

JOÃO LUIZ FARIAS

**EFEITO DA SALINIDADE NA OSMOLALIDADE PLASMÁTICA EM JUVENIS
DO BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)**

RECIFE - PE

Outubro de 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

EFEITO DA SALINIDADE NA OSMOLALIDADE PLASMÁTICA EM JUVENIS

DO BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)

João Luiz Farias

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli

Orientador

Prof. Dr. Silvio Ricardo Maurano Peixoto

Co-Orientador

RECIFE-PE

Outubro de 2011

Ficha Catalográfica

F224e Farias, João Luiz
 Efeito da salinidade na osmolalidade plasmática em juvenis do beijupirá,
Rachycentron canadum (LINNAEUS, 1766) / João Luiz Farias. -- 2011.
 41 f.: il.

 Orientador (a): Ronaldo Olivera Cavalli.
 Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia
de Pesca e Aquicultura, Recife, 2011.
 Referências.

 1. Piscicultura marinha 2. Salinidade 3. Osmolalidade 4. Aquicultura
I. Cavalli, Ronaldo Olivera, Orientador II. Título

CDD 639

**EFEITO DA SALINIDADE NA OSMOLALIDADE PLASMÁTICA EM JUVENIS
DO BEIJUPIRÁ, *Rachycentron canadum* (LINNAEUS, 1766)**

JOÃO LUIZ FARIAS

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de
Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, em 31/08/2011.

Profº. Dr. Paulo de Paula Mendes
Coordenador do programa

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli (Orientador)
Departamento de Pesca e Aquicultura-UFRPE

Profº. Dr. Silvio Ricardo Maurano Peixoto (Co-Orientador)
Departamento de Pesca e Aquicultura-UFRPE

Profº. Dra. Roberta Borda Soares
Departamento de Pesca e Aquicultura-UFRPE

Profº. Dra. Lília Pereira de Souza Santos
Departamento de Oceanografia – UFPE

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a duas pessoas que são peças fundamentais na minha vida, além da minha grande admiração e grande fonte de inspiração, os meus pais “Antônio Luiz Farias” e “Maria do Carmo Farias”.

Devo tudo a eles

AGRADECIMENTOS

- **A Deus.**
- **Aos meus pais Antonio Luiz Farias e Maria do Carmo Farias por minha formação ética, caráter, amor, ensinamentos, carinho e a cima de tudo confiança.**
- **A meus irmãos Lucidalva Farias, José Luiz, Antonio Filho, Carlos Farias e Leonita, pelo amor, força e apoio durante toda minha jornada.**
- **A minha noiva e futura esposa Igna Veloso, pelo carinho, apoio, injeção de ânimo, paciência, e amor incondicional durante toda a jornada, minha verdadeira fonte de inspiração e grande incentivadora, além de uma grande mulher.**
- **As minhas cunhadas, cunhados, sobrinhos e sogra.**
- **Ao Prof. Dr. Silvio Peixoto pela oportunidade de trabalhar ao seu lado.**
- **Ao Prof. Dr. Ronaldo O. Cavalli pela orientação, confiança, amizade e oportunidade de trabalhar a seu lado durante minha passagem pelo Laboratório de Piscicultura Marinha-LPM (UFRPE), onde seus ensinamentos a mim repassados de ética profissional, competência e dedicação, são frutos de sua personalidade e irão contribuir de forma crucial na minha vida pessoal e acadêmica, servindo como base para um crescimento profissional futuro ainda maior.**
- **A Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de fazer parte dessa grandiosa instituição de ensino.**
- **Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, pela contribuição na minha vida acadêmica.**

- **Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de mestrado concebida para a realização e finalização desse projeto de pesquisa.**
- **A todos da equipe e eternos amigos do Laboratório de Piscicultura Marinha-LPM, Larissa Simões, Thales Ramon, Ricardo Oliveira, Edmilson Dantas, Roberta Cecília, Willy Pessoa, Tomás, Daniel Galvão, Daniel Carapeba, Carolina Costa, Vitor Andrade, Santiago Hamilton, Ernesto Domingues, Carolina Torres, Carlos Zarzar, Reginaldo Jr., Marcio Marcelo, Paula Moraes e Leilane Santos pela amizade e ajuda durante o desenvolvimento desta pesquisa.**
- **Aos todos os professores do Departamento de Pesca e Aquicultura da UFRPE, e a todos e funcionários do Depaq, Telma, Lindinalva, Tânia, Selma, Socorro, Vanely, Lia e especialmente a “Dona Eliane”.**
- **As minhas tias “Lalá, Fia e Maria “*in memoriam*, que fizeram parte de mais essa vitória alcançada, repassando incentivos durante todo o tempo que puderam estar presentes.**
- **A todos os amigos que conheci no mestrado e que estiveram juntos comigo durante esta jornada, estes, Joana Angélica, Adriana Ferreira, Jones Santander, Rodrigo Numeriano, Vanessa Pedrosa, Simone, Willy Pessoa, César Calzavara, Diogo Martins, Ilka Branco, Natália Carneiro e Marcus Vinicius.**

RESUMO

O beijupirá é considerado uma espécie com enorme potencial para a aquicultura devido à elevada taxa de crescimento e valor no mercado. Estudos considerando diferentes aspectos da sua fisiologia podem auxiliar no estabelecimento de condições ambientais que aumentem o desempenho produtivo desta espécie. Este estudo avaliou a resposta ao estresse osmótico de juvenis de *R. canadum* expostos a diferentes níveis de salinidade em condições de laboratório. Um total de 72 peixes (peso inicial médio de 105,4 g e comprimento de 25,1 cm) foram distribuídos em 12 tanques (500 L), correspondendo a três tratamentos (salinidades de 14, 26 e 34 - controle) com quatro repetições. Amostras de sangue (1,5 ml) foram coletadas diariamente às 07:00 e 17:00 h, e acondicionadas em tubos de Eppendorf com 0,1 ml de solução de EDTA (3%) e mantidas a 4°C até a análise da osmolalidade. Amostras de água de cada tanque experimental também foram coletadas para análise da osmolalidade. As concentrações osmóticas do sangue e água foram determinadas em um osmômetro de pressão de vapor. Uma dieta comercial (48% de proteína) foi oferecida duas vezes ao dia durante as 72 h de duração do experimento. As variáveis de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, amônia e pH) foram monitoradas diariamente (07:00 e 17:00 h) e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, permanecendo dentro de níveis considerados ótimos para o crescimento e a sobrevivência do beijupirá. Não foram detectadas diferenças significativas na osmolalidade do sangue dos peixes expostos às diferentes salinidades. Os resultados, portanto, sugerem que juvenis de beijupirá nesta faixa de tamanho apresentam uma eficiente regulação hiperosmótica em salinidades variando entre 14 e 26. Entretanto, o desempenho do beijupirá em termos de sobrevivência e crescimento em tais condições de salinidade merece ser investigado.

Palavras-chave: Salinidade, osmolalidade, aquicultura, piscicultura marinha.

ABSTRACT

Cobia is considered a species with great potential for aquaculture due to its rapid growth and market value. Studies on different aspects of its physiology may be useful in improving growth performance of the species under different environmental conditions. The present study evaluated the osmotic stress responses of *R. canadum* juveniles exposed to different salinity levels under laboratory conditions. A total of 72 fishes (mean weight of 105.35 g and length of 25.12 cm) were distributed in 12 tanks (500 L), corresponding to three salinity treatments of 14, 26 and 34 (control) with four replicates each. Blood samples (1.5 ml) were collected daily at 07:00 and 17:00, and placed in Eppendorf tubes with 0.1 ml of EDTA solution (3%) at 4 °C for osmolality analysis. Water samples from each replicate tank were also collected for osmolality analysis. The osmotic concentration of blood and water were determined in a vapor pressure osmometer. Water quality variables (temperature, dissolved oxygen, ammonia and pH) were recorded daily (07:00 and 17:00 h). A commercial diet (48% crude protein) was offered twice a day. The experiment lasted 72 h. Water quality variables presented no significant differences between the treatments and remained within acceptable levels for growth and survival of cobia. There were no significant differences in the blood osmolality of fish exposed to the different salinity treatments during the experimental period. Results suggest that cobia juveniles at this size range present an efficient hyperosmotic regulation in salinities ranging from 14 and 26. However, the growth performance of cobia under such conditions must be further investigated.

Keywords: Salinity, osmolality, aquaculture, marine fish farming.

