

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DE ESPECTROS DE LUZ NO COMPORTAMENTO
E DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CAMARÃO-DA-MALÁSIA,
*Macrobrachium rosenbergii***

CASSIA BARBOSA CONSTANTINIDIS

**SALVADOR - BA
JULHO - 2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DE ESPECTROS DE LUZ NO COMPORTAMENTO
E DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CAMARÃO-DA-MALÁSIA,**
Macrobrachium rosenbergii

CASSIA BARBOSA CONSTANTINIDIS
Engenheira de Pesca

SALVADOR - BA
JULHO – 2023

CASSIA BARBOSA CONSTANTINIDIS

**EFEITO DE ESPECTROS DE LUZ NO COMPORTAMENTO
E DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CAMARÃO-DA-MALÁSIA,
*Macrobrachium rosenbergii***

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva
Coorientadora: Profa. Dra. Mariana Cutolo de Araújo

**SALVADOR - BA
JULHO - 2023**

Dados internacionais de catalogação-na-publicação
(SIBI/UFBA/Biblioteca Universitária Reitor Macedo Costa)

Constantinidis, Cassia Barbosa.

Efeito de espectros de luz no comportamento e desenvolvimento larval do Camarão-da-Malásia, *Macrobrachium rosenbergii* / Cassia Barbosa Constantinidis. - 2023.
61 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Fortes da Silva.

Coorientadora: Profa. Dra. Mariana Cutolo de Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2023.

1. Zootecnia. 2. Piscicultura. 3. Camarões (Animal) - Criação. 4. Camarões (Animal) - Larva. 5. *Macrobrachium rosenbergii*. I. Silva, Rodrigo Fortes da. II. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

CDD - 639.543
CDU - 639.512

CASSIA BARBOSA CONSTANTINIDIS

**EFEITO DE ESPECTROS DE LUZ NO COMPORTAMENTO E
DESENVOLVIMENTO LARVAL DO CAMARÃO-DA-MALÁSIA,
*Macrobrachium rosenbergii***

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 21 de julho de 2023.

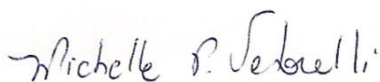
Comissão Examinadora:



Dr. Rodrigo Fortes da Silva
Universidade Federal de Viçosa
Presidente



Dra. Geovana Dotta Tamashiro
Universidade Federal da Bahia



Dra. Michelle Pinheiro Vetorelli
Universidade Federal da Grande Dourados

**SALVADOR - BA
JULHO - 2023**

“Ser guerreira é não se deixar
vencer pelas adversidades.
É saber levantar e lutar pelo que quer,
mesmo tendo perdido algumas batalhas”

Megan Maxwell

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo da minha vida se completa! Chegar até aqui foi um desafio, uma jornada, uma conquista. Em primeiro lugar agradeço a Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida.

A toda minha família, que sempre demonstraram apoio incondicional ao longo deste percurso. Aos meus meninos, meu filho Themistocles Neto e meu esposo Themistocles Filho. Não tenho palavras para agradecer o apoio e carinho de vocês. Obrigada por mais uma vez terem acreditado em mim, amo vocês.

A Universidade Federal da Bahia (UFBA) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional. É uma honra ter feito e continuar a fazer parte desta instituição.

A Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) e ao Laboratório de Larvicultura de Camarão (LARVCAM), por terem aberto as portas para realização deste trabalho. Sou grata também aos professores e funcionários do setor do Curso de Engenharia de Pesca que contribuíram de forma direta e indiretamente.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientado Professor Dr. Rodrigo Fortes da Silva, pela oportunidade de realizar e concluir este trabalho sob sua supervisão, por disponibilizar seu tempo com ensinamentos e correções.

A minha coorientadora Professora Dra. Mariana Cutolo de Araújo. Uma pessoa pela qual tenho uma eterna gratidão, admiração e respeito. Obrigada por ter aberto as portas do laboratório para execução desta pesquisa. Por toda ajuda, paciência, conselhos, ensinamentos e principalmente pela confiança.

Agradeço em especial: Dra. Edenilce de Fátima Ferreira Martins, por toda colaboração. Sempre pronta a ajudar, desde a montagem até a finalização deste trabalho; Rafael Queiroz e Tailane Silva por terem me ajudado com a coleta de dados para esta pesquisa; aos estagiários do laboratório LARVCAM: Carol, Lany, Tauan e Helber, agradeço por terem me apoiado durante toda a montagem e execução dos experimentos. A todos, desejo-lhes muito sucesso e grandes conquistas.

Aos meus amigos do coração: Aninha, Lili, Lae, Nine, Alice, Mara Chene e Fabiana. Vocês são pessoas maravilhosas e especiais, agradeço a Deus todos os dias por ter colocado cada um em minha vida.

Serei sempre grata a todos por mais esta vitória.

LISTA DE FIGURAS

Efeito de Espectros de luz no comportamento e desenvolvimento larval do camarão-da-malásia, *Macrobrachium rosenbergii*

- Figura 1 – Visão geral das unidades experimentais (A) do experimento “Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii*”. Tanques com LEDs nas cores: verde (B), preto (C), azul (D), vermelho € e branco (F).
..... 17
- Figura 2 - Visão geral das unidades experimentais (A) do experimento Ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios lavais de *Macrobrachium rosenbergii*. Tanques com LEDs nas cores: branco (B), vermelho (C), azul (D), verde € e preto (F).
..... 21
- Figura 3 - Esquema da unidade experimental utilizada para avaliar a preferência de cor de luz por larvas de *Macrobrachium rosenbergii*. 23
- Figura 4 - Unidade experimental utilizada para avaliar a preferência de cor de luz por larvas de *Macrobrachium rosenbergii*. LEDs de cores diferentes: branco, vermelho, verde e azul. 24
- Figura 5 - Consumo de náuplios de *Artemia* (náuplios/larva) por larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em tanques sob diferentes espectros de luz ao longo do cultivo..... 25
- Figura 6 - Índice de estágio larval (IEL) de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz..... 29
- Figura 7 - Índice de condição larval (ICL) de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz..... 30
- Figura 8 - Consumo total de náuplios de *Artemia* por larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz. 34
- Figura 9 - Preferência de cor para larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em estágio de desenvolvimento VII (individual e grupo). 36
- Figura 10 - Preferência de cor para larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em estágio de desenvolvimento XI (individual e grupo). 37

LISTA DE TABELAS**Efeito de Espectros de luz no comportamento e desenvolvimento larval do camarão-da-malásia, *Macrobrachium rosenbergii***

Tabela 1 – Ingredientes e composição centesimal da dieta úmida formulada para o experimento “Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	15
Tabela 2 - Avaliação da qualidade larval de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> para cálculo do Índice de condição larval (ICL).	20
Tabela 3 - Parâmetros de desempenho das larvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> após 25 dias submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.	27
Tabela 4 - Consumo de náuplios de <i>Artemia</i> de larvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i> submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.....	33

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	3
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
Carcinicultura de água doce	5
Espécie <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	6
Larvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	7
Alimentação na larvicultura	9
Espectros de luz.....	11
MATERIAIS E MÉTODOS	13
Animais e condição experimental	13
Eclosão de náuplios de <i>Artemia</i> e preparo, análise e composição aproximada da dieta úmida inerte.....	14
Delineamento experimental	16
1) Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	16
2) Ingestão de náuplios de <i>Artemia</i> em diferentes estágios larvais de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	21
3) Preferência de cor de luz pelas larvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	22
Análise estatística.....	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de <i>M. rosenbergii</i> ...	25
Influência dos espectros de luz na ingestão de náuplios de <i>Artemia</i> em diferentes estágios larvais de <i>M. rosenbergii</i>	31
Preferência de cor de luz pelas larvas de <i>Macrobrachium rosenbergii</i>	35
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	39

RESUMO

Efeito de Espectros de luz no comportamento e desenvolvimento larval do camarão-da-malásia, *Macrobrachium rosenbergii*

Em sistemas de cultivo em ambientes fechados, é essencial fornecer elementos que favoreçam o desenvolvimento de espécies aquícolas. Diante disso, o espectro de luz, pode melhorar o crescimento e aumentar a sobrevivência em diferentes espécies. Foram conduzidos três experimentos com objetivo de investigar os efeitos da luz vermelha, azul, verde, branca e ausência de luz sobre o desenvolvimento larval, ingestão de náuplios de *Artemia* e preferência de cor de luz em larvas de *Macrobrachium rosenbergii*. Os resultados do presente estudo demonstram influência significativa ($p < 0,05$) no desenvolvimento larval, produtividade, sobrevivência e biomassa final de larvas de *M. rosenbergii*. Em geral, os resultados inferiores foram dos animais expostos ao regime de ausência de luz e sob a luz vermelha. As larvas de *M. rosenbergii*, ao final do estudo, apresentaram maior índice de estágio larval e índice de condição larval sob os espectros de luz branco, seguida pela azul e verde. A redução do conteúdo límpido do intestino (condição do hepatopâncreas), a condição do intestino e coloração do corpo foram os principais parâmetros que condicionaram na redução do ICL. No estudo sobre a ingestão de náuplio de *Artemia*, o menor consumo total de náuplios foi observado sob o regime preto (ausência de luz) (2.065 náuplios), e o maior consumo total foi sob a luz branca (3.998 náuplios). Segundo os resultados, nos estágios II, III, X e XI a cor do ambiente não influenciou a ingestão de náuplios de *Artemia* ($p > 0,05$), no entanto, entre os estágios larvais IV ao IX houve variação significativa na quantidade de náuplios consumidos, nos quais as larvas consumiram mais náuplios estando sob o efeito das luzes branca, azul e verde, em comparação a luz vermelha e sob a ausência de luz. Em relação a preferência de cor por larvas de *M. rosenbergii*, foi verificado que no estágio VII os animais preferiram permanecer sob luz branca, independentemente de permanecerem em grupo ou sozinhos. Com a evolução do desenvolvimento (estágio XI), os animais passaram a preferir a luz azul ($p < 0,05$). Em resumo, os resultados sugerem uma interação entre o espectro de luz e o estágio de vida, demonstrando que diferentes ambientes de luz podem afetar o comportamento das larvas de *M. rosenbergii*. Com base em nossos resultados em condições de laboratório, sugere-se que a luz branca é a mais favorável para a larvicultura de *M. rosenbergii* e que o efeito da cor da luz é específico da espécie para todos os parâmetros analisados.

Palavras-chave: Condições de iluminação, estágio de vida, fatores ambientais, ingestão de alimentos, LED, preferência

ABSTRACT

Effect of light spectra on the behavior and larval development of the Malaysian shrimp, *Macrobrachium rosenbergii*

In indoor cultivation systems, it is essential to provide elements that favor the development of aquaculture species. Given this, the light spectrum, can improve growth and increase survival in different species. Three experiments were carried out with the objective of investigating the effects of red, blue, green, white light and absence of light on larval development, ingestion of *Artemia* nauplii and light color preference in *Macrobrachium rosenbergii* larvae. The results of the present study demonstrate a significant influence ($p < 0.05$) on larval development, productivity, survival and final biomass of *M. rosenbergii* larvae. In general, the inferior results were from the animals exposed to the dark regime and under the red light. *M. rosenbergii* larvae, at the end of the study, showed the highest larval stage index and larval condition index under the white light spectrum, followed by blue and green light. The reduction of the lipid content of the intestine (hepatopancreas condition), the condition of the intestine and the color of the body were the main parameters that conditioned the reduction of the ICL. In the study on *Artemia* nauplii ingestion, the lowest total consumption of nauplii was observed under the black regime (no light) (2,065 nauplii), and the highest total consumption was under white light (3,998 nauplii). According to the results, in stages II, III, X and XI the color of the environment did not influence the ingestion of *Artemia* nauplii ($p > 0.05$), however, between larval stages IV to IX there was a significant variation in the number of nauplii consumed, in which the larvae consumed more nauplii being under the effect of white, blue and green lights, compared to red light and under the absence of light. Regarding color preference for *M. rosenbergii* larvae, it was verified that in stage VII the animals preferred to remain under white light, regardless of whether they remained in a group or alone. As development progressed (stage XI), the animals began to prefer blue light ($p < 0.05$). In summary, the results suggest an interaction between light spectrum and life stage, demonstrating that different light environments can affect the behavior of *M. rosenbergii* larvae. Based on our results under laboratory conditions, it is suggested that white light is the most favorable for larviculture of *M. rosenbergii* and that the effect of light color is species-specific for all analyzed parameters.

Keywords: Lighting conditions, life stage, environmental factors, food intake, LED, preference

INTRODUÇÃO

Em sistemas de cultivo em ambientes fechados, a adição de elementos é essencial para o desenvolvimento de espécies aquícolas. No entanto, fontes de luz como lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou de haletos metálicos tradicionalmente aplicadas na aquicultura parecem ser insuficientes para fornecer condições ideais de criação (HSIEH; HO; WANG, 2023). O díodo emissor de luz (LED) vem sendo utilizado na aquicultura por fornecer um sistema de iluminação mais eficiente, podendo ser ajustado para as diferentes espécies (VILLAMIZAR; GARCÍA-ALCAZAR; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 2009; ZOU *et al.*, 2022). Em vista disso, é possível adicionar espectro de luz, que poderia proporcionar melhor crescimento e aumentar a sobrevivência nas diferentes espécies.

Até o momento, a maioria dos estudos de suplementação luminosa tem sido realizada com peixes, com diversos resultados dependendo da espécie. Por exemplo, a luz verde promoveu o crescimento em juvenis de *Paralichthys olivaceus* (ZOU *et al.*, 2022). A luz vermelha e as luzes contínuas proporcionaram maior sobrevivência, enquanto a escuridão permanente reduziu a porcentagem de sobrevivência e suprimiu a produção total de biomassa das larvas de *Wallago attu* (GIRI *et al.*, 2002). Além disso, o LED azul tem efeito positivo no desempenho de crescimento, capacidade antioxidante, imunidade inata e reprodução de *Plecoglossus altivelis* (HSIEH; HO; WANG, 2023).

No camarão há indícios de que a condição de luz também é compreendida e pode afetar seu desempenho. Um estudo com *Fenneropenaeus chinensis* sugere que a mudança do espectro de luz pode ser um fator que afeta diretamente o crescimento do camarão (WANG *et al.*, 2003). A luz verde influenciou positivamente na qualidade da água e no desenvolvimento de microrganismos, bem como promoveu melhor desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei* (REIS *et al.*, 2023). Estudo com larvas de *Macrobrachium amazonicum* sugere que a luz branca promove melhor desenvolvimento larval (BASTOS *et al.*, 2019). Esses resultados ressaltam a complexa relação que existe entre um organismo e seu ambiente visual. Um estudo recente sugere que as luzes verdes e brancas proporcionam melhor desempenho e produtividade em larvas de *Macrobrachium rosenbergii* (WEI *et al.*, 2021). No entanto, ainda não se tem

informações suficientes sobre os efeitos dos espectros de luz no comportamento e desenvolvimento larval de *M. rosenbergii*.

