



EFEITO DA TEMPERATURA NO DESEMPENHO DE *Macrobrachium rosenbergii* EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO NA FASE BERÇÁRIO

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PERFORMANCE OF *Macrobrachium rosenbergii* IN A RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM DURING THE NURSERY PHASE

Sheyla Priscila Oliveira do Nascimento^{1*}, Willian Amâncio de Moraes², Wisley Wilke da Silva², Ugo Lima Silva²

1 Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinária no Semiárido. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, Brasil.

*e-mail: priscila.uast@gmail.com

Citação: NASCIMENTO, S. P. O.; MORAES, W. A.; SILVA, W. W.; SILVA, U. L. (2026). Efeito da temperatura no desempenho de *Macrobrachium rosenbergii* em sistema de recirculação na fase berçário. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, 17(1), 247-262.

<https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.4494>

Recebido: 16 March 2026

Revisado: 01 June 2026

Aceito: 08 June 2026

Publicado: 08 June 2026



Copyright: © 2026 by the authors.

This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade da água na fase de berçário do camarão *Macrobrachium rosenbergii* cultivado em água oligohalina sob diferentes temperaturas em sistema de recirculação aquícola (SRA), no Semiárido do Brasil. Foram utilizados 20 tanques retangulares com 4,26 L de volume útil, distribuídos em quatro tratamentos: T1 (24°C - ambiente), T2 (26°C), T3 (30°C) e T4 (34°C), com cinco repetições. A densidade de estocagem foi de 3,52 PL L⁻¹, com peso inicial de 0,024 ± 0,018 g. Os camarões foram alimentados com ração comercial contendo 40% de proteína bruta, fornecida quatro vezes ao dia durante 30 dias. Monitoraram-se temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, amônia total e nitrito. Foram observadas diferenças significativas (P<0,05) no peso final, ganho de peso e comprimento total, com melhores resultados obtidos a 30°C e 34°C. Nessas temperaturas, registraram-se os maiores valores de peso final (0,15 e 0,14 g) e ganho de peso (0,12 e 0,09 g), respectivamente. Além disso, a temperatura e a salinidade diferiram significativamente entre os tratamentos (P<0,05), evidenciando uma relação diretamente proporcional entre essas variáveis, de modo que o aumento da temperatura foi acompanhado pelo aumento da salinidade. Os demais parâmetros mantiveram-se dentro dos limites adequados para a espécie. Conclui-se que o cultivo de *M. rosenbergii* em água oligohalina sob SRA é viável entre 24°C e 34°C, sendo a faixa de 30°C a 34°C mais favorável ao crescimento na fase de berçário.

Palavras-chaves: Água oligohalina; Carcinicultura; Qualidade de água; Pós-larvas.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the zootechnical performance and water quality during the nursery phase of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* cultured in oligohaline water under different temperatures in a recirculating aquaculture system (RAS) in the semi-arid region of Brazil. A total of 20 rectangular tanks with a useful volume of 4.26 L were used and distributed among four treatments: T1 (24°C - ambient temperature), T2 (26°C), T3 (30°C), and T4 (34°C), with five replicates each. Stocking density was 3.52 post-larvae L⁻¹, with an initial weight of 0.024 ± 0.018 g. Shrimp were fed a commercial diet containing 40% crude protein, offered four times daily for 30 days. Water temperature, dissolved oxygen, pH, salinity, total ammonia, and nitrite were monitored throughout the experimental period. Significant differences (P<0.05) were observed in final weight, weight gain, and total length, with the best results obtained at 30°C and 34°C. At these temperatures, the highest values of final weight (0.15 and 0.14 g) and weight gain (0.12 and 0.09 g) were recorded, respectively. In addition, temperature and salinity differed significantly among treatments (P<0.05), showing a directly proportional relationship, whereby increases in temperature were accompanied by increases in salinity. The remaining water quality parameters remained within suitable ranges for the species. It can be concluded that the culture of *M. rosenbergii* in oligohaline water under a recirculating aquaculture system is feasible within the temperature range of 24°C to 34°C, with temperatures between 30°C and 34°C being the most favorable for growth during the nursery phase.

Keywords: Oligohaline water; Freshwater prawn farming; Water quality; Post-larvae.



Introdução

A produção aquícola mundial tem apresentado crescimento contínuo nas últimas décadas, consolidando-se como uma das principais fontes de proteína de origem aquática. De acordo com a FAO (2024), a produção global de pescarias e aquicultura atingiu 223,2 milhões de toneladas em 2022, sendo 185,4 milhões de toneladas de animais aquáticos, dos quais 94,4 milhões provenientes da aquicultura, superando pela primeira vez a pesca extrativa como principal fonte de produção de organismos aquáticos.

Embora os peixes representem a maior parcela do volume produzido, a carcinicultura possui grande relevância econômica e social. Entre as espécies cultivadas, destacam-se o camarão-branco-do-Pacífico, *Penaeus vannamei* Boone, 1931, principal espécie de camarão marinho produzida mundialmente, e o camarão-gigante-da-Malásia, *Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879, importante espécie de água doce com produção significativa, especialmente na Ásia e em sistemas integrados de cultivo (Valenti et al., 2021; Boyd et al., 2022; FAO 2024).

A espécie *M. rosenbergii* é um camarão de água doce nativo do Sudeste Asiático, foi introduzida no Brasil no final da década de 1970 com o objetivo de viabilizar sua produção aquícola e posterior exploração comercial. Desde então, a espécie tem sido utilizada em sistemas de cultivo devido ao seu rápido crescimento, rusticidade e elevado valor de mercado (Valenti et al., 2021; FAO 2024). No Brasil, além de *M. rosenbergii*, outras espécies de camarões de água doce pertencentes à família *Macrobrachium* apresentam interesse econômico e potencial aquícola, destacando-se *M. carcinus*, *M. acanthurus* e *M. amazonicum*. Essas espécies possuem ampla distribuição em ambientes naturais e são importantes tanto para a aquicultura quanto para a pesca artesanal em diferentes regiões do país (Kutty et al., 2000; Valenti et al., 2011; FAO 2024).

Segundo IPCC (2023), o aquecimento global representa um dos principais desafios para o cultivo desses organismos. As mudanças climáticas têm impactado diretamente a produção de crustáceos e a qualidade da água em sistemas aquícolas, pois o aumento da temperatura pode intensificar a evaporação, elevar a salinidade e reduzir o pH, resultando na acidificação do ambiente. Diante desse cenário, o monitoramento rigoroso das variáveis ambientais e a adoção de métodos de cultivo adequados tornam-se fundamentais para o sucesso e a sustentabilidade da produção (Juárez et al., 2021).

De acordo com Tacon & Metian (2015), o cultivo de camarões pode ser realizado por diferentes sistemas produtivos, variando conforme o nível de intensificação e controle ambiental. Nesse contexto, destaca-se o Sistema de Recirculação Aquícola (SRA), uma tecnologia que possibilita a produção de organismos aquáticos em ambiente controlado, com elevada eficiência no uso da água. Nesse sistema, a água é continuamente tratada e reutilizada, reduzindo significativamente o consumo hídrico e a liberação de efluentes no meio ambiente (Tidwell, 2012).