Lista de figuras

	Pag
Figura 1- Desenho esquemático de um exemplar de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>).	13
Figura 2 – Área de distribuição natural do beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>).	13
Figura 3- Mapa esquemático dos viveiros de cultivo de peixes marinhos nos municípios de Recife e Olinda, PE, na década de 1930.	14

Artigo

	Pág.
Figura 1- Médias (\pm DP) da osmolalidade (mmol/Kg) do plasma sanguíneo de juvenis do beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) expostos às salinidades de 10, 20 e 34 ao longo de 32 horas.	32
Figura 2 – Variação da osmolalidade do plasma sanguíneo de juvenis de beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) expostos às salinidades de 14, 26 e 34 ao longo de 72 horas em cada uma das quatro repetições de cada tratamento.	35
Figura 3 - Médias (\pm DP) da osmolalidade (mmol/Kg) do plasma sanguíneo de juvenis do beijupirá (<i>Rachycentron canadum</i>) expostos às salinidades de 14, 26 e 34 ao longo de 72 horas.	36

Lista de tabelas

Tabela 1- Médias (\pm DP) da osmolalidade da água dos tanques ao longo das 32 horas de duração do experimento pré-teste nas salinidades de 10, 20 e 34.	Pág. 31
Tabela 2- Médias (\pm DP) da osmolalidade da água dos tanques ao longo das 72 horas de duração do experimento II nas salinidades de 14, 26 e 34.	33

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	07
ABSTRACT	08
LISTA DE FIGURAS	09
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
4. ARTIGO CIENTÍFICO	
Efeitos da salinidade na osmolalidade plasmática em juvenis do beijupirá	
<i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766).	24
• Resumo	24
• Abstract	25
• Introdução	26
• Material e métodos	27
• Resultados e discussão	30
✓ Experimento pré-teste	30
✓ Experimento I	32
• Agradecimentos	37
• Referências bibliográficas	37
4.1 NORMAS DA REVISTA	40

1. INTRODUÇÃO

O crescimento mundial na produção de organismos aquáticos tem como principal propulsor a crescente demanda por alimentos de qualidade. Neste contexto, novas técnicas de cultivo vêm sendo desenvolvidas e aplicadas com o objetivo de alavancar cada vez mais a produção mundial de alimentos.

Hoje em dia, cerca de metade do pescado produzido no mundo é oriundo da aquicultura. Entre as espécies de peixe marinho nativas do litoral brasileiro, o beijupirá (*Rachycentron canadum*), ou cação de escamas, como é conhecido popularmente no Nordeste do Brasil, é uma das espécies nativas de grande potencial para a aquicultura. Esta espécie apresenta diversas características favoráveis ao cultivo, tanto em gaiolas em mar aberto como também em viveiros estuarinos utilizados no cultivo de camarão. Independente de estar instalados no mar próximo a costa ou em regiões estuarinas, estes cultivos podem sofrer variações de salinidade ocasionadas por fenômenos climáticos, oceanográficos, atmosféricos e geográficos. Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da salinidade sobre juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*) por meio da análise do nível osmolítico do plasma de indivíduos submetidos a diferentes salinidades.

2. REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com a FAO (2009), metade do pescado produzido no mundo atualmente é oriundo da aquicultura. No Brasil, os primeiros relatos da atividade de aquicultura datam do início do século XVII em Pernambuco, com a ocupação pelos holandeses. Naquela época, diversas espécies de peixes marinhos, como robalos (*Centropomus*), tainhas (*Mugil*) e carapebas (*Eugerres* e *Diapterus*), eram capturados vivos e mantidos em viveiros para posterior consumo (VON IHERING, 1932; CERQUEIRA, 2004). SCHUBART (1936)

relata que, na década de 1930, na atual região metropolitana de Recife existiam 280 viveiros artesanais de cultivo de peixes marinhos em uma área aproximada de 43 hectares. Nesses viveiros eram produzidas anualmente cerca de 25 toneladas de peixe. A Figura 1 ilustra a distribuição de viveiros escavados utilizados no cultivo de peixes marinhos em Recife e Olinda, Pernambuco, naquela época. Apesar deste início promissor, a criação de peixes marinhos não prosperou na região (CAVALLI & HAMILTON, 2009).

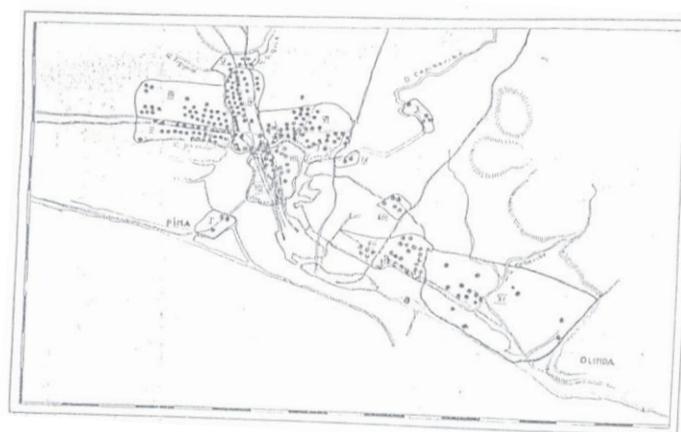


Figura 1. Distribuição de viveiros de cultivo de peixes marinhos nos municípios de Recife e Olinda, Pernambuco, na década de 1930. Cada ponto representa um viveiro (SCHUBART, 1936).

Nos últimos anos, diversas espécies de peixes estão sendo estudadas com o objetivo de se desenvolver protocolos de cultivos no Brasil. As principais espécies consideradas são o linguado (*Paralichthys orbignianus*), pampo (*Trachinotus marginatus*), cioba (*Lutjanus analis*), tainha (*Mugil platanus*), corvina (*Micropogonias furnieri*), garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*), robalos (*Centropomus parallelus* e *Centropomus undecimalis*) e beijupirá (*Rachycentron canadum*) (CAVALLI & HAMILTON, 2007).

REAY (1984) ressalta que os critérios importantes na escolha de uma espécie a ser introduzida na aquicultura dizem respeito às características biológicas do animal, como facilidade de indução e desova natural em cativeiro, além de uma alta fecundidade,

maturidade sexual precoce e facilidade de obtenção de ovos. Entre as espécies nativas da costa brasileira, o beijupirá (*R. canadum*) apresenta um grande potencial para o desenvolvimento da piscicultura marinha, se destacando como uma espécie promissora devido ao seu excelente desempenho zootécnico (BENETTI et al., 2007; HOLT et al., 2007). Estes autores relatam que o beijupirá atende os requisitos de uma espécie a ser cultivada intensivamente. LIAO e LEAÑO (2007) ressaltam ainda que essa espécie apresenta uma eficiente conversão alimentar, facilidade de aceitação a dietas extrusadas, boa adaptação ao confinamento, além de ser resistente a doenças. O beijupirá também é bastante apreciado no mercado internacional com alto valor de mercado, uma vez que possui uma carne branca de excelente qualidade (LIAO et al., 2004).

O beijupirá é o único representante da família Rachycentridae, sendo uma espécie nerítica e epipelágica, com hábito natatório ativo devido à ausência da bexiga natatória, podendo ser encontrada nos oceanos tropicais, subtropicais com exceção da costa oriental do oceano Pacífico (SHAFFER & NAKAMURA, 1989, BROWN-PETERSON et al., 2002). A Figura 2 ilustra um exemplar de beijupirá, enquanto a Figura 3 ilustra a área de distribuição natural dessa espécie.



Figura 2. Exemplar do beijupirá, *Rachycentron canadum* (www.diannekrumel.com/pic/11Cobia.jpg)

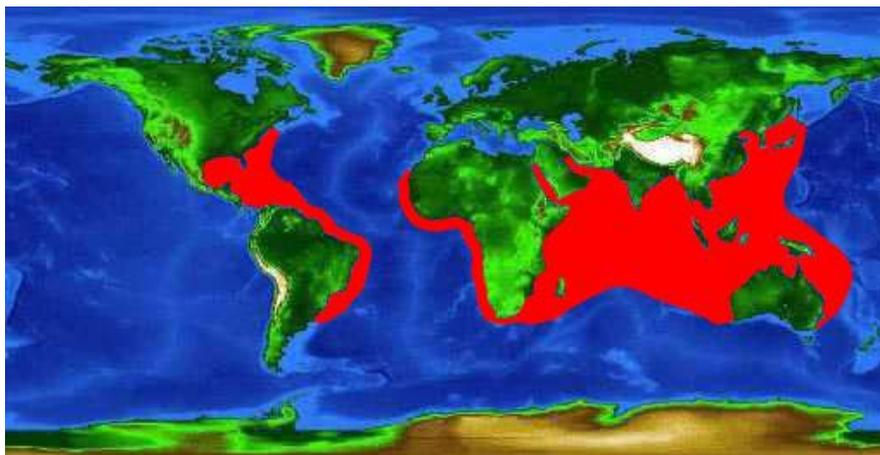


Figura 3. Área de distribuição natural do beijupirá (*Rachycentron canadum*) destacada em vermelho.

