



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**USO DO FLOCO MICROBIANO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO E  
ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO RED CHERRY (*Neocaridina davidi*, Atyidae)**

**JAIR BARRETO LYRA**

**RECIFE - PE  
2022**

**JAIR BARRETO LYRA**

**USO DO FLOCO MICROBIANO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO E  
ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO RED CHERRY (*Neocaridina davidi*, Atyidae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na forma de artigo científico ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Profa. Dra. Gelcirene de Albuquerque Costa.

**RECIFE - PE  
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L992u

LYRA, JAIR

USO DO FLOCO MICROBIANO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO E ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO RED  
CHERRY (Neocaridina davidi, Atyidae) / JAIR LYRA. - 2022.  
39 f. : il.

Orientadora: Gelcirene de Albuquerque Costa.  
Inclui referências e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Ciências Biológicas, Recife, 2022.

1. aquicultura. 2. camarão ornamental. 3. ração comercial. 4. bioflocos. 5. desempenho reprodutivo. I. Costa,  
Gelcirene de Albuquerque, orient. II. Título

CDD 574

---

**JAIR BARRETO LYRA**

**USO DO FLOCO MICROBIANO NO DESEMPENHO REPRODUTIVO E  
ZOOTÉCNICO DO CAMARÃO RED CHERRY (*Neocaridina davidi*, Atyidae)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na forma de artigo científico ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas/UFRPE como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Aprovado em:** 19/10/2022

---

Orientadora - Profa. Dra. Gêlcirene de Albuquerque Costa  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Avaliadora 1 - Profa. Dra. Suzianny Maria Bezerra Cabral da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Avaliador 2 - Prof. Dr. Mateus Vitoria Medeiros  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

**RECIFE - PE  
2022**

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, foi através dele que conseguimos, foi para sua honra e glória que cheguei até aqui. Não é muito, mas é o meu melhor.*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus, que me leva a amar a verdade, o conhecimento, o entendimento e a sabedoria.*

*À minha esposa Rayanne Lyra, que foi fonte de motivação e carregou com paciência o peso gerado por minha dedicação exclusiva a este trabalho. Sem ela, ele não teria sido possível.*

*Aos meus pais Jair Lyra e Alda Lyra, que me guiaram e apoiaram desde no princípio, e continuam a me apoiar com compreensão e amor.*

*À Leandro Lyra, que me ajudou a compreender melhor minhas forças e limitações, e me adaptar às circunstâncias necessárias para a conclusão deste trabalho.*

*À professora Gelcirene Costa, que às custas de seu tempo e esforço pessoal, tem buscado com muita paciência e um pouco de fogo e pressão, transformar carbono sem valor em diamantes.*

*Ao professor Mateus Medeiros, que em muito contribuiu com seu tempo e conhecimento, e talvez mesmo sem saber, contribuiu mais ainda com motivação e encorajamento.*

*Aos meus amigos, Dennys, Karolaine, Jonas, Nayara, Isabelle, Clara e Emilene. Pois o presente trabalho é apenas a conclusão de uma maratona, e por mais que não estejam presentes no momento, juntos sofremos e nos alegamos, e eu não teria chegado até aqui sem eles.*

*Ao exército de estagiários do LAQUOR, que me permitiram ter inúmeras mãos, pés, e a estar presente em vários lugares ao mesmo tempo. Em especial, a Ana Carolina, Washington Batista e Fábio Reis, que sacrificaram tempo e esforço em maior quantidade e qualidade.*

## **EPÍGRAFE**

*Compre a verdade e não abra mão dela, nem tampouco da sabedoria, da disciplina e do discernimento.*

*Provérbios 23:23*

## RESUMO

O *Neocaridina davidi* conhecido como camarão *red cherry*, tem sua popularidade na aquariofilia e aquicultura ornamental devido ao hábito alimentar onívoro, comportamento de escavação e características reprodutivas favoráveis como desenvolvimento direto, múltiplas desovas e alta sobrevivência, que na reprodução seletiva promovem diferentes padrões de coloração. Assim como em outros organismos aquáticos cultivados, as características ambientais, a disponibilidade e a qualidade do alimento ofertado são os fatores importantes no sucesso reprodutivo. Na aquicultura, uma alternativa de alimento de alta qualidade nutricional e potencial na minimização dos custos com dietas comerciais consiste no uso de flocos microbianos oriundo de sistema de bioflocos (BFT). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do floco microbiano no desempenho reprodutivo e zootécnico de *N. davidi*. O experimento teve duração de 60 dias e foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 4 repetições que consistiram no uso da ração comercial, e seu equivalente em flocos microbianos, com base na matéria seca: RC - alimentação com ração comercial de 45% de proteína bruta a 7% da biomassa; RF - substituição de 50% da ração comercial por floco microbiano, com alimentação de ração a 3,5% da biomassa e 1,2 mL de floco microbiano; e FM - alimentação com 2,4 mL de floco microbiano. As unidades experimentais consistiram em 12 aquários de 30 L de volume útil, em que foram estocados 10 animais, na proporção sexual de 2:3 (machos:fêmeas). Foram avaliados neste estudo a qualidade da água, características reprodutivas, desempenho zootécnico e reprodutivo do *N. davidi*. Os resultados mostraram que a substituição de 50% da ração comercial pelo floco microbiano, conforme observado no tratamento RF não interferiu nas características reprodutivas e zootécnicas quando comparados ao tratamento RC ( $P > 0,05$ ), com base no ganho de massa, taxa de crescimento específico, dados biométricos, ecdise, fêmeas ovígeras e maduras/maturação. Em contrapartida, a oferta integral do floco microbiano para o *N. davidi* realizada no tratamento FM não foi suficiente para proporcionar um bom desempenho reprodutivo e crescimento dos animais comparado aos tratamentos que tiveram a oferta da ração comercial ( $P < 0,05$ ), mas com sobrevivência (95%) similar ao RC e RF. As possíveis razões para estes resultados podem estar relacionadas a densidade do floco microbiano coletado diariamente para alimentação do *N. davidi*, que durante os 60 dias variou de 6-45 mg L<sup>-1</sup> (21,34 ± 11,28 mg L<sup>-1</sup>). Em relação a qualidade de água, as variáveis físicas e químicas analisadas durante o experimento se mantiveram em níveis adequados para a espécie cultivada. A partir desses resultados pode-se dizer que o floco microbiano como alimento é eficiente na substituição parcial da ração comercial, sem afetar o crescimento e reprodução, sendo este o primeiro estudo realizado com camarões ornamentais. Com base nisso, recomenda-se que sejam testados em estudos futuros, a análise da composição nutricional e padrão de sólidos suspensos totais do floco microbiano ideais para o crescimento e reprodução de *N. davidi* e também, de outros camarões ornamentais cultivados, como alternativa de minimizar os custos com as dietas comerciais dos sistemas de produção convencionais.