O SRA configura-se como uma alternativa sustentável e economicamente viável, apresentando crescente adoção no setor aquícola. Além disso, permite o controle preciso de variáveis ambientais, como temperatura, pH e oxigênio dissolvido, favorecendo melhores condições de cultivo, maior desempenho zootécnico dos organismos e maior eficiência produtiva (Barros et al., 2019; Mammadova & Humbatov, 2025). O SRA possibilita uma produção mais intensiva, com maior eficiência no uso da água e menor impacto ambiental, fatores que têm despertado crescente interesse de produtores em diferentes regiões (Thrusfield, 2018). Nesse contexto, o cultivo do camarão de água doce *M. rosenbergii* em SRA



apresenta elevado potencial de expansão no Brasil e no mundo, especialmente para a produção de camarões de alta qualidade e com maior sustentabilidade, voltados tanto ao mercado interno quanto ao externo (Barros et al., 2019; Mammadova & Humbatov, 2025).

Dessa forma, torna-se essencial que produtores e pesquisadores continuem investindo no desenvolvimento de tecnologias e estratégias de manejo que aprimorem a eficiência produtiva em SRA, fortalecendo a sustentabilidade e a competitividade da aquicultura nacional. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água e o desempenho de crescimento de pós-larvas de *M. rosenbergii* cultivadas sob diferentes temperaturas em sistema de recirculação aquícola.

Material e Métodos

Local de estudo, delineamento e instalações experimentais

O estudo foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), no Laboratório de Experimentação com Organismos Aquáticos (LEOA), situado no município de Serra Talhada, estado de Pernambuco, Brasil.

O sistema de cultivo experimental foi desenvolvido com base na metodologia descrita por New & Valenti (2000), com adaptações para as condições do presente estudo (Figura 1). Foram utilizados 20 tanques retangulares, com volume útil de 4,26 L cada, distribuídos em quatro tratamentos de temperatura: T1 (temperatura ambiente, 24°C), T2 (26°C), T3 (30°C) e T4 (34°C), com cinco repetições por tratamento (Figura 1).

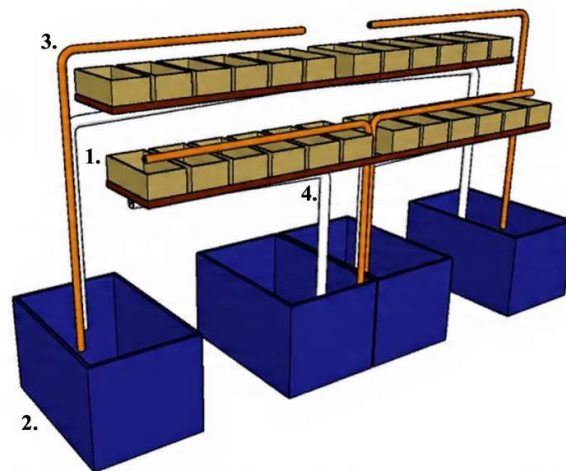


Figura 1. Representação esquemática do sistema de cultivo utilizado para avaliar o efeito da temperatura (°C) sobre o desempenho de *Macrobrachium rosenbergii* (elaborado no software SketchUp). (1) Vinte tanques retangulares, com volume útil de 4,26 L cada, distribuídos entre quatro tratamentos de temperatura; (2) quatro tanques decantadores acoplados a filtros biológicos, com volume de 60 L; (3) tubulação destinada ao abastecimento dos tanques de cultivo; e (4) tubulação para drenagem dos tanques de cultivo.

Para a manutenção das temperaturas experimentais, cada unidade foi equipada com aquecedores dotados de termostato, instalados nos tanques-filtro retangulares. Sensores submersos monitoravam continuamente a temperatura da

água, acionando automaticamente o sistema de aquecimento sempre que os valores se afastavam das temperaturas previamente estabelecidas.

A água foi recirculada por um tanque-filtro com volume de 60 L, operando com taxa de renovação de 495,2% V h⁻¹, promovida por uma bomba de 22 W com vazão nominal de 1.000 L h⁻¹. O sistema foi conectado por tubulações de PVC com diâmetro de 20 mm, equipadas com registros de aço inoxidável para ajuste da pressão da água (Figura 1). Em cada tanque experimental, foram adicionadas telas de sombrite (10 × 10 cm), utilizadas como substrato e abrigo para os indivíduos, a fim de reduzir interações agressivas e possíveis episódios de canibalismo.

Aquisição e transporte das pós-larvas

As pós-larvas (PLs) de *M. rosenbergii* tinham cerca de 35 a 40 dias (fase conhecida como PL-35 a PL-40), foram adquiridas na Fazenda do Triângulo do Camarão, localizada no município de Ribeirão, PE. O transporte até o local experimental foi realizado em recipientes de 20 L contendo água e oxigenação contínua, fornecida por soprador de baixa potência, de modo a manter níveis adequados de oxigênio dissolvido durante todo o trajeto.

Ao chegarem ao laboratório, as PLs foram aclimatadas e estocadas em um tanque de 300 L com água oligohalina (salinidade de 1,1 g L⁻¹). Nesse período, a temperatura média ambiente foi de 26,4°C, condições sob as quais os organismos permaneceram antes da condução do experimento com diferentes faixas de temperatura, New & Valenti (2000).

Manejo alimentar

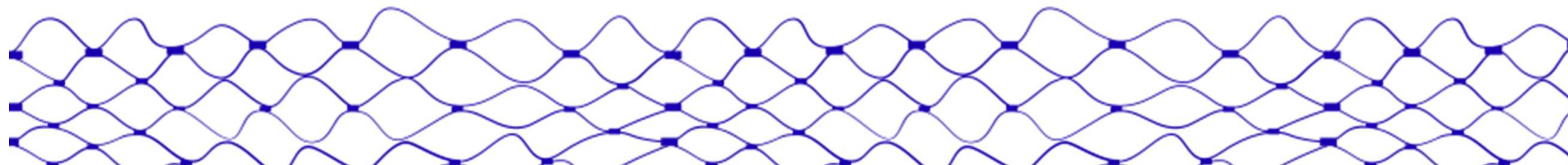
Para o estabelecimento do manejo alimentar, foram selecionadas aleatoriamente 10 pós-larvas (PLs) para determinação do peso médio individual e cálculo da biomassa inicial, estimada em 0,024 ± 0,018 g. A taxa de arraçoamento inicial foi fixada em 7,5% da biomassa ao dia, distribuída em quatro refeições diárias, fornecidas em intervalos regulares (08h, 11h, 14h e 17h).

A composição da ração extrusada comercial utilizada na alimentação dos camarões está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de garantia da ração comercial utilizada na alimentação das pós-larvas do *Macrobrachium rosenbergii* durante a fase berçário em sistema de recirculação aquícola.