Diversos empreendimentos comerciais de criação do beijupirá vêm sendo instalados nas regiões costeiras de todo o mundo. Em vista disso, a produção mundial de beijupirá pela aquicultura vem crescendo gradativamente e em 2009 foi estimada em 31.926 t (FAO, 2011). Os principais produtores são China e Taiwan, mas, embora não conste nas estatísticas da FAO, o Vietnã teve uma produção estimada em 2008 de 1.500 t (NHU et al., 2011). Existem também relatos da criação desta espécie nos Estados Unidos (WEIRICH et al., 2004), México (SEGOVIA-VALLE et al., 2006), Ilhas Réunion (GAUMET et al., 2007), Japão (NAKAMURA, 2007), Indonésia (WAHJUDI & MICHEL, 2007), Porto Rico, Tailândia, Irã, República Dominicana, Bahamas, Martinica, Panamá (BENETTI et al., 2008), Emirados Árabes Unidos (YOUSIF et al., 2009), Colômbia, Singapura, Belize (FAO, 2011) e Índia (GOPAKUMAR et al., 2011).

Embora haja uma tendência cada vez maior em desenvolver a aquicultura em mar aberto, a maioria das criações de beijupirá nesses países utiliza gaiolas flutuantes em áreas marinhas protegidas. BENETTI et al.(2007) advertem que cultivos próximos a regiões costeiras podem sofrer influência direta de variações de salinidade. Já GARISSON (2010) ressalta ainda que tais variações são decorrentes de fatores oceanográficos, atmosféricos e geográficos. De acordo com BALDISSEROTTO (2009), no ambiente marinho é possível ser

encontradas diversas substâncias dissolvidas no meio, entre outros sais e compostos orgânicos. OBA et al. (2009) indicam que em ambientes aquáticos a oscilação das variações de oxigênio dissolvido, salinidade ou pH, condicionam o animal ao estresse reduzindo seu crescimento, ganho de peso e habilidade tendo como decorrência o aumento da susceptibilidade de agentes infecciosos como vírus, bactérias e fungos.

Outros estudos com peixes marinhos apontam que o efeito da salinidade em diferentes estágios da vida dos peixes interfere na fertilização (GRIFFIN et al., 1998) e na incubação dos ovos (ARAUJO & CERQUEIRA, 2005).

Diversas espécies de peixes podem se adaptar a condições variadas de salinidades no ambiente de cultivo já que conseguem regular sua pressão osmótica, mas, de acordo com JOBLING (1994) e BOEUF & PAYAN (2001), esse controle constante dos sais do organismo por meio da osmoregulação representa um gasto de energia para animal. Estima-se que o gasto energético durante a osmorregulação pode representar uma perda de cerca de 10% a 50% no metabolismo dos peixes (MARSHALL & BRYSON, 1998). TSUZUKI et al. (2006) ressaltam ainda que se houver um controle desse gasto energético, o metabolismo do animal irá direcionar suas reservas para outras funções metabólicas principais, como o crescimento. De acordo com GRACIA-LÓPEZ et al. (2004) e FREITAS (2005), o estudo da salinidade no ambiente de cultivo serve como uma importante ferramenta para a produção de alevinos de peixes, onde a compreensão dos efeitos da salinidade no meio está diretamente relacionado ao crescimento e sobrevivência, além do gerenciamento e maximização da produção.

A análise hematológica em peixes serve como parâmetro de saúde do animal (TAVARES-DIAS et al., 2002; SEIBERT et al., 2001; TAVARES-DIAS et al., 2004), quando peixes teleósteos marinhos são submetidos a alterações na salinidade em seu habitat, os níveis da concentração de sais dos seus fluidos corporais são alterados já que são

inferiores aos encontrados no meio, onde tendem a absorver sais por difusão e perder água por osmose, ocorrendo assim modificações fisiológicas com a perda de íons inorgânicos e ganho osmótico de água. Desta forma, o estudo dos parâmetros hematológicos em peixes marinhos serve como uma alternativa eficaz para alavancar produção, visto que as oscilações de salinidade do ambiente estão relacionadas diretamente a saúde os peixes.

Considerando o potencial da piscicultura marinha na produção de alimento, o estudo da osmolalidade em organismos aquáticos serve como indicador das oscilações ambientais, e está ligada diretamente ao seu desempenho zootécnico.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.; CERQUEIRA, V.R. Influência da salinidade na incubação de ovos do robalo-peva (*Centropomus parallelus* Poey, 1860) Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 27, n. 1, p. 85-89, 2005.

BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de Peixes Aplicada a Piscicultura, 2º edição, 2009.

BOEUF, G.; PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? Comparative Biochemistry and Physiology Part C, v. 130, p. 411-423, 2001.

BENETTI, D.D., ORHUN, M.R., O'HANLON, B., ZINK, I., CAVALIN, F.G., SARDENBERG, B., PALMER, K., DENLINGER, B., BACCOAT, D. Aquaculture of Cobia (*Rachycentron canadum*) in the Americas and the Caribbean. In: LIAO, I.C., LEANO, E.M. (Eds.), Cobia Aquaculture: Research, Development, and Commercial

Production. Asian Fisheries Society, Manilla, Philippines, World Aquaculture Society, Louisiana, USA, The Fisheries Society of Taiwan, Keelung, Taiwan, and National Taiwan Ocean University, Keelung, Taiwan, (pp. 57–77), 2007.

BENETTI, D.D.; ORHUN, R.; SARDENBERG, B., O'HANLON, B., WELCH, A., HOENIG, R., ZINK, I., RIVERA, J.A., DENLINGER, B., BACCOAT, D., PALMER, K., CAVALIN, F. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, v.39, p.701-711, 2008.

BROWN-PETERSON, N.J., GRIER, H.J. & OVERSTREET, R.M. Annual changes in germinal epithelium determine male reproductive classes of the cobia. *J. Fish Biol.*, 60: 178-202, 2002.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. A Piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? *Panorama da Aqüicultura*, v. 17, n.104, p. 50-55, 2007.

CAVALLI, R.O.; HAMILTON, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, n.6, p.64-69, 2009.

CERQUEIRA, V.R., *Aqüicultura: Experiências Brasileiras*, Cap. XV, Multitarefa editora, Florianópolis, SC, 2004.

EVANS, D.H., 1993. *The Physiology of Fishes*. CRC Press, Boca Raton, USA.

FAO. 2009. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2009*. Rome, FAO. 2009

FAO. 2011. FISHSTAT PLUS: Universal software for fishery statistical time series. Version 2.3.2000. Rome: Fisheries Department Fishery Information, Data and Statistics Unit, FAO, 2011.

FREITAS, LC. 2005. Efeitos da salinidade sobre os ovos, larvas e juvenis do linguado *Paralichthys orbignyanus*. Dissertação de Mestrado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG). 47 p.

GAUMET, F.; BABET, M.C.; BETTES, A.; LE TOULLEC, A.; SCHIRES, G.; BOSC, P. 2007. Advances in cobia, *Rachycentron canadum*, research in La Reunion Island (France): problems and perspectives. In: LIAO, I.C. & LEAÑO, E.M (Eds). Cobia Aquaculture: research, development and commercial production. 1.ed. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. p. 115–129.

GRACIA-LÓPEZ, V.; KIEWEK-MARTÍNEZ, M.; MALDONADO-GARCÍA, M. Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea*. *Aquaculture*, 237: 485-498, 2004.

GARRISON, T. 2010. Fundamentos de Oceanografia. São Paulo, Cengage Learning. 426p.

GOPAKUMAR, G., NAZAR, G.; TAMILMANI, M. 2011. Breeding and seed production of cobia *Rachycentron canadum* in India. In: ASIAN-PACIFIC AQUACULTURE 2011, 2011, Kochi, India. Proceedings... Kochi, India: World Aquaculture Society, [2011] (CD-ROM).

