig. 6).

Desta forma, observou-se que a atividade específica da amilase foi de  $0,007 \pm 0,002$ ;  $0,016 \pm 0,001$  e  $0,017 \pm 0,001$  (média  $\pm$  erro padrão)  $\mu\text{mol}$  de açúcar redutor  $\cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$  de proteína nas salinidades de 5, 15 e 35 ppt, respectivamente, sendo significativamente menor na de 5 ppt, quando comparada com outras salinidades ( $P < 0,01$ ). Pode-se desta forma observar que, a atividade da amilase dos peixes mantidos em 15 e 35 ppt foi o dobro da atividade encontrada nos organismos sob salinidade de 5 ppt. A atividade da protease alcalina total foi de  $0,021 \pm 0,006$ ;  $0,124 \pm 0,002$  e  $0,052 \pm 0,004$   $\Delta\text{DO}_{366 \text{ nm}} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mL}^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$  de proteína, respectivamente, para as salinidades 5, 15 e 35 ppt, sendo significativamente maior na de 15 ppt ( $P < 0,01$ ). Desta forma, a atividade da protease alcalina total de juvenis de robalo-peva cultivados durante 50 dias, foi duas vezes maior no sistema digestório de robalo sob salinidade de 15 ppt comparado com a de 35 ppt, e também o dobro de atividade nesta última salinidade em relação à de 5 ppt (Fig. 6).

A fim de se caracterizar o hábito alimentar da espécie, bem como avaliar a capacidade do peixe de digerir diferentes nutrientes, foi determinada a relação das atividades de protease:amilase. No presente estudo, estes valores foram de 3,0; 7,7 e 3,0 para as salinidades 5, 15 e 35 ppt, respectivamente.

## Discussão

No presente trabalho verificou-se que juvenis de robalo-peva após 30 e 50 dias de cultivo, apresentaram boa sobrevivência nas salinidades de 5, 15 e 35 ppt, demonstrando a eurihalidade da espécie. É sabido que robalos Centropomus sp. usualmente desovam próximos à costa, e após a incubação, as larvas são carregadas com as correntes para áreas estuarinas protegidas (Gilmore et al. 1983; McMichel e Parsons 1989). Dependendo do estágio de vida, os robalos podem explorar diferentes habitats estuarinos, com salinidade variando de 0 a 30 ppt (Aliume et al. 1997), o que certamente implica em constrangimentos metabólicos (Peterson e Gilmore 1991; Aliume et al. 1997; Peters et al. 1998). Muitos peixes marinhos podem suportar o forte gradiente de variação de salinidade, sendo que parte da energia metabólica é gasta com o processo osmorregatório (Marais 1978; Moser e Miller 1994). Bushnell e Brill (1992) estimaram que a osmorregulação pode consumir de 54 a 68% do rendimento metabólico sem natação em duas espécies de tunídeos. Segundo Baldisserotto (2002), a adaptação de uma espécie à mudança de salinidade implica na sua capacidade de ajustar seus mecanismos de transporte de íons e permeabilidade à água nas brânquias, rins e intestinos, de modo a minimizar as alterações iônicas plasmáticas. Além disso, o peixe precisa, ao mesmo tempo, ajustar-se a outras variações ambientais, como concentração de oxigênio dissolvido, pH e temperatura, que geralmente se alteram junto com a salinidade.

Uma das possíveis explicações para a mortalidade massiva ocorrida em 0 ppt pode ter sido decorrente do estresse de manuseio e de aclimação dos peixes aos tanques de cultivo em condição de água doce. Segundo Tsuzuki et al. (2001), este meio não seria adequado para a recuperação pós-estresse do peixe-rei Odontesthes bonariensis, sendo que a presença de cloreto de sódio (NaCl) na água diminuiu a secreção de cortisol neste peixe. Este mesmo trabalho cita que mortalidades massivas são observadas após o manuseio deste peixe em água doce, quando, por exemplo, da realização de biometrias, problema este completamente prevenido pela adição de sal à água. Rocha, A.S. (Universidade de São Paulo, comunicação pessoal), também observou mortalidade total de juvenil selvagens de robalo-peva, capturados em ambiente dulcícola, quando mantidos em 0 ppt para testes de crescimento. O mesmo autor observou que a manutenção dos peixes à salinidade 0 ppt por longos períodos em ambiente de cativeiro demonstrou-se inviável com ocorrência de alta mortalidade após 20 dias de confinamento.