Nutriente	Limite	Nível (g/kg)
Umidade	(Máx)	100
Proteína Bruta	(Mín)	400
Extrato Etéreo	(Mín)	110
Fibra Bruta	(Máx)	40
Matéria Mineral*	(Máx)	140

*DHA (Min) 140mg. Cálcio (Min) 12g. Cálcio (Máx) 30g. Fósforo (Min) 14,5g. Sódio (Mín) 1,850mg. Potássio (Mín) 8.000mg. Lisina (Mín)25g. Metionina (Mín) 9000mg. Betaine (Mín) 1.900mg. Coína (Mín) 1.500mg. Inositol (Mín) 933mg. Vitamina A (Mín) 26.600U.I. 25-Hidroxitamina D3 (Mín) 5.300U.I. vitamina E (Mín) 720U.U.I. Vitamina C (Mín) 500mg. Vitamina K3 (Mín) 80mg. Vitamina B1 (Mín) 37,3mg. Vitamina B2 (Mín) 66,5. Vitamina B5 (Min) 146mg. Vitamina B6 (Mín) 80mg. Vitamina B12 (Mín)



53,33mg. Ácido Fólio (Mín) 16mg. Biotina (Mín) 0,53mg. Niacina (Mín) 120mg. Manganês (Mín) 10mg. Zinco (Mín) 75mg. Cobre (Mín) 34mg. Iodo (Mín) 0,69mg. Selênio (Mín) 0,3mg. Cromo (Mín) 0,2mg. *Pediococcus acidilacnci* (Mín) 1,5E9UFC. Mananoligossacarídeo (Mín) 60mg. Betaglucanas (Mín) 66mg. Amilase (Mín) 8U. Betaglucanase (Mín) 50U. Celulase (Mín) 10U. Fitase (Mín) 75FTU. Pectinase (Mín) 1000U. Protease (Mín) 180U. Xilanase (Mín) 25U.

Qualidade de água

Os parâmetros de qualidade da água, incluindo oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), pH e salinidade (g L^{-1}), foram monitorados diariamente em dois horários (08h e 17h), durante os 30 dias de cultivo experimental, utilizando um multiparâmetro modelo ASKO 88. Semanalmente, foram coletadas amostras de água para determinação das concentrações de amônia total ($\text{mg N-NH}_4^+ + \text{NH}_3 \text{ L}^{-1}$) e nitrito ($\text{mg N-NO}_2^- \text{ L}^{-1}$), por meio de testes colorimétricos. As concentrações de fosfato inorgânico ($\text{mg P-PO}_4^{3-} \text{ L}^{-1}$) e a alcalinidade total ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$) foram determinadas com o auxílio de um fotômetro modelo YSI 9500. Todas as análises de qualidade da água foram realizadas de acordo com as recomendações dos fabricantes dos equipamentos e kits utilizados.

Avaliação do crescimento dos camarões

As biometrias foram realizadas no primeiro dia de povoamento e ao final de 30 dias de cultivo, durante a fase de berçário dos camarões. Para as medições, utilizou-se balança analítica com precisão de 0,0001 g e paquímetro digital (mm). Com base nos dados de peso individual e na contagem dos organismos em cada tanque, foram calculados os seguintes parâmetros zootécnicos de acordo com o estudo de Al-Masqari et al. (2022): Sobrevivência (%) = (número final de camarões / número inicial de camarões) \times 100; Ganho de peso (g) = peso final - peso inicial; Ganho de biomassa (g) = biomassa final - biomassa inicial; Fator de conversão alimentar aparente (FCA) = consumo de ração por tanque / biomassa produzida por tanque; Comprimento total (mm), mensurado com paquímetro digital, do rostro até a extremidade do telso; e Fator de condição (K) = (peso final / comprimento total³) \times 100.

Análise Estatística

Os dados de qualidade da água e de desempenho zootécnico foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade de Bartlett, ao nível de significância de 5%, para verificar a normalidade da amostra e a homogeneidade das variâncias. O teste de análise de variância - Anova 1 Critério foi executado para verificar se houve diferenças entre os tratamentos, ao nível de significância de 5%. Quando necessário, a análise de variância foi complementada pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos softwares Excel 2019 (Microsoft) e Assistat.

Resultados

Qualidade da água

As variáveis de qualidade da água monitoradas diariamente (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e salinidade) estão apresentadas na tabela 2 e figuras 2 e 3. As análises semanais de amônia total, nitrito, fosfato inorgânico e alcalinidade também constam na tabela 2.



Durante os 30 dias de cultivo em sistema de recirculação aquícola, as temperaturas médias observadas diferiram significativamente entre os tratamentos ($P < 0,001$), confirmando a eficiência da aplicação dos diferentes níveis térmicos (T1: 24°C; T2: 26°C; T3: 30°C; T4: 34°C).

Ao comparar as demais variáveis de qualidade da água, o pH não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P = 0,31$), mantendo-se dentro de faixa adequada para a espécie. O oxigênio dissolvido não apresentou diferença significativa ($P = 0,53$), com valores médios satisfatórios ao longo do experimento. Na salinidade houve diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,001$), embora os valores tenham permanecido baixos, compatíveis com cultivo em água doce levemente salinizada. A amônia total ($N-(NH_4^+ + NH_3)$) não apresentou diferença significativa ($P = 0,47$), mantendo concentrações seguras. Na concentração de nitrito (NO_2^-) não houve diferença significativa entre tratamentos ($P = 0,66$). O fosfato inorgânico (PO_4^{3-}) também não apresentou diferença significativa ($P = 0,61$) e a alcalinidade total não diferiu estatisticamente entre os tratamentos ($P = 0,54$).

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis físico-químicas da qualidade da água monitoradas em sistema de recirculação aquícola (SRA), durante a fase de berçário de *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes temperaturas ao longo de 30 dias de cultivo (valores mínimos e máximos entre parênteses).

Variáveis	Tratamentos				P
	T1 - 24°C	T2 - 26°C	T3 - 30°C	T4 - 34°C	
Temperatura (°C)	24,4 ^d \pm 0,5 (22,9 - 25,5)	26,0 ^c \pm 0,3 (25,2 - 26,9)	29,8 ^b \pm 0,8 (27,7 - 31,1)	33,9 ^a \pm 0,4 (33,1 - 34,8)	<0,001
pH	8,2 \pm 0,1 (7,9 - 8,5)	8,3 \pm 0,1 (8,0 - 8,5)	8,3 \pm 0,1 (8,0 - 8,5)	8,3 \pm 0,1 (8,1 - 8,5)	0,31
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	5,5 \pm 1,6 (2,7 - 8,3)	5,3 \pm 1,4 (2,9 - 7,7)	5,1 \pm 1,3 (2,7 - 7,8)	5,1 \pm 1,3 (2,4 - 7,8)	0,53
Salinidade (g L ⁻¹)	1,5 ^c \pm 0,1 (1,4 - 1,5)	1,5 ^{bc} \pm 0,1 (1,4 - 1,8)	1,7 ^{ab} \pm 0,2 (1,5 - 2,2)	1,8 ^a \pm 0,1 (1,6 - 2,2)	<0,001
Amônia total (mg N-NH ₄ ⁺ + NH ₃ L ⁻¹)	1,1 \pm 1,5 (0,1 - 3,6)	0,9 \pm 0,9 (0,1 - 2,4)	0,7 \pm 0,5 (0,1 - 1,2)	0,8 \pm 0,4 (0,3 - 1,2)	0,47
Nitrito (mg N-NO ₂ ⁻ L ⁻¹)	0,2 \pm 0,3 (0,0 - 0,7)	0,2 \pm 0,3 (0,0 - 0,7)	0,2 \pm 0,3 (0,0 - 0,7)	0,3 \pm 0,5 (0,0 - 1,3)	0,66
Fosfato inorgânico (mg P-PO ₄ ³⁻ L ⁻¹)	24,1 \pm 8,9 (8,3 - 29,9)	27,1 \pm 3,7 (21,3 - 30,8)	29,0 \pm 13,2 (9,4 - 45,7)	32,1 \pm 9,3 (23,3 - 46,0)	0,61
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	226,0 \pm 9,6 (215,0 - 240,0)	220,0 \pm 29,1 (170,0 - 240,0)	232,0 \pm 34,7 (170,0 - 250,0)	202,0 \pm 48,8 (115,0 - 230,0)	0,54

Presença de letras distintas apresentam diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey.