GRIFFIN, F.J.; PILLAI, M.C.; VINES, C. A. Effects of salinity on sperm motility, fertilization, and development in the Pacific herring, *Clupea pallasii*. The Biological Bulletin, v. 194, p. 25-35, 1998.

HOLT, G.J., FAULK, C.K., SCHWARZ, M.H. A review of the larviculture of cobia, *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. Aquaculture, 268, 181–187, 2007.

JOBLING, M. Fish Bioenergetics. London, Chapman & Hall, 1994.

JOBLING, M., 1995. Environmental Biology of Fishes. Chapman & Hall, London.

LIAO, I.C., HUANG, T.S., TSAI, W.-S., HSUEH, C.M., CHANG, S.L., LEAÑO, E.M., Cobia culture in Taiwan: current status and problems. Aquaculture 237, 155-165, 2004.

LIAO, I. C.; LEAÑO, E. M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. Asian Fisheries Society, Taiwan. 178 p, 2007.

MARSHALL, W. S.; BRYSON; S. E. Transport mechanisms of seawater in teleost chloride cells: an inclusive model of a multifunctional cell. Comp. Biochem. Physiol., v. 119(A), n.1, p. 97–106, 1998.

NAKAMURA, H. 2007. Cobia culture in Okinawa. In: LIAO, I.C.; LEAÑO, E.M (eds). Cobia Aquaculture: research, development and commercial production. 1.ed. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. p. 97-103.

NHU, V.C.; NGUYEN, Q.H.; LE, T.L.; TRAN, M.T.; SORGELOOS, P.; DIERCKENS, K.; REINERTSEN, H.; KJØRSVIK, E.; SVENNEVIG, N. 2011. Cobia *Rachycentron canadum* aquaculture in Vietnam: recent developments and prospects. *Aquaculture*, v. 315, p. 20-25.

OBA, E. T.; MARIANO, W. S.; SANTOS, L. R. B. 2009. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo sustentável. In: TAVARES-DIAS, M. (Org). 2009. *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá: Embrapa Amapá. p. 389-424.

REAY P. J. Reproductive tactics: a non-event in aquaculture? In: POTTS, G.W., WOOTTON, R.J. (Eds.). *Fish reproduction strategies and tactics*. London: Academic Press, p. 291-309, 1984

SCHUBART, O. 1936. Investigações sobre os viveiros do Recife. *Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Comercio do Estado de Pernambuco*, v. 1, n. 2, p. 153-176, 1936.

SEGOVIA-VALLE, E.; SEGOVIA-CRUZ, G.; SEGOVIA-CRUZ, M. 2006. Study of growth in oceanic platform of *Rachycentron canadum* in Yucatan peninsula. In: **WORLD AQUACULTURE SOCIETY ANNUAL MEETING, 2006**, Florence, Italy. **Proceedings...** Florence: World Aquaculture Society, [2006] (CD-ROM).

SEIBERT, C. S.; GUERRA-SHINOHARA, E. M.; CARVALHO, E. G.; MARQUES, E. E. Red blood cell parameters and osmotic fragility curve of *Colossoma macropomum* (Pisces, Osteichthyes, Mileinae) in captivity. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 23, n. 2, p. 515-520, 2001.

SHAFFER RV, NAKAMURA EL. Synopsis of biological data on the cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae). FAO Fisheries Synopsis 153 (NMFS/S 153). U.S.Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS 82, 1989.

TSUZUKI, M.Y.; SUGAI, JK; MACIEL, J.C.; FRANCISCO, C.J.; CERQUEIRA, V.R. Effect of salinity on survival of juveniles of the fat snook, *Centropomus parallelus* (Poey). In: I Conferencia Latino Americana sobre Cultivo de Peces Nativos y III Conferencia Mexicana sobre Cultivo de Peces Nativos, México, 2006.

TAVARES-DIAS, M.; MELO, J. F. B.; MORAES, G.; MORAES, F. R. Características hematológicas de teleósteos brasileiros: VI. Variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). Ciência Rural, v. 32, n. 4, p. 693-698, 2002.

TAVARES-DIAS, M.; BOZZO, F. R.; SANDRIN, E. F. S.; CAMPOS-FILHO, E.; MORAES, F. R. Células sanguíneas, eletrólitos séricos, relação hepato e esplenossomática de carpa-comum, *Cyprinus carpio* (Cyprinidae) na primeira maturação gonodal. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 26, n. 1, p. 73-80, 2004.

VON IHERING, R. 1932. Criação de peixes em viveiros no Recife. Boletim da Secretaria da Agricultura, Indústria e Viação - Recife, PE, v.35: 35-40, 1932.

WAHJUDI, B.; MICHEL, A. 2007. Cobia culture in Indonesia. In: LIAO, I.C. & LEAÑO, E.M (Eds). Cobia Aquaculture: research, development and commercial production. Taiwan: Asian Fisheries Society, 2007. p. 105- 114.

WEIRICH, C.R.; SMITH, T.I.J.; DENSON, M.R., STOKES, A.D., JENKINS, W.E.

Pond culture of larval and juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, in the Southeastern United States: initial observations. *Journal of Applied Aquaculture*, v.16, p.27-44, 2004.

YOUSIF, O.M.; KUMAR, K.K.; ABDUL-RAHMAN, A.F.A. 2009. Growth response of

cobia *Rachycentron canadum* (Pisces: Rachycentridae) under the hypersaline conditions of the Emirate of Abu Dhabi. *Aquaculture Asia Magazine*, v. 13, p. 41-42.

ZADUNAISKY, J.A., 1996. Chloride cells and osmoregulation. *Kidney Int.*, 49, 1563-1567.

4. Artigo científico

Efeitos da salinidade na resposta ao estresse osmótico em juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*)

João Farias¹, Márcio Mendes², Ronaldo Cavalli¹, Roberta Soares² e Silvio Peixoto²

¹ Laboratório de Piscicultura Marinha, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, PE, 52171-900, Brasil, Tel. (81) 3320-6524, Fax (81) 3320-6502, E-mail: jeantanui@yahoo.com.br

² Laboratório de Tecnologia em Aquicultura, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, PE, 52171-900, Brasil

Resumo

O beijupirá é considerado uma espécie com enorme potencial para a aquicultura devido à elevada taxa de crescimento e valor de mercado. Estudos considerando diferentes aspectos da sua fisiologia podem auxiliar no estabelecimento de condições ambientais que aumentem o desempenho produtivo desta espécie. Este estudo avaliou o efeito da salinidade na resposta ao estresse osmótico em juvenis de *R. canadum* expostos a diferentes níveis de salinidade em condições de laboratório. Um total de 72 peixes (peso inicial médio de 105,4 g e comprimento total de 25,1 cm) foram distribuídos em 12 tanques (500 L), correspondendo a três tratamentos com salinidades de 14, 26 e 34 (controle) com quatro repetições cada. Amostras de sangue (1,5 ml) foram coletadas diariamente às 07:00 e 17:00 h, e acondicionadas em tubos de Eppendorf com 0,1 ml de solução de EDTA (3%) e mantidas a 4°C até a análise da osmolalidade. Amostras de água de cada tanque experimental também foram coletadas diariamente para análise da osmolalidade. As

concentrações osmóticas do sangue e água foram determinadas em um osmômetro de pressão de vapor. Uma dieta comercial (48% de proteína) foi oferecida duas vezes ao dia durante as 72 h de duração do experimento. As variáveis de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, amônia e pH) foram monitoradas diariamente (07:00 e 17:00 h) e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, permanecendo dentro de níveis considerados ótimos para o crescimento e a sobrevivência do beijupirá. Não foram detectadas diferenças significativas na osmolalidade do sangue dos peixes expostos às diferentes salinidades. Os resultados, portanto, sugerem que juvenis de beijupirá nesta faixa de tamanho apresentam uma eficiente regulação hiperosmótica em salinidades variando entre 14 e 34. Entretanto, o desempenho do beijupirá em termos de sobrevivência e crescimento a médio e longo prazo sob tais condições de salinidade merece ser investigado.

Palavras-chave: Salinidade, osmolalidade, aquicultura, piscicultura marinha.

