

CIRCULAR TÉCNICA

84

Manaus, AM  
Abril, 2022

# Influência da salinização da água sobre a vida útil de *Artemia salina* e seu efeito no desempenho de larvas de pirarucu (*Arapaima gigas*)

Jony Koji Dairiki  
Thyssia Bomfim de Araújo da Silva  
Cláudia Maiza Fernandes Epifânio  
Francisco de Matos Dantas  
Thayssa Larrana Pinto da Rocha  
Ligia Uribe Gonçalves

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



# Influência da salinização da água sobre a vida útil de *Artemia salina* e seu efeito no desempenho de larvas de pirarucu (*Arapaima gigas*)<sup>1, 2, 3</sup>

Foto: Siglia Souza



**Figura 1.** Pirarucu (*Arapaima gigas*) criado em cativeiro.

Os maiores entraves para a consolidação do sistema de produção do pirarucu (*Arapaima gigas*) (Figura 1) estão relacionados com a reprodução em cativeiro e o fornecimento de formas jovens para os piscicultores (Tavares-Dias et al., 2010). Um grande problema está vinculado à sobrevivência dos animais na fase de larvicultura e na fase de treinamento, que consiste em adaptar o animal carnívoro a rações extrusadas comerciais. É necessário aumentar a oferta inicial de pirarucus para

atender à crescente demanda e diminuir o preço dos juvenis para a fase de engorda (Nuñez et al., 2011). Esse investimento se justifica, pois o pirarucu é o maior peixe de escamas da Bacia Amazônica (Imbiriba, 2001) e se tornou

<sup>1</sup> Cadastro PG (SISGEN): A8E019E

<sup>2</sup> Jony Koji Dairiki, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Thyssia Bomfim de Araújo da Silva, engenheira de pesca, doutora em Aquicultura, professora do Instituto Federal do Amazonas (Ifam), AM. Cláudia Maiza Fernandes Epifânio, zootecnista, doutoranda em Aquicultura pela Universidade Nilton Lins/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM. Francisco de Matos Dantas, bolsista de Iniciação Científica, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM. Thayssa Larrana Pinto da Rocha, bolsista de Iniciação Científica, Pibic/CNPq/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Ligia Uribe Gonçalves, zootecnista, doutora em Zootecnia, pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

<sup>3</sup> Esta publicação é resultado do Projeto Aquicultura com Tecnologia e Sustentabilidade, Aquitech, que conta com recursos financeiros do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) (Convênio 37/2018).

uma espécie importante para a aquicultura devido ao seu rápido crescimento e à alta qualidade nutricional da carne (Cortegano et al., 2017). O peixe atinge entre 2 m e 3 m e pode pesar até 200 kg na natureza (Saint-Paul, 1986). Tolerante alta densidade de estocagem, é resistente ao manuseio, apresenta rápido crescimento, de 10 kg a 12 kg no primeiro ano de criação (Brandão et al., 2006; Rebaza et al., 2010; Tavares-Dias et al., 2010). Em 2019 foram produzidas 1,89 mil toneladas dessa espécie no Brasil (IBGE, 2020), e essa produção poderá aumentar se esforços de pesquisa forem alocados para solução dos problemas citados.

A importância do pirarucu é notória não somente no âmbito do manejo sustentável em comunidades tradicionais (Alves, 2019), como também pelo seu potencial econômico em nível nacional (Vital; Tejerina-Garro, 2018). Oliveira et al. (2012) apontam a viabilidade econômica do pirarucu em sistemas intensivos devido aos seus bons índices de sobrevivência, crescimento e produção. O pirarucu apresenta maior eficiência alimentar quando se aumenta a densidade de estocagem de 15 peixes/m<sup>2</sup> para 25 peixes/m<sup>2</sup> em tanques-rede de 1 m<sup>3</sup>, mediante o fornecimento de ração extrusada (Cavero et al., 2003), ou ainda pela adição de enzimas digestivas exógenas nas rações, com inclusão de proteína vegetal para nutrição de carnívoros, como as proteases, lipases e amilases, que favorecem o aproveitamento dessas proteínas e conseqüentemente o crescimento animal (Cavero et al., 2019). Por ser um peixe carnívoro, exige treinamento para aceitar rações de nível proteico mais elevado, por isso há maior custo de produção. Esse fator faz com que a espécie criada em cativeiro perca competitividade para o animal capturado/manejado. Um meio de minimizar esse impacto é investir na obtenção de formas jovens treinadas, com boa condição sanitária e alta sobrevivência, pois a perda de um só exemplar no início da engorda impacta negativamente o piscicultor, que já despende um alto valor para a obtenção.

Para produzir formas jovens de qualidade é necessário produção de organismos planctônicos em um primeiro momento, como, por exemplo, espécies de microalgas e rotíferos, como *Chlorella homosphaera* e *Brachionus plicatilis*. Nessa situação usam-se adubação, leveduras e salinização da água com cloreto de sódio a 18% para a manutenção do crescimento desses organismos, que demonstraram ser eficientes em viabilizar a larvicultura (Portella et al., 1997).