Em relação ao crescimento, apesar de não terem sido observadas diferenças no peso e taxa de crescimento específico, o comprimento total e padrão foram maiores em 15 ppt, porém somente em comparação com 5 ppt. Entretanto, melhores resultados em conversão alimentar e atividade de enzimas digestivas foram obtidos a 15 ppt. Esta salinidade proporcionou a melhor capacidade digestiva tanto para atividade da amilase como para a protease alcalina total, não havendo diferença significativa entre as salinidades de 15 e 35 ppt para a atividade da amilase.

Vários autores têm reportado melhor desempenho em animais cultivados em salinidades intermediárias. Lambert et al. (1994) alimentaram larvas de bacalhau Gadus sp. em dois regimes alimentares, em três diferentes salinidades (7, 14 e 28 ppt) e não encontraram diferenças na captura de alimento. Contudo, as maiores médias de crescimento foram obtidas em salinidades intermediárias, provavelmente devido a um aumento na eficiência da conversão alimentar. Martinez-

Palácios et al. (2004) trabalhando com larvas de whitefish Chirostoma estor estor em salinidades entre 0 e 15 ppt, encontraram que a melhor média de ganho de peso específico foi obtida nas salinidades de 10 e 15 ppt, e que a sobrevivência e crescimento foram claramente melhores a 10 ppt. Nas salinidades de 5 e 0 ppt, os mesmos parâmetros foram significativamente menores ( $P < 0,05$ ). Wada et al. (2004), em experimento com juvenis de spotted halibut Veraspers variegatus, encontraram que peixes mantidos a salinidade de 8 e 16 ppt, mostraram melhor crescimento como peso e comprimento (20% mais do que o grupo controle) comparado com peixes em 32 ppt (controle) e 4 ppt. Este estudo indica que o custo energético da osmorregulação é menor em salinidade intermediária perto do ponto isosmótico (11-12 ppt). Para o turbot Scophthalmus maximus e o bacalhau Gadus morhua, determinou-se que em salinidades intermediárias (12-19 ppt) a média de crescimento para estas duas espécies é significativamente aumentada (Dutil et al. 1987; Lambert et al. 1994; Gaumet et al. 1995; Imsland et al. 2001).

Woo e Kelly (1995) trabalhando com sea bream Sparus sarba em sistema de recirculação para testar os efeitos da salinidade e do status nutricional no crescimento e metabolismo com rações de diferentes níveis protéicos, 30% a 55% PB, e em três salinidades 7, 15 e 35 ppt, encontraram que para todos os níveis de proteína, o crescimento e a média de eficiência protéica foram significativamente maior nos peixes cultivados na salinidade isosmótica de 15 ppt quando comparada às salinidades de 7 e 35 ppt. Encontraram que o nível de consumo de oxigênio não foi afetado pelo nível de proteína da dieta, mas foi afetado pela salinidade, sendo menor na salinidade de 15 ppt.

Muitos peixes, em sua fase juvenil, escolhem águas com salinidades intermediárias (8-16 ppt) em estuários e lagunas costeiras onde possam encontrar condições vantajosas para o seu desenvolvimento. Espécies de peixes marinhos usualmente regulam os seus íons plasmáticos de modo que a pressão osmótica dos fluidos seja entre 10 e 15 ppt, estabelecendo que a energia deva ser gasta para satisfazer o custo de regulação osmótica (Brett 1979; Jobling 1994; Baldisserotto 2002). Desta forma, muitos estudos, entre os acima descritos, suportam a hipótese de que o custo energético da osmorregulação é menor em um meio isotônico, onde os gradientes entre o sangue e a água são mínimos, e esta energia salva é substancialmente suficiente para aumentar o crescimento (Morgan and Iwama 1991; Soengas et al. 1995; Altinok and Grizzle 2001; Boeuf and Payan 2001).

Em estudos abordando o efeito da salinidade na atividade de enzimas digestivas, observou-se que a exposição a diferentes salinidades na água pode resultar em alterações nas taxas de ingestão de água (Usher et al. 1988) e na atividade de enzimas digestivas (Moutou et al. 2004).

Moutou et al. (2004) reportaram uma melhor média de crescimento em pargo europeu S. aurata a uma salinidade de 20 ppt quando comparada à salinidade de 33 ppt. A atividade de proteases ácidas totais (no estômago) e tripsina (no intestino) foi maior em peixes em 20 ppt do que em peixes cultivados em 33 ppt, entretanto, a atividade intestinal da protease alcalina total e da quimiotripsina foram mais baixas em peixes expostos a condições de menor salinidade (20 ppt) quando comparada com peixes expostos à salinidade mais alta. Uma análise das atividades entre tripsina, quimiotripsina e protease alcalina total revelou que a tripsina foi a protease intestinal mais importante quando em condições de menor salinidade, enquanto a atividade da quimiotripsina, foi predominante, sob salinidade mais alta. Contudo, a quimiotripsina aparentou contribuir

consideravelmente e foi positivamente correlacionada para a atividade alcalina total independentemente da salinidade, sempre que esta atividade foi correlacionada com a atividade alcalina total sob ambas as salinidades. A atividade da protease alcalina total e quimi tripsina mostraram uma correlação negativa com peso corporal final, indicando que peixes que cresceram melhor, exibiram atividades da protease alcalina total e quimi tripsina mais baixas.