Testes de preferência de cores têm sido amplamente considerados para determinar as melhores condições ambientais para os animais (KAWAMURA *et al.*, 2016). O camarão *L. vannamei* pode apresentar alterações no seu comportamento ou ingestão alimentar quando exposto a diferentes condições de luz (SANTOS *et al.*, 2016). Os crustáceos estomatópodes são conhecidos por sua sensibilidade a diferentes faixas de comprimento de onda, pois seus olhos contêm uma infinidade de fotorreceptores especializados em detecção cromática (BOK; ROBERTS; CRONIN, 2018). Essa característica também parece existir para os camarões de água doce.

As larvas do camarão de água doce possui olhos compostos de aposição com grandes parâmetros ópticos, que supostamente capturam mais luz (KAWAMURA *et al.*, 2018). Em geral, o mecanismo das funções oculares das espécies de *Macrobrachium* ainda é desconhecido (BASTOS; LIMA; TAVARES-DIAS, 2019). Até o momento, poucos estudos relatam a preferência da cor no desenvolvimento de larvas e pós-larvas de *M. rosenbergii*. A maioria dos estudos examina apenas a cor dos abrigos e coloração dos tanques (YASHARIAN *et al.*, 2005; KAWAMURA *et al.*, 2017). Em Estudo recente de preferência de cor de fundo, sugere que o estágio de vida, bem como o brilho relativo em vez de cromaticidade podem influenciar a escolha de *M. rosenbergii* (KAWAMURA *et al.*, 2020).

O *M. rosenbergii* tem crescimento rápido, carne de alta qualidade e alto potencial econômico, além de ser uma das espécies de camarão de água doce mais promissoras para aquicultura (WEI *et al.*, 2021). Este camarão se reproduz em condições de cativeiro e suas larvas podem ser cultivadas seguindo práticas padronizadas (CAVALLI *et al.*, 2000). O período de reprodução e criação das larvas dessa espécie é considerado longo, em torno de 20 e 25 dias (podendo variar), respectivamente (IGARASHI, 2020; WEI *et al.*, 2021), e são consideradas frágeis nos primeiros dias de vida. Devido à relevância desta espécie, estudos sobre o desenvolvimento larval à condição luminosa são cruciais para fornecer informações sobre a produtividade maximizada.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da luz (vermelha, azul, verde, branca e ausência de luz) sobre o desenvolvimento larval, ingestão de náuplios de *Artemia* e preferência de cor em larvas de *Macrobrachium rosenbergii*.

REVISÃO DE LITERATURA

Carcinicultura de água doce

Nas duas últimas décadas houve aumento significativo na produção aquícola mundial. Em 2014, a produção superou progressivamente a da pesca de captura, com tendência de crescimento para os próximos anos (FAO, 2020). A aquicultura é uma atividade flexível que pode ser realizada em pequena, média ou grande escala e a carcinicultura está inserida neste contexto.

A carcinicultura, definida como cultivo de crustáceos em cativeiro, vem se desenvolvendo ano após ano. Esta atividade em água doce atende aos princípios da aquicultura sustentável, pois apresenta baixo impacto ambiental, gera empregos, é lucrativa e se adapta bem em empresas que usam mão de obra familiar (VALENTI *et al.*, 2021). Em 2020, a produção aquícola mundial do camarão de água doce do gênero *Macrobrachium* (Bate) atingiu 522,8 mil toneladas (FAO, 2022), e a produção mundial de *M. rosenbergii* atingiu 294 mil toneladas (aproximadamente, US\$ 2,4 bilhões).

Estudos demonstram que há lucratividade no cultivo de camarões de água doce no Brasil, ainda assim as indústrias não se desenvolveram de acordo ao seu potencial (VALENTI *et al.*, 2021). A disponibilidade de pós-larvas e de rações de baixo custo são apontados como os principais obstáculos. O Brasil não reporta dados oficiais de produção (captura e aquicultura) desde 2014 à FAO. A maior parte da produção no Brasil, vem de pequenas fazendas com áreas com menos de 2 hectares, semelhante à vários produtores dos países da Ásia (NEW, 2000; VALENTI; MALLASEN; BARROS, 2009; VALENTI *et al.*, 2021), nos quais a tecnologia de cultivo já está bem dominada.

Os camarões de água doce que se destacam na aquicultura pertencem ao gênero *Macrobrachium*, na qual apresenta características bastante apreciadas para serem cultivadas em escala comercial. Este gênero é representado por um grupo diversificado,

possuindo aproximadamente 200 espécies distribuídas em espécies nativas e exóticas (NEW, 2002). No Brasil, as principais espécies do gênero *Macrobrachium* que são produzidas são a espécie exótica, *M. rosenbergii* e a nativa, *M. amazonicum*. No entanto, a única espécie que desempenha papel de liderança, como protagonista principal é *M. rosenbergii* (NEW *et al.*, 2010; IGARASHI, 2020; VALENTI *et al.*, 2021).

Espécie *Macrobrachium rosenbergii*

M. rosenbergii, conhecido popularmente como camarão-da-malásia, é natural das regiões tropicais e subtropicais, habita corpos de água doce ou salobra que se comunicam com o mar do sul e sudeste asiático, norte da Oceânia e ilhas do Indo Pacífico (LING, 1967; ACHE, 1982; PINHEIRO; HEBLING, 1998). Foi introduzido no Brasil na década de 70 por ser considerado o mais interessante para o cultivo (PINHEIRO; HEBLING, 1998). E sobretudo por ser uma espécie rústica, precoce, fecunda, fértil e prolífica, além de adaptar-se bem à criação em cativeiro, pois tolera bem as variações físico-químicas do ambiente, principalmente climáticas. Além disso, o *M. rosenbergii* tem menor sensibilidade a doenças quando comparado ao camarão marinho, como o *L. vannamei* (VALENTI; DANIELS, 2000; IGARASHI, 2020).

Como a maioria dos camarões de água doce de interesse comercial, o *M. rosenbergii* passa por quatro fases específicas durante seu ciclo de vida: ovo, larva, pós-larva e adulto (PINHEIRO; HEBLING, 1998; NEW, 2000; VALENTI; MALLASEN; BARROS, 2009; NEW *et al.*, 2010). O tempo requerido difere entre cada fase, assim como a taxa de crescimento, variando de um indivíduo para outro. De acordo com LOBÃO (1996), a temperatura ideal para a espécie é em torno de 28 a 30° C, sendo que temperaturas abaixo de 15° C são consideradas letais.

O *M. rosenbergii* pode atingir 32cm de comprimento e 500 gramas de peso, sendo apontado como um dos maiores camarões de água doce (PINHEIRO; HEBLING, 1998). Considerado um animal bentônico, pois vive em associação com o fundo dos viveiros, estuários e reservatórios, caminha com o auxílio dos pereiópodos e utiliza os pleópodos para nadar em curtas distâncias (PINHEIRO; HEBLING, 1998). Na natureza se alimenta basicamente de dieta onívora (LING, 1967).

A reprodução ocorre durante o ano inteiro em regiões de clima tropical. Sua reprodução é sexuada por fecundação externa. Durante a época da reprodução, a fêmea passa por muda pré-nupcial, seguida pelo acasalamento e deposição do espermátóforo próximo aos poros genitais da fêmea. Os óvulos são fertilizados no momento que passam pelo espermátóforo, e se fixam junto aos pleópodos na região abdominal (LING, 1967; NEW; SINGHOLKA, 1985; IGARASHI, 2020).

O desenvolvimento embrionário dura aproximadamente 20 dias, os ovos passam da cor alaranjada para cinza-escuro, e são, frequentemente, ventilados pelos movimentos dos pleópodos, com objetivo de manter alto o nível de oxigênio dissolvido em volta destes (IGARASHI, 2020; PINHEIRO; HEBLING, 1998). A fase de incubação pode ser realizada em grandes reservatórios com tecnologia sofisticada ou em sistemas muito simples. Na natureza, ao final do desenvolvimento embrionário, as fêmeas migram até a área estuarina onde ocorre a eclosão das larvas (PINHEIRO; HEBLING, 1998).

Larvas de *Macrobrachium rosenbergii*

A larvicultura é a etapa mais complexa do cultivo, devido as larvas serem pequenas e extremamente frágeis nos primeiros estágios. Nesta fase, as larvas são colocadas em tanques de recirculação ou fluxo direto de água com aquecedores, aeração e luz natural indireta ou de lâmpada (VALENTI; MALLASEN; BARROS, 2009; DAVID; COHEN; VALENTI, 2016; VALENTI; FLICKINGER, 2020), numa densidade de 80 a 100 larvas/L com condições de cultivo controladas, no qual se desenvolvem até a metamorfose em pós-larvas.

São 11 os estágios larvais do *M. rosenbergii* e são denominados zoea. A duração desta fase é de aproximadamente 30 dias, dependendo das condições de cultivo. Cada estágio larval é definido por diferenças fisiomorfológicas distintas, permitindo assim a sua identificação com o desenvolvimento progressivo das estruturas no decorrer da mudança dos estágios.

As principais características observadas em cada estágio larval são: zoea I: olhos sésseis, zoea II: olhos pedunculados; zoea III: surgimento do urópodo (exopodito); zoea IV: presença do exopodito e endopodito do urópodo; zoea V: telso estreito e alongado com formato quadrangular; zoea VI: surgimento de pequenos brotos dos pleópodos;

zoea VII: pleópodos desenvolvidos com endopodito e exopodito e sem cerdas; zoea VIII: pleópodos com cerdas no endopodito; zoea IX: endopodito e exopodito dos pleópodos apresentam cerdas e surgimento de apêndices internos no endopodito; zoea X: três ou quatro dentes dorsais no rosto e apresentam quelas do primeiro e segundo pares de pereiópodos; zoea XI: muitos dentes dorsais e ventrais no rosto e flagelo antenal desenvolvido com cerca de quinze segmentos (UNO; KNOW, 1969; DIAZ; KASAHAKA, 1987; PINHEIRO; HEBLING, 1998). Após este período, a larva passa por uma nova muda, com comportamento predominantemente bentônico, adquirindo características similares às do adulto e passa a ser denominada de pós-larva (PL).

Embora sejam frágeis nos primeiros estágios de desenvolvimento, as larvas do *M. rosenbergii* suportam densidade de estocagem elevadas (KAMARUDIN *et al.*, 1994; NHAN *et al.*, 2010; DAVID; COHEN; VALENTI, 2016). Na fase larval, nadam livremente de cabeça para baixo usando seus apêndices torácicos, capturando o alimento que está ao seu alcance (PINHEIRO; HEBLING, 1998; NEW, 2002; BARROS; VALENTI, 2003), sendo positivamente atraídos pela luz.

A qualidade da água do cultivo e o alimento são fundamentais para sobrevivência e metamorfose das larvas de crustáceos. Ao longo do cultivo, as larvas de *M. rosenbergii* requerem água salobra (salinidade 12), temperatura podendo variar de 28 a 30°C, concentração de oxigênio dissolvido mantido próximo ao valor de saturação e pH entre 7,0 e 8,5 (VALENTI; DANIELS, 2000; NEW, 2002; NEW *et al.*, 2010).

A alimentação é baseada no fornecimento de náuplios de *Artemia* recém eclodidos associada à ração balanceada (BARROS; VALENTI, 1997). A suplementação com ração ou dieta úmida é feita somente a partir do estágio VII (BARROS; VALENTI, 2003; NHAN *et al.*, 2010; NIK SIN; SHAPAWI, 2017). Temperatura, salinidade da água e luminosidade inadequadas podem prejudicar o metabolismo e o comportamentos de larvas, conseqüentemente, afeta a taxa de alimentação e o desenvolvimento (MINAGAWA, 1994; NHAN *et al.*, 2010; ARAUJO; VALENTI, 2011; NIK SIN; SHAPAWI, 2017).

Luz e cor dos tanques de cultivo também são fatores que impactam o consumo do alimento e a sobrevivência das larvas (ANGER, 2001; MACIEL; VALENTI, 2014; YASHARIAN *et al.*, 2005). A intensidade de luz está diretamente relacionada à habilidade de identificar o alimento no ambiente (BARROS; VALENTI, 2003). No

cultivo de larvas de *M. rosenbergii*, as intensidades de luz mais utilizada estão entre 250 e 800 Lux (NEW, 2002).

Foram estudadas diferentes cores de tanques durante o cultivo desta espécie: cores verde, vermelho e preto desempenharam papel significativo na sobrevivência das larvas cultivadas (DANIELS; D'ABRAMO; PARSEVAL, 1992; LIN; OMORI, 1993; YASHARIAN *et al.*, 2005). A cor do tanque também pode interferir na qualidade de luz e o espectro de luz que penetra na coluna d'água, podendo assim influenciar no comportamento das larvas e dos náuplios de *Artemia* (YASHARIAN *et al.*, 2005; VILLAMIZAR *et al.*, 2009; VILLAMIZAR *et al.*, 2011).

Alimentação na larvicultura

Na larvicultura de peixes e crustáceos tem sido experimentada várias fontes de alimentos com o objetivo de estabelecer uma dieta adequada. Devido as larvas apresentarem uma extensa variedade de adaptações ao ambiente pelágico, que envolve modificações na morfologia funcional, ciclo de muda, nutrição, crescimento, composição química, metabolismo, ecologia e comportamento (ANGER, 2001). Assim, é importante conhecer os alimentos apropriados e a quantidade ideal para o desenvolvimento das larvas, bem como a relação desses fatores com as estruturas anatômicas das peças bucais e estomago das larvas (BARROS; VALENTI, 2003b; GOMES *et al.*, 2014).

A ingestão de alimentos vivo foi investigado nas larvas de diferentes espécies de crustáceos: *Hyas araneus* (ANGER; DIETRICH, 1984), *Palaemon serratus* (YÚFERA; RODRÍGUEZ, 1985), *Ranina ranina* (MINAGAWA; MURANO, 1993), *Scylla serrata* (SUPRAYUDI; TAKEUCHI; HAMASAKI, 2002), *Macrobrachium rosenbergii* (BARROS; VALENTI, 2003^a), *Macrobrachium amazonicum* (MACIEL; NEW; VALENTI, 2012), *Macrobrachium carcinus* (COELHO-FILHO; GONÇALVEZ; BARROS, 2018). No geral, estes autores observaram que a taxa de consumo se intensifica à medida que a densidade do alimento aumenta, variando de acordo com o estágio de desenvolvimento ontogenético das larvas, com resultado positivo no crescimento e desenvolvimento larval.

Artemia é amplamente utilizado na aquicultura mundial, como principal alimento para larvas de crustáceos e peixes (SORGELLOOS; DHERT; CANDREVA,

2001). Isto se deve ao fácil manejo, tamanho adequado, alta concentração de aminoácidos livres e nutrientes essenciais às larvas predadoras (LAVENS; SORGELOOS, 2000; ANH *et al.*, 2009; MÉNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2018). No entanto, é essencial o uso da *Artemia* em seu primeiro estágio de desenvolvimento (náuplios) (SORGELOOS; DHERT; CANDREVA, 2001), visto que os náuplios de *Artemia* recém eclodidos, ainda possuem o saco vitelínico que são ricos em proteínas, lipídios e ácidos graxos essenciais. Segundo estes autores para evitar a muda dos náuplios de *Artemia* para o instar II (segundo estágio), é importante armazenar os náuplios recém eclodidos em temperatura abaixo de 10°C.