Uma alternativa interessante para substituir organismos planctônicos são os náuplios de artemia (*Artemia salina*), um camarão de salmoura que é o mais usado na aquicultura. Os cistos de artemia são fáceis de obter e eclodem, além de resistentes a variáveis abióticas, manipulação e doenças. Esses microrganismos são atrativos para alimentar as larvas de peixes e amplamente utilizados na aquicultura mundial devido a sua alta capacidade de natação (atrativo à larva), valor nutricional (em muitos casos, a artemia precisa ser enriquecida) e tamanho adequado, variando de 400 µm a 600 µm (Lavens; Sorgeloos, 1996; Conceição et al., 2010).

Vários estudos utilizando náuplios de artemia como primeiro alimento exógeno de larvas de peixes demonstram um aumento nas taxas de crescimento e sobrevivência de muitas espécies, principalmente de espécies carnívoras (Merchie, 1996; Conceição et al., 2010; Tesser; Portella, 2011; Jomori et al., 2012). Entretanto, a artemia apresenta baixa vida útil quando adicionada em água doce, a mortalidade tem início após 40 minutos nessa condição (Beux; Zaniboni Filho, 2006). Protocolos para apoiar a sobrevivência de náuplios de artemia em água doce são necessários para melhorar a larvicultura de peixes de alto valor econômico, como o pirarucu.

Um protocolo alternativo é o uso de água levemente salinizada em tanques internos de larvicultura. O uso do cloreto de sódio (NaCl) em água doce pode prolongar a vida útil dos náuplios de artemia, de apenas algumas horas em água doce para 24 a 36 horas com salinidades entre 3,3% e 5%, aumentando a alimentação de peixes e reduzindo os problemas de qualidade da água relacionados à mortalidade de náuplios em solução hipo-osmótica (Beux; Zaniboni Filho, 2006). A salinização possui impactos positivos na larvicultura de espécies como a tilápia (*Oreochromis* sp.), pois melhora o seu desempenho e a sobrevivência (Luz et al., 2013). As águas salinizadas promoveram bom crescimento em kinguio (*Carassius auratus*), com salinidade máxima de 12% e temperatura de 31 °C (Imanpoor et al., 2012), e tainhas (*Mugil liza*) (Lisboa et al., 2015) criadas na salinidade 24%. A maior capacidade de sobrevivência das larvas de carpa-sabre (*Pelecus cultratus*) foi obtida em salinidade igual a 3% (Kujawa et al., 2017). A mortalidade reduzida de bagre-do-canal (*Ictalurus punctatus*), kinguio, “striped bass” (*Morone saxatilis*) e esturjão-do-golfo-do-méxico (*Acipenser oxyrinchus desotoi*), desafiados por *Flavobacterium columnare* e mantidos em salinidade de 1%, indica que

esse nível de salinidade pode ser útil para reduzir perdas por columnariose em sistemas de criação em que a salinidade pode ser facilmente ajustada (Altinok; Grizzle, 2001).

Diante das oportunidades citadas, o presente estudo se justifica com o objetivo de propor um novo protocolo para aumentar a vida útil de náuplios de artemia e consequentemente propiciar sua captura por larvas de pirarucu em estágio inicial de desenvolvimento, menores que 5 cm, e, dessa maneira, contribuir para viabilizar a sobrevivência das formas jovens e, assim, impactar positivamente na criação comercial desta relevante espécie, o pirarucu.

## Metodologia

### Produção de náuplios de artemia



Foto: Jony Dairiki

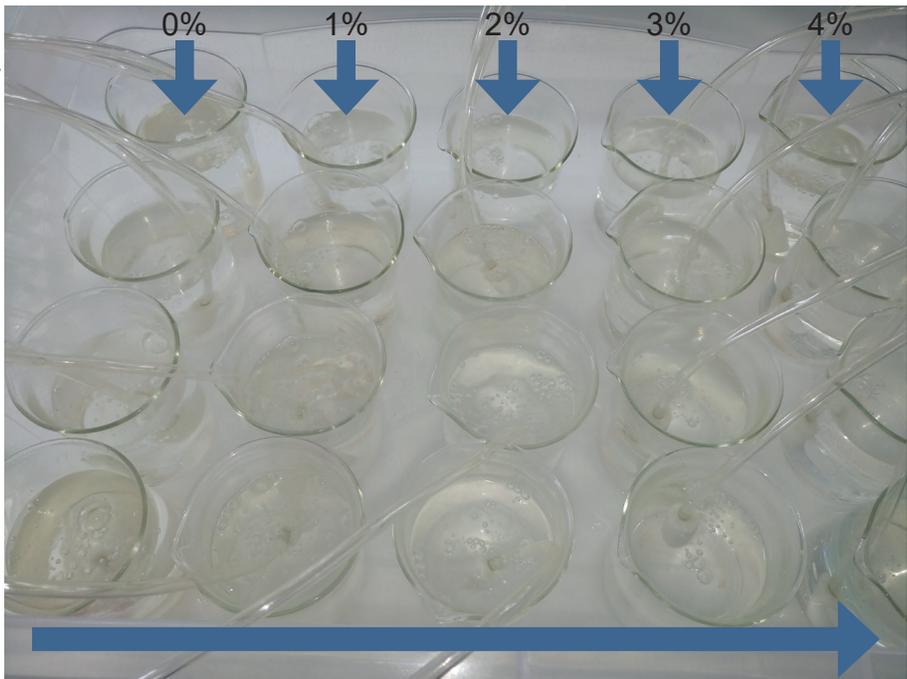
Para obter náuplios de artemia (Cistos “High 5”, INVE®), 50 g de cistos foram utilizados em incubadoras com capacidade de 15 L em água salina (30%), pH 8,0, à temperatura de 28 °C, com aeração constante, mantidos sob uma lâmpada de 100 W (1.507 lúmens) por um período de 22 horas. Os cistos foram previamente hidratados por 1 hora em água doce sem inclusão de sal ou bicarbonato. Após o período de incubação, os náuplios foram filtrados, quantificados e fornecidos às larvas de pirarucu.