Entretanto, no presente estudo, a atividade da protease alcalina total de juvenis de robalo-peva cultivados, durante 50 dias, em tanques com água de diferentes salinidades, foi duas vezes maior no sistema digestório de robalo-peva sob salinidade de 15 ppt comparado com a de 35 ppt; e também, o dobro de atividade nesta última salinidade em relação à de 5 ppt, ou seja, o peixe em 15ppt encontrou um ambiente favorável para seu desenvolvimento. A análise da atividade da protease alcalina total auxilia na confirmação dos dados obtidos com crescimento melhor em 15ppt.

No presente trabalho, analisando a relação das atividades de protease:amilase (3,0; 7,7 e 3,0 para salinidades 5,15 e 35 ppt, respectivamente), observou-se que juvenis de robalo-peva têm o potencial de utilizar mais proteínas da dieta do que os carboidratos (polissacarídeos), independentemente da salinidade da água do cultivo. É conhecido que peixes de hábito carnívoro possuem alta atividade de proteases e baixa de amilase em comparação com os de hábito herbívoro e onívoro (Hidalgo et al. 1999). O robalo-peva possui esta característica por ser um peixe de hábito carnívoro.

Mais importante, é o fato de se observar que o robalo-peva mantido a 15 ppt possui maior potencial para uma mais eficiente digestibilidade dos nutrientes, principalmente de proteínas. Esta maior eficiência poderia ser dirigida mais para o crescimento. Complementarmente, nesta salinidade, provavelmente, a demanda metabólica é reduzida pelo meio isosmótico. É possível que com maior tempo de crescimento, este fato possa ser evidenciado no cultivo desta espécie. Em termos produtivos, este fato é de extrema importância uma vez que nesta salinidade, o custo com a ração pode ser reduzido devido a melhor conversão alimentar e eficiência digestiva. Deve-se ressaltar que os gastos com ração para peixes carnívoros pode representar até 60% do total de custos de uma fazenda (Stickney 1994), principalmente pelos altos teores de proteína de peixe utilizados na composição de rações.

Apesar do presente estudo ter demonstrado, em geral melhor performance do robalo-peva a 15 ppt, trabalhos realizados com juvenis coletados na natureza (peso de 2g) da mesma espécie mantidos a 5, 20 e 30 ppt, indicaram que devido às pequenas variações na produção somática e gasto metabólico de energia, a salinidade salinidade de 5 ppt apresentou-se como sendo a melhor condição para o crescimento de peixes dessa espécie (Rocha et al. 2004). Isto se deu provavelmente, devido a diferentes histórias de vida, uma vez que peixes utilizados por Rocha et al. (2004) foram coletados em pequenos córregos de água doce que deságuam no estuário de Cananéia, estado de São Paulo, Brasil. Desta forma, os peixes do experimento de Rocha et al. (2004), que eram de maior tamanho, estavam mais adaptados a situações de mais baixas salinidades. Contudo observou-se no estudo de Rocha et al. (2004) que os peixes estocados à salinidade de 0 ppt morreram alguns dias após sua estocagem nos aquários experimentais, a exemplo do que ocorreu neste experimento.

## Conclusões

Juvenis de robalo-peva Centropomus parallelus, apresentaram sobrevivência excelente nas salinidades de 5, 15 e 35 ppt, demonstrando a eurihalidade da espécie, o que está de acordo com sua ampla distribuição natural em diversos ambientes salinos.

Pode-se observar que a atividade de protease alcalina total e da amilase foram influenciadas pela salinidade, entretanto de formas distintas .

O robalo-peva mantido a 15 ppt de salinidade, apresentou maior potencial para eficiente digestão e absorção de nutrientes, principalmente de proteínas da dieta. Complementarmente, como o custo energético para a osmoregulação nesta salinidade é provavelmente mais baixo pelo meio isosmótico, a maior parte da energia metabólica provavelmente foi direcionada para o crescimento do organismo. Isto foi comprovado pelo melhor crescimento neste nível salino.