Abstract

Cobia (*Rachycentron canadum*) is considered a species with great potential for aquaculture due to its rapid growth and market value. Studies on different aspects of its physiology may be useful in improving growth performance of the species under different environmental conditions. This study evaluated the effect of salinity in response to osmotic stress in *R. canadum* juveniles exposed to different salinity levels in laboratory conditions. A total of 72 fishes (mean weight of 105.4 g and total length of 25.1 cm) were distributed in 12 tanks (500 L), corresponding to three salinity treatments of 14, 26 and 34 (control) with four replicates each. Blood samples (1.5 ml) were collected daily at 07:00 and 17:00, and placed in Eppendorf tubes with 0.1 ml of EDTA solution (3%) at 4 °C for osmolality analysis. Water samples from each replicate tank were also collected daily for osmolality analysis. The osmotic concentration of blood and water were determined in a vapor pressure

osmometer. Water quality variables (temperature, dissolved oxygen, ammonia and pH) were recorded daily (07:00 and 17:00 h). A commercial diet (48% crude protein) was offered twice a day. The experiment lasted 72 h. Water quality variables presented no significant differences between the treatments and remained within acceptable levels for growth and survival of *R. canadum*. There were no significant differences in the blood osmolality of fish exposed to the different salinity treatments during the experimental period. Results suggest that cobia juveniles at this size range present an efficient hyperosmotic regulation in salinities ranging from 14 and 26. However, the growth performance of cobia under such conditions must be further investigated.

Key-words: Salinity, osmolality, aquaculture marine fish farming.

Introdução

Diversas espécies de peixes marinhos nativas da costa brasileira vêm sendo consideradas para a criação em cativeiro (Baldisserotto & Gomes, 2010). Entre estas, o beijupirá (*Rachycentron canadum*) apresenta diversas características favoráveis à aquicultura (Cavalli & Hamilton, 2007, 2009, 2011; Sampaio et al., 2010), tais como rápido crescimento, filé de ótima qualidade (Liao et al., 2004), adaptação ao confinamento e baixa conversão alimentar (Arnold et al., 2002; Craig et al., 2006; Liao & leaño, 2007).

Atualmente existem iniciativas de criação do beijupirá na Bahia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro e São Paulo (Cavalli et al., 2011). Em Pernambuco, duas cessões de águas públicas já foram obtidas para a criação do beijupirá em tanques-rede instalados em mar aberto (Cavalli et al., 2011), enquanto na região sudeste a produção em tanques-rede em áreas marinhas protegidas também vem sendo avaliada (Sampaio et al., 2011). Além da criação em tanques-rede no mar, a utilização de viveiros que captam águas estuarinas, normalmente utilizados na criação de camarões, possibilitaria a produção de beijupirá nos mais de 19.000 ha de viveiros existentes no Brasil (Rocha, 2010). Apesar do cultivo de larvas e juvenis de beijupirá em viveiros ser factível (Weirich et al., 2004; Benetti et al., 2008), a produção de peixes neste ambientes dependerá da capacidade da espécie tolerar as condições prevalentes, como, por exemplo, variações de salinidade.

Mesmo os peixes criados em tanques-rede no mar podem sofrer a influência das variações de salinidade causadas por fatores oceanográficos, atmosféricos e geográficos, principalmente se estiverem localizados próximos a costa (Garrison, 2010). Miranda Filho et al. (2008) destacam que, em geral, espécies de peixe marinho não toleram exposições à baixas salinidades, chegando a apresentar distúrbios nos níveis de consumo de oxigênio, além de alterações osmolíticas plasmáticas. Denson et al. (2003) e Resley et al. (2006) apontaram que o beijupirá tolera níveis de salinidade inferior ao normalmente encontrado no meio marinho, mas enfatizam que em baixas salinidades as taxas de crescimento e sobrevivência podem ser comprometidas. Oscilações na salinidade acionam o sistema osmorregulatório do animal devido ao desequilíbrio hidromineral (Oba et al., 2009). Caso uma condição de estresse contínuo se estabeleça, a função imunológica pode ser afetada e deixar os peixes mais susceptíveis às enfermidades (Baldisserotto et al., 2007), podendo ser observadas redução do peso e o surgimento de processos inflamatórios que levem a morte (Barton & Iwama, 1991; Frisch & Anderson, 2000). Em vista disso, este estudo avaliou a osmolalidade plasmática de juvenis do beijupirá (*R. canadum*) criados em laboratório e expostos a diferentes níveis de salinidade.

Material e métodos

O estudo foi realizado nas instalações da empresa Aqualider Maricultura S.A., Ipojuca, PE. Inicialmente foi conduzido um pré-teste para testar a metodologia a ser utilizada no experimento principal.

No pré-teste, com duração de 32 h, foram utilizados 36 juvenis de beijupirá com peso de 52 g criados em salinidades acima de 30. Os peixes foram distribuídos em nove tanques circulares de 500 L, porém com volume útil de 450 L de água. Quatro peixes foram estocados em cada tanque e aclimatados às condições experimentais durante 24 horas. Os tanques possuíam tampa para evitar a fuga dos peixes. A aeração foi constante através de uma pedra porosa colocada em cada tanque. O delineamento experimental consistiu de três tratamentos salinos 10, 20 e 34 (controle) com três repetições por tratamento. Três tanques auxiliares, cada um com capacidade 500 L de água, foram previamente preparados com as salinidades de 10, 20 e 34 para possível reposição das parcelas experimentais por evaporação, já que o sistema d'água era estático, ou seja, sem renovação constante.

Durante a aclimação e o período experimental, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (10:00 e 16:00 h) até a saciedade aparente com uma ração comercial específica para peixes carnívoros com 48% de proteína e 12% de lipídios (Nutrilis, Socil/Evialis, São

Lourenço da Mata, Pernambuco). Ao final do dia, as excretas e sobras alimentares foram retiradas do fundo dos tanques através de sifonamento.

Dois peixes de cada parcela experimental foram capturados para coleta do sangue duas vezes ao dia (07:00 e 17:00h). Com uma seringa de 3 ml, 1,5 ml do sangue recolhido foi acondicionado em um tubo Eppendorf contendo 0,1 ml de EDTA (3%). O sangue foi então acondicionado em freezer a -18°C para posterior análise da osmolalidade. As coletas foram realizadas 08, 16, 24, 32 h após a aclimação dos peixes. Para determinação da osmolalidade da água, amostras de cada tanque experimental também foram coletadas as 07:00 e 17:00 h e acondicionadas no freezer. As medidas de concentração osmótica do sangue e da água foram realizadas com um osmômetro de pressão a vapor (modelo Vapro 5520, Wescor®, EUA).

O peso total dos peixes foi medido após as coletas de sangue. Todos os peixes amostrados foram descartados. Diariamente após cada alimentação, as variáveis físico-químicas da água (salinidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH) foram medidas com um medidor multiparâmetro (modelo YSI 556, Yellow Spring Instruments®, EUA), enquanto a concentração de amônia foi estimada com um kit comercial (Alcon, Brasil). Os dados de osmolalidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), levando em consideração as premissas necessárias.

Experimento principal

Foram utilizados 72 juvenis de beijupirá (peso e comprimento total médio de 105,4 g e 25,1 cm) produzidos em laboratório em salinidades acima de 30. Os peixes foram distribuídos em doze tanques circulares de 500 L, porém com volume útil de 450 L de água. Seis peixes foram estocados em cada tanque e aclimatados às condições experimentais durante 24 horas. Os tanques possuíam tampa para evitar a fuga dos peixes. A aeração foi constante através de uma pedra porosa colocada em cada tanque.

O período experimental teve duração de 72 horas. O delineamento experimental consistiu de três tratamentos com salinidades de 14, 26 e 34 (controle) com quatro repetições por tratamento. Dois tanques auxiliares, cada um com capacidade de 25 toneladas de água, foram previamente preparados com as salinidades de 14 e 26. A água destes tanques era bombeada constantemente para os respectivos tanques experimentais, enquanto os tanques do tratamento salinidade 34 eram constantemente abastecidos pelo sistema de fornecimento

de água marinha do laboratório. A taxa média de renovação de água neste sistema foi de 260 L/h por tanque experimental.

Durante a aclimação e o período experimental, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (10:00 e 16:00 h) até a saciedade aparente com uma ração comercial específica para peixes carnívoros com 48% de proteína e 12% de lipídios (Nutrilis, Socil/Evialis, São Lourenço da Mata, Pernambuco). Ao final do dia, as excretas e sobras alimentares foram retiradas do fundo dos tanques através de sifonamento.

Os procedimentos para coleta e processamento das amostras de sangue e de água foram idênticos aos utilizados no pré-teste. A medição do peso e comprimento total dos peixes e as medições das variáveis físico-químicas da água (salinidade, temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e pH) também foram similares ao pré-teste. Os dados de osmolalidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), levando em consideração as premissas necessárias.