**Figura 2.** Proveta contendo náuplios de artemia recém-eclodidos utilizada para mensurar o fornecimento às larvas de pirarucu.

## Sobrevivência de náuplios de artemia com o aumento da salinidade

Após a eclosão, náuplios de artemia foram adicionados em níveis crescentes de cloreto de sódio (NaCl): 0%, 1%, 2%, 3% e 4%, seguindo a literatura consultada, a uma densidade de 10 náuplios por mL em 20 beckers (200 mL; n = 4) com aeração constante durante 40 horas (Figura 3). Após a homogeneização de cada unidade experimental foi coletada (1 a 6, 8, 10, 12, 14, 24, 32 e 40 horas após a eclosão dos náuplios de artemia) uma amostra de 1 mL da solução (água e náuplios; n = 3), e o número de náuplios vivos e mortos (imóveis) foram registrados para calcular a taxa de sobrevivência (tempo de vida).

Foto: Jony Dairiki



**Figura 3.** Beckers com níveis crescentes de cloreto de sódio (NaCl) para avaliação da sobrevivência de náuplios de artemia.

## Desempenho zootécnico de larvas de pirarucu

As larvas de pirarucu foram obtidas de uma desova natural em um estabelecimento comercial no estado do Amazonas, Brasil. Elas foram transportadas

Foto: Jony Dairiki



**Figura 4.** Instalações destinadas à pesquisa da Estação de Piscicultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa).

para a Estação de Piscicultura do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM, Brasil. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado ( $n = 3$ ) com cinco tratamentos contendo níveis crescentes de cloreto de sódio (NaCl): 0%, 1%, 2%, 3% e 4% em água de poço artesiano descansada em caixas d'água de 310 L para volatilização do ácido carbônico e estabilização do pH (Figura 4).

Grupos de 40 larvas de pirarucu (peso corporal inicial  $183 \text{ mg} \pm 41 \text{ mg}$  e comprimento inicial  $34 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ ) foram distribuídos nas unidades experimentais (tanques circulares de polietileno com volume útil de 20 L) em sistema estático (Figura 5). As larvas foram alimentadas a cada duas horas (7h, 9h, 11h, 13h, 15h e 17h) com náuplios de artemia recém-eclodidos (2.900 náuplios por larva por refeição no início). As quantidades foram aumentadas (10% por dia) durante os 15 dias do experimento. O manejo dos peixes estava de acordo com as normas e foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso Animal do Inpa.

No período noturno, os animais não foram alimentados, entretanto um dos propósitos deste trabalho foi avaliar se a salinização da água pode prolongar a



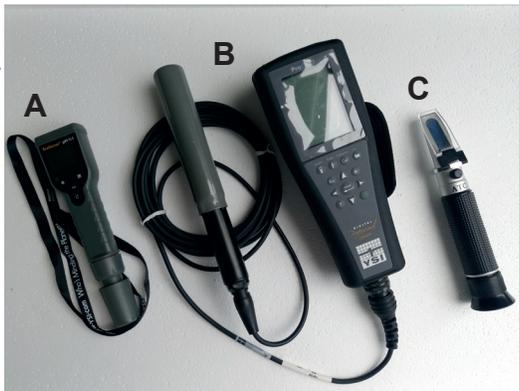
Foto: Jony Dairiki

**Figura 5.** Disposição dos tanques circulares de polietileno de 20 L.

vida útil dos náuplios de artemia e, com isso, alimentar os pirarucus nesse período, propiciando benefícios para a larvicultura da espécie.

As características de qualidade da água pH ( $6,87 \pm 0,42$ ), oxigênio dissolvido ( $7,29 \pm 0,11$  mg/L) e temperatura ( $26,6 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ) foram monitoradas diariamente pelo medidor digital de oxigênio dissolvido YSI 85 e pelo medidor de pH 10A EcoSense. A salinidade da água dos tratamentos foi verificada pelo uso de um salinômetro – 2Vintens (Figura 6). Os tanques foram limpos diariamente, e a troca total de água era realizada uma vez ao dia. No final do experimento (Figura 7), os peixes foram avaliados para determinar o peso final, o ganho de peso (GP = peso final - peso inicial), a sobrevivência [ $S = (\text{número final de peixes} - \text{número inicial de peixes}) \times 100$ ] e para o cálculo do fator de condição isométrico (Fulton), usando o parâmetro referência de Nehemia et al. (2012) e a medição individual dos animais (Figura 8).