Em termos produtivos, este fato é de extrema importância uma vez que nesta salinidade, o custo com a ração pode ser reduzido devido a melhor conversão alimentar e eficiência digestiva.

## Bibliografia citada

- Aguilar-Quaresma, J.A.; Sugai, J.K. 2005. Circadian profile of feed consumption and amylase and maltase activities in the juvenile shrimp Farfantepenaeus paulensis. Journal of World Aquaculture Society 36(1):141-147.
- Alava, V. R. 1998. Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milkfish Chanos chanos fry. Aquaculture 167:229–236.
- Aliaume, C., Zerbi, A., Miller, J.M. 1997. Nursery habitat and diet of juvenile Centropomus undecimalis species in Puerto Rico estuaries. Gulf of Mexico Science 2:77-87.
- Altinok, I., Grizzle, J.M. 2001. Effects of brackish water on growth, feed conversion and energy absorption efficiency by juveniles euryhaline and freshwater stenohaline fishes. Journal of Fish Biology 59:1142-1152.
- Alvarez-Lajonchere, L.S.; Cerqueira, V.R.; Silva, I. D.; Araújo, J.; Reis, M. A. 2001. Mass production of juveniles of the fat sook Centropomus parallelus in Brazil. Journal of World Aquaculture Society 33:506-516.
- Baldisserotto, B. 2002. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Editora da UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Boeuf, G., Payan, P. 2001. How should salinity influence fish growth. Comparative Biochemistry and Physiology 130C:411-423.
- Brett, J.R. 1979. Environmental factors and growth. Pages 599-675 in Hoar, W. S., Randall, D. J., Brett, J.R., editors. Fish Physiology, Academic Press, New York, New York, USA.
- Bushnell, P.G., Brill, R.W. 1992. Oxygen transport and cardiovascular responses in skipjack tuna Katsuwonus pelamis and yellowfin tuna Thunnus albacares exposed to acute hypoxia. Journal of Comparative Physiology 162:131-143.
- Cerqueira, V.R., 1995. Testes de indução da desova do robalo, Centropomus parallelus, do litoral da Ilha de Santa Catarina com gonadotrofina coriônica humana (HCG). In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 7, 1991, Santos (SP). Anais... Recife, Associação dos Engenheiros de Pesca (PE), 1995. 95-102.
- Cerqueira, V.R. 2001. Piscicultura Marinha no Brasil: perspectivas e contribuições da Ictiologia. Pages 51-58 in Chaves, P.T.; Vendel, A. L. organizer. Reunião técnica sobre Ictiologia em estuários. Curitiba, Paraná, Brasil.
- Cerqueira, V.R. 2002. Cultivo do Robalo: Aspectos da reprodução larvicultura e engorda. Editora da UFSC, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Cervigón, F.; Cipriani, R.; Fischer, W.; Garibaldi, L.; Hendrickx, M.; Lemus, A.J.; Márquez, R.; Poutiers, J.M.; Robaina G.; Rodriguez, B. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Rome, Italy.
- Chapman, P.; Cross, F.; Fish, W.; Jones, K. 1982. Final report for sportfish introductions project. Study I: Artificial culture of snook. Florida Game and Fresh Water Fish Commission: 35 (mimeo report).