Seu uso também é vantajoso devido ao fato desses microrganismos possuírem alta capacidade de natação. Os náuplios de *Artemia* possui comportamento de natação bastante variado e evolui ao longo da ontogenia (ANUFRIIEVA; SHADRIN, 2014), o que facilita a captura e ingestão durante todas as fases de desenvolvimento larval. São de fácil digestibilidade, porém não suprem todas as necessidades nutricionais durante o desenvolvimento das larvas, devido a faltar alguns ácidos graxos polinsaturados n3 e n6 essenciais (PUFAs) (THINH; RENAUD; PARRY, 1999; SORGELOOS; DHERT; CANDREVA, 2001; BARROS; VALENTI, 2003; SANTOS *et al.*, 2007; DHONT *et al.*, 2010; ALI *et al.*, 2017).

O uso de rações complementares compensa as deficiências dos náuplios de *Artemias*, devido apresentar mais de 45% de proteína bruta, dependendo dos ingredientes e proporções utilizadas no preparo (DANIELS; D'ABRAMO; PARSEVAL, 1992; PINHEIRO; HEBLING, 1998). Os alimentos inertes são normalmente baseados em formulações semi-úmidas, que podem ser facilmente produzidas em larviculturas comerciais.

O comportamento alimentar das larvas de *M. rosenbergii* é definido por captura do alimento, manipulação e ingestão ou rejeição (BARROS; VALENTI, 1997). A dieta úmida utilizada na larvicultura de *M. rosenbergii* é um creme de ovos, composto sucintamente pela mistura de ovo de galinha, molusco, peixe, farinha de trigo, leite em pó, óleo de peixe marinho e suplemento vitamínico e mineral. Uma vez que nenhuma formulação de ração ainda está disponível para substituir completamente a *Artemia*, esta ainda permanece essencial nas larvicultura comerciais (SORGELOOS; DHERT; CANDREVA, 2001).

Espectros de luz

A cor é um atributo essencial na natureza, na qual o conhecimento espectral de imagens coloridas vem sendo utilizada em diversas tecnologias (VALENCIA; MILLÁN, 2007; GARCÍA-MARTÍNEZ *et al.*, 2010; MORENO, 2020). A luz visível é constituída de comprimento de onda curto (azul: 440-485 nm e violeta: 380-440 nm), comprimento de onda médio (amarelo: 565-590 nm e verde: 500-565 nm) e comprimento de onda longo (vermelho: 625-740 nm e laranja: 590-625 nm) (WU *et al.*, 2021).

Os díodos emissores de luz (LEDs) são pequenos componentes eletrônicos semicondutores que são energeticamente eficientes, ecológicos e duráveis (HSIEH; HO; WANG, 2023), contudo ainda são pouco exploradas na aquicultura. Segundo Migaud *et al.* (2007), os LEDs podem ser desenvolvidos para produzir comprimentos de onda específicos, podendo ser moldados ao ambiente e às diferentes espécies. Além de serem mais resistentes ao meio ambiente, possuem custos de operação elétrica e vida útil mais longa quando comparados às lâmpadas incandescentes (MORENO; CONTRERAS, 2007). O sistema de iluminação em LED poderia fornecer luz muito mais eficiente do que os atualmente utilizados na aquicultura (VILLAMIZAR; GARCÍA-ALCAZAR; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, 2009; HSIEH; HO; WANG, 2023).

O espectro de luz possui influência significativa no desempenho de animais aquáticos, visto que a cor é utilizada para comportamentos específicos dos animais, como fototaxia e reconhecimento de objetos (KELBER; VOROBYEV; OSORIO, 2003; WU *et al.*, 2021). A composição espectral difere entre as camadas de água devido à diferença da propagação da luz de comprimentos de onda longos e curtos (VILLAMIZAR *et al.*, 2011; WU *et al.*, 2021). A luz de comprimento de onda longo (luz vermelha) é facilmente absorvida, sendo observada apenas em águas superficiais e rasas, já os comprimentos de onda curto (luz azul) penetra na água com mais profundidade (MIGAUD *et al.*, 2007).

Em ambientes aquáticos, a intensidade da luz e a cor da luz podem exercer papel importante no comportamento e desenvolvimento de algumas espécies. Os efeitos da intensidade, fotoperíodo e espectros de luz divergem entre as diferentes espécies e aparentam ser específicos da espécie. Na piscicultura, o uso de luzes artificiais vem sendo utilizado com sucesso. Em teleósteos marinhos, Villamizar *et al.* (2009)

constatarem que a luz incidente possui influência no desenvolvimento, crescimento e sobrevivência, em nível de intensidade e conteúdo espectral. Em tilápias, o efeito da luz vermelha no crescimento dos peixes foi significativo, além de apresentar melhor ganho de peso, comprimento corporal e taxa de sobrevivência (LOPEZ-BETANCUR *et al.*, 2020). Em juvenis de *Plecoglossus altivelis*, a iluminação LED azul proporcionou melhor desempenho de crescimento (HSIEH; HO; WANG, 2023).

Nos crustáceos, os olhos compostos são um dos principais receptores de luz e escuridão, e são envolvidos por numerosos órgãos neurosecretores (MEYER-ROCHOW, 2001; CRONIN; BOK; LIN, 2017; ZUO *et al.*, 2018), além de alguns crustáceos possuírem também fotorreceptores. Em organismos com fotorreceptores, espectros de luz com vários comprimentos de onda não apenas influenciam sua fisiologia, mas também afetam a reprodução, o crescimento e o comportamento (PIERCE *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2020).

O crescimento de algumas espécies de crustáceos também é afetado pelo espectro de luz utilizado, assim como o seu comportamento, a maturação ovariana e conseqüentemente, sua reprodução (EMMERSON, 1980; PRIMAVERA; CABALLERO, 1992; GUO *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2004). No camarão *L. vannamei*, Guo *et al.* (2012) demonstraram que a flutuação periódica do espectro promoveu melhor crescimento. Reis *et al.* (2023) comprovaram que o comprimento de onda verde possui influência positiva na qualidade da água e no desempenho zootécnico, em sistema de bioflocos para esta mesma espécie.

A luz é extremamente essencial para o cultivo de larvas de camarão de água doce. Daniels *et al.* (1992) relataram que em dias nublados o consumo de alimento é significativamente reduzido e que as larvas utilizam a visão para se alimentar. Enquanto a maioria das larvas captura o alimento por acaso, algumas larvas nadam na direção do alimento antes de pegá-lo (BARROS; VALENTI, 1997). Corroborando com isto, Kawamura *et al.* (2016) sugerem que as larvas de *M. rosenbergii* são alimentadores visuais e já possuem visão em cores. Para as larvas de *M. amazonicum*, a cor afetou de forma significativa o consumo de alimentos, o desenvolvimento, a condição larval, a sobrevivência e a produtividade (BASTOS; LIMA; TAVARES-DIAS, 2019).

Em condições ideais, a luminosidade pode favorecer o aumento do consumo de alimentos, bem como estimular a produção de células pigmentares, os cromatóforos, que estão intimamente ligados à saúde da larva (RUDENKO *et al.*, 2017). Cada receptor de cor corresponde à determinada frequência e comprimentos de onda que diferencia das demais (SCARINCI; MARINELI, 2014). A cor representa um papel fundamental no hábito alimentar de camarões (KAWAMURA *et al.*, 2018). Contudo, a visão de cores depende da luz ambiente e se torna ineficiente em intensidades de luz baixa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais e condição experimental

As larvas de *M. rosenbergii* foram provenientes de fêmeas adquiridas no Sítio Flamboyant da cidade de Dias d'Ávila – BA e os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Larvicultura de Camarão (LARVCAM) do Setor do Curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

As fêmeas de *M. rosenbergii* foram selecionadas com ovos no início do desenvolvimento embrionário (coloração alaranjada), desinfetadas em solução de formaldeído 25 ppm durante 30 minutos e, em seguida, transferidas para tanque de polietileno de 250 L com água em temperatura de $29,00 \pm 0,70^{\circ}\text{C}$, salinidade 5,0 e aeração constante. As fêmeas foram alimentadas com ração comercial (Poti Guaçu 35 EXT), contendo 35% de proteína bruta e 7,5% de lipídio bruto e fragmentos de peixe ao longo do desenvolvimento embrionário até a eclosão das larvas.

Larvas recém-eclodidas ($0,034 \pm 0,003\text{mg}$) foram povoadas em dois tanques (tanques suporte) cilíndricos azuis (100L), na densidade de 100 larvas/L. Os tanques foram providos de aeração constante, aquecedor/termostato para manter a temperatura da água, sistema fechado dinâmico de recirculação de água e salinidade 12. Estes tanques tinham a finalidade de fornecer larvas nos diferentes estágios para os experimentos de ingestão de náuplios de *Artemia* e de preferência da cor da luz.

As larvas do tanque de larvicultura suporte foram alimentadas “*ad libitum*” exclusivamente com náuplios recém eclodidos de *Artemia* dos estágio II ao VII ao final da tarde e do estágio VII até XI, pela manhã e ao final da tarde. Todas as larvas utilizadas neste estudo foram originárias de uma única fêmea.

A qualidade da água foi monitorada diariamente durante todo o experimento, analisando as seguintes variáveis: temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e amônia tóxica. Temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido foram verificados diariamente às 08:00h e às 17:00h por meio de uma sonda multiparâmetro digital (YSI, ProODO – Ohio, EUA). E a amônia tóxica medida 2x/semana pela manhã a partir de kits colorimétricos (Labcon®).

Os valores dos parâmetros de qualidade da água ficaram dentro dos padrões recomendados para a larvicultura de *M. rosenbergii* (VALENTI; DANIELS, 2000). Sendo estes, temperatura $29,00 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, salinidade $12,50 \pm 0,10$ ppm, pH $7,98 \pm 0,03$, oxigênio dissolvido $5,25 \pm 0,21$ mg L⁻¹ e concentração de amônia ($0,20 \pm 0,05$ mg L⁻¹).

Eclosão de náuplios de *Artemia* e preparo, análise e composição aproximada da dieta úmida inerte

Os cistos de *Artemia* foram descapsulados antes da incubação de acordo com o procedimento descrito por Sorgeloos *et al.* (1977). Em resumo: os cistos foram hidratados em uma solução de hipoclorito. Após a descapsulação, os cistos foram filtrados e lavados em água corrente, removendo assim todos os vestígios do hipoclorito. Em seguida os cistos foram transferidos para um tanque com água na salinidade 25 e pH 8,0 e mantidos por 24 horas sob forte aeração constante, temperatura 28°C e iluminação constante (acima de 2.000 lux). Após a eclosão, os náuplios foram coletados e mantidos em geladeira a 4-6°C com aeração suave para manter os náuplios no primeiro estágio.

A formulação da dieta úmida inerte foi adaptada de Valenti e Daniels (2000) (tabela 1). Os ingredientes foram adquiridos de fontes seguras garantindo a qualidade e forma correta de armazenamento. Todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados, cozidos em “banho-maria”, dividido em porções e armazenada em freezer a -18°C. A dieta foi passada por peneira de aço inoxidável com malha de 425 µm e coletada em peneira de 250 µm antes de alimentar as larvas.

A ração foi analisada a partir de três repetições. Foi avaliada a composição bromatológica, matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, determinadas conforme descrito pela Associação de Químicos Analíticos Oficiais (AOAC, 2005). Resumidamente, a matéria seca foi determinada por secagem de amostras a 105 °C até peso constante; cinza por incineração em mufla a 600 °C por 4 h; extrato etéreo por extração com éter de petróleo num aparelho Soxtec System HT (após hidrólise ácida); proteína bruta, medindo o azoto (N x 6,25) pelo método de Kjeldahl.

Tabela 1 – Ingredientes e composição centesimal da dieta úmida formulada para o experimento “Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii*.”

Ingredientes	(%)
Ovo de galinha homogeneizado	34,0
Crema de molusco	10,0
Filé de peixe	10,0
Leite em pó	4,0
Farinha de trigo	2,0
Óleo de peixe	0,8
Pré mistura de vitaminas minerais ^a	1,4
Água	37,8
Análise aproximada	(%)
Matéria seca	95,97
Proteína bruta	41,0
Lipídio bruto	26,06
Cinzas	9,33
Energia bruta (kcal/kg)	4,222

^a Mineral Premix: Choline Chloride (100.00 g/kg). Copper Sulphate (3.500.00 mg/kg). Iron Sulphate (20.00 g/kg). Manganese Sulphate (10.000.00 mg/kg). Cobalt Carbonate (80.00 mg/kg). Calcium Iodate (160.00 mg/kg). Sodium Selenite (100.00 mg/kg). Zinc Sulphate (24.00 mg/kg). Inositol (25.00 g/kg). Vitamin Premix (Vitre): Vit. A (2.400.000.00 UI/kg). Vit. D3 (600.000.00 UI/kg). Vit. E (30.000.00 UI/kg). Vit. K3 (3.000.00 mg/kg). Vit. B1 (4.000.00 mg/kg). Vit. B2 (4.000.00 mg/kg). Vit. B6 (3.500.00 mg/kg). Vit. B12 (8.000.00 mcg/kg). Vit. C (60.00 g/kg). Calcium Pantothenate (10.000.00 mg/kg). Niacin (20.00 g/kg). Folic Acid (1200.00 mg/kg). Biotin (200.00 mg/kg⁻¹).

Adaptado de Valenti e Daniels (2000).

Delineamento experimental

Foram realizados três experimentos com larvas de *M. rosenbergii*: 1) Determinar a influência dos espectros de luz sobre o crescimento, sobrevivência e desenvolvimento larval; 2) Avaliar a influência dos espectros de luz na ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios lavais; 3) Avaliar a preferência de cor de luz pelas larvas nos estágios VII e XI.