**Palavras-chave:** aquicultura, camarão ornamental, ração comercial, bioflocos, desempenho reprodutivo.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Representação das unidades experimentais para o cultivo de reprodutores de <i>Neocaridina davidi</i> em delineamento inteiramente casualizado. ....	15
<b>Figura 2.</b> Representação gráfica do número de observações semanais de fêmeas ovígeras de <i>N. davidi</i> durante os 60 dias de cultivo.....	23
<b>Figura 3.</b> Representação gráfica do número de observações semanais de fêmeas maduras/maturação de <i>N. davidi</i> durante os 60 dias de cultivo.....	24
<b>Figura 4.</b> Representação gráfica do número de observações semanais de ecdises realizadas durante os 60 dias de cultivo. ....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Variáveis da água mensuradas diariamente no cultivo de <i>N. davidi</i> .....	19
<b>Tabela 2.</b> Compostos nitrogenados avaliados durante o cultivo de <i>N. davidi</i> .....	20
<b>Tabela 3.</b> Dados biométricos de reprodutores de <i>N. davidi</i> após os 60 dias de cultivo. ....	21
<b>Tabela 4.</b> Desempenho zootécnico do cultivo de reprodutores de <i>N. davidi</i> .....	22
<b>Tabela 5.</b> Desempenho reprodutivo de <i>N. davidi</i> ao final dos 60 dias de cultivo.....	25

## SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>12</b>
<b>2. Material e Métodos .....</b>	<b>14</b>
2.1. <i>Local do estudo</i> .....	14
2.2. <i>Delineamento experimental</i> .....	14
2.3. <i>Origem dos animais e estocagem</i> .....	15
2.4. <i>Qualidade de água</i> .....	16
2.5. <i>Manejo alimentar</i> .....	17
<b>3. Resultados .....</b>	<b>19</b>
3.1. <i>Qualidade de água</i> .....	19
3.2. <i>Dados biométricos e desempenho zootécnico</i> .....	20
3.3. <i>Desempenho reprodutivo</i> .....	22
<b>4. Discussão .....</b>	<b>26</b>
<b>5. Agradecimentos.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>36</b>

**Uso do floco microbiano no desempenho reprodutivo e zootécnico do camarão *red cherry*  
(*Neocaridina davidi*, Atyidae)**

Jair B. Lyra<sup>a</sup>, Ana C. S. Valença<sup>a</sup>, Mateus V. Medeiros<sup>a</sup>, Gelcirene de A. Costa<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco; Rua Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. CEP 52171-900.

\*Autor Correspondente. G.A. Costa, UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. CEP 52171-900. E-mail: [gelcirene.costa@ufrpe.br](mailto:gelcirene.costa@ufrpe.br)

## Resumo

O *Neocaridina davidi*, popularmente conhecido como camarão *red cherry*, é um dos carídeos de água doce mais comercializados na aquariofilia. É uma espécie de fácil manejo, prolífica e de hábito alimentar onívoro. Na aquicultura ornamental, uma alternativa de alimento nutritivo para organismos aquáticos capaz de minimizar os custos com a ração comercial consiste no uso de flocos microbianos oriundos de sistema de bioflocos (BFT). Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso do floco microbiano no desempenho reprodutivo do *N. davidi* cultivado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 4 repetições que consistiram em: RC - alimentação com ração comercial de 45% de proteína bruta (7% da biomassa); RF – substituição de 50% da ração comercial (3,5% da biomassa) por floco microbiano (1,2 mL); e FM - alimentação com floco microbiano (2,4 mL). As unidades experimentais consistiram em 12 aquários de 30 L de volume útil, em que foram estocados 10 animais, na proporção sexual de 2:3 (machos:fêmeas). Em cada aquário foi inserido um sistema de filtros mecânico e biológico, substratos verticais de cano de PVC e substrato natural com *Vesicularia* sp. Foram avaliados neste estudo a qualidade da água, características reprodutivas, desempenho zootécnico e reprodutivo do *N. davidi*. A qualidade de água de todos os tratamentos se manteve em níveis adequados para a espécie cultivada e os tratamentos RC e RF foram superiores em relação ao tratamento FM, no comprimento, massa total, ganho de peso e taxa de crescimento específico ( $P < 0,05$ ). No desempenho reprodutivo, o maior número de juvenis, fêmeas ovígeras, fêmeas maduras/maturação e ecdises foram observadas nos tratamentos RC e RF em relação ao FM. A partir desses resultados pode-se dizer que o uso do floco microbiano associado a ração comercial são potenciais no desempenho reprodutivo do *N. davidi*.