- De Silva, S.S.; Perera, P.A.B. 1976. Studies on the grey mullet, Mugil cephalus L.I. Effects of salinity on food intake, growth, and food conversion. *Aquaculture* 7:327-338.
- Dendrinis, P.; Thorpe, J.P. 1985. Effects of reduced salinity on growth and body composition in the European sea bass Dicentrarchus labrax. *Aquaculture* 49:333-358.
- Dutil, J.D.; Lambert, Y.; Boucher, E. 1997. Does higher growth rate in Atlantic cod Gadus morhua at low salinity result from lower standard metabolic rate or increased protein digestibility? *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences* 54:99-103.
- Eroldogan, O.T.; Kumlu, M.; Aktas, M. 2004. Optimum feeding rates for European sea bass Dicentrarchus labrax L. reared in seawater and freshwater. *Aquaculture* 231:501–515.
- García-Carreño, F. L.; Haard, N. F. 1993. Characterization of protease classes in langostilla Pleuroncodes planipes and crayfish Pacifastacus astacus extracts. *Journal of Food Biochemistry* 7:97-113.
- Gaumet, F.; Boeuf, G.; Severe, A.; Le Roux, A.; Mayer-Gostan, N. 1995. Effects of salinity on the ionic balance and growth of juvenile turbot Scophthalmus maximus. *Journal of Fish Biology* 47:865-876.
- Gilmore, R.G.; Donohoe, C.J.; Cooke, D.W. 1983. Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the common snook Centropomus undecimalis. *Florida Scientist* 46:306-313.
- Hidalgo, M.C.; Urea, E.; Sanz, A. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture* 170:267- 283.
- Imsland, A.K.; Foss, A.; Gunnarsson, S.; Bertssen, M.H.G.; Gerald, F.; Bonga, S.W.; Ham, E.V.; Naevdal, G.; Stefanson, S.O. 2001. The interaction of temperature and food conversion in juvenile turbot Scophthalmus maximus. *Aquaculture*, 198:353-367.
- Iwama, G. K. 1996. Growth of salmonids. In Pennell, W. & Barton, B. A., eds. *Principles of Salmonid Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands.
- Jobling, M. 1994. *Fish Bioenergetics*. Chapman and Hall, London, UK. 309p.
- Lambert, Y.; Dutil, J.D.; Munro, J. 1994. Effect of intermediate and low salinity conditions on growth rate and food conversion of Atlantic cod Gadus morhua. *Canadian Journal of Fish Aquaculture Science*. 51:1569-1576.
- McMichael, R.H.; Parsons, G. 1989. Early life history of the snook Centropomus undecimalis, in Tampa Bay, Florida. *Northeast Gulf Science* 10:113-125.
- Marais, J.F.K. 1978. Routine oxygen consumption of Mugil cephalus, Lisa dimerili and L. richardisoni at different temperatures and salinities. *Marine Biology* 50:9-16.
- Martinez-Palacios, C. A.; Morte, J.C.; Tello-Ballinas, J.A.; Toledo-Cuevas, M.; Ross, L.G. 2004. The effects of saline environments on survival and growth of eggs and larvae of Chirostoma estor estor Jordan 1880 (Pisces: Atherinidae). *Aquaculture* 258:509-522.
- Morgan, J.D.; Iwana, G.K. 1991. Effects of salinity on growth, metabolism and ionic regulation in juvenile rainbow trout and steelhead trout Oncorhynchus mykiss and fall chinook salmon Oncorhynchus tshawytscha. *Aquaculture Science* 48:2083-2094.

- Morgan, J.D.; Jensen, J.O.; Iwana, G.K. 1992. Effects of salinity on aerobic metabolism and development of eggs and alevins of steelhead trout Oncorhynchus mikiss and fall Chinook salmon Oncorhynchus tshawytscha. Canadian Journal of Zoology 70:1341-1346.
- Moser, M.L.; Miller, J.M. 1994. Effects of salinity fluctuation on routine metabolism of juvenile spot Leiostomus xanthurus. Journal of Fish Biology 45:335-340.
- Moutou, K.A.; Panagiotaki, P.; Mamuris, Z. 2004. Effects of salinity on digestive activity in the euryhaline sparid Sparus aurata L.: a preliminary study. Aquaculture Research 35:912-914.
- Moustakas, C.T.; Watanabe, W.O.; Copeland, K.A. 2004. Combined effects of photoperiod and salinity on growth, survival, and osmoregulation ability of larval southern flounder Paralichthys lethostigma. Aquaculture 229:159-179.
- Munilla-Morán, R.; Saborido-Rey, F. 1996. Digestive enzymes in marine species. II. Amylase activities in gut from seabream Sparus aurata, turbot Scophthalmus maximus and redfish Sebastes mentella. Comparative Biochemistry and Physiology, 113B:827-834.
- Partridge, G. J.; Jenkins, G. I. 2002. The effect of salinity on growth and survival of juvenile black bream Acanthopagrus butcheri. Aquaculture 210:219-230.
- Peters, K.M.; Matheson Jr., R.E.; Taylor, R.G. 1998. Reproduction and early life history of common snook, Centropomus undecimalis (Bloch), in Florida. Bulletin of Marine Science, 62 (2):509-529.
- Peterson, M.S.; Gilmore Jr.; R.G., 1991. Eco-physiology of juvenile snook Centropomus undecimalis (Bloch): life-history implications. Bulletin of Marine Science, 48 (1):46-57.
- Peterson, R.H.; Martin-Roubichoud, D.J.; Berge, A. 1996. Influence of temperature and salinity on length and yolk utilisation of striped bass larvae. Aquaculture International 4:89-103.
- Rivas, L.R. 1986. Systematic review of perciform fishes of the genus Centropomus. Copeia 3:576-611.
- Rocha, J. A. da Silva; Gomes, V.; Negan, P.V.; Passos, M.J.A.C.R.; Furia, R.R. 2004. Metabolic demand and growth of juveniles of Centropomus parallelus as function of salinity. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 316:157-165.
- Saillante, E.; Fostier, A.; Haffray, P.; Menu, B.; Chatain, B. 2003. Saline preference for the European sea bass, Dicentrarchus labrax, larvae and juveniles: effect of salinity on early development and sex determination. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 287:103-117
- Soengas, J.L.; Aldegunde, M.; Andrés, M.D. 1995. Gradual transfer to sea water of rainbow trout: effects on liver carbohydrate metabolism. Journal Fish Biology 47:466-478.
- Stickney, R.R. 1994. Principles of aquaculture. John Wiley and Sons, New York.
- Swanson, C., 1998. Interactive effects of salinity on metabolic rate, activity, growth and osmoregulation in the euryhaline milkfish Chanos chanos. The Journal of Experimental Biology 201:3355-3366.
- Tandler, A.; Anav, F.A.; Chosniak, I. 1995. The effect of salinity on growth rate, survival and swimbladder inflation in gilthead seabream Sparus aurata, larvae. Aquaculture 135:343-353.
- Tsuzuki, M. Y; Ogawa, K.; Sstrüssmann, C.A.; Maita, M.; Takashima, F. 2001. Physiological responses during stress and subsequent recovery at different salinities in adult pejerrey Odontesthes bonariensis. Aquaculture 200:349-362.