Fotos: Jony Dairiki



**Figura 6.** Equipamentos para monitoramento da qualidade da água: (A) medidor de pH; (B) medidor digital de oxigênio dissolvido; (C) salinômetro.



**Figura 7.** Balança digital analítica e materiais utilizados (peneiras, pincéis, régua adaptada e beckers) para realização da biometria final.



**Figura 8.** Medição da larva de pirarucu em biometria.

## Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise exploratória para detecção de dados discrepantes, homogeneidade de variância e escala da variável resposta. Foram avaliados por meio de análise de variância (Anova) seguida pelo teste de Tukey, utilizando o pacote estatístico PRISM®.

## Resultados e Discussão

### Sobrevivência de náuplios de artemia com o aumento da salinidade

A vida útil de náuplios acondicionados em água doce foi de até 6 horas após a eclosão (HPE). Posteriormente, a sobrevivência de náuplios mantidos a uma concentração de 1% de NaCl foi aumentada até 24 HPE. Esse pequeno aumento de NaCl resultou em uma taxa de sobrevivência quatro vezes maior que a dos mantidos em água doce. Os náuplios de artemia mantidos em uma concentração de 2% de NaCl sobreviveram até 32 HPE, seguidos de náuplios de artemia em 3% e 4% de NaCl, que sobreviveram até 40 HPE (Figura 9).

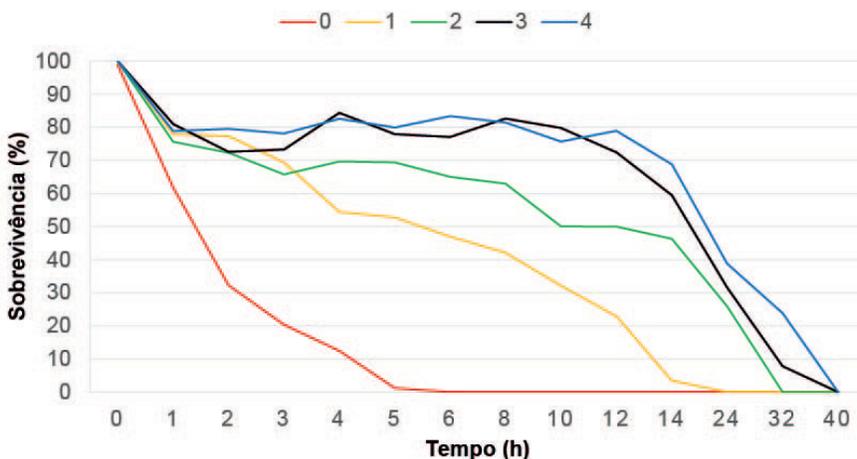


Figura 9. Sobrevivência de náuplios de artemia em salinidades entre 0% e 4%.

A sobrevivência de náuplios de artemia foi positivamente influenciada pela concentração salina da água. Ocorre uma baixa sobrevivência quando a salinidade diminui (Beux; Zaniboni Filho, 2006). Nossos resultados mostraram um curto período de sobrevivência de náuplios quando adicionados à água doce (não mais que 6 horas). Por outro lado, a vida útil de 80% de náuplios mantidos em água com níveis crescentes de salinidade foi prolongada até 14 horas após a eclosão. A adaptação dos náuplios de artemia a água doce, água salobra e águas marinhas evidencia a capacidade excepcional desse animal de sobreviver em ambientes que propiciem alterações de salinidade. A osmorregulação é o principal mecanismo fisiológico que mantém a homeostase hipo-osmótica desses animais (Thabet et al., 2017).

A maior sobrevivência de náuplios de artemia em águas com maior concentração de sal pode ser um fator importante que contribui para o ganho de peso do pirarucu. Os requisitos de energia adicionais para a osmorregulação dos peixes, para manutenção em ambientes hipo ou hiperosmóticos, podem prejudicar o crescimento dos animais quando comparados aos mantidos em um ambiente isosmótico ou com um espectro salino ideal (Pérez-Robles et al., 2012). O custo de energia associado à osmorregulação pode variar de acordo com os diferentes estágios de desenvolvimento ontogenético, e a resposta à salinidade pode depender da espécie (Romano et al., 2017). Em alguns casos, a água salinizada pode prejudicar o desenvolvimento. Para as larvas de bagre-africano (*Clarias gariepinus*), 10% de salinidade causaram a morte em 48 horas (Britz; Hecht, 1989). A exposição a salinidades mais altas e de longo prazo afeta significativamente o crescimento e a resposta fisiológica de bagre-asiático (*Clarias batrachus*) (Sarma et al., 2013). Outra vantagem observada com estes resultados foi a possibilidade de manter os náuplios de artemia vivos com a adição de NaCl, inclusive no período noturno, em que a alimentação não foi realizada, o que pode facilitar o manejo alimentar dos animais.