De forma geral, exceto pela variável temperatura (controlada experimentalmente) e pela salinidade, todos os demais parâmetros físico-químicos permaneceram estatisticamente semelhantes entre os tratamentos e dentro das faixas recomendadas para o cultivo na fase de berçário, indicando estabilidade do sistema de recirculação aquícola ao longo do experimento.



Na Figura 2 as variáveis físico-químicas da qualidade da água mantiveram-se relativamente estáveis ao longo dos 30 dias de cultivo, com variações associadas principalmente aos diferentes tratamentos térmicos.

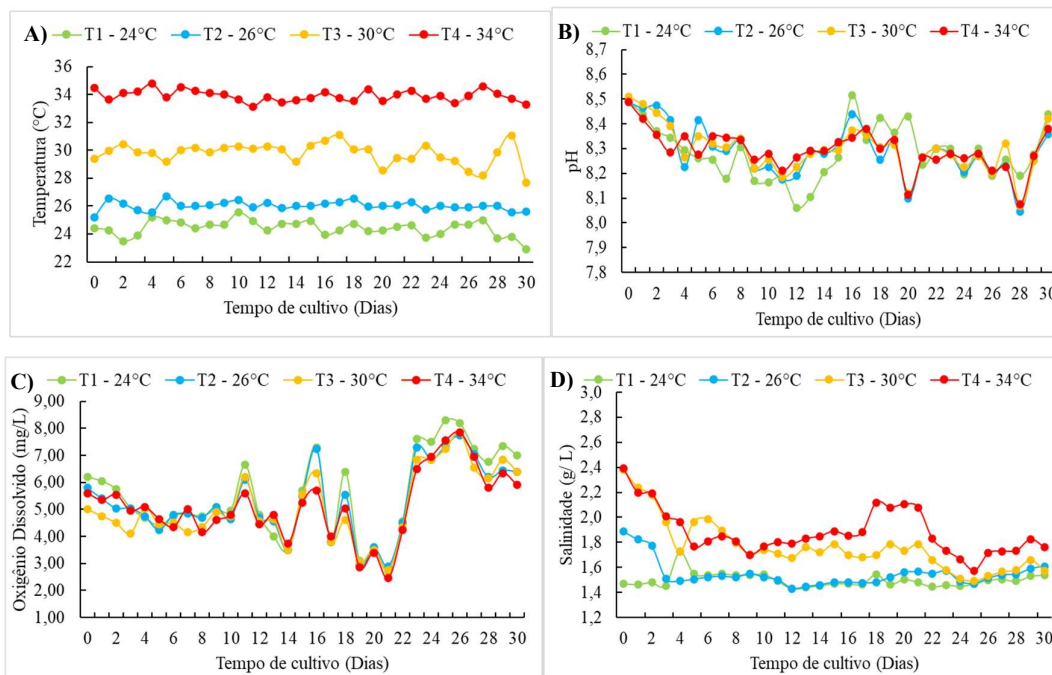


Figura 2. Variáveis físico-químicas da qualidade da água monitoradas diariamente em tanques-filtro com sistema de recirculação aquícola (SRA), durante a fase de berçário de *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes temperaturas por 30 dias de cultivo. A – Temperatura (°C); B – pH; C – Oxigênio dissolvido (mg L^{-1}); D – Salinidade (g L^{-1}). Tratamentos: T1 – 24°C; T2 – 26°C; T3 – 30°C; T4 – 34°C.

O que foi confirmado pelos valores médios \pm desvio-padrão apresentados na Tabela 2. Na Figura 2, as temperaturas observadas mantiveram-se próximas aos níveis experimentais estabelecidos, com médias de aproximadamente 24,4°C (T1), 26,0°C (T2), 29,7°C (T3) e 33,3°C (T4), diferindo significativamente entre si ($P < 0,001$).

Os valores de pH permaneceram dentro de faixa levemente alcalina (8,2-8,3), sem diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), indicando estabilidade do sistema de recirculação. De forma semelhante, o oxigênio dissolvido variou entre aproximadamente 5,3 e 5,8 mg L^{-1} , sem efeito significativo da temperatura ($P > 0,05$), mantendo-se em níveis adequados para o cultivo das pós-larvas na fase berçário.

A salinidade apresentou médias entre 1,5 e 1,6 g L^{-1} , com diferença significativa entre tratamentos ($P < 0,01$), embora permanecendo dentro da faixa oligohalina adequada ao cultivo. As variáveis analisadas semanalmente, como amônia total, nitrito, fosfato inorgânico e alcalinidade, não diferiram significativamente entre os tratamentos ($P > 0,05$), mantendo-se em concentrações consideradas seguras para o desenvolvimento de *Macrobrachium rosenbergii*.

Os resultados indicam que as diferentes temperaturas testadas não comprometeram a qualidade da água no sistema de recirculação aquícola, permitindo a avaliação isolada dos efeitos térmicos sobre o desempenho zootécnico das pós-larvas. As análises semanais dos compostos nitrogenados, fósforo inorgânico e alcalinidade durante o cultivo de *M. rosenbergii* em sistema de recirculação aquícola evidenciaram variações moderadas entre os tratamentos térmicos (Figura 3).