- Tucker, Jr., J.W. 1987. Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming. *Progressive Fish-culturist* 49:49-57.
- Usher, M.L.; Talbot, C.; Eddy, F.B. 1988. Drinking in Atlantic salmon molts transferred to seawater and the relationship between drinking and feeding. *Aquaculture* 73:237-246.
- Vega-Orellana, O. M.; Fracalossi, D. M.; Sugai, J. K. 2006. Dourado Salminus brasiliensis larviculture: Weaning and ontogenetic development of digestive proteinases. *Aquaculture* 252:484-493.
- Wada, T.; Aritak, M.; Tanaka, M. 2004. Effects of low salinity on the growth and development of spotted halibut Verasper variegates in the larvae-juvenile, transformation period with reference to pituitary prolactin and chloride cells response. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 308:113– 126.
- Woo, N., Y., S.; Kelly, S., P. 1995. Effects of salinity and nutritional status on growth and metabolism of Sparus sarba in a closed seawater system. *Aquaculture* 135:229-238.

Tabela 1: Sobrevivência, crescimento e taxa de conversão alimentar de juvenis de robalo-peva em diferentes salinidades, em 30 e 50 dias de cultivo.

Dias de cultivo	Sal (ppt)	Sobrevivência (%)	Peso (g)	CT <sup>1</sup> (mm)	CP <sup>2</sup> (mm)	TCE <sup>3</sup> (%/dia)	TCA <sup>4</sup>
30	5	98.1 ± 0.9	0.53 ± 0.0	38.3 ± 0.8	30.2 ± 0.7	1.4 ± 0.8	1.3 ± 0.0
	15	100 ± 0.0	0.59 ± 0.0	40.5 ± 0.4	32.1 ± 0.2	1.8 ± 0.5	1.1 ± 0.0
	35	96.2 ± 0.9	0.54 ± 0.0	39.3 ± 0.4	31.1 ± 0.3	1.4 ± 0.8	1.2 ± 0.0
50	5	94.3 ± 2.8	0.84 ± 0.0	45.9 ± 0.5 <sup>a</sup>	36.7 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.5	1.6 ± 0.0 <sup>a</sup>
	15	100 ± 0.0	0.91 ± 0.0	47.8 ± 0.0 <sup>b</sup>	38.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.9 ± 0.3	1.3 ± 0.0 <sup>b</sup>
	35	93.3 ± 0.0	0.85 ± 0.0	46.9 ± 0.4 <sup>ab</sup>	37.3 ± 0.3 <sup>ab</sup>	1.7 ± 0.6	1.6 ± 0.1 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Comprimento Total

<sup>2</sup> Comprimento Padrão

<sup>3</sup> Taxa de Crescimento Peso-Específico

<sup>4</sup> Taxa de Conversão Alimentar

\* Dados apresentados como média ± erro padrão

\* Valores iniciais de juvenis (76 DAE): peso: 0.35g ± 0.1; comprimento total: 33.7 ± 0.8 e comprimento padrão: 26.3 ± 0.7

\* Letras diferentes indicam diferenças significativas (P<0.05)