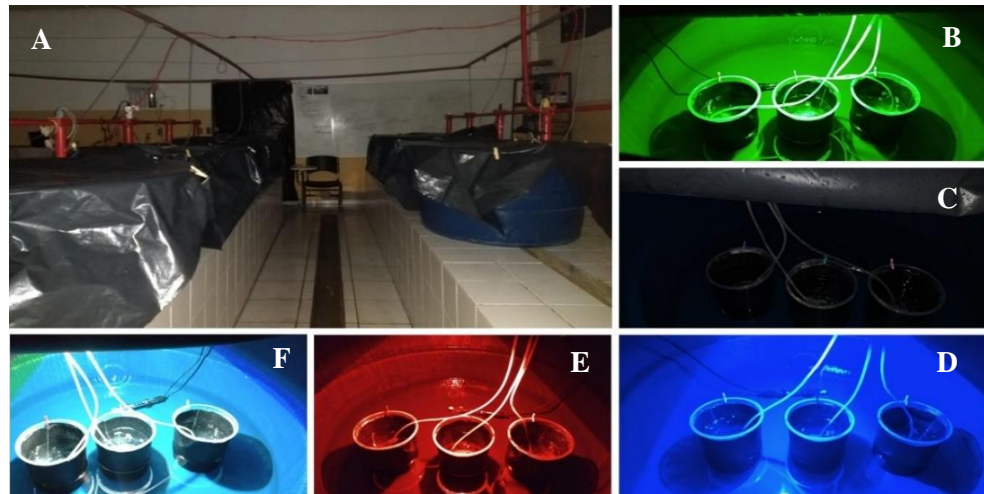
1) Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii*

Larvas de *M. rosenbergii* em estágio I foram distribuídas aleatoriamente em trinta recipientes plástico cilíndricos (preto), contendo 1L de água (salinidade 12) com densidade de 100 larvas/L, aeração constante, em sistema aberto, com troca diária de 50% da água.

Os recipientes foram colocados dentro de tanques azul de polietileno de 250L (Figura 1). Diferentes tratamentos de luz foram analisados: azul (B= 450 nm–480 nm de espectros de luz), verde (G= 495 nm–530 nm) e vermelho (R=615 nm–650 nm). A luz branca (450 nm–465 nm) e a ausência de luz (preto, 24 h sem luz) foram consideradas controles. A partir de um temporizador, foi definido o fotoperíodo de 12:12 (claro: escuro), com exceção do preto (PR). Este desenho experimental foi adaptado de Fleckenstein *et al.* (2019). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições.

As unidades experimentais foram iluminadas com luz LED (20W) (Nitrolux®), posicionados a 50cm da superfície da água (Figura 1). Os tanques foram preenchidos com água corrente e um aquecedor/termostato de 75W foi adicionado para manter a temperatura da água constante nas unidades experimentais (banho-maria). Posteriormente, os tanques foram isolados da luz externa com plástico preto.

Figura 1 – Visão geral das unidades experimentais (A) do experimento “Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de *Macrobrachium rosenbergii*”. Tanques com LEDs nas cores: verde (B), preto (C), azul (D), vermelho € e branco (F).



Fonte: Acervo do autor.

A qualidade da água foi monitorada diariamente durante todo o experimento, analisando as seguintes variáveis: temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido verificados às 08:00h e às 17:00h por meio de uma sonda multiparâmetro digital portátil (YSI, ProODO – Ohio, EUA). Amônia tóxica foi medida a partir de kits colorimétricos (Labcon®), duas vezes na semana. A alcalinidade (mg/L) uma vez por semana, seguindo metodologia de titulação (BEATTIE; GOLTERMAN; VIJVERBERG, 1978). Um luxímetro digital (INSTRUTHERM, LD-300) foi utilizado para mensuração da intensidade luminosa.

Os valores dos parâmetros de qualidade da água ficaram dentro dos padrões recomendados para a larvicultura de *M. rosenbergii* (VALENTI; DANIELS, 2000). Sendo estes, temperatura $29,42 \pm 0,29^{\circ}\text{C}$, alcalinidade $66,89 \pm 4,12 \text{ mg.L}^{-1}$ de CaCO_3 , salinidade $12,14 \pm 0,10 \text{ ppm}$, pH $7,98 \pm 0,03$, oxigênio dissolvido $5,07 \pm 0,31 \text{ mg.L}^{-1}$, concentração de amônia ($0,22 \pm 0,05 \text{ mg.L}^{-1}$). A intensidade luminosa (lux): Azul: $349,25 \pm 57,85$; Branco: $269,83 \pm 59,05$; Verde: $270,41 \pm 100,2$; Vermelho: $188,5 \pm 38,48$; Preto: 0,0.

As larvas foram alimentadas a partir do segundo dia de cultivo com náuplios recém eclodidos de *Artemia* (INVE) (5 náuplios/mL), às 17h00 até o final do cultivo. A

dieta úmida foi fornecida a partir do estágio VII, dividida em duas refeições pela manhã, às 8h00 e 11h00 e fornecida “*ad libitum*”.

Diariamente, antes da última refeição do dia, as fezes e os resíduos de alimentos foram sifonados e posteriormente, foi realizado a troca de 50% do volume de água. Para evitar qualquer influência de outra fonte de luz nos tratamentos, a manipulação das larvas foi realizada exclusivamente com luz infravermelha.

Desempenho, consumo dos náuplios de *Artemia*, índice de estágio larval (LSI) e índice de condição larval (LCI)

Foram determinadas as seguintes variáveis: Consumo dos náuplios de *Artemia*, Ganho de peso (determinado por meio do peso seco final subtraído do peso seco inicial); Sobrevivência (%) (número de larvas e pós-larvas ao final do experimento); % de larvas (número de larvas ao final do experimento em relação a sobrevivência total); % de pós-larvas (PL) (número de PL ao final do experimento em relação a sobrevivência total); Produtividade (PL/L) (número de PL ao final do experimento em relação ao volume do tanque); Biomassa (mg) (peso final*sobrevivência); Índice de estágio larval (IEL) e Índice de condição larval (ICL).

Para avaliar o consumo dos náuplios de *Artemia*, em seguida do fornecimento, 10 amostras (5ml) foram retiradas de cada tanque com o auxílio de uma pipeta graduada com a ponta cortada. Os náuplios presentes em cada amostras foram contados e registrados. Após 20 horas uma nova estimativa foi realizada para verificar a quantidade de náuplios não consumidos. A subtração destes valores resultou no consumo diário.

Em dias alternados, 10 larvas de cada repetição foram coletadas aleatoriamente e analisadas sob estereomicroscópio (OLYMPUS, SZ2/SZ51-LGB – Tóquio, JAPÃO) para verificar o índice de estágio larval (IEL) e o índice de condição larval (ICL).

O índice dos estágio larval (IEL) foi determinado de acordo com o método de Manzi *et al.* (1977). Para os cálculos do IEL foram considerados 11 estágios larvais e identificados segundo (UNO; KNOW, 1969). As pós-larvas recém metamorfoseadas não foram consideradas.

$$IEL = \sum ni.E / n$$

Sendo:

$n_i = n^\circ$ de larvas no estágio E;

E = estágio de desenvolvimento larval, variando de 1 a 11;

n = n° de amostras.

O índice de condição larval (ICL) foi estimado seguindo metodologia de Tayamen e Brown (1999). As características avaliadas são observadas na tabela 2. Em resumo foram: condição do intestino, conteúdo lipídico do intestino (condições do hepatopâncreas), pigmentação (estado dos cromatóforos), coloração do corpo, estado do rosto e cerdas. Cada item analisado recebia um valor de 0 a 2, sendo: 0 = pobre; 1 = aceitável; 2 = excelente.

$$ICL = \Sigma P/n$$

Sendo:

P = total de pontos atribuídos a cada larva analisada;

n = n° de larvas analisadas.

Para análise do peso inicial das larvas, dez amostras com 50 larvas foram separadas. Para o peso final, foram retiradas cinco amostras de 5 pós-larvas de cada recipiente. Estas foram lavadas em água destilada, secas em papel filtro e transferidas para cartuchos de papel alumínio com peso pré-determinado. Os cartuchos contendo as larvas foram levados à estufa (60°C) por 24h e posteriormente, no dessecador por 2h. Foram então, pesadas em balança analítica (MARTE CIENTÍFICA ATY 224, precisão de 1µg).

Ao final do experimento (25 dias), larvas e pós-larvas foram coletadas, pesadas e contadas.

Tabela 2 - Avaliação da qualidade larval de *Macrobrachium rosenbergii* para cálculo do Índice de condição larval (ICL).

Critérios analisados¹	Condição	Pontos
Condição do intestino	Intestino vazio	0
	Moderadamente cheio (30-60%)	1
	Intestino cheio com fios fecais	2
Conteúdo lipídico do intestino (condições do hepatopâncreas)	Sem vacúolos lipídicos	0
	Vacúolos muito pequenos (10-40%)	1
	Relativamente cheio (60-90%)	2
Pigmentação (estado dos cromatóforos)	Sem pigmentos de cor	0
	Cromatóforos moderados em uma área	1
	Cromatóforos bem dispersos (coloração rosa ou âmbar)	2
Coloração do corpo	Cromatóforos totalmente contraídos	0
	Laranja-claro moderado nos segmentos abdominais	1
	Mistura de bronzeado/laranja/vermelho nos segmentos abdominais	2
Estado do rosto e cerdas	Cinzeno ou azulado escuro nos segmentos abdominais	0
	Cerdas enroladas ou dobradas no rosto, pereópodes, télson, urópodes	1
	Cerdas retas e inteiras; sem deformidades no rosto, pereópodes, pleópodos, télson, urópodes	2

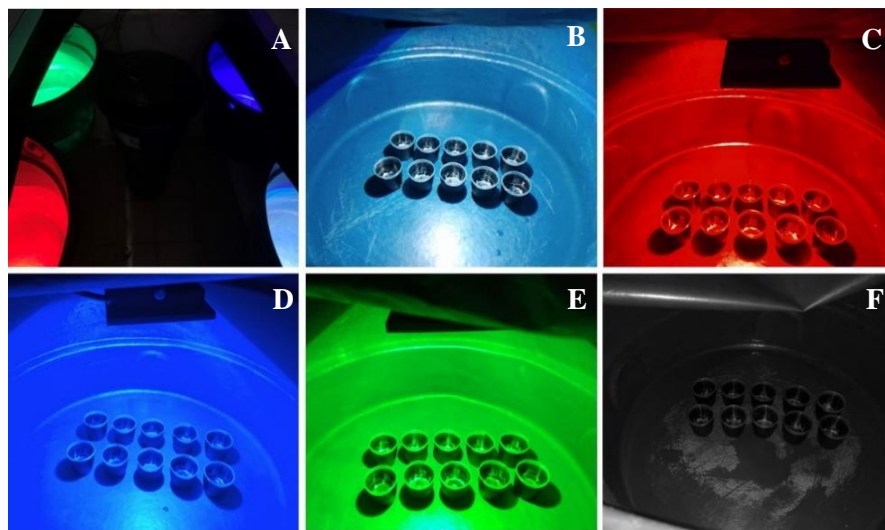
¹ Adaptado de Tayamen e Brown (1999)

2) Ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios larvais de *Macrobrachium rosenbergii*

Para cada estágio de desenvolvimento larval (II ao XI), foram avaliados diferentes tratamentos de luz: azul, verde e vermelho. A luz branca e a ausência de luz (24 h sem luz) foram consideradas controles. As larvas no estágio I não foram avaliadas uma vez que estas não se alimentam (MOLLER, 1978; BARROS; VALENTI, 1997).

Os testes foram realizados em recipientes plásticos cilíndricos (preto) de 60 mL (Figura 2). As unidades experimentais foram dispostas dentro de caixas cilíndricas azuis de polietileno de 100L. Este desenho experimental foi adaptado de Barros e Valenti (2003). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e dez repetições (recipientes plásticos) para cada estágio avaliado (II ao XI), totalizando 500 unidades experimentais.

Figura 2 - Visão geral das unidades experimentais (A) do experimento Ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios larvais de *Macrobrachium rosenbergii*. Tanques com LEDs nas cores: branco (B), vermelho (C), azul (D), verde (E) e preto (F).



Fonte: Acervo do autor.

As unidades experimentais foram iluminadas com luz LED (20W) (Nitrolux®), posicionados a 30cm da superfície da água. Posteriormente, os tanques foram isolados da luz externa com plástico preto. A partir de um temporizador, foi definido o fotoperíodo de 12:12 (claro:escuro), com exceção do preto, o qual foi mantido 24h sem luz. O experimento foi conduzido em ambiente com temperatura entre 28-30°C.

Náuplios de *Artemia* recém eclodidos (INVE) foram contados manualmente com auxílio de pipeta Pasteur de vidro e uma fonte de luz. Em seguida, foram transferidos para recipiente plástico contendo 40 mL de água na salinidade 12. A água foi coletada da larvicultura suporte e filtrada em tela de nylon de malha de 20 micras. A densidade utilizada foi de 5 náuplios/mL, totalizando 200 náuplios em cada recipiente.

Foram coletadas cinquenta larvas no mesmo estágio larval do tanque suporte, e adicionada uma em cada recipiente plástico. Os estágios larvais foram identificados de acordo com Uno e Know (1969). Somente larvas saudáveis (observadas visualmente em estereomicroscópio) foram utilizadas nos testes.

Após 24 horas, a larva foi retirada do recipiente plástico e os náuplios não consumidos foram contabilizados. Foram considerados apenas os indivíduos intactos. A ingestão foi determinada pela diferença entre o número final e o número inicial de náuplios de *Artemia*. Após cada teste, as larvas manipuladas foram descartadas, evitando assim que a mesma larva em estágio diferente seja utilizada novamente.

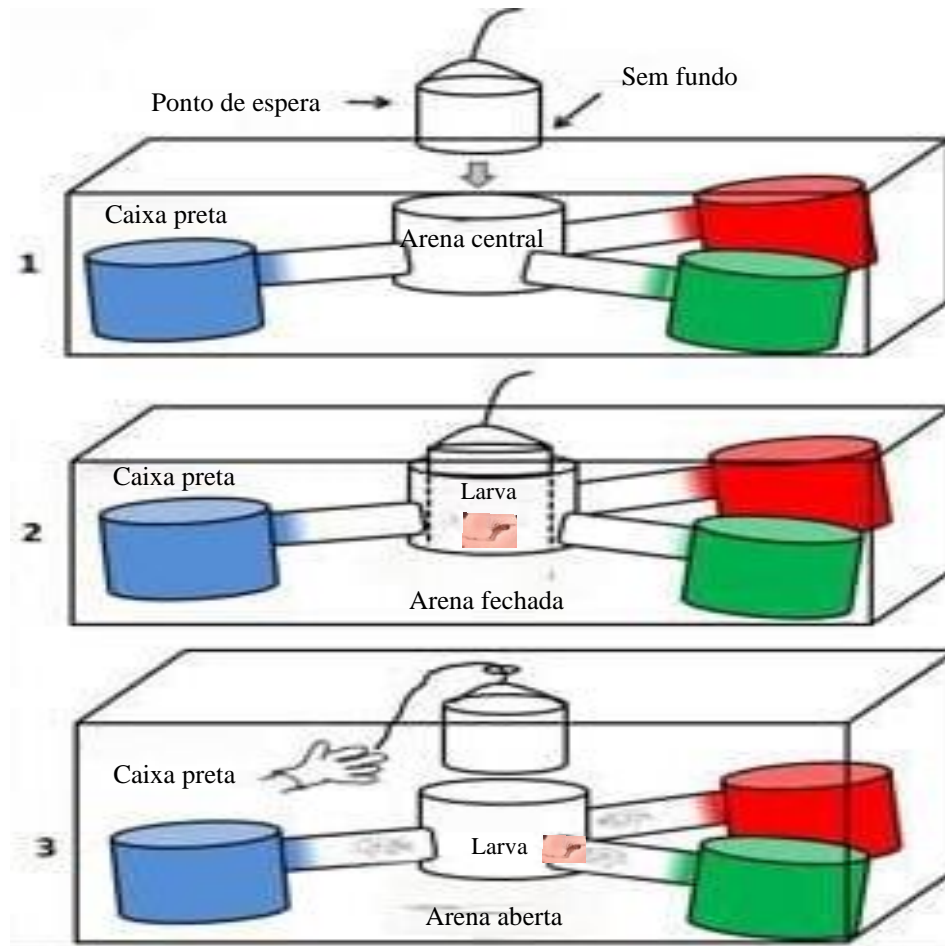
3) Preferência de cor de luz pelas larvas de *Macrobrachium rosenbergii*

Larvas nos estágios VII e XI foram transferidas do tanque suporte e submetidas ao teste de preferência de cor: branco, azul, verde e vermelho. A luz branca foi considerada controle. Os testes foram realizados em duas etapas: individual (100 larvas/estágio) e em grupos (30 grupos de 5 larvas/estágio). Os estágios foram escolhidos com objetivo de avaliar a fase intermediária (estágio VII) e a fase final de desenvolvimento (estágio XI). Os estágios larvais foram identificados de acordo com Uno e Know (1969). Somente larvas saudáveis (observadas visualmente em estereomicroscópio) foram utilizadas.