Resultados e Discussão

A temperatura e o pH ao longo do pré-teste apresentaram valores médios de 28,6°C e 8,04, respectivamente. As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) entre as parcelas experimentais também se mantiveram constantes, apresentando médias de 6,7, 7,0 e 6,2 mg/L para as salinidades de 10, 20 e 34, respectivamente. Ao final do experimento, a média da concentração de OD foi 6,63 mg/L, enquanto a concentração máxima observada de amônia nitrogenada foi 0,25 mg de NH₃/L. Os valores médios da osmolalidade da água ao longo do período experimental são apresentados na Tabela 1. Em relação à qualidade da água nos tanques experimentais, as variáveis avaliadas neste estudo permaneceram dentro de níveis considerados ótimos para o beijupirá já apresentada por diversos autores (Denson et al., 2003; Sun et al., 2006; Liao & Leño, 2007; Rodrigues et al., 2007; Sampaio et al., 2008). Ao final do pré-teste não foi observada a mortalidade de nenhum peixe.

Tabela 1. Médias (\pm DP) da osmolalidade da água dos tanques ao longo das 32 horas de duração do experimento pré-teste nas salinidades de 10, 20 e 34.

Salinidade	Horas			
	12	16	24	32

10	269,3 ± 88,2	369,7 ± 53,9	186,7 ± 28,5	345,3 ± 50,5
20	570,7 ± 65,7	538,0 ± 130,8	477,0 ± 176,2	606,0 ± 214,8
34	965,3 ± 58,8	982,0 ± 171,4	870,0 ± 78,6	1022,7 ± 558,5

A análise da variação da osmolalidade do plasma sanguíneo dos peixes ao longo do tempo nas salinidades 10, 20 e 34, demonstra que as concentrações osmóticas entre os diferentes tratamentos mantiveram-se relativamente estáveis durante o período experimental (Figura 1), não foram encontradas diferenças significativas na osmolalidade do plasma sanguíneo dos peixes dos diferentes tratamentos ($p > 0,05$). Não foram observadas variações significativas na osmolalidade sanguínea dos beijupirás mantidos nas diferentes salinidades. A osmolalidade média foi estimada em 400 mmol/kg entre os tratamentos, sendo assim, estes se mantêm hiposmóticos em relação ao meio. As diferenças entre estes resultados provavelmente refletem variações nas condições experimentais, tamanho e/ou estado nutricional dos peixes dos distintos estudos.

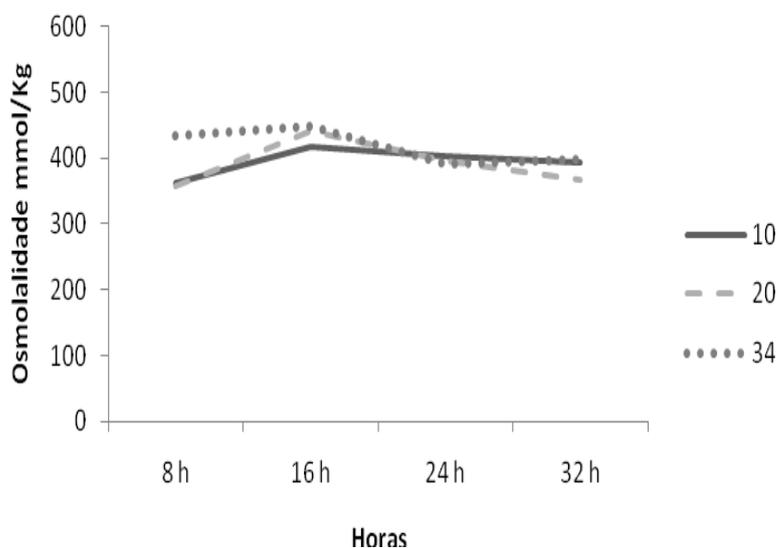


Figura 1. Médias (\pm DP) da osmolalidade (mmol/Kg) do plasma sanguíneo de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) expostos às salinidades de 10, 20 e 34 ao longo de 32 horas.

Experimento principal

A temperatura e o pH foram constantes ao longo do período experimental, com valores médios iguais a 29,3°C e 8,04, respectivamente. As concentrações de oxigênio dissolvido (OD) entre as parcelas experimentais também se mantiveram constantes e com médias de 6,33, 6,23 e 6,34 mg/L para as salinidades de 14, 26 e 34, respectivamente. Ao longo do período experimental, a menor concentração de OD verificada foi 5,71 mg/L, enquanto a maior concentração de amônia nitrogenada foi 0,25 mg de NH₃ /L. Os valores médios da osmolalidade da água ao longo das 72 horas são apresentados na Tabela 2. Em relação à qualidade da água nos tanques experimentais, as variáveis físico-químicas mantiveram-se dentro de níveis considerados ótimo para a espécie, semelhantes aos resultados do pré-teste. Da mesma forma que no pré-teste, ao final do experimento não foi observada mortalidade de nenhum peixe.

Tabela 2. Médias (\pm DP) da osmolalidade da água dos tanques ao longo das 72 horas de duração do experimento nas salinidades 14, 26 e 34.

Salinidade	Horas					
	12	24	36	48	60	72
14	850,5	775,5	247,0	639,7	415,5	354,5
	\pm 38,5	\pm 15,4	\pm 36,3	\pm 5,3	\pm 7,3	\pm 5,0
26	1.122,5	1.093,0	786,0	734,3	833,7	711,0
	\pm 15,8	\pm 7,61	\pm 24,2	\pm 81,6	\pm 87,3	\pm 32,2
34	1.127,5	1.130,3	1.135,3	1.122,5	1.122,8	1.117,5
	\pm 3,5	\pm 18,8	\pm 59,2	\pm 9,7	\pm 18,4	\pm 3,0

O fato de que nenhuma mortalidade foi observada indica que a variação de salinidade nas faixas testadas não teve efeito significativo sobre a sobrevivência do beijupirá. De forma similar, beijupirás com peso de 8,5 g mantidos durante 70 dias nas salinidades de 5, 10 e 30 não apresentaram diferenças significativas na sobrevivência, as quais foram 84, 94 e 94%, respectivamente (Denson et al., 2003). Entretanto, os peixes mantidos na salinidade 5 apresentavam lesões na pele, erosão nas nadadeiras e descoloração. Em outro estudo realizado em viveiros, onde a salinidade variou entre 14 e 26, a sobrevivência após quatro meses foi de 84%, mas cerca de 6% dos peixes apresentavam lesões nas brânquias, provavelmente devido à infestação por parasitas (Carvalho Filho, 2010). De modo diferente, Resley et al. (2006) relataram que o cultivo em baixas salinidades poderia reduzir a incidência de doenças no beijupirá, o que suscita a necessidade de realização de estudos que também considerem a relação entre uma condição de estresse, no caso específico as baixas salinidades, e a susceptibilidade à enfermidades e parasitas nesta espécie. Baldisserotto et al. (2007) ressaltam que uma condição de estresse contínuo pode afetar diretamente o sistema imunológico dos peixes, tornando-os mais susceptíveis às enfermidades. Quando o sistema imunológico dos peixes é comprometido, podem ser observadas tanto reduções de peso como o surgimento de processos inflamatórios que eventualmente podem ocasionar a morte (Barton & Iwama, 1991; Frisch & Anderson, 2000).

Na figura 3 é possível observar a variação das estimativas de osmolalidade para juvenis do beijupirá expostos às salinidades de 14, 26 e 34 ao longo de 72 horas. Não foram encontradas diferenças significativas na osmolalidade do plasma sanguíneo dos peixes dos diferentes tratamentos ($p > 0,05$). A análise da variação da osmolalidade do plasma sanguíneo dos peixes ao longo do tempo nas salinidades 14, 26 e 34 demonstra que as concentrações osmóticas entre os diferentes tratamentos mantiveram-se relativamente estáveis durante o período experimental (Figura 2). Baldisserotto (2009) resalta que peixes que habitam o ambiente marinho apresentam concentração osmótica sanguínea inferior (cerca de 300 mmol/kg) em relação à água do mar, que é de aproximadamente 1000 mmol/kg. Sendo assim, estes se mantêm hiposmóticos em relação ao meio. No caso específico do beijupirá, a osmolalidade plasmática de juvenis (peso de 8,5 g) mantidos durante 70 dias nas salinidades de 5, 10 e 30 foi estimada em 342 mmol/kg (Denson et al., 2003), Resley et al. (2006) encontraram que a osmolalidade média de beijupirás com peso inicial de 6-7 g criados por 56 dias nas salinidades 5, 15 e 30 era de 336 mmol/kg. No presente estudo não foram observadas variações significativas na osmolalidade sanguínea dos peixes mantidos nas diferentes salinidades, e a osmolalidade média foi estimada em 395

mmol/kg. As diferenças entre estes resultados provavelmente refletem variações nas condições experimentais, tamanho e/ou estado nutricional dos peixes dos distintos estudos.