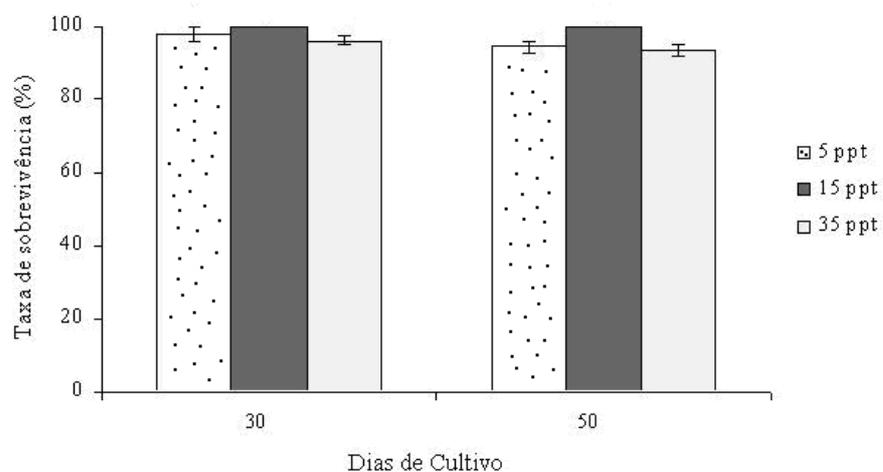


Figura 1. Sobrevivência (%) de juvenis de robalo-peva após 30 e 50 dias de cultivo em diferentes salinidades. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão.

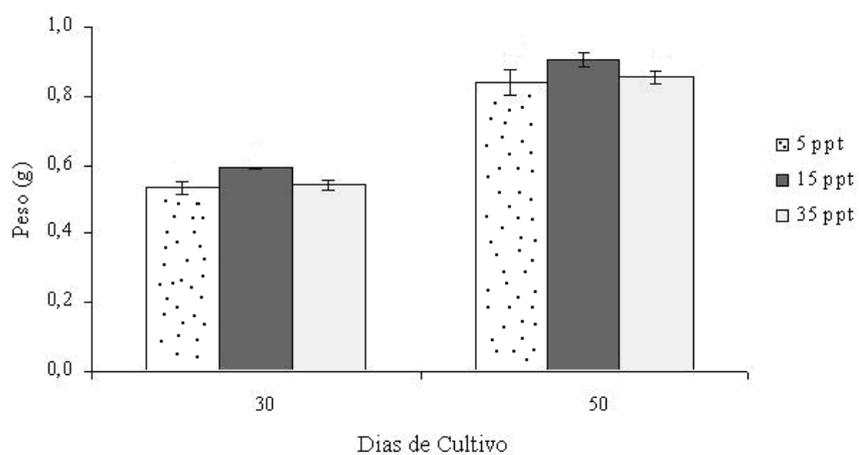


Figura 2: Crescimento como peso úmido (g) de juvenis de robalo-peva após 30 e 50 dias de cultivo em diferentes salinidades. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão.

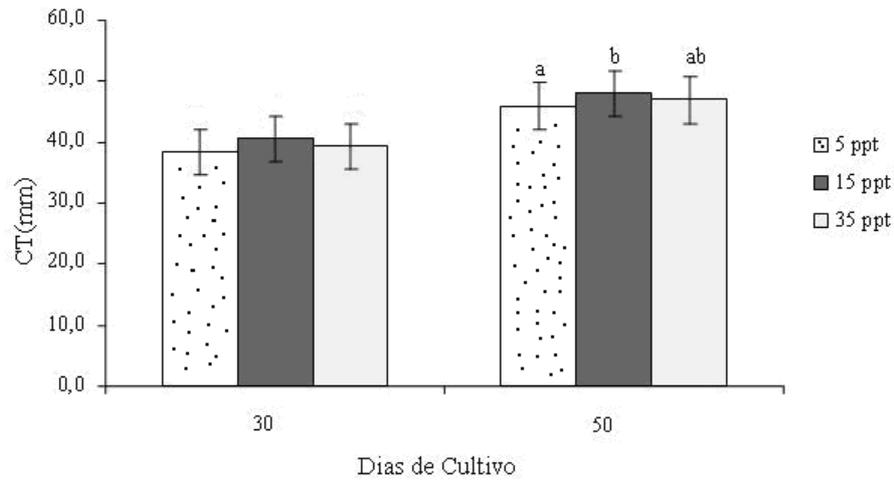


Figura 3: Crescimento como comprimento total (CT) de juvenis de robalo-peva após 30 e 50 dias de cultivo em diferentes salinidades. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