**Palavras-Chave:** aquicultura, camarão ornamental, ração comercial, bioflocos, desempenho reprodutivo.

## 1. Introdução

Na aquariorfilia, a popularidade dos crustáceos ornamentais é recente, sendo motivada principalmente pelo conhecimento do seu nicho trófico e comportamento de escavação, desempenhando papel ecológico importante na transformação e ciclagem dos nutrientes (Patoka et al., 2016; Turkmen & Karadal, 2012). Deste grupo, camarões carídeos de água doce são os que mais se destacam neste setor, devido ao seu baixo custo de produção, fácil manejo e geração de indivíduos com diferentes padrões de cores, obtidos a partir da reprodução seletiva (Plichta et al., 2021; Huang et al., 2020; Klotz et al., 2013).

Atualmente, cerca de 18 espécies de camarões carídeos de água doce são comercializados para fins de aquariorfilia e distribuídos nos gêneros *Atya* Leach, 1816; *Atyopsis* Chace, 1983; *Macrobrachium* Bate, 1868; *Caridina* H. Milne Edwards, 1837; e *Neocaridina* Kubo, 1938 (Werner, 2003; De Grave et al., 2008; Pantaleão et al., 2015).

O *Neocaridina davidi*, Bouvier 1904, conhecido como camarão *red cherry*, é uma espécie de pequeno porte (15-33 mm), endêmica de Taiwan e amplamente distribuída na Ásia (Han et al., 2019; Nur & Christuanus, 2013). Pode ser encontrado em rios, córregos e ambientes lênticos, tanto naturais como antropogenicamente modificados (Han et al., 2019; Weber & Traunspurger., 2016). Na natureza, encontram-se indivíduos de *N. davidi* transparentes ou em tons marrons esverdeados, enquanto na aquicultura, a reprodução seletiva permite diferentes colorações tais como vermelho, laranja, amarelo, verde, azul e preto (Suen & Gillett-Kaufman, 2020).

Na aquicultura ornamental, o *N. davidi* tem sua importância destacada devido ao sucesso reprodutivo (Plichta et al., 2021). Essas características estão relacionadas ao desenvolvimento direto com lecitotrofia, múltiplas desovas, cuidado parental e alta sobrevivência dos juvenis (Tropea & López Greco, 2015; Adiyodi & Adiyodi, 1994). Além disso, a espécie apresenta dimorfismo sexual, em que fêmeas adultas apresentam a segunda

pleura mais larga e alongada (Sganga et al., 2016), enquanto os machos apresentam uma modificação no endopodito e presença do apêndice sexual no segundo pleópodo (Nur & Cristianus, 2013; Englund & Cai, 1999). Outra característica observada é a presença de quatro estágios ovarianos que quando maduros, podem se estender na parte dorsal do cefalotórax até a primeira porção do pléon (Budi et al., 2020; Sganga et al., 2016), configurando a estrutura popularmente conhecida como “sela”.

Assim como em outros organismos aquáticos cultivados, as características ambientais, a disponibilidade e a qualidade do alimento ofertado são os fatores que mais interferem no sucesso reprodutivo do *N. davidi*. No ambiente natural, camarões neocaridinas possuem hábito alimentar onívoro, com preferência por algas, biofilme e detritos presentes na meiofauna bentônica (Weber & Traunspurger, 2016). Enquanto nos ambientes controlados, a dieta comercial exerce a função de principal fonte de alimento, seguido da matéria orgânica que se acumula ao longo do tempo nas estruturas de cultivo e aquários comunitários.

As dietas comerciais específicas para camarões ornamentais normalmente são onerosas, por possuírem ingredientes de alta qualidade nutricional em sua composição (i.e. imunostimulantes, antioxidantes, carotenóides, etc.). Entretanto, o uso dessas dietas para o plantel de reprodutores pode refletir de forma positiva na qualidade das reservas vitelogênicas presentes nos ovócitos das fêmeas e nos espermatozoides dos camarões machos (Sganga & Lopez-Greco, 2020).

Aliado a alimentação, estudos têm demonstrado o uso de substratos naturais e artificiais como abrigo para ecdise e local de cópula, além de promoverem a formação de biofilme e perifíton em sua superfície, servindo como alimento natural para os camarões reprodutores e juvenis (Kawamura et al., 2017; Viau et al., 2016). Dos substratos naturais utilizados, a *Vesicularia* sp. tem se mostrado a mais eficiente no desempenho reprodutivo de *N. davidi* (Vazquez et al., 2022). Uma alternativa de alimento potencial que pode minimizar os custos

com dietas comerciais e promover um bom desempenho reprodutivo de *N. davidi*, consiste no uso de flocos microbianos proveniente do sistema de bioflocos (BFT - *Biofloc Technology*).