O esquema da unidade experimental utilizada para avaliar a preferência de cor por larvas de *Macrobrachium rosenbergii* está demonstrado na Figura 3. Os testes foram realizados em quatro recipientes plástico circular (250 mL), conectados entre si por ductos (20 cm). Estes foram iluminados com fitas de LED (flex-faixas LED flexíveis; Superlight Technology Co., Ltd), e cobertos externamente com papel alumínio, não permitindo assim sobreposição das cores. O recipiente central (arena central) foi iluminado por luz branca e os demais luzes de cor azul, verde e vermelho (Figura 4).

Na arena central foi colocado uma estrutura interna, denominada de “ponto de espera”, conectada a um fio de náilon.

Figura 3 - Esquema da unidade experimental utilizada para avaliar a preferência de cor de luz por larvas de *Macrobrachium rosenbergii*.



Fonte: Rodrigo Fortes (2020).

As unidades experimentais foram preenchidas com água na salinidade 12, coletada do tanque suporte e filtrada em tela de nylon de malha de 20 micras. Estas foram colocadas dentro de uma caixa retangular preta e posteriormente, isolados da luz externa com outra caixa retangular (preta).

Figura 4 - Unidade experimental utilizada para avaliar a preferência de cor de luz por larvas de *Macrobrachium rosenbergii*. LEDs de cores diferentes: branco, vermelho, verde e azul.



Fonte: Acervo do autor.

Na primeira etapa, a larva foi adicionada individualmente na arena central sob a luz branca e aclimatada por 2 minutos. Após este tempo, o “ponto de espera” foi liberado puxado pelo fio de náilon, permitindo que a larva alcançasse a fonte de luz preferida através dos ductos. Após 2 minutos a bandeja superior preta foi retirada e observado a preferência de luz pela larva. Na segunda etapa, grupos de 5 larvas foram adicionadas na arena central e realizado o mesmo método descrito na primeira etapa. Os dados foram contabilizados e posteriormente calculado a frequência média.

Análise estatística

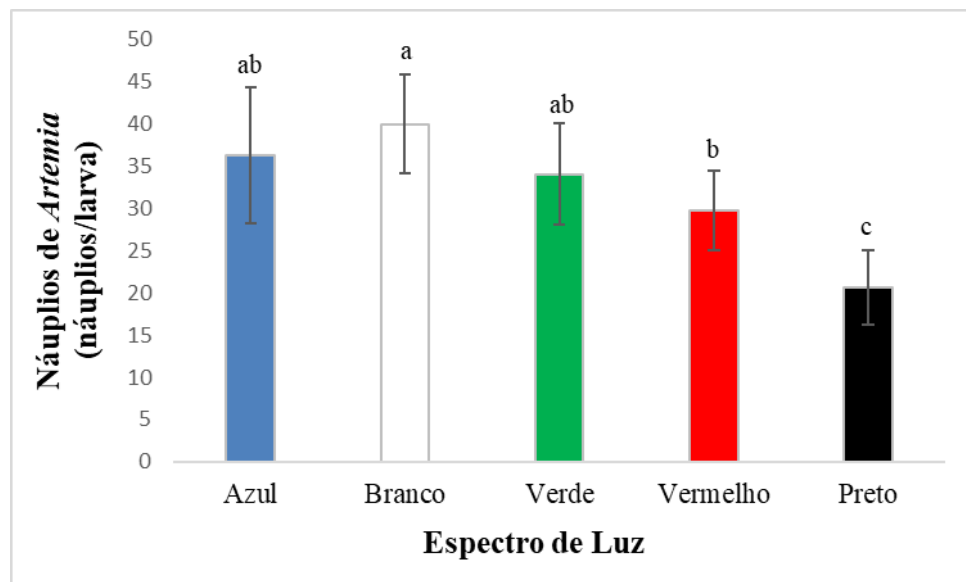
Todas as análises estatísticas foram realizadas com a versão 9.4 do Statistical Analysis Software (SAS), com um limite de significância (P) de 0,05. Os dados foram submetidos aos testes estatísticos de normalidade (teste de Cramér-von Mises) e homocedasticidade (teste de Levene). Os dados foram analisados por ANOVA two-way, seguido do teste post hoc de Tukey. Para as análises de preferência de cores, foram utilizadas estatísticas não paramétricas com teste Qui-quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Influência dos espectros de luz durante o desenvolvimento larval de *M. rosenbergii*

O consumo de náuplios de *Artemia* foi influenciado ($p < 0,05$) pela cor da luz nos tanques ao longo do cultivo. O maior consumo foi das larvas de *M. rosenbergii* mantidos sob a luz branca ($39,98 \pm 5,87$ náuplios/larva) e o menor nos tanques com ausência de luz ($20,65 \pm 4,35$ náuplios/larva) (Figura 5).

Figura 5 - Consumo de náuplios de *Artemia* (náuplios/larva) por larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em tanques sob diferentes espectros de luz ao longo do cultivo.



Neste experimento, o espectro de luz vermelho mostrou um efeito negativo na captura e consumo de náuplios de *Artemia*, assim como a ausência de luz. Para as larvas de *M. amazonicum*, Bastos et al. (2019) verificaram a importância da cor clara na captura e consumo do alimento. Os náuplios de *Artemia* possuem coloração laranja, o contraste entre a cor do alimento e do tanque aumenta a capacidade de captura pelas larvas (MACIEL; VALENTI, 2014). Contudo, os náuplio pode apresentar outra coloração sob diferentes espectros de luz. Além disso, a dificuldade de captura dos náuplios de *Artemia* pelas larvas em tanques sob a cor vermelha pode estar associado ao

fato que esta luz é refletida e absorvida pela água (BASTOS; LIMA; TAVARES-DIAS, 2019), além dos náuplios apresentarem outra coloração sob diferentes espectros de luz. Diferentemente, sob o regime de luz vermelha e verde, larvas de *M. niponense* apresentaram maior consumo de alimento (XU *et al.*, 2003).

A luz azul gerou aumento no consumo de ração em camarão-branco-chinês *Fenneropenaeus chinensis* (WANG *et al.*, 2003) e *L. vannamei* (FLECKENSTEIN *et al.*, 2019). Hipoteticamente, as espécies marinhas parecem assimilar melhor a luz azul, provavelmente devido ao espectro ser filtrado neste ambiente. Por outro lado, parece haver uma maior gama de espectros que favorecem os animais de água doce. Kawamura *et al.* (2016) relataram que larvas de *M. rosenbergii* tem preferência pelo substrato de cor azul. No entanto, esse efeito não foi claro em nossos resultados, já que as larvas ingeriram proporções iguais de náuplios de *Artemia* sob as luzes azul, verde e branca.

Os valores médios (\pm DP) dos parâmetros de desempenho são apresentados na tabela 3. Em geral, os resultados inferiores foram dos animais expostos ao regime de ausência de luz (preto) e vermelho. Os maiores valores de ganho de peso foram observados nos tratamentos verde, branco e azul.

As larvas sob as luzes branca, azul e verde não apresentaram diferença entre os parâmetros de ganho de peso final no presente trabalho ($p > 0,05$). As larvas cultivada na ausência de luz e sob luz vermelha apresentaram um padrão semelhante a *L. vannamei* cultivados na ausência de luz, com taxas de crescimento reduzida (Fleckenstein *et al.*, 2019). Por outro lado, Reis *et al.* (2023) verificaram que apenas a luz verde gerou peso final das larvas maior que sob as luzes azul, amarelo e branco para *L. vannamei*. E a luz azul proporcionou maior peso úmido final em comparação com a luz amarela, verde ou luz natural na água do mar para *F. chinensis* (WANG *et al.*, 2003).

Também foi possível observar forte influência da luz na sobrevivência e produtividade ($p < 0,05$) (Tabela 3). A taxa de sobrevivência foi maior (72,33%) no tratamento branco e o menor (10,00%) no tratamento preto. As condições dos tratamentos vermelho e preto favoreceram elevado número de larvas ($p < 0,05$), sendo que nenhum indivíduo metamorfoseado foi encontrado no tratamento preto. Por outro lado, destaca-se que o maior número de pós-larvas ocorreu sob a luz branca seguida sob as luzes azul e verde.

Tabela 3 - Parâmetros de desempenho das larvas de *Macrobrachium rosenbergii* após 25 dias submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.

	Espectro de Luz					P value
	Azul	Branco	Verde	Vermelho	Preto	
Ganho de Peso (seco) (mg)	0,78±0,13 ^a	0,86±0,16 ^a	0,91±0,15 ^a	0,47±0,09 ^b	-	<.0001
Peso corporal final (mg)	0,81±0,14 ^a	0,89±0,16 ^a	0,94±0,16 ^a	0,50±0,09 ^b	-	<.0001
Biomassa (mg)	29,51±5,98 ^b	54,36±10,7 ^a	31,64±7,31 ^b	9,67±3,01 ^c	-	<.0001
Larva (%)	41,40±4,02 ^a	25,13±8,44 ^a	41,18±13,87 ^a	81,22±5,37 ^b	100,00±37,27 ^b	<.0001
Pós-larva (%)	59,15±5,77 ^b	74,87±8,44 ^a	58,82±13,87 ^b	18,78±5,37 ^c	-	<.0001
Sobrevivência (%)	41,00±3,60 ^b	72,33±3,05 ^a	39,33±6,02 ^b	25,00±5,00 ^c	10,00±3,00 ^d	<.0001
Produtividade (PL/L)	24,00±1,73 ^b	58,66±8,50 ^a	19,63±5,81 ^{bc}	5,66±1,15 ^c	-	<.0001

Letras sobrescritas diferentes dentro da mesma linha denotam diferença estatística pelo teste post hoc de Tukey ao nível de significância de $P < 0,05$.

A produtividade e o tempo para a larva atingir a metamorfose é um importante parâmetro para avaliar a condição de um cultivo. Os resultados obtidos demonstraram a importância da cor clara para a produção de *M. rosenbergii*, ao contrário da luz vermelha ou ausência de luz que obtiveram baixa sobrevivência e produtividade. Da mesma forma, *M. rosenbergii* cultivados sob a luz vermelha apresentou taxas de sobrevivência mais baixas que o espectro verde, branco, amarelo ou azul (WEI *et al.*, 2021).

A luz provavelmente é o fator mais importante na decisão da atividade locomotora da alimentação em camarões (SANTOS *et al.*, 2016). De acordo com Bastos *et al.* (2019) a maior sobrevivência para larvas de *M. amazonicum* em tanques sobre a luz clara pode estar relacionado a distribuição do alimento na coluna d'água. Os camarões pelágicos de água doce capturam zooplâncton em maior taxa na luz branca do que no escuro (VIHERLUOTO; VIITASALO, 2001). A baixa sobrevivência também pode estar associada ao estresse causado pela cor vermelha e pela ausência de luz nas larvas.

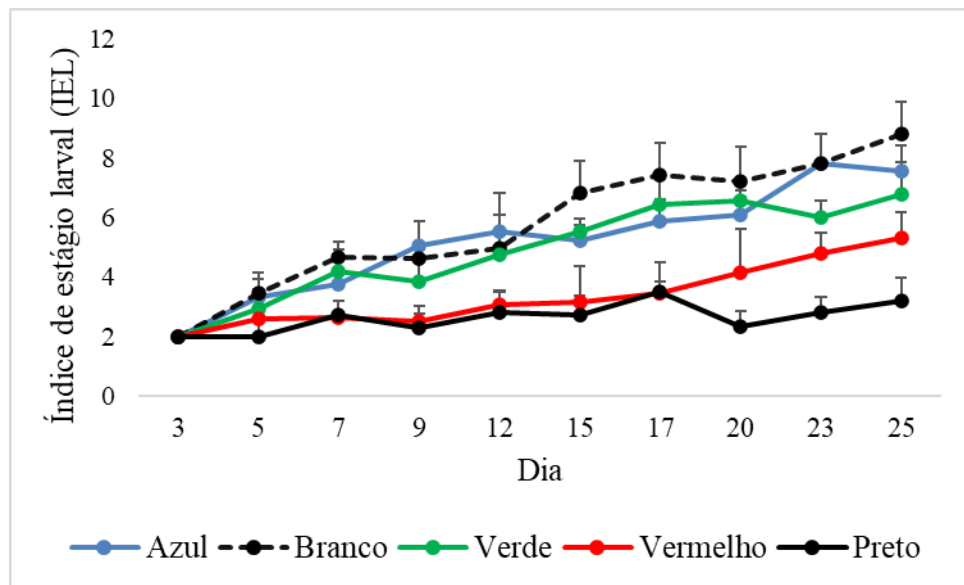
Em relação biomassa, o maior valor de biomassa de pós-larvas foi observado sob a luz branca ($54,36 \pm 10,7$), seguida da luz verde e azul ($p < 0,05$) (Tabela 3). A condição de vermelho apresentou o pior valor ($9,67 \pm 3,01$) ($p < 0,05$). A biomassa final foi calculada apenas para pós-larvas, de modo que o tratamento preto possui ausência de dados.

No presente estudo, a ausência de luz mostrou forte influência na diminuição da biomassa, assim como a luz branca promoveu maior biomassa. A ausência de luz reduziu a porcentagem da sobrevivência e suprimiu a produção total de biomassa. De forma semelhante, a biomassa total foi maior para *L. vannamei* sob condição de luz total do que com luz parcial (FLECKENSTEIN *et al.*, 2019). No entanto, luzes contínuas e luz vermelha sugeriram maior sobrevivência e biomassa em larvas de *Wallago attu* (GIRI *et al.*, 2002). Em resumo, a cor da luz pode influenciar diferentemente a larva de camarão a encontrar o náuplio de *Artemia* e apoiar a constatação de que a ausência de luz pode diminuir a biomassa em *M. rosenbergii*.