## **Desempenho zootécnico de larvas de pirarucu**

A crescente adição de NaCl na água de criação das larvas de pirarucu durante 15 dias promoveu melhores resultados no desempenho produtivo. Somente os animais mantidos exclusivamente em água doce apresentaram os meno-

**Tabela 1.** Características zootécnicas de larvas de pirarucu mantidas em águas salinizadas\*.

Tratamento Variável	2			
	0	1	2	3
Peso final (mg)	757 ± 10 <sup>b</sup>	781 ± 12 <sup>ab</sup>	821 ± 57 <sup>ab</sup>	851 ± 57 <sup>a</sup>
Ganho peso (mg)	574 ± 10 <sup>b</sup>	599 ± 12 <sup>ab</sup>	638 ± 57 <sup>ab</sup>	668 ± 57 <sup>a</sup>
Comprimento final (mm)	50 ± 1 <sup>a</sup>	51 ± 1 <sup>a</sup>	53 ± 1 <sup>a</sup>	51 ± 1 <sup>a</sup>
Sobrevivência (%)	95,6 ± 3,1 <sup>b</sup>	100,0 ± 0,0 <sup>a</sup>	96,0 ± 1,2 <sup>ab</sup>	98,1 ± 1,2 <sup>ab</sup>
Fator de condição	0,0058 ± 0,0006 <sup>b</sup>	0,0058 ± 0,0006 <sup>b</sup>	0,0058 ± 0,0006 <sup>b</sup>	0,0060 ± 0,0006 <sup>a</sup>

\*Médias (n=4) ± desvio padrão. Médias seguidas por letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

res valores de ganho de peso, peso final e sobrevivência (Tabela 1). A maior sobrevivência dos náuplios de artemia em água salinizada propiciou maior disponibilidade de alimento aos pirarucus mantidos nessa condição, e conseqüentemente estes apresentaram melhor nutrição. Após 15 dias, o comprimento total de todas as larvas de pirarucu foi semelhante em todos os tratamentos avaliados. As larvas mantidas nas concentrações de 4% de NaCl apresentaram peso final de 851 mg ± 57 mg, com valores médios diferentes apenas dos peixes mantidos em água doce (757 mg ± 10 mg). Houve um incremento do ganho de peso com o aumento da concentração de sal (Tabela 1), entretanto diferenças significativas foram observadas apenas entre os animais criados em 4% e 0% de NaCl na água.

Com exceção das larvas de pirarucu mantidas em água salinizada a 1%, em comparação com as mantidas em água doce, não houve diferenças na variável sobrevivência. Com relação ao fator de condição isométrico (Fulton) houve diferença entre o tratamento 4% e os demais (Tabela 1). Pela limitação do volume das unidades experimentais, que poderia atrapalhar o desempenho, optou-se por finalizar o ensaio com 15 dias e com animais de comprimento médio de 50 mm, em vez de mantê-los até o tamanho comercial (100 mm a 120 mm).

As larvas de pirarucu mantidas em 4% de NaCl apresentam maior peso final do que os animais mantidos em água doce. A salinidade aumentada modifica a gravidade específica do meio, reduzindo a flutuação de energia e economizando a energia dos alimentos – em torno de 10% a 50% (Marshall; Bryson, 1998) – para o crescimento do corpo (Lam; Sharma, 1985). Além disso, mudanças na salinidade resultam em diferentes taxas de ingestão de água, afetando a atividade das enzimas digestivas pela salinidade do trato intestinal (Boeuf; Payan, 2001).

Muitos estudos mencionam que a água salinizada adequada reduz o estresse fisiológico (Jomori et al., 2012), as diferenças iônicas e osmóticas entre fluidos externos e internos (Lam; Sharma, 1985; Wurts, 1995; Riley et al., 2003) e propicia os melhores resultados em desempenho produtivo (Britz; Hecht, 1989; Fiúza et al., 2015; Amornsakun et al., 2017). Estudos com peixes de água doce determinaram melhores resultados produtivos para muitas espécies de peixes em concentrações que variam de 0,5% a 2,0% (Santos; Luz, 2009; Jomori et al., 2013; Luz et al., 2013).

A sobrevivência final das larvas de pirarucu foi semelhante a todos os grupos de peixes criados em água levemente salina. Isso indica a ação positiva do NaCl para melhorar a resistência dos animais na fase mais crítica da vida. Vários estudos apontam que o uso de NaCl na larvicultura de espécies de peixes neotropicais contribui para resultados de sobrevivência e crescimento semelhantes ou superiores aos de larvas criadas em água doce (Luz; Santos, 2008a; Santos; Luz, 2009; Jomori et al., 2013), e a tolerância a diferentes gradientes de salinidade depende da espécie. Além disso, as concentrações de NaCl podem atuar como facilitadoras do crescimento, resultando em maior ganho de peso. O uso de água levemente salinizada pode ser uma prática simples e de baixo custo a ser aplicada na rotina da larvicultura de pirarucu.