Flocos microbianos ou bioflocos são agregados que abrangem uma gama de partículas microscópicas e maior que 1 mm (Samocha et al., 2019), compostos por uma miríade de microrganismos como algas, bactérias, protozoários e outros microrganismos que se aderem a uma matriz, dispersos na coluna d'água (De Schryver et al. 2008). A qualidade nutricional do biofoco é similar ao alimento que os camarões pastam no seu habitat natural (Avnimelech, 2009) e a composição de proteína da matéria seca é similar as dietas comerciais (30-45%) ofertadas nos sistemas de cultivo (Samocha et al., 2019; Kuhn et al., 2010). Com base nessas informações, o presente estudo tem o objetivo de avaliar o uso do floco microbiano no desempenho reprodutivo e zootécnico do camarão ornamental *N. davidi* cultivado.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Local do estudo*

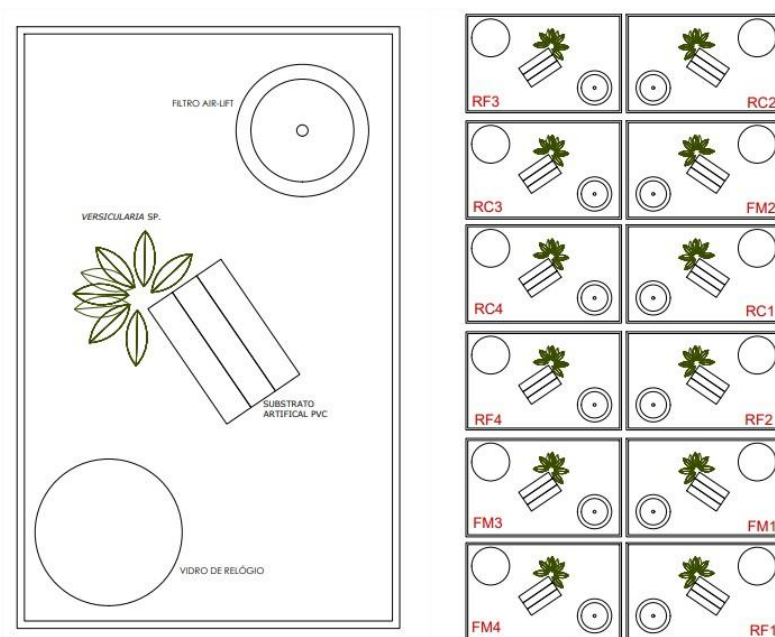
O estudo foi conduzido no Laboratório de Aquicultura e Organismos Aquáticos Ornamentais - LAQUOR, localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco - DEPAq/UFRPE (8°01'09''S 34°56'38''W), Recife, Pernambuco, Brasil, durante 60 dias (Julho a Setembro de 2022).

### *2.2. Delineamento experimental*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, onde foram testadas diferentes fontes alimentares para reprodutores de *Neocaridina davidi*: RC- alimentação com ração comercial; RF - alimentação com a oferta de 50% de ração comercial e 50% de floco microbiano; e FM - alimentação com floco microbiano.

As unidades experimentais consistiram em 12 aquários de vidro de 35 L, nas dimensões de 40 cm x 25 cm x 35 cm (comprimento x largura x altura) e volume útil de 30 L (Figura 1; Anexo 1). No interior de cada aquário foi inserido um sistema de filtragem composto por uma caixa acrílica, contendo lã acrílica e anéis de cerâmica (Bio Glass - Ocean Tech), para as filtrações mecânica e biológica, respectivamente. Por se tratar de um sistema fechado dinâmico, a circulação de água e filtragem foram realizadas por *air-lift*. No interior de cada aquário, foi inserido um vidro de relógio para comedouro, substratos artificiais com cano de PVC e substrato natural, com aproximadamente 3,6 g de *Vesicularia* sp. (Vázquez et al., 2022; Plichta et al., 2021).

**Figura 1.** Representação das unidades experimentais para o cultivo de reprodutores de *Neocaridina davidi* em delineamento inteiramente casualizado.



\*RC- ração comercial; RF - ração comercial e floco microbiano; e FM - floco microbiano para o cultivo de 10 indivíduos por aquário na proporção de 2:3 (machos:fêmeas).