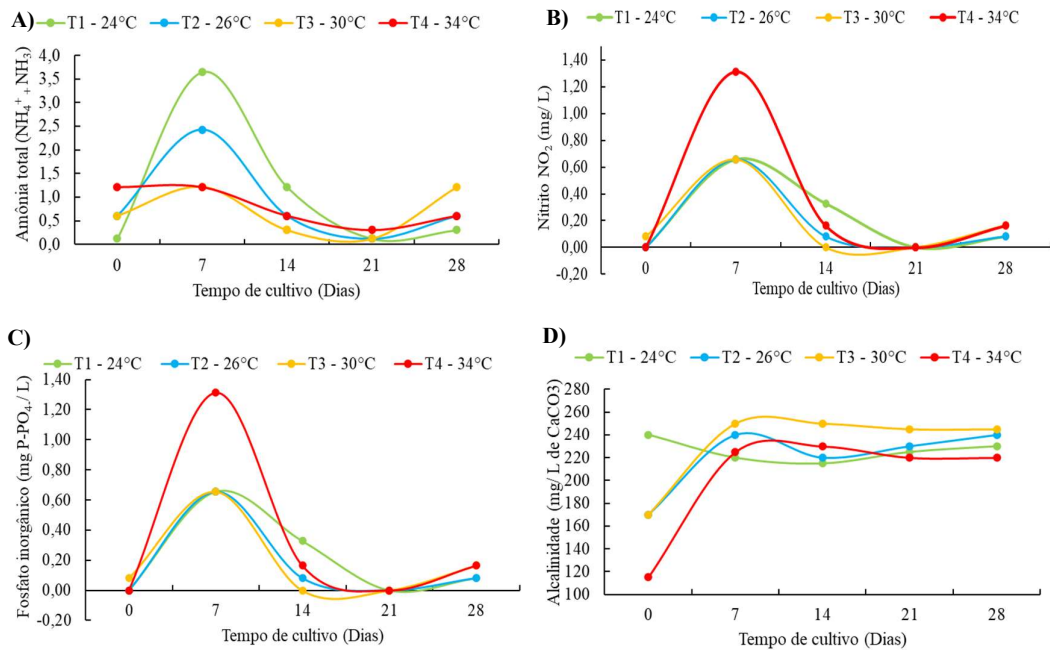


Figura 3. Parâmetros de qualidade da água avaliados semanalmente em sistema de recirculação aquícola (SRA), durante a fase de berçário de *Macrobrachium rosenbergii* submetido a diferentes temperaturas. A – Amônia total (NH₄⁺ + NH₃); B – Nitrito (NO₂⁻, mg L⁻¹); C – Fosfato inorgânico (mg P-PO₄³⁻ L⁻¹); D – Alcalinidade total (mg CaCO₃ L⁻¹). Tratamentos: T1 = 24 °C; T2 = 26 °C; T3 = 30 °C; T4 = 34 °C.

Os valores de amônia total apresentaram picos iniciais entre o 7º e o 14º dia de cultivo, principalmente nos tratamentos a 24°C e 26°C, seguidos por redução progressiva até o final do experimento, indicando eficiência do sistema de biofiltração. Em todos os tratamentos, as concentrações permaneceram dentro de faixas consideradas adequadas para o cultivo da espécie.

O nitrito (NO₂⁻) exibiu comportamento semelhante, com elevação inicial mais acentuada no tratamento a 34°C, seguida de rápida diminuição ao longo do período experimental. Esse padrão sugere estabelecimento gradual da nitrificação no sistema.

As concentrações de fosfato inorgânico também apresentaram pico inicial, principalmente no tratamento a 34°C, seguido por declínio nos demais períodos, possivelmente associado à assimilação biológica e remoção pelo sistema filtrante.

A alcalinidade total manteve-se relativamente estável entre os tratamentos ao longo do cultivo, com valores adequados para manutenção do equilíbrio do sistema e suporte ao processo de nitrificação.

De forma geral, os parâmetros avaliados semanalmente permaneceram dentro de níveis aceitáveis para o cultivo em fase berçário de *M. rosenbergii*, indicando que o sistema de recirculação aquícola foi eficiente na manutenção da qualidade da água sob diferentes temperaturas.

Desempenho zootécnicos dos camarões

As pós-larvas de *M. rosenbergii* apresentaram comprimento médio aproximado de 1,15 ± 0,40 cm e peso médio de 0,024 ± 0,018 g, para padronização do povoamento nos tanques do SRA em água oligohalina, sob diferentes temperaturas,

indicando tamanho inicial relativamente homogêneo entre os indivíduos, com pequena variação esperada para a fase de pós-larva. Esses valores foram utilizados para estimar a biomassa inicial e definir a taxa alimentar do experimento.

As variáveis de desempenho zootécnico das pós-larvas de *M. rosenbergii* submetidas a diferentes temperaturas durante a fase de berçário estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão das variáveis de desempenho zootécnico de pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas a diferentes temperaturas durante a fase de berçário em SRA.

Variáveis	Tratamentos				
	T1 - 24 °C	T2 - 26 °C	T3 - 30°C	T4 - 34 °C	P
Sobrevivência (%)	77,33 \pm 14,61	73,33 \pm 11,16	72,00 \pm 11,93	46,67 \pm 33,99	0,38
Peso final (g)	0,08 ^b \pm 0,03	0,09 ^b \pm 0,01	0,15 ^a \pm 0,03	0,14 ^a \pm 0,03	0,00*
Ganho de Peso (g)	0,05 ^b \pm 0,03	0,06 ^b \pm 0,01	0,12 ^a \pm 0,03	0,09 ^b \pm 0,07	0,00*
Biomassa final (g)	0,95 \pm 0,51	0,95 \pm 0,28	1,58 \pm 0,32	0,91 \pm 0,60	0,06
Ganho de biomassa (g)	0,59 \pm 0,51	0,59 \pm 0,28	1,22 \pm 0,32	0,55 \pm 0,60	0,06
FCA	23,84 \pm 12,19	19,34 \pm 10,26	8,87 \pm 4,32	9,66 \pm 7,95	0,07
Comprimento total (cm)	2,28 ^d \pm 0,16	2,47 ^c \pm 0,06	2,66 ^b \pm 0,06	2,84 ^a \pm 0,06	0,00*
Índice de condição (K)	0,65 \pm 0,19	0,57 \pm 0,08	0,79 \pm 0,16	0,47 \pm 0,29	0,13

(*) Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey (P < 0,05). FCA: Fator de Conversão Alimentar.

A sobrevivência (%) não diferiram significativamente entre os tratamentos (P > 0,05), indicando que as temperaturas avaliadas não comprometeram a viabilidade dos organismos durante o período experimental.

Houve diferença significativa (P < 0,05) para peso final, ganho de peso e comprimento total. Os tratamentos a 30°C e 34°C apresentaram os melhores resultados zootécnicos, com valores superiores aos observados a 24°C e 26°C. O tratamento a 30°C destacou-se com maior peso final (0,15 \pm 0,03 g), maior ganho de peso (0,12 \pm 0,03 g) e maior comprimento total (2,66 \pm 0,06 cm), não diferindo estatisticamente do tratamento a 34°C, mas superando significativamente os tratamentos de menor temperatura. Esses resultados evidenciam influência direta da temperatura associada às variações de salinidade sobre o crescimento da espécie.

A biomassa final apresentou tendência superior nos tratamentos de 30°C e 34°C, embora não tenha diferido estatisticamente (P > 0,05). O mesmo padrão foi observado para o fator de conversão alimentar (FCA) e índice de condição (K), que não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, apesar da tendência de melhor eficiência alimentar nas temperaturas mais elevadas.