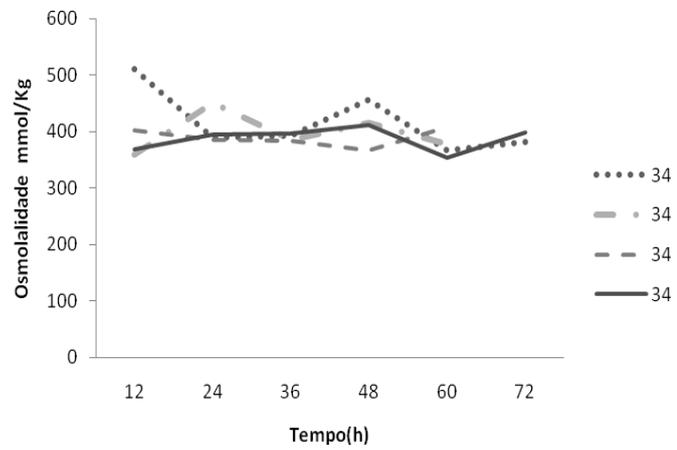
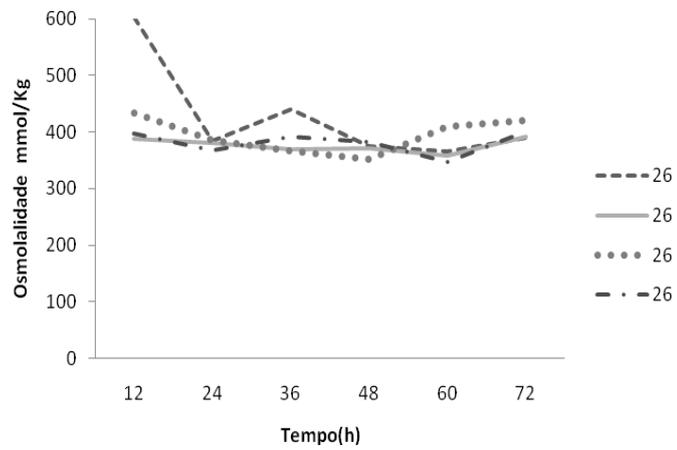
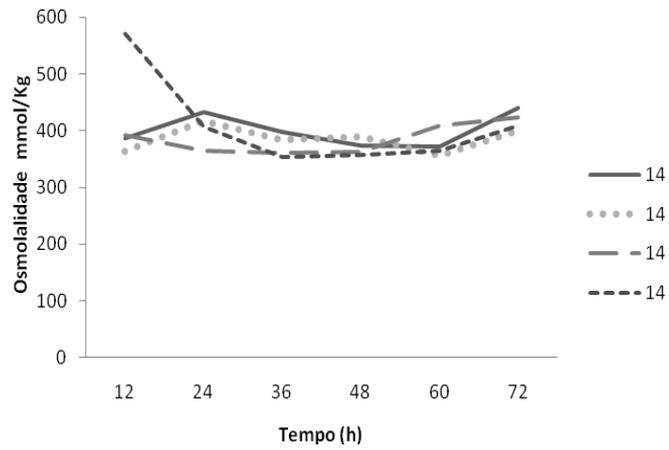


Figura 2. Variação da osmolalidade do plasma sanguíneo de juvenis de beijupirá (*Rachycentron canadum*) expostos às salinidades de 14, 26 e 34 ao longo de 72 horas em cada uma das quatro repetições de cada tratamento.

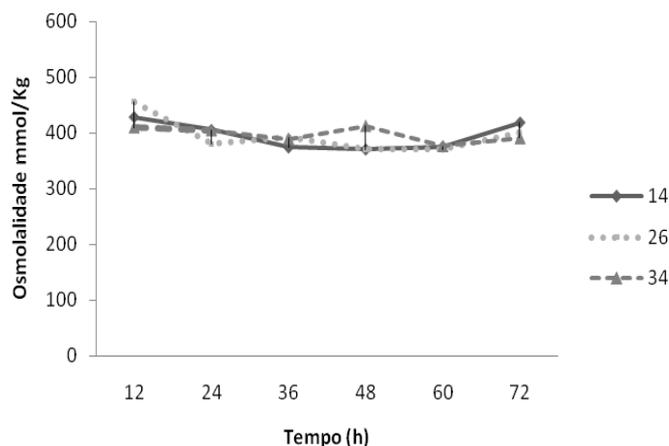


Figura 3. Médias (\pm DP) da osmolalidade (mmol/Kg) do plasma sanguíneo de juvenis do beijupirá (*Rachycentron canadum*) expostos às salinidades de 14, 26 e 34 ao longo de 72 horas.

Os resultados de sobrevivência e osmolalidade plasmática deste estudo não apresentaram diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, o que indica que os juvenis de beijupirá expostos às salinidades de 14 e 26 foram capazes de manter estáveis os níveis iônicos durante o período experimental em comparação com os peixes mantidos na salinidade 34. Podemos concluir, portanto, que estes juvenis apresentaram uma eficiente regulação hiperosmótica nas salinidades de 14 e 26. Em vista disso, é possível sugerir que juvenis de beijupirá possam ser cultivados em níveis médios de salinidade, como, por exemplo, na salinidade 14. Trabalhando com peixes menores do que os do presente estudo (8,5 g), Denson et al. (2003) concluíram que o beijupirá poderia ser cultivado na salinidade 15, embora com crescimento mais lento. Estes autores encontraram que a osmolalidade do plasma dos peixes mantidos na salinidade 5 (318 mmol/kg) era significativamente inferior do que a dos peixes nas salinidades 10 e 30, que foi estimada em 353 mmol/kg. Com base nisso, concluíram que o beijupirá pode tolerar a exposição à baixas salinidades por curtos períodos de tempo sem que ocorram mortes, mas a salinidade 5 estaria abaixo do limite

tolerado pela espécie. Por outro lado, níveis médios ou altos de salinidade seriam necessários para que taxas aceitáveis de crescimento e sobrevivência fossem alcançadas. Os resultados apresentados por Carvalho Filho (2010), obtidos em viveiros com salinidade variando entre 14 e 26, comprovam tal possibilidade. Nesse estudo, beijupirás com peso inicial de 283 g alcançaram um peso final de 1.530 g após quatro meses. A sobrevivência foi estimada em 82%.

Os resultados do presente estudo indicam que juvenis de beijupirá na faixa de tamanho aqui testada apresentam uma eficiente regulação hiperosmótica em salinidades variando entre 14 e 34, o que indica a possibilidade de cultivo nestes níveis de salinidade. Entretanto, o desempenho do beijupirá em termos de sobrevivência e crescimento a médio e longo prazo sob tais condições de salinidade merece ser investigado com maior detalhamento.

Agradecimentos

A Aqualider Maricultura S.A. pela concessão do espaço físico para realização deste estudo. À FACEPE pelo apoio financeiro (Proc.APQ-0830-5.06/10). Ao CNPq, pela bolsa de mestrado ao primeiro autor, e de iniciação científica ao segundo autor. R.O. Cavalli e S. Peixoto são bolsistas de produtividade do CNPq.

Referências bibliográficas

- Arnold, C. R.; Kaiser, J. B.; Holt, G. J. Spawning of cobia (*Rachycentron canadum*) in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.33, n.2, p.205-208, 2002.
- Baldisserotto, B.; Mancera, J. M.; Kapoor, B. G. *Fish osmorregulation*. Science Publishers, Inc., Enfield, 527p. 2007.
- Baldisserotto, B. *Fisiologia de Peixes Aplicada a Piscicultura*, 2º edição, 2009.
- Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. *Espécies nativas para a piscicultura no Brasil*. 2 Ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2010. 608 p.
- Barton, B.A.; Iwama, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, v.1 p.3-26, 1991.
- Benetti, D.D.; Orhun, R.; Sardenberg, B., O'Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I., Rivera, J.A., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., Cavalin, F. Advances in hatchery and grow-out technology of cobia *Rachycentron canadum* (Linnaeus). *Aquaculture Research*, v.39, p.701-711, 2008.