### 2.3. Origem dos animais e estocagem

Cento e vinte exemplares de *Neocaridina davidi* adultos ( $0,06 \pm 0,03$  g;  $1,68 \pm 0,26$  cm) oriundos de produção comercial (Aquaciclos, Olinda, Pernambuco), foram doados para este estudo. Os animais foram transportados em sacos plásticos para o laboratório, onde foram aclimatados e estocados em 2 aquários (21 e 25 L), e mantidos em quarentena por uma semana. Para a estocagem nas unidades experimentais, foi realizada a sexagem e aferição de massa (g) e comprimento total (cm), com auxílio de régua e balança digital (AUY220, Shimadzu) com precisão de 0,01 mg. Em cada unidade experimental foram estocados 10 indivíduos, na proporção sexual de 2:3 (macho:fêmea), com biomassa aproximada de  $0,56 \pm 0,02$  g (Min= 0,53; Máx = 0,59 g), totalizando 48 machos ( $0,03 \pm 0,00$  g;  $1,43 \pm 0,22$  cm) e 72 fêmeas ( $0,07 \pm 0,02$  g;  $1,85 \pm 0,34$  cm)

A sexagem dos animais foi realizada a partir da observação das características morfológicas do abdômen e presença do ovário maduro ou em maturação, conforme Sganga, Piana & López Greco (2016). A aferição comprimento total consistiu na distância entre a margem distal do rostrum até a extremidade distal do telson (Moraes-Riodades; Valenti, 2002).

#### 2.4. Qualidade de água

Nas unidades experimentais do cultivo de *N. davidi*, as variáveis físicas e químicas da água como temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido (OD;  $\text{mg L}^{-1}$ ), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) e sólidos totais dissolvidos (TDS; ppm; Fator de conversão 0.7) foram monitoradas diariamente (08:30 h e 15:30 h), com auxílio oxímetro (AT-160, Alfakit), peagâmetro (AT-315, Alfakit) e condutivímetro (COM-80, HM). Semanalmente, as concentrações de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) foram avaliadas por meio de fotocolorímetro, seguindo os métodos de Indofenol e N-(1-naftil)-etilenodiamina, respectivamente (APHA, 2012). A dureza total e em carbonatos foi avaliada a partir de kits colorimétricos. Durante o cultivo, trocas parciais de água de 20% foram realizadas semanalmente, a partir do sifonamento de resíduos de matéria orgânica (fezes,

restos de alimentos e exúvias) presentes no fundo dos aquários. Após 30 dias de experimento, realizou-se uma manutenção no sistema de filtragem, com a troca da lã acrílica e limpeza do biofiltro.

A fim de manter a qualidade de água em condições adequadas para ecdise e reposição de minerais nos camarões, foi adicionado cerca de 0,1g de *Lithothamnium calcareum* triturado (LithoNutri - Oceana®), em todas as unidades experimentais (Araújo, 2020). Diariamente também foram mensuradas as variáveis de temperatura ( $27,7 \pm 0,57$  °C), OD ( $7,93 \pm 1,01$  mg L<sup>-1</sup>), pH ( $6,63 \pm 0,46$ ), TDS ( $1020 \pm 185$  ppm), sólidos totais suspensos - TSS ( $21,34 \pm 11,28$  mg L<sup>-1</sup>) e condutividade elétrica ( $185 \pm 250$  µS cm<sup>-1</sup>) do sistema BFT.

## 2.5. Manejo alimentar

Os camarões foram alimentados duas vezes ao dia (09:00 h e 16:00 h) de acordo com as particularidades de cada tratamento (Anexo 2). Nos tratamentos RC e RF, foi utilizado ração comercial para camarões ornamentais (Shrimp Sticks - Tropical®, Polônia), com 45% de proteína bruta e taxa de arraçoamento de 7 e 3,5% da biomassa respectivamente, divididos em duas porções diárias, respectivamente (Sganga & López Greco, 2020).

Para os tratamentos FM e RF, a quantidade de floco microbiano (mL) foi padronizada de acordo com o peso seco da ração comercial. Amostras 0,1 g de ração ( $n = 5$ ;  $0,962 \pm 0,008$  g) e de 1 mL de floco decantado ( $n = 5$ ;  $0,017 \pm 0,001$  g) foram secadas em estufa a 50 °C até o peso constante. O floco microbiano utilizado neste estudo foi oriundo de um tanque experimental de 1000 L, destinado a produção de camarões de água doce em sistema de bioflocos (BFT). Com base nos resultados e considerando a taxa de arraçoamento utilizada nos tratamentos RF e RC (3,5-7%), utilizou-se 0,6 mL e 1,2 mL de floco microbiano para os tratamentos RF e FM, respectivamente, divididos em duas porções diárias inseridas de forma cuidadosa nos comedouros.

Para oferta do floco microbiano, foi coletado aproximadamente 1L de água do sistema BFT, seguido da decantação em cone de Imhoff por 30 minutos. Com auxílio de uma pipeta de 10 mL o material decantado foi retirado do cone e transferido para um béquer. Para aplicação do floco nos aquários (tratamentos RF e FM), a amostra foi homogeneizada e coletada e ofertada com uma seringa 2 mL.

## 2.6. *Dados biométricos e desempenho zootécnico*

A partir dos dados biométricos inicial e final foram determinados os índices de desempenho zootécnico como sobrevivência (S), ganho de massa (GM), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar aparente (CAA), de acordo com as equações:  $S (\%) = [\text{n}^\circ. \text{ de indivíduos vivos} / \text{n}^\circ. \text{ total de indivíduos estocados}] * 100$ ;  $GM (g) = \text{Massa final} - \text{Massa inicial}$ ;  $TCE (\% \cdot \text{dia}^{-1}) = [(\ln \text{massa final} - \ln \text{massa inicial}) / \text{Dias de cultivo}] * 100$ ; e  $CAA = \text{CMR} / \text{GM}$ .