Ao final do cultivo, foram avaliados 20 camarões por tratamento para determinação das médias de comprimento total, comprimento de cefalotórax e peso final (Figura 4). Os valores médios obtidos foram: 24°C (22,82 mm; 10,21 mm; 0,08 g), 26°C (24,02 mm; 10,83 mm; 0,09 g), 30°C (27,86 mm; 12,73 mm; 0,14 g) e 34°C (27,86 mm; 12,73 mm; 0,14 g). Observou-se que, ao estocar 15 pós-larvas em volume útil de 4,26 L em sistema de recirculação aquícola, os tratamentos de 24°C e 26°C apresentaram crescimento semelhante entre si, porém inferior aos tratamentos de 30°C e 34°C. Os resultados indicam que temperaturas entre 30°C e 34°C promoveram melhor desempenho zootécnico na fase de berçário, favorecendo maior crescimento em peso e comprimento sem comprometer a sobrevivência.

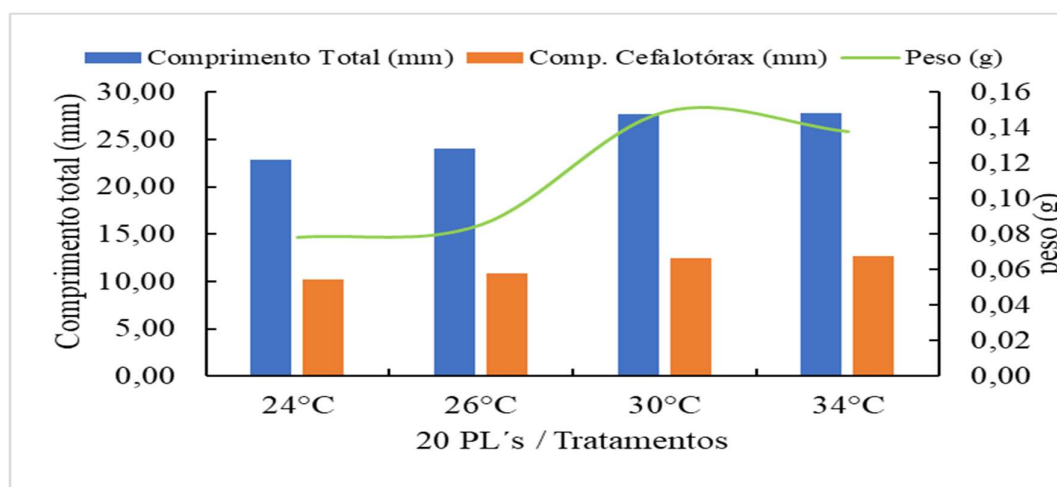


Figura 4. Dados da biometria final em correlação ao comprimento total (mm), Comprimento do Cefalotórax (mm) e peso (g) do *Macrobrachium rosenbergii* entre os 4 tratamentos do cultivo de 30 dias.

A avaliação biométrica final realizada com 20 camarões por tratamento (Figura 4) evidenciou efeito significativo da temperatura sobre o crescimento de *Macrobrachium rosenbergii* na fase de berçário. Observou-se aumento progressivo no comprimento total, comprimento de cefalotórax e peso final com a elevação da temperatura.

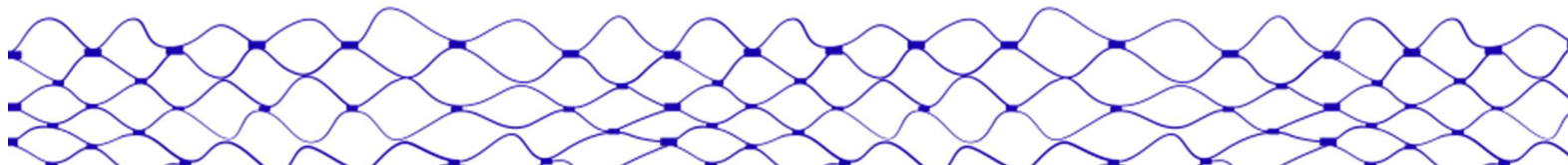
Os tratamentos T3 (30°C) e T4 (34°C) apresentaram os maiores valores médios de comprimento total (27,86 mm), comprimento de cefalotórax (12,73 mm) e peso final (0,14 g), enquanto os tratamentos T1 (24°C) e T2 (26°C) apresentaram valores inferiores, sendo 22,82 mm e 24,02 mm para comprimento total; 10,21 mm e 10,83 mm para cefalotórax; e 0,08 g e 0,09 g para peso final, respectivamente.

Esses resultados confirmam que a temperatura exerceu efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o desempenho zootécnico, especialmente sobre peso final (PF), ganho de peso (GP) e comprimento total (CT) ao longo dos 30 dias de cultivo. Os tratamentos T3 (30°C) e T4 (34°C) destacaram-se com melhor crescimento, reforçando que temperaturas próximas ou ligeiramente superiores à faixa ótima relatada na literatura favorecem o metabolismo e o desenvolvimento da espécie.

Discussão

Qualidade da água

A temperatura constituiu o principal fator experimental avaliado, sendo rigidamente controlada por meio de termostatos e aquecedores, permitindo a



manutenção dos níveis desejados e a avaliação isolada de seus efeitos sobre a qualidade da água e o desempenho zootécnico de *Macrobrachium rosenbergii* na fase de berçário. De acordo com New (2002), a espécie apresenta ampla tolerância térmica (15 a 35°C), porém a faixa considerada ideal para cultivo situa-se entre 28 e 31°C, conforme consolidado na Tabela 2. Temperaturas inferiores a 15°C são letais, reduzindo drasticamente o metabolismo e elevando a mortalidade.

No presente estudo, os tratamentos mantiveram-se dentro da faixa de tolerância da espécie, embora apenas o T3 (30°C) tenha permanecido integralmente dentro da zona considerada ótima. Temperaturas elevadas estão associadas ao aumento do metabolismo, consumo de oxigênio e excreção nitrogenada (Chen & Kou, 1996), além de alterações na atividade cardíaca e comportamental larval (John et al., 2020). Esse padrão metabólico explica parcialmente as variações observadas nos compostos nitrogenados ao longo do cultivo.

O pH manteve-se dentro da faixa recomendada para a espécie (7,0-8,5), conforme Cheng e Chen (2000) e New (2002), demonstrando estabilidade do sistema. A manutenção do pH em níveis adequados é essencial, pois interage diretamente com temperatura e salinidade, influenciando crescimento, sobrevivência e processos de muda (Habashy & Hassan, 2011).

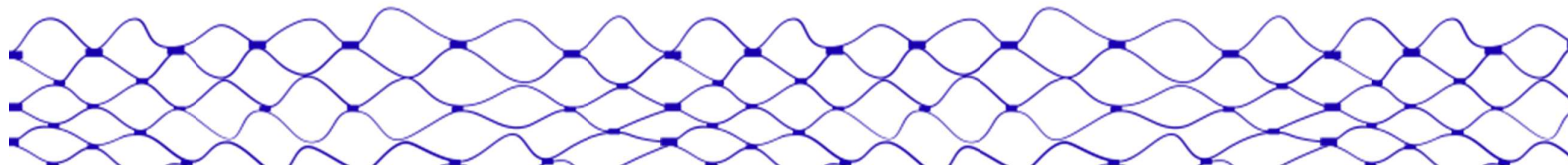
O oxigênio dissolvido permaneceu acima de 5,0 mg L⁻¹, valor mínimo recomendado para o cultivo (New, 2002), indicando eficiência do sistema de recirculação aquícola (SRA). A movimentação contínua da água pelas bombas-filtro proporcionou adequada oxigenação, prevenindo estresse hipóxico, especialmente nos tratamentos de maior temperatura, nos quais a demanda metabólica tende a ser mais elevada.