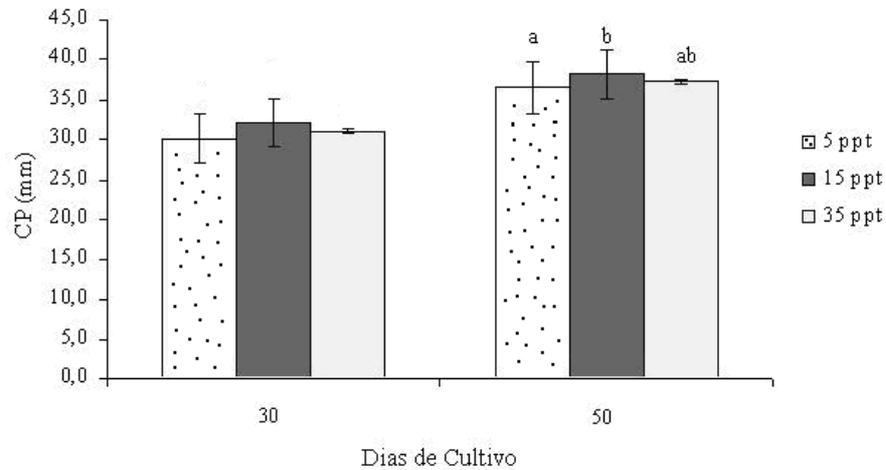


Figura 4: Crescimento como comprimento padrão (CP) de juvenis de robalo-peva após 30 e 50 dias de cultivo em diferentes salinidades. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

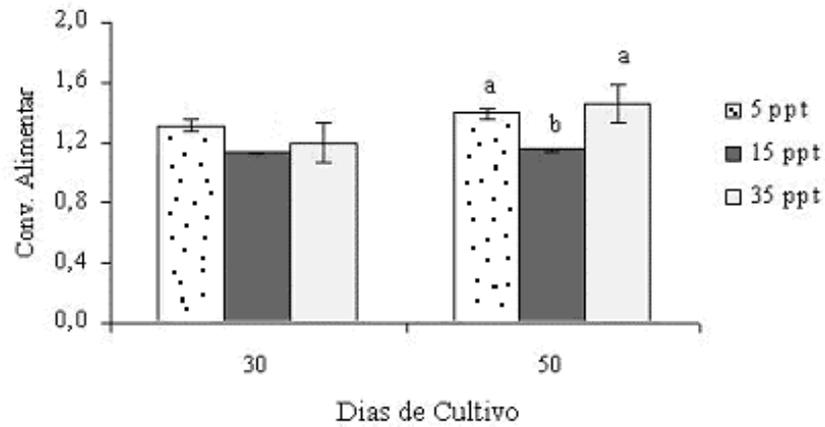


Figura 5. Taxa de conversão alimentar (TCA) para juvenis de robalos-peva após 30 e 50 dias de cultivo em diferentes salinidades. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).

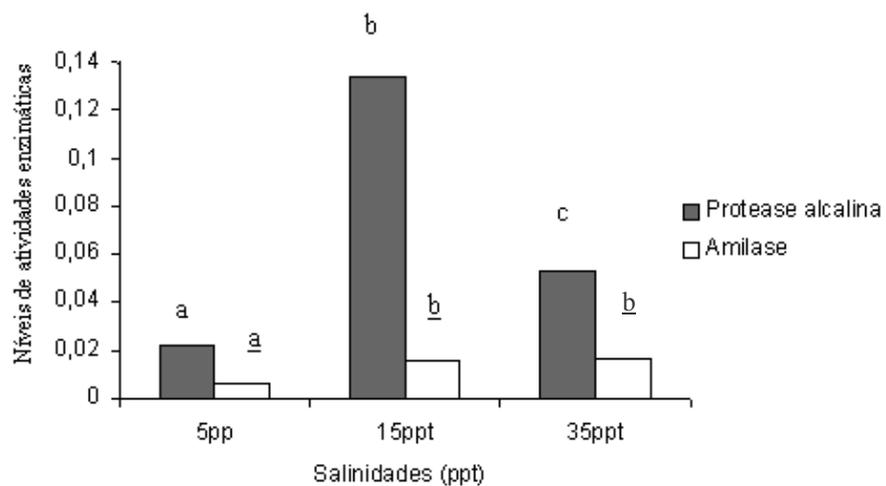


Figura 6: Atividade de amilase e da protease alcalina total do sistema digestório de juvenis de robalo-peva mantidos a 5, 15 e 35 ppt. Atividade específica da amilase = micromol de açúcar redutor/mL/mg proteína. Atividade específica da protease = absorvância à 366 nm/min./mg proteína. Dados apresentados como média  $\pm$  erro padrão (N=6). Letras diferentes para a mesma enzima digestiva indicam diferenças significativas ( $P < 0,05$ ).