## 2.7. *Desempenho reprodutivo*

O desempenho reprodutivo foi avaliado pelas observações semanais do número de fêmeas ovígeras, fêmeas em maduras/maturação e ecdise (Anexo 3). Ao final do experimento, foram contabilizadas a quantidade total de fêmeas ovígeras, fêmeas maduras/maturação, e juvenis de cada unidade experimental por tratamento (Anexo 4), baseado no estudo proposto por Tropea & López-Greco (2015), com adaptações.

## 2.7. *Análise dos dados*

Os resultados da qualidade de água, dados biométricos, sobrevivência, GM, TCE e CAA foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene). Atendendo os pressupostos de estatística paramétrica, os dados submetidos à análise de

variância (ANOVA *one-way*) e comparação múltipla pelo teste de Tukey, e T-Student a 5% de probabilidade. Os resultados que não atenderam aos pressupostos, foram submetidos a análise estatística não paramétrica, pelo teste de Kruskal-Wallis. Todos os resultados foram analisados pelo pacote estatístico R-Statistic. O desempenho reprodutivo foi avaliado por estatística descritiva, a partir das observações das características reprodutivas.

### 3. Resultados

#### 3.1. Qualidade de água

As variáveis físicas e químicas da água avaliadas durante os 60 dias de cultivo do *N. davidi* encontram-se na Tabela 1. A temperatura e o oxigênio dissolvido se mantiveram constantes ao longo do dia e não apresentaram diferenças entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Para o pH, diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foram encontradas durante o período da manhã, com o menor valor para o tratamento RC e maior valor para o RF. Os sólidos totais dissolvidos (TDS) e a condutividade elétrica também não apresentaram diferenças entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 1.** Variáveis da água mensuradas diariamente no cultivo de *N. davidi*.

		Variáveis da água				
Tratamentos		Temperatura (°C)	OD (mg L <sup>-1</sup> )	pH	Condutividade (µS cm <sup>-1</sup> )	TDS (PPM)
RC	M	27,36 ± 0,02	7,71 ± 0,04	7,00 ± 0,07 <sup>b</sup>	170 ± 11	111 ± 8
	T	27,28 ± 0,06	7,75 ± 0,05	6,97 ± 0,07	168 ± 11	111 ± 8
RF	M	27,36 ± 0,03	7,73 ± 0,04	7,12 ± 0,02 <sup>a</sup>	183 ± 12	121 ± 9
	T	27,26 ± 0,03	7,79 ± 0,06	7,08 ± 0,03	182 ± 12	121 ± 9

FM	M	27,37 ± 0,02	7,79 ± 0,06	7,11 ± 0,07 <sup>ab</sup>	178 ± 11	117 ± 7
	T	27,30 ± 0,02	7,86 ± 0,09	7,09 ± 0,08	178 ± 11	117 ± 7

\*Média e Desvio Padrão. RC - ração comercial; RF - ração e floco microbiano; FM - floco microbiano, OD - oxigênio dissolvido; e TDS - sólidos totais dissolvidos. As letras entre colunas indicam diferenças entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos compostos nitrogenados (amônia e nitrito), não houve diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). No entanto, na primeira semana foi verificada uma maior quantidade de nitrito nas unidades experimentais ( $0,5 \pm 0,6$ ) do que no restante do experimento (Tabela 2). A dureza em carbonatos e dureza total da água de todas as unidades experimentais foram inferiores a 70 ppm, característico de uma água mole (0-70 ppm).

**Tabela 2.** Compostos nitrogenados avaliados durante o cultivo de *N. davidi*.

Tratamentos	Variáveis	
	NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg L <sup>-1</sup> )
RC	0,03 ± 0,08	0,34 ± 0,59
RF	0,01 ± 0,06	0,25 ± 0,49
FM	0,09 ± 0,09	0,11 ± 0,23

\*Média e Desvio Padrão. RC - ração comercial; RF - ração e floco microbiano; e FM - floco microbiano. Não houve diferença entre os tratamentos pela ANOVA e teste de Kruskal-Wallis para NH<sub>3</sub> - amônia e NO<sub>2</sub><sup>-</sup> - nitrito, respectivamente a 5% de probabilidade.

### 3.2. Dados biométricos e desempenho zootécnico

Os dados biométricos dos camarões machos e fêmeas de *N. davidi* apresentaram diferenças entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). Além disso, foi observado que os exemplares de *N. davidi* machos reprodutores de todos os tratamentos apresentaram menor tamanho em comparação às fêmeas.

Para as fêmeas, os tratamentos RC e RF apresentaram maiores valores de peso e comprimento total e não diferiram entre si, enquanto as fêmeas do tratamento FM apresentaram menor tamanho. Com relação aos machos, todos os tratamentos apresentaram diferenças no peso, em que o RC teve maior média de peso, seguido dos tratamentos RF e FM, respectivamente. No comprimento total, camarões machos dos tratamentos RF e RC não diferiram em suas médias, porém apresentaram maiores valores quando comparados ao tratamento FM. Com relação aos valores médios totais de peso e comprimento, exemplares dos tratamentos RC e RF apresentaram maior tamanho comparados aos exemplares do tratamento FM. (Tabela 3).