O índice de estágio larval (IEL) apresentou diferença significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos analisados (Figura 6). As larvas sob a luz vermelha e sob ausência de luz tiveram menores IEL a partir do 5º dia, mantendo-se baixo até o final

das observações. As primeiras pós-larvas surgiram nos tratamentos azul, branco e verde, com 20 e 21 dias, respectivamente. Ao final do experimento, aos 25 dias, os indivíduos amostrados nos tratamentos branco, azul e verde apresentaram desenvolvimento larval significativamente maior que os demais tratamentos. Ou seja, larviculturas de *M. rosenbergii* sob cores claras são mais curtas, podendo resultar em diminuição de custos.

Figura 6 - Índice de estágio larval (IEL) de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.

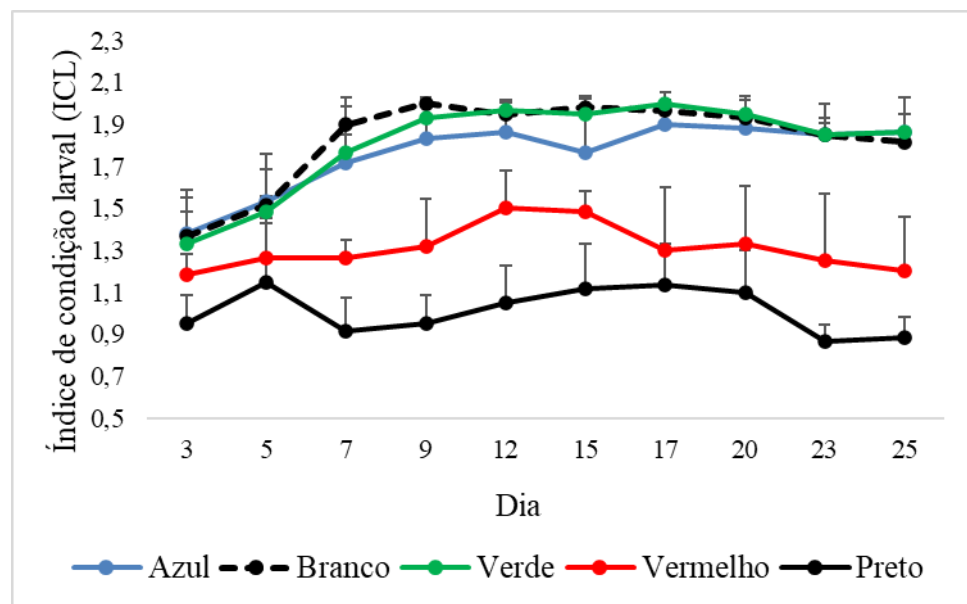


Esse padrão de desenvolvimento também foi mantido quando avaliado o índice de condição larval (ICL) (Figura 7). Os melhores índices foram verificados em larvas cultivadas sob a luz branca, verde e azul, com diferença significativa a partir do 3º dia de cultivo ($p < 0,05$). Nos tratamentos sob a luz vermelha e na ausência de luz (preto) apresentaram menor valor. A redução do ICL foi observada no 7º dia no tratamento com “ausência de luz” preto e 15º dia sob a luz vermelha. A redução do conteúdo límpido do intestino (condição do hepatopâncreas), a condição do intestino e coloração do corpo foram os principais parâmetros que condicionaram na redução do ICL.

As larvas de *M. rosenbergii*, ao final do estudo, apresentaram um maior IEL e ICL sob os espectros de luz branco, seguida pela azul e verde. O camarão *Lysmata wurdemanni* sob a cor de fundo preto expressaram maior pigmentação corporal em comparação com tanques de fundo branco (DÍAZ-JIMÉNEZ; HERNÁNDEZ-

VERGARA; PÉREZ-ROSTRO, 2018), o que poderia sugerir uma melhor condição ambiental. No entanto, Wei *et al.* (2021) sugerem que os espectro de luz verde e branco são os ideais para *M. rosenbergii*, considerando o estágio de desenvolvimento larval. Semelhante aos nossos resultados, larvas de *M. amazonicum* cultivadas sob luz branca completaram o ciclo larval quatro dias mais cedo do que aquelas cultivadas sob luz vermelha (BASTOS; LIMA; TAVARES-DIAS, 2019). Devido à grande variedade de ecossistemas de crustáceos (DÍAZ-JIMÉNEZ; HERNÁNDEZ-VERGARA; PÉREZ-ROSTRO, 2018) relação aos efeitos do espectro, é razoável sugerir que essas variações de desenvolvimento podem ocorrer. No entanto, a cor do ambiente natural foi sugerida como mais produtiva para cada espécie (YASHARIAN *et al.*, 2005), tendência que os nossos resultados seguem.

Figura 7 - Índice de condição larval (ICL) de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.



Com o passar do tempo, especialmente após o estágio IV (7 dias de vida), o efeito das luzes sobre o desenvolvimento foi mais claramente observado. A capacidade visual e o comportamento predatório ativo aumentam à medida que o desenvolvimento larval progride (YASHARIAN *et al.*, 2005). É possível que mudanças na coloração dos animais ocorram em consequência de mudanças no número de células pigmentares ou alterações metabólicas em seus pigmentos (MCLEAN, 2021). De maneira geral,

podemos sugerir que diferentes cores podem alterar a coloração do corpo, o aproveitamento energético e a eficiência alimentar dos camarões. De acordo com Araujo e Valenti (2011) a intensidade luminosa afeta o desenvolvimento de larvas de *M. amazonicum*, assim como influência na produtividade e no ganho de peso.

Alguns desses resultados, também poderiam ser considerados pelos níveis de interação social entre os indivíduos. Ainda assim, parece que o espectro, o substrato de cor ou a cor dos tanques considerados como tratamentos podem influenciar de forma diferente todos esses resultados. Os resultados sugerem uma interação complexa entre o espectro de luz e a intensidade da luz com o estágio de vida, disponibilidade de alimento vivo, visibilidade ou habitat de mar/água doce do camarão. Concluímos que o efeito da cor da luz é específico da espécie para todos os parâmetros analisados.

Influência dos espectros de luz na ingestão de náuplios de *Artemia* em diferentes estágios larvais de *M. rosenbergii*

Neste estudo foi observado grande variação nas taxas de ingestão por larvas no mesmo estágio de desenvolvimento. Esta variação aparenta ser comum em várias espécies de crustáceos (ANGER; DIETRICH, 1984). As larvas de crustáceos decápodes são geralmente consumidores passivos, ou seja, dependem da oportunidade de encontro para capturar e ingerir a presa (BARROS; VALENTI, 2003^a). Segundo estes autores, a variação nas taxas de consumo no mesmo estágio larval pode ser resultado da percepção da larva em capturar a presa ou de diferentes fases do ciclo de muda (pré-muda, intermuda ou pós-muda) destes camarões.

Os valores médios (\pm DP) de ingestão de náuplios de *Artemia* por estágio larval são apresentados na tabela 4. Segundo os resultados do presente estudo, a cor do ambiente não influenciou a ingestão de náuplios de *Artemia* nos estágios II, III, X e XI ($p > 0,05$). No entanto, diferenças significativas foram encontradas na quantidade de náuplios consumidos entre os estágios larvais IV ao IX ($p < 0,05$) submetidas a diferentes espectros de luz. A média de consumo dos náuplios mais baixa foi de $6,1 \pm 5,7$ (náuplios/larva/dia) observado para o estágio zoea II, exposto ao regime preto (ausência de luz) e o maior foi de $82,1 \pm 37,9$ (náuplios/larva/dia) para o estágio zoea VIII, exposto ao regime sob a luz azul.

Durante o desenvolvimento ontogenético, as larvas passam por mudanças morfológicas que influenciam na habilidade de encontrar e ingerir os alimentos (LIU;

CAI; TZENG, 2007). Segundo Barros e Valenti, (1997), nas fases iniciais, a larva utiliza a mecanorrecepção como principal mecanismo para identificar e capturar o alimento. Ao longo do ciclo larval, as larvas desenvolvem anténulas e peças bucais, com quimiorreceptores de olfato e tato, sendo capaz de identificar e selecionar os alimentos, assim como nadar em sua direção (ACHE, 1982; BARROS; VALENTI, 1997). Em nossas pesquisas, nos estágios iniciais de desenvolvimento, a larva ingeriu menos alimentos, mesmo sendo submetida a diferentes cores no espectro de luz. Nestas fases, a mobilidade das larvas é mais primitiva devido os pleópodos serem pouco desenvolvido, podendo comprometer a locomoção para capturar e consumir o alimento.

Nos estágios IV e V, a ingestão de náuplios de *Artemia* foi significamente maior sob as luzes branca, azul e verde em comparação a luz vermelha e sob a ausência de luz, preto. A partir do estágio VI, a ingestão dos náuplios foi semelhante sob as luzes branca, azul, verde e vermelha até o estágio IX, diferindo somente para o tratamento com ausência de luz.

De acordo com Barros e Valenti (2003), a melhor relação entre presa e predador é observada a partir do estágio IV para larvas de *M. rosenbergii*, no qual estas ingeriram mais náuplios em baixa densidade. Semelhante resultados foram encontrados para larvas de *M. equidens*, em que a relação entre presa e predador possui desvantagem para este ultimo (GOMES *et al.*, 2014).). Em nossos resultados, houve influência da cor da luz na captura e ingestão dos náuplios de *Artemia* a partir do estágio IV, quando larvas consumiram mais alimentos estando sob o efeito das luzes azul, branca e verde. Isso demonstra que o espectro de luz tem impacto no consumo de náuplios de *Artemia* a partir destes estágios.

Com o decorrer do desenvolvimento larval, as larvas nadam com maior habilidade e a visão passa a ser essencial na captura do alimento (MACIEL; VALENTI, 2014). Corroborando com isto, Kawamura *et al.* (2018) estudando preferência de cor a partir de esferas de plástico coloridas verificaram que larvas de *M. rosenbergii* reagem a cor.

Tabela 4 - Consumo de náuplios de *Artemia* de larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.

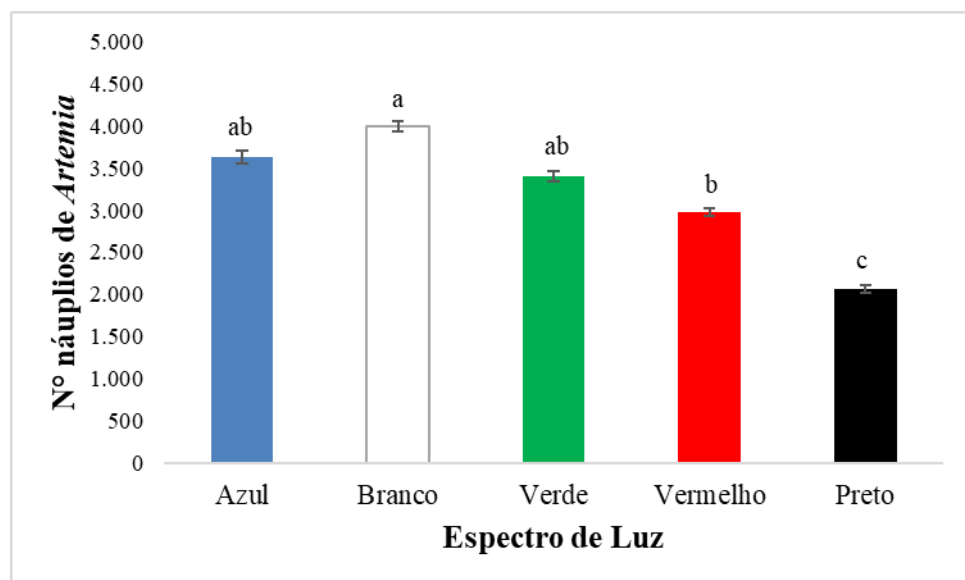
Estágio	Espectro de Luz					P value
	Azul	Branco	Verde	Vermelho	Preto	
II	9,60±5,4	9,9±5,2	8,0±4,4	7,8±5,4	6,1±5,7	0.5060
III	13,7±5,1	14,3±9,6	8,0±3,8	10,8±7,0	6,3±5,8	0.037
IV	22,8±5,6 ^a	24,3±9,6 ^a	20,3±6,7 ^{ab}	12,9±6,0 ^{bc}	8,8±5,9 ^c	<.0001
V	23,3±12,0 ^{ab}	25,9±9,3 ^a	25,1±11,6 ^{ab}	13,4±6,5 ^{bc}	9,2±3,3 ^c	0.0002
VI	20,5±8,46 ^{ab}	27,8±12,5 ^a	20,9±14,7 ^{ab}	17,2±6,8 ^{ab}	7,5±4,5 ^b	0.0016
VII	26,7±17,5 ^{ab}	26,9±11,7 ^{ab}	41,9±18,2 ^a	24,3±15,1 ^{ab}	21,7±11,7 ^b	0.0004
VIII	82,1±37,9 ^a	61,1±19,6 ^{ab}	40,3±16,9 ^b	55,0±19,5 ^{ab}	33,6±20,2 ^b	0.0005
IX	49,0±24,1b ^{ab}	65,0±26,5 ^a	53,9±25,40 ^{ab}	59,5±27,3 ^a	28,1±13,0 ^b	0.0001
X	47,3±20,7	72,4±28,8	52,7±7,9	53,5±27,5	44,7±22,7	0.0765
XI	59,7±25,4	72,2±18,2	69,5±23,3	43,20±33,7	40,5±22,2	0.0167

Letras sobreescritas diferentes dentro da mesma linha denotam diferença estatística pelo teste post hoc de Tukey em nível de significância $P < 0,05$.

A influência dos espectros de luz sobre as larvas pode ser resultado das mudanças na forma como o alimento é percebido e/ou das características morfofisiológicas das larvas ao longo do desenvolvimento. Entre os estágios VIII ao XI as larvas nadam em direção ao alimento, demonstrando possuir mais modalidades sensoriais (BARROS; VALENTI, 1997; KAWAMURA *et al.*, 2016). Wang *et al.* (2003) verificaram que o camarão *F. chinensis* alcançou o máximo consumo dos alimentos sob a luz azul, sob o qual o animal foi relativamente sensível a esta cor. No atual estudo, as larvas de *M. rosenbergii* apresentaram dificuldade na captura de náuplios de *Artemia* na ausência de luz, possivelmente isto se deve ao fato da larva apresentar dificuldade à visualização da presa. Outra hipótese é que os náuplios de *Artemia* podem ficar menos ativos, conseqüentemente dificultando a captura pelas larvas.

No geral, o menor consumo total de náuplios observado para todos os estágios de desenvolvimento larval foi para regime sob ausência de luz (preto) (2065 náuplios), e o maior consumo total foi sob a luz branca (3998 náuplios) (Figura 8).

Figura 8 - Consumo total de náuplios de *Artemia* por larvas de *Macrobrachium rosenbergii* submetidas ao efeito de diferentes espectros de luz.