A salinidade manteve-se dentro da faixa ideal (0-10 g L⁻¹), embora tenha apresentado diferença significativa entre tratamentos. O aumento da salinidade nos tratamentos de maior temperatura pode ser explicado pelo maior índice de evaporação, resultando em concentração de sais e maior necessidade de reposição hídrica, especialmente no T4 (34°C). Espécies do gênero *Macrobrachium* apresentam elevada plasticidade osmótica, podendo viver tanto em água doce quanto salobra. Entretanto, maiores taxas de crescimento são geralmente observadas em água doce ou oligohalina (Singh, 1980), o que sugere que pequenas elevações salinas não comprometeram o desempenho, mas demandam manejo hídrico adequado.

Em relação aos compostos nitrogenados, a amônia total apresentou valores superiores ao recomendado por New (2002) (<1,0 mg L⁻¹), especialmente no T1 (24°C). Contudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A amônia total representa a soma das formas ionizada (NH₄⁺) e não ionizada (NH₃), sendo esta última a fração mais tóxica. Apesar dos valores observados, estudos indicam tolerância relativamente elevada da espécie, com concentrações letais médias superiores às registradas neste experimento (Gomes et al., 2016).

O nitrito permaneceu dentro dos limites aceitáveis (<1,0 mg L⁻¹), conforme Mallasen and Valenti (2006), indicando eficiência do biofiltro na oxidação da amônia. Esse resultado demonstra estabelecimento adequado das bactérias nitrificantes no sistema, promovendo estabilidade do ciclo do nitrogênio.

Quanto ao fosfato inorgânico, os valores médios observados foram superiores aos limites recomendados pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para corpos d'água naturais. Entretanto, em sistemas intensivos e fechados como o SRA, concentrações mais elevadas podem ocorrer devido à mineralização da matéria orgânica (Boyd et al., 2020). Boyd (2020) ressalta que concentrações de amônia total entre 1 e 2 mg L⁻¹ podem ser aceitáveis em sistemas aquícolas, dependendo do pH, temperatura e



proporção de amônia não ionizada (NH_3). Assim, embora acima de valores ambientais de referência, os níveis observados não evidenciaram impacto direto sobre a sobrevivência ou estabilidade do cultivo.

A alcalinidade apresentou valores superiores a $120 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$, atendendo às recomendações mínimas para o cultivo (New, 2002) e favorecendo o tamponamento do sistema. Alcalinidade adequada é fundamental para estabilidade do pH e para o processo de nitrificação, contribuindo para a eficiência do biofiltro e manutenção da qualidade da água.

Apesar de pequenas variações em alguns parâmetros, o sistema de recirculação aquícola foi eficiente na manutenção da qualidade da água dentro de limites fisiologicamente toleráveis para *M. rosenbergii*. A temperatura, embora determinante no metabolismo e nas dinâmicas físico-químicas do sistema, não comprometeu os parâmetros ambientais a níveis críticos, reforçando a viabilidade do manejo térmico como ferramenta estratégica para otimização zootécnica na fase de berçário.

Desempenho zootécnicos dos camarões

Os resultados das Tabela 3 demonstram que a temperatura exerceu influência significativa ($P < 0,05$) sobre peso final, ganho de peso e comprimento total das pós-larvas de *Macrobrachium rosenbergii*, com melhor desempenho nos tratamentos T3 (30°C) e T4 (34°C). Esses achados corroboram estudos prévios que apontam a temperatura como um dos principais fatores reguladores do metabolismo, ingestão alimentar e eficiência de crescimento em camarões de água doce.

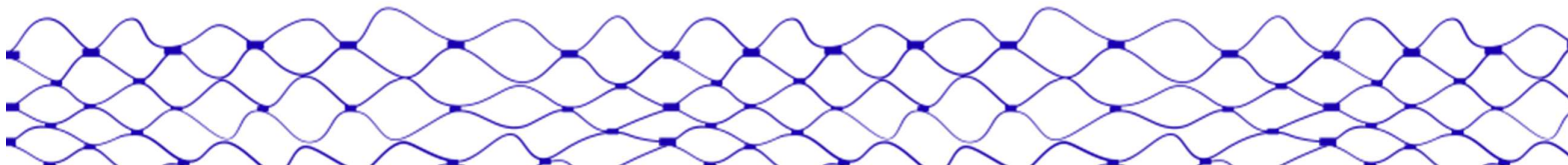
Estudos clássicos indicam que a faixa ótima de temperatura para o cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* situa-se entre 28°C e 31°C , promovendo maior atividade metabólica e consumo alimentar, enquanto temperaturas abaixo de 24°C reduzem o desempenho produtivo (New & Valenti, 2000). Esse padrão é consistente com os resultados observados nos tratamentos T1 (24°C) e T2 (26°C), que apresentaram crescimento inferior em comparação às temperaturas mais elevadas.

De forma semelhante, estudos como o de Tay et al. (2022) demonstraram que *Macrobrachium rosenbergii* tolera um amplo intervalo de temperatura (14°C a 35°C) e que a variação térmica influencia diretamente a sobrevivência, crescimento e processos fisiológicos associados ao desenvolvimento. Esses achados reforçam que temperaturas mais elevadas podem intensificar o metabolismo e favorecer o desempenho zootécnico, alinhando-se com os melhores resultados observados em T3 (30°C) e T4 (34°C) em nosso estudo.

Embora temperaturas mais elevadas possam aumentar a demanda metabólica e o consumo de oxigênio, o sistema de recirculação aquícola (SRA) manteve os parâmetros físico-químicos dentro de limites adequados, permitindo que o efeito observado no crescimento estivesse diretamente associado à temperatura, sem interferência crítica da qualidade da água. Isso reforça a eficiência do SRA como ferramenta tecnológica para otimização produtiva na fase de berçário.

A avaliação biométrica final (Figura 4) confirmou o efeito positivo das temperaturas de 30°C e 34°C sobre o comprimento total, comprimento de cefalotórax e peso final. O aumento progressivo dessas variáveis com a elevação da temperatura indica maior atividade metabólica, maior ingestão alimentar e melhor conversão em tecido corporal.

Resultados semelhantes foram descritos por Al-Masqari et al. (2022) com camarão *Penaeus vannamei*, que observaram maior taxa de crescimento em camarões submetidos a temperaturas mais elevadas (26°C e 30°C), embora com



redução de sobrevivência em exposições prolongadas a 30°C. No presente estudo, entretanto, não houve redução significativa da sobrevivência, o que pode estar relacionado ao controle ambiental proporcionado pelo SRA.