**Tabela 3.** Dados biométricos de reprodutores de *N. davidi* após os 60 dias de cultivo.

Tratamento	Peso (g)			Comprimento (cm)		
	Fêmeas	Machos	Total	Fêmeas	Machos	Total
RC	0,11 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,09 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,22 <sup>a</sup>	1,77 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,99 ± 0,28 <sup>a</sup>
RF	0,11 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,05 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	2,09 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,67 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,97 ± 0,24 <sup>a</sup>
FM	0,07 ± 0,02 <sup>b</sup>	0,03 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,05 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,83 ± 0,14 <sup>b</sup>	1,53 ± 0,14 <sup>b</sup>	1,71 ± 0,20 <sup>b</sup>

\*Média e Desvio Padrão. RC - ração comercial; RF - ração e floco microbiano; e FM - floco microbiano. As letras entre colunas indicam diferenças entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos índices de desempenho zootécnico, a sobrevivência foi de 95% em todos os tratamentos ( $P > 0,05$ ), mas houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre o ganho de massa (GM), em que os tratamentos RC e RF apesar de receberem alimentação diferenciada, apresentaram valores similares, diferente do tratamento FM em que não houve ganho de massa nos animais cultivados. (Tabela 4)

Com relação a taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar aparente (CAA), foi possível avaliar apenas entre os tratamentos RC e RF, em que ambos não apresentaram diferenças significativas ( $P > 0,05$ ). A TCE do tratamento FM foi negativa, indicando que não houve crescimento dos camarões cultivados.

**Tabela 4.** Desempenho zootécnico do cultivo de reprodutores de *N. davidi*.

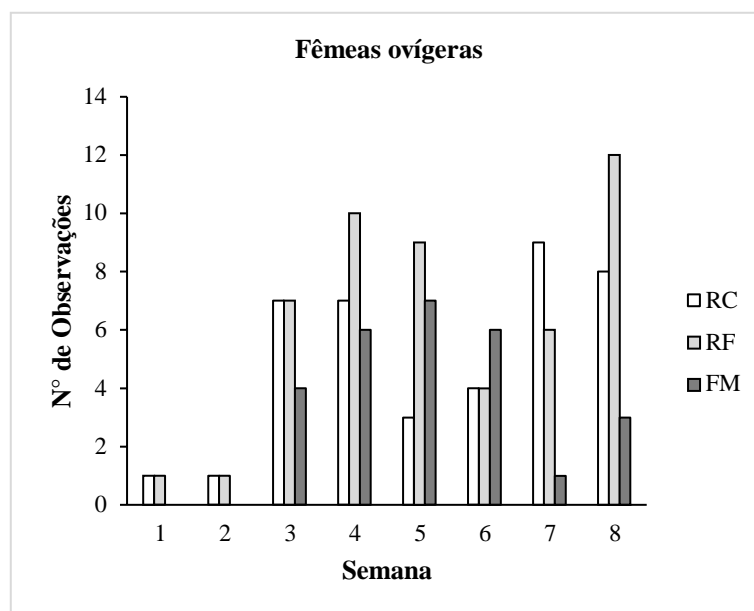
Tratamentos	Desempenho zootécnico			
	Sobrevivência (%)	GM (g)	TCE (% dia <sup>-1</sup> )	CAA
RC	95,0 ± 6,0	0,03 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,71 ± 0,06	8,19 ± 0,73
RF	95,0 ± 10,0	0,03 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,16	7,80 ± 2,01
FM	95,0 ± 10,0	0,00 ± 0,01 <sup>b</sup>	-0,08 ± 0,23	NA

\*Média e Desvio Padrão. RC - ração comercial; RF - ração comercial e flocos microbianos; FM - flocos microbianos; GM - ganho de massa; TCE - taxa de crescimento específico; CAA - conversão alimentar aparente; e NA - não avaliado. Os valores do desempenho zootécnico não apresentaram diferenças pela ANOVA e Teste T-Student a 5% de probabilidade.

### 3.3. Desempenho reprodutivo

A partir das observações das fêmeas de *N. davidi* de cada aquário, foi possível notar que as primeiras fêmeas ovígeras apareceram na primeira semana de cultivo nos tratamentos RC e RF, enquanto no tratamento FM essa característica foi observada a partir da terceira semana (Figura 2). Durante o cultivo, as maiores observações de fêmeas ovígeras foram para o tratamento RF (50 fêmeas), seguido dos tratamentos RC (40 fêmeas) e FM (27 fêmeas).

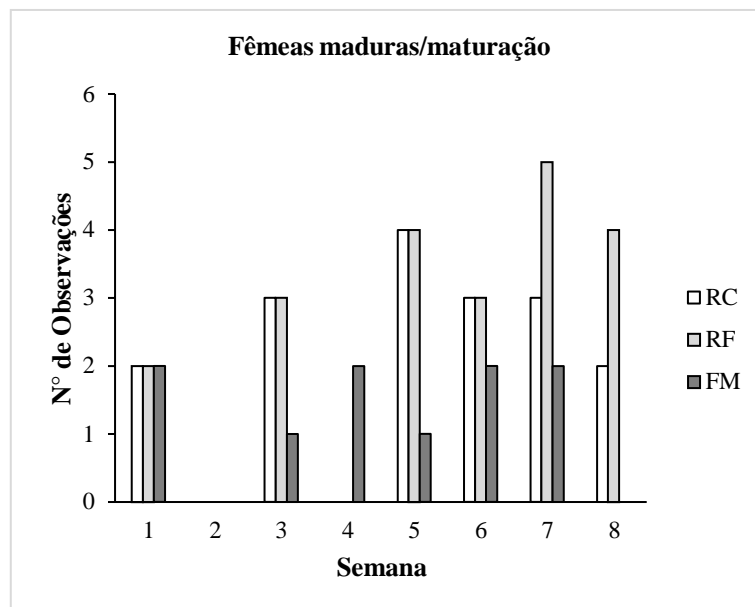
**Figura 2.** Representação gráfica do número de observações semanais de fêmeas ovígeras de *N. davidi* durante os 60 dias de cultivo.