Larvas de *Macrobrachium* possui olhos pedunculados que pode permitir ampla exploração do ambiente e supostamente se adaptar a diferentes ambientes iluminados. Em condições de pouca luz os olhos destes animais podem funcionar, entretanto se o

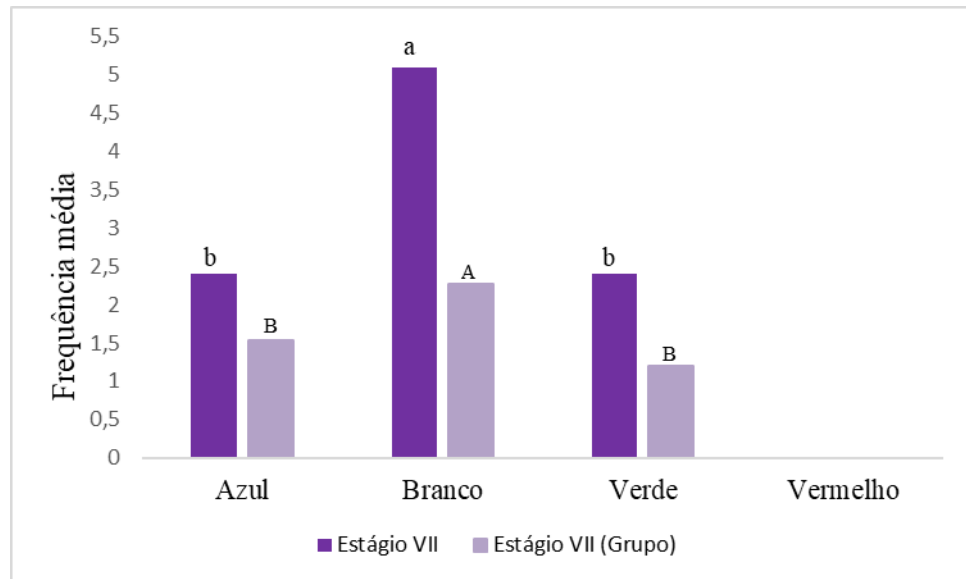
ambiente for altamente turvo, pode haver dificuldade na alimentação (MATSUDA; WILDER, 2014; CRONIN; BOK; LIN, 2017). É possível notar variação na acuidade visual das larvas sob os diferentes comprimentos de onda de luz durante seus estágios de desenvolvimento. Larvas de *M. equidens* capturam e ingerem náuplios de *Artemia* durante todos estágio de desenvolvimento, contudo, a ingestão de alimentos foi prejudicada na ausência de luz, mesmo em altas densidades de alimento (GOMES *et al.*, 2014). Sob a luz vermelha, juvenis *P. altivelis* apresentaram inferior comportamento predador, conseqüentemente, intensidade de alimentação menor (HSIEH; HO; WANG, 2023). Os dados obtidos neste trabalho demonstram que diferentes ambientes de luz podem afetar o comportamento alimentar das larvas de *M. rosenbergii*.

Preferência de cor de luz pelas larvas de *Macrobrachium rosenbergii*

No estágio VII verificou-se que a cor clara influenciou a preferência de *M. rosenbergii*, ou seja, os animais preferiram permanecer sob luz branca ($p < 0,05$), independentemente de permanecerem em grupo ou sozinhos (Figura 9).

Kawamura *et al.* (2020) sugeriram que as preferências comportamentais parece não coincidir com o desempenho de larvas cultivada sob cores diferentes. Os resultados deste trabalho revelam que a preferência foi semelhante entre indivíduos ou grupos para luz branca, sem efeito social na luz selecionada. Essa preferência pela luz branca foi observada em camarões no estágio de vida VII. Da mesma forma, estudos comportamentais mostraram que larvas de *Carcinoscorpius rotundicauda* são atraídos pelas cores mais claras (branco, amarelo e laranja) do que as cores mais escuras (preta e vermelha) (SRIJAYA *et al.*, 2014). Juvenis de *M. rosenbergii* escolheram abrigos com base na cromaticidade, preferindo a cor azul, enquanto os adultos tem preferência pela cor cinza escuro (COSTA *et al.*, 2023). Kawamura *et al.* (2018) verificaram que larvas de *M. rosenbergii* nos estágios VII ao X apresentam preferência por esferas de plástico nas cores azul e branca e evitaram as esferas amarelas e vermelhas, mesmo estas sendo semelhantes a dieta úmida inerte e os náuplios de *Artemia*.

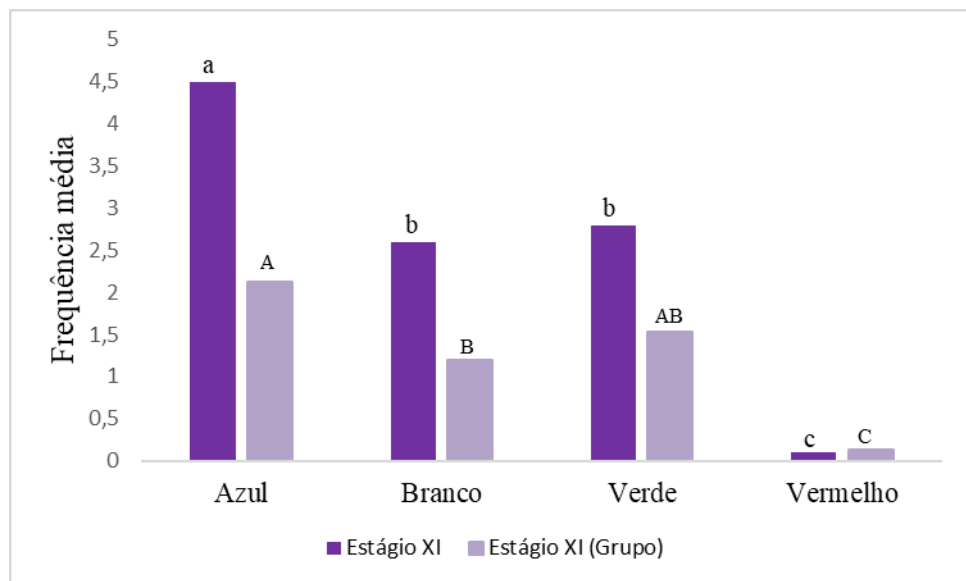
Figura 9 - Preferência de cor para larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em estágio de desenvolvimento VII (individual e grupo).



Letras sobrescritas minúsculas indicam diferença para o estágio VII e letras maiúsculas indicam diferença para o estágio VII (grupo).

Porém, com a evolução do desenvolvimento (estágio XI), os animais passaram a preferir a luz azul ($p < 0,05$) (Figura 10). De acordo com Ullmann *et al.* (2011) em estudo realizado com juvenis de *Lates calcarifer* revelou mudança na preferência de cor durante o crescimento. Mudanças na preferência de cores ao longo do desenvolvimento ontogenético também foi observado por Johnson e Rhyne (2015) nos camarões *Lysmata wurdemanni* e *L. boggesi*. Testes indicam que larvas de *M. rosenbergii* distingue cores por cromaticidade e possui visão em cores (KAWAMURA *et al.*, 2016). As larvas de *M. rosenbergii* escolheram azul claro em vez de azul escuro, branco em vez de amarelo e branco em vez de preto (KAWAMURA *et al.*, 2020). Estes mesmo autores, comprovaram que as larvas mudam a fototaxia de positiva para negativa após a metamorfose para pós-larvas e que estas diferem pela preferência por cores. A mudança na preferência de cores evidenciada pelas larvas no presente estudo, do branco para o azul, demonstra está transição.

Figura 10 - Preferência de cor para larvas de *Macrobrachium rosenbergii* em estágio de desenvolvimento XI (individual e grupo).



Letras sobrescritas minúsculas indicam diferença para o estágio XI e letras maiúsculas indicam diferença para o estágio XI (grupo).

Shi *et al.* (2019) em estudo de preferência de cor de larvas de *Portunus trituberculatus* relataram que todos os estágios apresentaram forte preferência pelo fundo branco e evitaram fundos pretos e verdes. No entanto, durante o cultivo, o melhor desempenho larval no estudo citado acima foi obtido em tanques vermelhos e amarelos. Diferentes resultados foram encontrados em estudo com cavalo-marinho (*Hippocampus erectus*), os quais têm forte preferência pela cor branca e azul, com altas taxas de sobrevivência quando cultivados em tanques azuis (LI *et al.*, 2022). No nosso primeiro estudo, analisando a influência dos espectros de luz sobre o desenvolvimento larval, foi demonstrado que a cor branca obteve os melhores resultados durante o cultivo de larvas de *M. rosenbergii*. Semelhantes resultados foram encontrados por Bastos *et al.* (2019). Estes autores sugerem que a larvicultura de *M. amazonicum* deve ser realizada em tanques sob luz forte, preferencialmente branca. Em estudo futuro, deve ser firmemente confirmado se a preferência da cor branca está correlacionada ao desenvolvimento larval de *M. rosenbergii* em sistema de cultivo de grande escala.

CONCLUSÃO

A cor clara influenciou positivamente o ganho de peso, sobrevivência, produtividade, biomassa final e ingestão de náuplios de *Artemia* em larvas de *M. rosenbergii*. As larvas demonstraram uma preferência pela cor branca no estágio VII, independentemente de estarem em grupo ou sozinhas. No estágio XI as larvas mudam a preferência para a cor azul. Para a fase de larvicultura, a luz branca é favorável ao desenvolvimento e alcançam os melhores índices zootécnicos. Interações complexas ocorrem em ambientes específicos de cultivo devido as instalações e padrões de alimentação que precisam ser investigadas.

REFERÊNCIAS

- ACHE, B. Chemoreception and thermoreception. *In: ATWOOD, H.L.; SANDERMAN, D.C. The Biology of Crustacea.* New York: Academic Press, 1982. p. 369–398.
- ALI, Syed Raffic S. *et al.* Effect of dietary fructooligosaccharide supplementation on growth, body composition, hematological and immunological parameters of Asian seabass (*Lates calcarifer*). **Aquaculture International**, v. 25, n. 2, p. 837–848, 2017.
- ANGER, Klaus. The Biology of Decapod Crustacean Larvae Crustacean Issues. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 14, p. 89–90, 2001.
- ANGER, Klaus; DIETRICH, Andreas. Feeding rates and gross growth efficiencies in *Hyas araneus* L. larvae (Decapoda: Majidae) Reared in the laboratory. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 77, n. 1–2, p. 169–181, 1984.
- ANH, Nguyen Thi N. *et al.* Effect of fishmeal replacement with *Artemia* biomass as a protein source in practical diets for the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 669–680, 2009.
- ANUFRIIEVA, Elena V.; SHADRIN, Nickolai V. The swimming behavior of *Artemia* (Anostraca): New experimental and observational data. **Zoology**, v. 117, n. 6, p. 415–421, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.zool.2014.03.006>
- AOAC. Official method of Analysis. 18th Edition. **Associação de Químicos Analíticos Oficiais, Washington DC, Método 935.14 e 992.24**, 2005.
- ARAUJO, Mariana Cutolo; VALENTI, Wagner Cotroni. Efeito da intensidade luminosa no desenvolvimento larval do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 2, p. 155–164, 2011.

BARROS, Helenice P.; VALENTI, Wagner W. C. Ingestion rates of *Artemia* nauplii for different larval stages of *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v. 217, n. 1–4, p. 223–233, 2003 a.

BARROS, Helenice P.; VALENTI, Wagner Cotroni W. C. Comportamento alimentar do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (crustacea, palaemonidae) durante a fase larval: análise qualitativa. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, n. 4, p. 785–793, 1997.

BARROS, Helenice P.; VALENTI, Wagner Cotroni W. C. Food intake of *Macrobrachium rosenbergii* during larval development. **Aquaculture**, v. 216, n. 1–4, p. 165–176, 2003 b.

BASTOS, Argemiro Midonês; LIMA, Jô Farias; TAVARES-DIAS, Marcos. Effects of environmental light colors on the larviculture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture International**, 2019.

BEATTIE, D. M.; GOLTERMAN, H. L.; VIJVERBERG, J. An introduction to the limnology of the Friesian lakes. **Hydrobiologia**, 1978.

BOK, Michael J.; ROBERTS, Nicholas W.; CRONIN, Thomas W. Behavioural evidence for polychromatic ultraviolet sensitivity in mantis shrimp. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 285, n. 1884, 2018.

CAVALLI, Ronaldo *et al.* Ammonia toxicity as a criterion for the evaluation of larval quality in the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Comparative Biochemistry and Physiology - C Pharmacology Toxicology and Endocrinology**, v. 125, n. 3, p. 333–343, 2000.

CHAKRABORTY, Rekha D.; CHAKRABORTY, Kajal; RADHAKRISHNAN, E. V. Variation in fatty acid composition of *Artemia salina* nauplii enriched with microalgae and baker's yeast for use in larviculture. **Journal of Agricultural and Food**

ICChemistry, v. 55, n. 10, p. 4043–4051, 2007.

COELHO-FILHO, Petrônio A.; GONÇALVEZ, Alex P.; BARROS, Helenice P. *Artemia* nauplii intake by *Macrobrachium carcinus* at different larval stages in laboratory. **Aquaculture**, v. 484, n. July 2017, p. 333–337, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.035>

COSTA, Felipe Pernambuco *et al.* Influence of color and brightness on ontogenetic shelter preference by the prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Palaemonidae). **Zoologia (Curitiba)**, v. 40, p. 1–10, 2023.

CRONIN, Thomas W.; BOK, Michael J.; LIN, Chan. Crustacean Larvae-Vision in the Plankton. **Integrative and comparative biology**, v. 57, n. 5, p. 1139–1150, 2017.

DANIELS, W. H.; D'ABRAMO, L. R.; PARSEVAL, L. D. Design and management of a closed recirculating clearwater hatchery system for freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* de man 1879. **Journal of Shellfish Research**, v. 11, p. 65–73, 1992.

DAVID, Fernanda S.; COHEN, Felipe P. A.; VALENTI, Wagner C. Intensification of the Giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* hatchery production. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 12, p. 3747–3752, 2016.

DHONT, Jean *et al.* Larval Feeds and Feeding. In: **New, M.B., Valenti, W.C., Tidwell, J.H., D'Abramo, L.R., Kutty, M.N. (Eds.), Freshwater Prawns: Biology and Farming. Wiley Blackwell, New Jersey**, p. 86–107, 2010.

DÍAZ-JIMÉNEZ, Lorenzo; HERNÁNDEZ-VERGARA, Martha Patricia; PÉREZ-ROSTRO, Carlos Iván. The effect of background colour and lighting of the aquarium on the body pigmentation of the peppered shrimp *Lysmata wurdemanni*. **Aquaculture Research**, v. 49, n. 11, p. 3508–3516, 2018.

DIAZ, G. G.; KASAHAKA, S. The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae. **Journal of the Faculty of Applied Biological Science - Hiroshima University (Japan)**, v. 26, p. 43-56, 1987.