- Carvalho Filho, J. Bijupirá em viveiro de terra: Bahia Pesca obtém bons resultados em cultivo experimental. *Panorama da Aqüicultura*, v. 20, n. 120, p. 46-49, 2010.
- Cavalli, R.O.; Hamilton, S.A piscicultura marinha no Brasil - Afinal, quais as espécies boas para cultivar? *Panorama da Aqüicultura*, v. 17, n.104, p. 50-55, 2007.
- Cavalli, R.O.; Hamilton, S. Piscicultura marinha no Brasil com ênfase na produção do beijupirá. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, n.6, p.64-69, 2009.
- Cavalli, R.O.; Domingues, E.C.; Hamilton, S. Desenvolvimento da produção de peixes em mar aberto no Brasil: possibilidades e desafios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.155-164, 2011.
- Craig, S.; R.; Schwarz, M.H.; McLean, E. Juvenile cobia (*Rachycentron canadum*) can utilize a wide range of protein and lipid levels without impacts on production characteristics. *Aquaculture*, v.261, p.384-391, 2006.
- Denson, M.R., Stuart, K.R., Smith, T.I.J., Weirich, C.R., Segars, A. Effects of salinity on growth, survival, and selected hematological parameters on juvenile cobia, *Rachycentron canadum*. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.34, p.496-504, 2003.
- Frisch, A.J.; Anderson, T.A. The response of coral trout (*Plectropomus leopardus*) to capture, handling and transport and shallow water stress. *Fish Physiol. Biochem.*, v.23, p.23-34, 2000.
- Garrison, T. 2010. *Fundamentos de Oceanografia*. São Paulo, Cengage Learning. 426p
- Liao, I. C.; Leño, E. M. Cobia aquaculture: research, development and commercial production. *Asian Fisheries Society*, Taiwan. 178 p, 2007.
- Liao, I.C., Huang, T.S., Tsai, W.-S., Hsueh, C.M., Chang, S.L., Leño, E.M., Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture*, v.237, p.155-165, 2004.
- Miranda Filho, K., Berteaux, R., Wasielesky, J. Tolerância de juvenis do "Papa-terra" *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1860) (Pisces: Sciaenidae) a baixas salinidades. *Atlântica*, v.30, n.2, p.101-106, 2008.
- Oba, E. T.; Mariano, W. S.; Santos, L. R. B. 2009. Estresse em peixes cultivados: agravantes e atenuantes para o manejo sustentável. In: TAVARES-DIAS, M. (Org). 2009. *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. Macapá: Embrapa, Amapá. p. 389-424.
- Resley, M.J., Webb Jr., K.A., Holt, G.J. Growth and survival of juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, at different salinities in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture*, v.253, p.398-407, 2006.
- Rocha, I.P. Shrimp farming in Brazil. *The Advocate*, v.13, n.5, p.43-45, 2010.

- Rodrigues, R.V.; Schwarz, M.H.; Delbos, B.C.; Sampaio, L.A. Acute toxicity and sublethal effects of ammonia and nitrite for juvenile cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture*, v. 271, p. 553–557, 2007.
- Sampaio, L. A., Santos, R.A., Schwarz, M.H., Delbos, B.C. Crescimento e sobrevivência de juvenis de bijupirá *Rachycentron canadum* expostos ao estresse ácido. In: *AquaCiência* 2008, 3, 2008, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2008. v.único, CD-ROM.
- Sampaio, L. A., Tesser, M. B., Wasielesky Jr, W. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.102-111, 2010.
- Sampaio, L. A., Moreira, C.B., Miranda-Filho, K.C., Rombenso, A.N. Culture of cobia *Rachycentron canadum* (L) in near-shore cages off the Brazilian coast. *Aquaculture Research*, v.42, p.832-834, 2011.
- Sun, L.; Chen, H.; Huang, L. Effect of temperature on growth and energy budget of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, v. 261, p.872-878, 2006.
- Weirich, C.R.; Smith, T.I.J.; Denson, M.R., Stokes, A.D., Jenkins, W.E. Pond culture of larval and juvenile cobia, *Rachycentron canadum*, in the Southeastern United States: initial observations. *Journal of Applied Aquaculture*, v.16, p.27-44, 2004.

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

Brazilian Journal of Agricultural Sciences

ISSN 1981-1160. Recife, v.1, n.único, out.-dez., 2006
www.agraria.ufrpe.br

Diretrizes para Autores

Objetivo e Política Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aqüicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.ufrpe.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores. Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo. Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Composição seqüencial do artigo

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Nome(s) do(s) autor(es): por extenso apenas o primeiro nome e o sobrenome e separados por vírgula, e somente a primeira letra do nome e dos sobrenomes deve ser maiúscula. Colocar referência de nota no final do sobrenome de cada autor para fornecer, logo abaixo, endereço institucional, incluindo telefone, fax e e-mail. Os autores pertencentes a uma mesma instituição devem ser referenciados por uma única nota. A condição de bolsista poderá ser incluída. Não deve ser colocado ponto ao final de cada nota;
- c. Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 6 (seis) autores**;
- d. Resumo: no máximo com 15 linhas;
- e. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- f. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- g. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- h. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- i. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- j. Material e Métodos;
- k. Resultados e Discussão;
- l. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- m. Agradecimentos (facultativo);
- n. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a

seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

a. Idioma: Português, Inglês e Espanhol

b. Processador: Word for Windows;

c. Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;

d. Espaçamento: duplo entre o título, nome(s) do(s) autor(es), resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;

e. Parágrafo: 0,5 cm;

f. Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;

g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;

h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;

i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)

- Títulos de tabelas e figuras, para artigos escritos em português ou espanhol, deverão ser escrito em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9. A tradução em inglês deverá ser inserida logo abaixo com fonte Times New Roman, estilo itálico e tamanho 8. Para artigos escritos em Inglês, as traduções podem ser realizadas em português ou espanhol;

- As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire,2007).

b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).

c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

A citação dos artigos relacionados com o tema do trabalho publicados anteriormente na **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, não é obrigatória, porém é recomendável. O corpo editorial da revista poderá sugerir a inclusão de alguma referência significativa se julgar oportuno.

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo **25 citações bibliográficas**, sendo a maioria em **periódicos recentes (últimos cinco anos)**.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista. As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Rocha, A.T.; Oliveira, A.C.; Rodrigues, A.N.; Lira Júnior, M.A.; Freire, F.J. Emprego do gesso do Araripe na melhoria do ambiente radicular da cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.3, n.4, p.307-312, 2008.

d. Citações no prelo (aceitas para publicação) devem ser evitadas.

Brandão, C.F.L.S.; Marangon, L.C.; Ferreira, R.L.C.; Silva, A.C.B.L. e. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu-Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2009. No prelo.

e. Dissertações e teses

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

f. Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD-ROMS)

Dubeux Júnior, J.C.B.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Cunha, M.V. da . Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. In: Simpósio sobre o Manejo da Pastagem, 23, 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2006. v.único, p.439-506.

No caso de disquetes ou CD-ROM, o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou Proceedings, mas o número de páginas será substituído pelas palavras Disquetes ou CD-ROM.

g. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <http://www.ccs.neu.edu/home/lpb/mud-history-html>. 10 Nov. 1997.

h. Citações de comunicação pessoal deverão ser referenciadas como notas de rodapé, quando forem imprescindíveis à elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;

- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o **formato correto** é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = **10 h**; 32 minutos = **32 min**; 5 l (litros) = **5 L**; 45 ml = **45 mL**; l/s = **L.s⁻¹**; 27°C = **27 °C**; 0,14 m³/min/m = **0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹**; 100 g de peso/ave = **100 g de peso por ave**; 2 toneladas = **2 t**; mm/dia = **mm.d⁻¹**; 2x3 = **2 x 3** (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = **45,2-61,5** (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (**45%**). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: **20 e 40 m**; **56,0, 82,5 e 90,2%**). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;
- 12) No texto, quando se diz que um autor citou outro, deve-se usar apud em vez de citado por. Exemplo: Walker (2001) apud Azevedo (2005) em vez de Walker (2001) citado por Azevedo (2005). Recomendamos evitar essa forma de citação.
- 13) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;
- 14) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que no sejam por solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço

<http://www.agraria.ufrpe.br> ou

<http://www.agraria.pro.br/sistema>

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail

agrarias@prppg.ufrpe.br.