A relação inversa entre as taxas de sobrevivência e o aumento da salinidade foi relatada para vários peixes de água doce, incluindo o bagre (*Heterobranchus longifilis*) (Fashina-Bombata; Busari, 2003), o mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*) (Weingartner; Zaniboni Filho, 2004) e o pacamã (*Lophiosilurus alexandri*) (Luz; Santos, 2008b). No entanto, essa afirmação está correta até que o limite de tolerância à salinidade seja atingido. A salinidade inadequada a espécies de água doce, como alguns tetras e muitos bagres, causa problemas porque são animais estenoalinos – sensíveis ao NaCl (Noga, 2010).

O conhecimento sobre a tolerância de larvas de pirarucu a salinidades de até 4% pode ser uma ferramenta útil para o uso de NaCl no desempenho zootécnico das larvas desse peixe destinadas ao treinamento alimentar e principalmente a futuros ensaios relacionados a sanidade animal com o uso de procedimentos profiláticos contra patógenos (Magondu et al., 2011; Dewi et al., 2018), uma vez que as larvas são acometidas por diversos parasitos e doenças. Segundo Tavares-Dias e Montagner (2015), o NaCl pode ser efetivo no controle de patógenos por propiciar a desidratação de alguns parasitos externos, que morrem por essa ação, além de possibilitar a reposição de sais (sódio e cloreto) no sangue dos peixes, contribuindo para o equilíbrio osmorregulatório e consequentemente para a melhoria da saúde do peixe. Banhos com NaCl de curta ou longa duração podem auxiliar na prevenção de doenças. Outras vantagens atribuídas ao uso do NaCl na sanidade de peixes são: o baixo custo, a alta disponibilidade, a segurança para manipulação, a redução ou substituição do uso de quimioterápicos, com isso melhorar o desenvolvimento dos animais e propiciar um pescado mais seguro para consumo.

Estudos futuros comparando NaCl com sal marinho natural, visando à sobrevivência de náuplios de artemia, além do controle de parasitas, precisam ser realizados para a larvicultura dessa espécie. Além disso, o impacto da água salinizada lançada nos riachos receptores deve ser avaliado para evitar problemas ambientais, para estabelecer valores nutricionais que os náuplios fornecem para as larvas de pirarucu e para verificar se a concentração de 4% de NaCl afeta ou não a osmorregulação das larvas.

## Considerações Finais

O uso de NaCl a 4% resultou em maior ganho de peso e propiciou melhor fator de condição das larvas de pirarucu, se comparadas às mantidas em água doce, possivelmente devido ao aumento da duração da sobrevivência da artemia e, portanto, à disponibilidade das larvas e/ou à redução dos requisitos de energia para osmorregulação, dessa forma recomendado o uso até esse nível.

Esta publicação é resultado do Projeto Aquicultura com Tecnologia e Sustentabilidade (Aquitech), que conta com recursos financeiros do Serviço

Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) – Convênio 37/2018.

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e à equipe Gigas, liderada pela Dra. Ligia Uribe Gonçalves, pela cessão da infraestrutura e pelo apoio técnico-científico para realização do ensaio; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão das bolsas vinculadas aos alunos de graduação e pós-graduação.

## Referências

- ALTINOK, I.; GRIZZLE, J. M. Effects of low salinities on *Flavobacterium columnare* infection of euryhaline and freshwater stenohaline fish. **Journal of Fish Diseases**, v. 24, p. 361-367, 2001.
- ALVES, S. V. D. **Influência da gestão territorial sobre a densidade e condição de pirarucus (*Arapaima gigas* (Schinz in Cuvier, 1822)) no Estado do Amazonas, Brasil**. 2019. 66 f. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.
- AMORNSAKUN, T.; VO, V. H.; PETCHSUPA, N.; PAU, T. M.; HASSAN, A. B. Effects of water salinity on hatching of egg, growth and survival of larvae and fingerlings of snake head fish, *Channa striatus*. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 39, p. 137-142, 2017.
- BEUX, L. F.; ZANIBONI FILHO, E. Influência da baixa salinidade na sobrevivência de náuplios de *Artemia* sp. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 32, p. 73-77, 2006.
- BOEUF, G.; PAYAN, P. How should salinity influence fish growth? **Comparative Biochemistry and Physiology-Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 130, p. 411-423, 2001.
- BRANDÃO, R. F.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 3, p. 349-356, set. 2006.
- BRITZ, P. J.; HECHT, T. Effect of salinity on growth and survival of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*) larvae. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 5, p. 194-202, 1989.
- CAVERO, B. A. S.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; MARINHO-PEREIRA, T.; FONSECA, F. A. L.; PEREIRA-FILHO, M. Exogenous enzymes on the feeding of pirarucu *Arapaima gigas*

Schinz. 1822 (*Osteoglossiformes. Arapaimidae*). **Fishing Engineering**, v. 14, n. 1, e5601, 2019.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; ITUASSÚ, D. R.; GANDRA, A. L.; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem sobre a eficiência alimentar de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*) em ambiente confinado. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 4, p. 631-636, 2003.

CONCEIÇÃO, L. E. C.; YÚFERA, M.; MAKRIDIS, P.; MORAIS, S.; DINIS, M. T. Live feeds for early stages of fish rearing. **Aquaculture Research**, v. 41, p. 613-640, 2010.