EMMERSON, W. D. Induced maturation of prawn *Penaeus indicus* Mar. Ecol. Prog. Ser. **Marine Ecology Progress Series**, v. 2, p. 121–131, 1980.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sustainability in action. Rome.**, p. 224, 2020. Disponível em: doi.org/10.4060/ca9229en

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, 2022.**

FLECKENSTEIN, Leo J. *et al.* Effects of supplemental LED lighting on water quality and Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) performance in intensive recirculating systems. **Aquaculture**, v. 504, n. February, p. 219–226, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.066>

GARCÍA-MARTÍNEZ, P. *et al.* Wavelength-compensated time-sequential multiplexed color joint transform correlator. **Applied Optics**, v. 49, n. 26, p. 4866–4873, 2010.

GIRI, S. S. *et al.* Larval survival and growth in *Wallago attu* (Bloch and Schneider): Effects of light, photoperiod and feeding regimes. **Aquaculture**, v. 213, n. 1–4, p. 151–161, 2002.

GOMES, Jean N. *et al.* Feeding and larval growth of an exotic freshwater prawn *Macrobrachium equidens* (Decapoda: Palaemonidae), From Northeastern Pará, Amazon Region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 3, p. 1525–1536, 2014.

GUO, Biao *et al.* Effect of periodic light color change on the molting frequency and growth of *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 362–363, p. 67–71, 2012.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.034>

HSIEH, Yi Jui; HO, Yuan Shing; WANG, Yung Song. Illumination of different light wavelengths on growth performance and physiological response of juvenile sweetfish, *Plecoglossus altivelis*. **Aquaculture Reports**, v. 30, n. March, p. 101569, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101569>

IGARASHI, Marco Antonio. Cultivo de camarão de água doce. **Rolândia: MAPA**, p. 55, 2020.

JOHNSON, Kevin B.; RHYNE, Andrew L. Ontogenetic shift of spectral sensitivity in the larval phototaxis of two sympatric caridean shrimp, *Lysmata wurdemanni* and *L. boggei* (Decapoda: Lysmatidae). **Marine Biology**, v. 162, n. 6, p. 1265–1273, 2015.

KAMARUDIN, Mohd Salleh *et al.* Ontogenetic change in digestive enzyme activity during larval development of *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v. 123, n. 3–4, p. 323–333, 1994.

KAWAMURA, Gunzo *et al.* Colour preference and colour vision of the larvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 474, p. 67–72, 2016. Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2015.10.001>

KAWAMURA, Gunzo *et al.* Shelter colour preference of the postlarvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Fisheries Science**, v. 83, n. 2, p. 259–264, 2017.

KAWAMURA, Gunzo *et al.* Limit of colour vision in dim light in larvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Fisheries Science**, v. 84, n. 2, p. 365–371, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12562-018-1179-4>

KAWAMURA, Gunzo *et al.* The giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* alters background colour preference after metamorphosis from larvae to postlarvae: In association with nature of phototaxis. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 9, p. 3711–3717, 2020.

KELBER, Almut; VOROBYEV, Misha; OSORIO, Daniel. Animal colour vision - Behavioural tests and physiological concepts. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 78, n. 1, p. 81–118, 2003.

LAVENS, Patrick; SORGELOOS, Patrick. The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for Aquaculture. **Aquaculture**, v. 181, p. 397–403, 2000.

LI, Siping *et al.* The consistent background color preference highlights the personality in the lined seahorse, *Hippocampus erectus*. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, n. September, p. 1–13, 2022.

LIN, Xiao Tao; OMORI, Makoto. Effect of container coloration on the feeding rates of the zoal larvae of the giant freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. **Bulletin of Plankton Society of Japan**, v. 40, n. 1, p. 19–25, 1993.

LING, S. W. The General Biology and Development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *In: Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAO Fish. Rep, 1967. p. 589–606.

LIU, Min-yun; CAI, Yi-xiong; TZENG, Chyng-shyan. Molecular Systematics of the Freshwater Prawn Genus. **Zoological Studies**, v. 46, n. 3, p. 272–289, 2007.

LOPEZ-BETANCUR, Daniela *et al.* Effects of colored light on growth and nutritional composition of tilapia, and biofloc as a food source. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, n. 1, 2020.

MACIEL, Cristiana R.; NEW, Michael B.; VALENTI, Wagner C. The Predation of *Artemia* Nauplii by the Larvae of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862), is Affected by Prey Density, Time of Day, and Ontogenetic Development. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 43, n. 5, p. 659–669, 2012.

MACIEL, Cristiana Ramalho; VALENTI, Wagner C. Effect of tank colour on larval performance of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture Research**, v. 45, p. 1041–1050, 2014.

MANZI, John J.; MADDOX, Mark B.; SANDIFER, Paul A. Algal supplement enhancement of *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN) larviculture. **Proceedings of the annual meeting - World Mariculture Society**, 1977.

MATSUDA, Keishi; WILDER, Marcy N. Eye structure and function in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Fisheries Science**, v. 80, n. 3, p. 531–541, 2014.

MCLEAN, Ewen. Background color and cultured invertebrates – A review. **Aquaculture**, v. 537, n. February, p. 736523, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736523>

MÉNDEZ-MARTÍNEZ, Yuniel *et al.* Nutritional effect of *Artemia* nauplii enriched with *Tetraselmis suecica* and *Chaetoceros calcitrans* microalgae on growth and survival on the river prawn *Macrobrachium americanum* larvae. **Aquaculture**, v. 26, n. 4, p. 1001–1015, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-018-0264-0>

MEYER-ROCHOW, V. Benno. The crustacean eye: Dark/ light adaptation, polarization sensitivity, flicker fusion frequency, and photoreceptor damage. **Zoological Science**, v. 18, n. 9, p. 1175–1197, 2001.

MIGAUD, Herve *et al.* The effect of spectral composition and light intensity on melatonin, stress and retinal damage in post-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar*.

Aquaculture, v. 270, n. 1–4, p. 390–404, 2007.

MINAGAWA, Megumi. Effects of photoperiod on survival, feeding and development of larvae of the red frog crab, *Ranina ranina*. **Aquaculture**, v. 120, n. 1–2, p. 105–114, 1994.

MINAGAWA, Megumi; MURANO, Masaaki. Larval feeding rhythms and food consumption by the red frog crab *Ranina ranina* (Decapoda, Raninidae) under laboratory conditions. **Aquaculture**, v. 113, n. 3, p. 251–260, 1993.

MOLLER, T. H. Feeding behaviour of larvae and postlarvae of *Macrobrachium rosenberg* II (de Man) (Crustacea: palaemonidae). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 35, n. 3, p. 251–258, 1978.

MORENO, Ivan. LED irradiance pattern at short distances. **Applied Optics**, v. 59, n. 1, p. 190, 2020.

MORENO, Ivan; CONTRERAS, Ulises. Color distribution from multicolor LED arrays. **Optics Express**, v. 15, n. 6, p. 3607, 2007.

NEW, B. Michael. Farming freshwater prawns: a manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome.**, v. 428, p. 219, 2002.

NEW, Michael B. Commercial freshwater prawn farming around the world. In: *In: NEW, M.B. and VALENTI, W.C. prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 290–395.

NEW, Michael B.; SINGHOLKA, Somsuk. Freshwater Prawn Farming: A Manual for the Culture of *Macrobrachium Rosenbergtii*. In: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 225. ed. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985. p. 118p.

NEW, Michael Bernard *et al.* **Freshwater Prawns: Biology and Farming**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.

NHAN, Dinh The *et al.* Effects of larval stocking density and feeding regime on larval rearing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). **Aquaculture**, v. 300, p. 80–86, 2010.

NIK SIN, Nik Nurhusna; SHAPAWI, Rossita. Innovative Egg Custard Formulation Reduced Rearing Period and Improved Survival of Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, Larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 48, n. 5, p. 751–759, 2017.

PIERCE, Lain X. *et al.* Novel functions for Period 3 and Exo-rhodopsin in rhythmic transcription and melatonin biosynthesis within the zebrafish pineal organ. **Brain Research**, v. 1223, p. 11–24, 2008.

PINHEIRO, Marcelo Antonio Amaro; HEBLING, Nilton José. Biologia de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). In: VALENTI, WC. **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. Brasília: IBAMA, 1998. p. 21–46.

PRIMAVERA, J. Honculada; CABALLERO, Rose Marie V. Light color and ovarian maturation in unablated and ablated giant tiger prawn *Penaeus monodon* (Fabricius). **Aquaculture**, v. 108, n. 3–4, p. 247–256, 1992.

REIS, Wellica G. *et al.* The influence of different light wavelengths in the culture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in BFT using LED lights. **Aquaculture**, v. 563, n. October 2022, 2023.

RUDENKO, N. N. *et al.* Effect of light intensity under different photoperiods on expression level of carbonic anhydrase genes of the α - and β -families in *Arabidopsis thaliana* leaves. **Biochemistry (Moscow)**, v. 82, n. 9, p. 1025–1035, 2017.

SANTOS, Aline Dos Anjos *et al.* Synchronization to light and mealtime of the circadian rhythms of self-feeding behavior and locomotor activity of white shrimps (*Litopenaeus vannamei*). **Comparative Biochemistry and Physiology -Part A : Molecular and Integrative Physiology**, v. 199, p. 54–61, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.05.001>

SANTOS, Edson Pereira *et al.* Influência de diferentes dietas na sobrevivência larval do camarão de água doce *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1758). **Acta Scientiarum - Biological Sciences. Maringá**, v. 29, n. 2, p. 121–124, 2007.

SCARINCI, Anne L.; MARINELI, Fábio. O modelo ondulatório da luz como ferramenta para explicar as causas da cor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1–14, 2014.

SHI, Ce *et al.* The effect of tank colour on background preference, survival and development of larval swimming crab *Portunus trituberculatus*. **Aquaculture**, v. 504, n. December 2018, p. 454–461, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.032>

SORGELOOS, P.; DHERT, P.; CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. **Aquaculture**, v. 200, p. 147–159, 2001.

SORGELOOS, Patrick *et al.* Decapsulation of *Artemia* cysts: A simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture. **Aquaculture**, v. 12, n. 4, p. 311–315, 1977.

SRIJAYA, T. C. *et al.* Colour preference and light sensitivity in trilobite larvae of mangrove horseshoe crab, *Carcinoscopius rotundicauda* (Latreille, 1802). **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 52, n. 3, p. 281–290, 2014.

SUPRAYUDI, MUHAMMAD AGUS; TAKEUCHI, TOSHIO; HAMASAKI, KATSUYUKI. Cholesterol Effect on Survival and Development of Larval Mud Crab

Scylla serrata. **HAYATI Journal of Biosciences**, v. 19, n. 1, p. 1–5, 2002.

TAYAMEN, M.; BROWN, J. H. A condition index for evaluating larval quality of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879). **Aquaculture Research**, v. 30, n. 11–12, p. 917–922, 1999.

THINH, Luong Van; RENAUD, Susan M.; PARRY, David L. Evaluation of recently isolated Australian tropical microalgae for the enrichment of the dietary value of brine shrimp, *Artemia nauplii*. **Aquaculture**, v. 170, n. 2, p. 161–173, 1999.

ULLMANN, Jeremy F. P. *et al.* Tank color increases growth, and alters color preference and spectral sensitivity, in barramundi (*Lates calcarifer*). **Aquaculture**, v. 322–323, p. 235–240, 2011. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.10.005>

UNO, Y.; KNOW, C. S. Larval development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) reared in the laboratory. **Journal of the Tokyo University of Fisheries**, v. 55, p. 179–190, 1969.

VALENCIA, Edison; MILLÁN, María. Colour in digital images captured by camera: Framework for colorimetric image analysis and applications. v. 40, p. 253–265, 2007.
VALENTI, Wagner C. *et al.* *Freshwater caridean culture*. In: **Fisheries and Aquaculture. Volume IX in the series The Natural History of the Crustacea**. [S. l.: s. n.]. v. IX in thep. 207–231.

VALENTI, Wagner C. *et al.* Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, p. 100611, 2021.

VALENTI, Wagner C.; DANIELS, William H. Recirculation hatchery systems and management. In: **New, M.B. and Valenti, W.C. Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Oxford: Blackwell Science, 2000. p. 69–90.

VALENTI, Wagner C.; MALLASEN, M.; BARROS, Helenice Pereira De. Sistema de recirculação e rotina de manejo para larvicultura de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em pequena escala. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 1, p. 141–151, 2009.

VIHERLUOTO, Maiju; VIITASALO, Markku. Effect of light on the feeding rates of pelagic and littoral mysid shrimps: A trade-off between feeding success and predation avoidance. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 261, n. 2, p. 237–244, 2001.

VILLAMIZAR, N. *et al.* Effects of light during early larval development of some aquacultured teleosts: A review. **Aquaculture**, v. 315, n. 1–2, p. 86–94, 2011.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.10.036>

VILLAMIZAR, N.; GARCÍA-ALCAZAR, A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, F. J. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, v. 292, n. 1–2, p. 80–86, 2009.
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.03.045>

WANG, Fang *et al.* The effect of light color on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. **Aquaculture**, v. 228, n. 1–4, p. 351–360, 2003.

WANG, Fang *et al.* The effect of light intensity on the growth of Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. **Aquaculture**, v. 234, n. 1–4, p. 475–483, 2004.

WEI, Jie *et al.* Effects of salinity, photoperiod, and light spectrum on larval survival, growth, and related enzyme activities in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. **Aquaculture**, v. 530, n. July 2020, p. 735794, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735794>

WU, Lele *et al.* Growth, stress and non-specific immune responses of turbot (*Scophthalmus maximus*) larvae exposed to different light spectra. **Aquaculture**, v. 520,

n. January, p. 734950, 2020.

WU, Lele *et al.* Influence of light spectra on the performance of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). **Aquaculture**, v. 533, 2021.

XU, Yan *et al.* Influence of light wavelength on the vision of the *Macrobrachium nipponenses*. **Journal of Shanghai Teachers University (Natural Sciences)**, v. 32, n. 3, p. 75—78, 2003. Disponível em: <http://europemc.org/abstract/CBA/362334>

YASHARIAN, David *et al.* The effect of tank colouration on survival, metamorphosis rate, growth and time to metamorphosis freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) rearing. **Aquaculture Research**, v. 36, n. 3, p. 278–283, 2005.

YÚFERA, M.; RODRÍGUEZ, A. Effect of prey density on feeding rates during larval rearing of *Palaemon serratus* Pennant (Crustacea: Palaemonidae). **Aquaculture**, v. 50, n. 1–2, p. 31–38, 1985.

ZOU, Yuxia *et al.* The stimulation effects of green light on the growth, testicular development and stress of olive flounder *Paralichthys olivaceus*. **Aquaculture**, v. 546, n. July 2021, p. 737275, 2022.

ZUO, B. N. *et al.* Effects of colorful light on growth performance, feeding and shell color in Chinese mitten crab juvenile *Eriocheir sinensis* with the red shell. **J. Chin. Fish. Qual. Stand**, v. 8, p. 26–33, 2018.