A capacidade de *M. rosenbergii* de apresentar bom desempenho produtivo em temperaturas elevadas evidencia sua plasticidade fisiológica. Essa característica pode representar vantagem adaptativa frente a cenários de aquecimento global, nos quais elevações graduais da temperatura da água podem influenciar taxas de crescimento, maturação precoce e potencial aumento da densidade populacional em ambientes naturais. As temperaturas mais altas promovem crescimento acelerado, contudo, deve-se observar o limite térmico da espécie, pois elevações extremas podem causar estresse metabólico e comprometer a sobrevivência das pós-larvas. Assim, temperaturas entre 30°C e 34°C mostraram-se promissoras para a fase de berçário, desde que associadas a sistemas eficientes de controle da qualidade da água, e recomenda-se a continuidade de estudos com SRA para otimizar o manejo e ampliar a produtividade com sustentabilidade.

Conclusões

Os resultados demonstram que é viável a produção de juvenis de *Macrobrachium rosenbergii* a partir do cultivo de pós-larvas em água oligohalina, utilizando sistema de recirculação aquícola sob temperaturas entre 30°C e 34°C. Os tratamentos com temperaturas entre 30°C e 34°C apresentaram melhor desempenho zootécnico, com maiores valores de peso final, ganho de peso e comprimento total, evidenciando a influência positiva da temperatura sobre o metabolismo e o crescimento da espécie.

A qualidade da água manteve-se dentro dos padrões adequados, com variação significativa apenas na salinidade em função da elevação térmica, reforçando a importância de seu monitoramento. O SRA mostrou-se eficiente e sustentável, permitindo controle ambiental e favorecendo a intensificação produtiva.

Referências Bibliográficas

- AL-MASQARI, Z. A.; GUO, H.; WANG, R.; YAN, H.; DONG, P.; WANG, G.; & ZHANG, D. (2022) Effects of high temperature on water quality, growth performance, enzyme activity and the gut bacterial community of shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Research*, 53, 3283-3296. <https://doi.org/10.1111/are.15836>
- BARROS, H. P.; LEAL, A. C.; & RIBEIRO JR, J. A. (2019) Recirculating aquaculture systems: the future of aquaculture. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18 (2), 182-191.
- BOYD, C. E.; D'ABRAMO, L. R.; GLENCROSS, B. D.; HUYBEN, D. C.; JUAREZ, L. M.; LOCKWOOD, G. S.; MCNEVIN, A. A.; TACON, A. G. J.; TELETSCHEA, F.; TOMASSO, J. R.; TUCKER, C. S.; & VALENTI, W. C. (2020) Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51 (3), 578-633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>
- BOYD, C. E. (2020) *Water Quality: An Introduction*. 3. ed. Cham: Springer Science & Business Media, Disponível em: *Water Quality: An Introduction - Claude E. Boyd - Google Livros*
- BOYD, C. E.; MCNEVIN, A. A.; & DAVIS, R. P. (2022) The contribution of fisheries and aquaculture to the global protein supply. *Food Security*, 14(3):805-827. <https://doi.org/10.1007/s12571-021-01246-9>



- CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>
- CHEN, J. C.; & KOU, T. T. (1996) Effects of temperature on oxygen consumption and nitrogen excretion of juvenile *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 145(1-4), 295-303. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01348-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01348-8)
- CHENG, W.; & CHEN, J. (2000) Effects of pH, temperature and salinity on immune parameters of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & Shellfish Immunology*, 10(4), 387-39.
- CHEN, S.M.; & CHEN, J.C. (2003) Effects of pH on survival, growth, molting and feeding of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 218, 613-623.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024) The State of World Fisheries and Aquaculture 2024 – Blue Transformation in action. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- GOMES, R. S.; LIMA, J. P. V.; CAVALLI, R. O.; & CORREIA, E. S. (2016) Acute toxicity of ammonia and nitrite to painted river prawn *Macrobrachium carcinus* larvae. *Journal of the World Aquaculture Society*, 47 (2), 162-172, 2016. <https://doi.org/10.1111/jwas.12258>
- HABASHY, M. M.; & HASSAN, M. M. S. (2011) Effects of temperature and salinity on growth and reproduction of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea-Decapoda) in Egypt. *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 1, 83-91.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023. <http://cgspace.cgiar.org/items/7e70f98b-3a47-4881-8d8a-0e988c594ef4>
- JOHN, J.; SIVA, V. S.; KUMAR, A. EBENEZER, V.; RAIKA, P.; KHALIFA, U.; THANUMALYA, S.; & SANJEEVI, P. (2020) Physiological tolerance of early life history stages of freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii* De Man, 1879) to environmental stress. *bioRxiv*, 49, 382-9. <https://doi.org/10.1101/159244>
- JUÁREZ, L. M.; BOYD, C. E.; MCNEVIN, A.; CRAIG, M.; & NATES, S. (2021) Sustainability in Shrimp Aquaculture. In *The Shrimp Book II*, 1-43. GB: CABI Digital Library. <https://doi.org/doi/abs/10.1079/9781800629363.0001>
- KUTTY, M. N.; HERMAN, F.; & MENN, H. L. (2020) Chapter 21: Culture of other prawn species. *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Book Editor(s): Michael Bernard New, Wagner Cotroni Valenti. Wiley Online Library, 393-410. <https://doi.org/10.1002/9780470999554.ch21>
- MALLASEN, M.; & VALENTI, W. C. (2006) Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 261(4), 1292-1298.
- MAMMADOVA, Z. & HUMBATOV, M (2025). Problems and prospects of crustacean cultivation in recirculating aquaculture systems. *Nature & Science International Scientific Journal*, 7(9): 35-38. <https://doi.org/10.36719/2707-1146/60/35-38>
- NEW, M. B. (2002) *Farming freshwater prawns: A manual for the culture of giant river prawn (Macrobrachium rosenbergii)*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome, FAO. 212(428).
- NEW, M. B.; & VALENTI, W. C. (2000) *Freshwater Prawn Culture: The Farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford: Blackwell Science, 443. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1971149384865457823>



- SINGH, T. (1980) The isosmotic concept in relation to the aquaculture of the giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 20(3), 251-256. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(80\)90115-5](https://doi.org/10.1016/0044-8486(80)90115-5)
- TACON, A. G. J.; & METIAN, M. (2015) Feed matters: satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/23308249.2014.987209>
- TAY, J.; SUHANIZEN, A.; AZIZ, M.; YASSIN, N.; & ARAI, T. (2022) Effects of domestication and temperature on the growth and survival of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) postlarvae. *Open Agriculture*, 7(1), 181-190. <https://doi.org/10.1515/opag-2022-0085>
- TIDWELL, J. H. (2012) *Aquaculture production systems*. World Aquaculture Society, 434. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118250105>
- THRUSFIELD, M. (2018) *Veterinary epidemiology*. 4. ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 747. ISBN 978-1-119-34012-1.
- VALENTI, W. C.; TIDWELL, J. H.; NEW, M. B.; D'ABRAMO, L. R.; & KUTTY, M. N. (2011) Freshwater Prawns: Biology and Farming. *North American Journal of Aquaculture*, 73(3), 369-370. <https://doi.org/10.1080/15222055.2011.606720>
- VALENTI, W. C.; BARROS, H. P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G. W.; & CAVALLI, R. O. (2021) Aquaculture in Brazil: Past, present and future. *Aquaculture Reports*, Amsterdam, (19), 100611. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>