CORTEGANO, C. A. A.; GODOY, L. C.; PETENUCCI, M. E.; VISENTAINER, J. V.; AFFONSO, E. G.; GONÇALVES, L. U. Nutritional and lipid profiles of the dorsal and ventral muscles of wild pirarucu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 271-276, 2017.

DEWI, R. R.; SIALLAGAN, W.; SURYANTO, D. The efficacy of sodium chloride application in the control of fish Lice (*Argulus* sp) infection on tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal**, v. 5, p. 4-7, 2018.

FASHINA-BOMBATA, H. A.; BUSARI, A. N. Influence of salinity on the developmental stages of African catfish *Heterobranchus longifiliis* (Valenciennes, 1840). **Aquaculture**, v. 224, p. 213-222, 2003.

FIÚZA, L. S.; ARAGÃO, N. M.; RIBEIRO JUNIOR, H. P.; MORAES, M. G.; ROCHA, I. R. C. B.; LUSTOSA NETO, A. D.; SOUSA, R. R.; MADRID, R. M. M.; OLIVEIRA, E. G.; COSTA, F. H. F. Effects of salinity on the growth, survival, haematological parameters and osmoregulation of tambaqui *Colossoma macropomum* juveniles. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 1, p. 1-9, 2015.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Tabela 3940**: produção da aquicultura por tipo de produto. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>. Acesso em: 5 maio 2021.

IMANPOOR, M. R.; ESFANDYAR NAJAFI, E.; KABIR, M. Effects of different salinity and temperatures on the growth, survival, haematocrit and blood biochemistry of goldfish (*Carassius auratus*). **Aquaculture Research**, v. 43, p. 332-338, 2012.

IMBIRIBA, E. P. Potencial de criação de pirarucu, *Arapaima gigas*, em cativeiro. **Acta Amazônica**, v. 33, n. 2, p. 299-316, 2001.

JOMORI, R. K.; LUZ, R. K.; TAKATA, R.; FABREGAT, T. E. H. P.; PORTELLA, M. C. Água levemente salinizada aumenta a eficiência da larvicultura de peixes neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 809-815, ago. 2013.

- JOMORI, R. K.; PORTELLA, M. C.; LUZ, R. K. Effect of salinity on larval rearing of pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 43, p. 423-432, 2012.
- KUJAWA, R.; LACH, M.; POL, P.; PTASZKOWSKI, M.; MAMCARZ, A.; NOWOSAD, J.; FURGAŁA-SELEZNIOW, G.; KUCHARCZYK, D. Influence of water salinity on the survival of embryos, and growth of the sichel larvae *Pelecus cultratus* (L.) under controlled conditions. **Aquaculture Research**, v. 48, p. 1302-1314, 2017.
- LAM, T. J.; SHARMA, R. Effects of salinity and thyroxine on larval survival, growth and development in the carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture**, v. 44, p. 201-212, 1985.
- LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Manual on the production and use of live food for aquaculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Technical Paper**, v. 361, p. 295, 1996.
- LISBOA, V.; BARCAROLLI, I. F.; SAMPAIO, L. A.; BIANCHINI, A. Acclimation of juvenile *Mugil liza* Valenciennes, 1836 (Mugiliformes: Mugilidae) to different environmental salinities. **Neotropical Ichthyology**, v. 13, p. 591-598, 2015.
- LUZ, R. K.; SANTOS, A. E. H.; MELILLO FILHO, R.; TURRA, E. M.; TEIXEIRA, E. A. Larvicultura de tilápia em água doce e salinizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 1150-1153, ago. 2013.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Densidade de estocagem e salinidade da água na larvicultura do pacamã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 903-909, jul. 2008a.
- LUZ, R. K.; SANTOS, J. C. E. Avaliação da tolerância de larvas do pacamã *Lophiosilurus alexandri* Steindachner, 1877 (Pisces: Siluriformes) a diferentes salinidades. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, v. 30, p. 345-350, 2008b.
- MAGONDU, E. W.; RASOWO, J.; OYOO-OKOTH, E.; CHARO-KARISA, H. Evaluation of sodium chloride (NaCl) for potential prophylactic treatment and its short-term toxicity to African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) yolk sac and swim-up fry. **Aquaculture**, v. 319, p. 307-310, 2011.
- MARSHALL, W. S.; BRYSON, S. E. Transport mechanisms of seawater teleost chloride cells: an inclusive model of a multifunctional cell. **Comparative Biochemistry Physiology**, v. 119A, p. 97-106, 1998.
- MERCHIE, G. Artemia: use of náuplios and metanáuplios. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. (ed.). **Manual on the production and use of live food for Aquaculture**. Rome: FAO, 1996. p. 137-160. (FAO Fisheries Technical Paper, n. 361).

NEHEMIA, A.; MAGANIRA, J. D.; RUMISHA, C. Length-weight relationship and condition factor of tilapia species grown in marine and freshwater ponds. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 3, p. 117-124, 2012.

NOGA, E. J. **Fish diseases**: diagnosis and treatment. 2nd ed. Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 2010. 536 p.

NUÑEZ, J.; CHUU-KOO, F.; BERLAND, M.; ARÉVALO, L.; RIBEYRO, O.; DUPONCHELLE, F.; RENNO, J. F. Reproductive success and fry production of the paiche or pirarucu, *Arapaima gigas* (Schinz), in the region of Iquitos, Peru. **Aquaculture Research**, v. 42, p. 815-822, 2011.

OLIVEIRA, E. G.; PINHEIRO, A. B.; OLIVEIRA, V. Q.; SILVA JÚNIOR, A. R. M.; MORAES, M. G.; ROCHA, I. R. C. B.; SOUZA, R. R.; COSTA, F. H. F. Effects of stocking density on the performance of juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) in cages. **Aquaculture**, v. 370-371, p. 96-101, 2012.

PÉREZ-ROBLES, J.; RE, A. D.; GIFFARD-MENA, I.; DÍAZ, F. Interactive effects of salinity on oxygen consumption, ammonium excretion, osmoregulation and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase expression in the bullseye puffer (*Sphoeroides annulatus*, Jenyns 1842). **Aquaculture Research**, v. 3, p. 1372-1383, 2012.

PORTELLA, M. C.; CESTAROLLI, M. A.; VERANI, J. R.; ROJAS, N. E. T. Produção de organismos planctônicos para alimentação inicial de larvas de peixe de água doce. **Boletim do Instituto da Pesca**, v. 24, n. 1, 1997.

REBAZA, M.; REBAZA, C.; DEZA, S. Densidad de siembra para cultivos de paiche en jaulas flotantes. **Aquavisión**, v. 6, p. 26-27, 2010.

RILEY, L. G.; HIRANO, T.; GRAU, E. G. Effects of transfer from seawater to fresh water on the growth hormone insulin-like growth factor-I axis and prolactin in the tilapia, *Oreochromis mossambicus*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v. 136, p. 647-655, 2003.

ROMANO, N.; SYUKRI, F.; KARAMI, A.; OMAR, N.; KHALID, N. Salinity-induced changes to the survival, growth and glycogen distribution in the early fry stages of silver barb, *Barbodes gonionotus* (Bleeker, 1850). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 33, p. 509-514, 2017.

SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes: a review. **Aquaculture**, v. 54, p. 205-240, 1986.

SANTOS, J. C. E.; LUZ, R. K. Effect of salinity and prey concentrations on *Pseudoplatystoma corruscans*, *Prochilodus costatus* and *Lophiosilurus alexandri* larviculture. **Aquaculture**, v. 287, p. 324-328, 2009.

SARMA, K.; PRABAKARAN, K.; KRISHNAN, P.; GRINSON, G.; KUMAR, A. A. Response of a freshwater air-breathing fish, *Clarias batrachus* to salinity stress: an experimental case of the farming in brackishwater areas in Andaman, India. **Aquaculture International**, v. 21, p. 183-196, 2013.

TAVARES-DIAS, M.; ARAÚJO, C. S. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S. Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 12, n. 1, p. 59-65, 2010.

TAVARES-DIAS, M.; MONTAGNER, D. **Uso e principais aplicações do sal comum na piscicultura de água doce**. Macapá: Embrapa Amapá, 2015. 38 p. (Embrapa Amapá. Documentos, 89).

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. Estimulantes alimentares para larvas de pacu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1851-1855, 2011.

THABET, R.; AYADI, H.; KOKEN, M.; LEIGNEL, V. Homeostatic responses of crustaceans to salinity changes. **Hydrobiologia**, v. 799, p. 1-20, 2017.

VITAL, A. V.; TEJERINA-GARRO, F. L. O incentivo à pesca comercial de *Arapaima gigas* (pirarucu) do rio Araguaia (Brasil central) na revista "A Informação Goyana" (1917-1935). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 13, n. 1, p. 159-174, 2018.

WEINGARTNER, M.; ZANIBONI FILHO, E. Efeito de fatores abióticos na larvicultura de pintado amarelo *Pimelodus maculatus* (Lacépède, 1803): salinidade e cor de tanque. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, p. 151-157, 2004.

WURTS, W. A. Using salt to reduce handling stress in channel catfish. **World Aquaculture**, v. 26, p. 80-81, 1995.



**Embrapa Amazônia Ocidental**  
Rodovia AM-010, Km 29,  
Estrada Manaus/Itacoatiara  
69010-970, Manaus, Amazonas  
Fone: (92) 3303-7800  
Fax: (92) 3303-7820  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**1ª edição**  
Publicação digital (2022)



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente

*Kátia Emídio da Silva*

Secretária-executiva

*Gleise Maria Teles de Oliveira*

Membros

José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta  
Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua  
Beleza Pereira

Supervisão editorial e revisão de texto

*Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica

*Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa*  
(CRB 11/420)

Projeto gráfico da coleção

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica

*Gleise Maria Teles de Oliveira*

Foto da capa

*Jony Koji Dairiki*



Serviço Brasileiro de Apoio às  
Micro e Pequenas Empresas

CGPE 017419