\*RC - ração comercial; RF - ração comercial e flocos microbianos; e FM - flocos microbianos.

Com relação às fêmeas maduras/maturação, todos os tratamentos apresentaram esta característica a partir da primeira semana de cultivo (Figura 2). Ao longo das oito semanas, foram observadas que as fêmeas maduras/maturação dos tratamentos RF e RC apresentaram maiores números de observações, com 21 e 17 fêmeas respectivamente, em relação ao tratamento FM com 10 fêmeas. Observou-se também que na sétima e oitava semana de cultivo, o tratamento RF apresentou maior quantidade de fêmeas maduras/maturação em relação a RC, com 5 e 4, respectivamente.

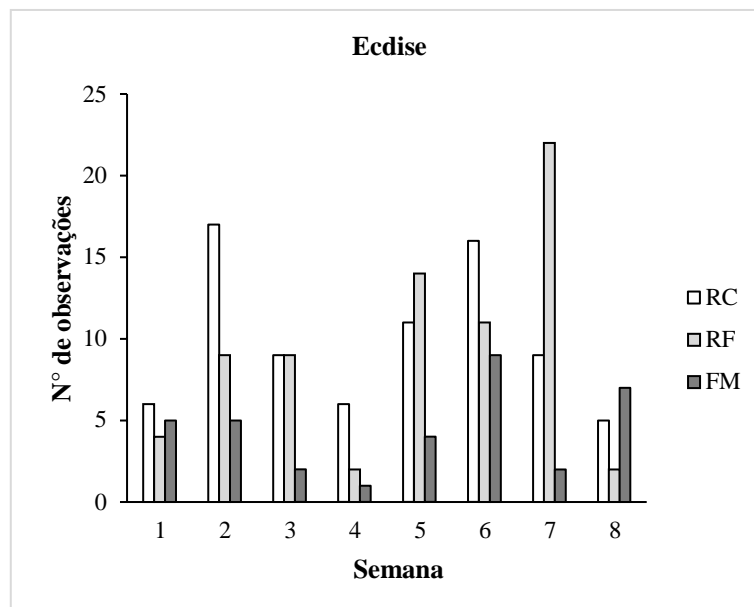
**Figura 3.** Representação gráfica do número de observações semanais de fêmeas maduras/maturação de *N. davidi* durante os 60 dias de cultivo.



\*RC - ração comercial; RF - ração comercial e flocos microbianos; e FM - flocos microbianos.

Com relação às ecdises, observou-se maior quantidade no tratamento RC, seguido dos tratamentos RF e FM, com 79, 73 e 35 observações, respectivamente (Figura 4). O maior número de ecdises foi observado na sétima semana no tratamento RF (22 ecdises).

**Figura 4.** Representação gráfica do número de observações semanais de ecdises realizadas durante os 60 dias de cultivo.



\*RC - ração comercial; RF - ração comercial e floco microbiano; e FM - floco microbiano.

Após, os 60 dias de cultivo, análise das características reprodutivas (Tabela 5) demonstraram que o maior número de fêmeas ovíferas foi encontrado no tratamento RF, seguido do RC e FM. Os resultados indicam que o desempenho reprodutivo do *N. davidi* dos tratamentos RC e FM foram próximos (> 1000 juvenis), enquanto o tratamento FM apresentou o menor desempenho reprodutivo (409 juvenis).

**Tabela 5.** Desempenho reprodutivo de *N. davidi* ao final dos 60 dias de cultivo.

Desempenho reprodutivo			
Tratamento	Nº de fêmeas ovíferas	Nº de fêmeas maduras/maturação	Nº de Juvenis
RC	7	7	1034
RF	15	5	1014

---

\*RC- ração comercial; RF - ração e floco microbiano; e FM - floco microbiano.

#### 4. Discussão

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito do floco microbiano no desempenho reprodutivo e zootécnico do camarão *N. davidi*. Com base nos resultados obtidos, a substituição de 50% da ração comercial por floco microbiano, conforme observado no tratamento RF, não afetou no crescimento e desempenho reprodutivo quando comparado ao tratamento RC.

Desse modo, o floco microbiano pode ser uma opção como alimento complementar para o *N. davidi* e corrobora com Maciel et al. (2017), em que sistemas baseados na tecnologia em bioflocos (BFT) para o cultivo de camarões permitem uma redução na quantidade e na porcentagem de proteína das rações, sem comprometer os parâmetros zootécnicos e reduzindo assim, os custos associados as dietas comerciais (Wasielesky et al., 2006). Nutricionalmente, a biomassa produzida no sistema BFT possui composição química capaz de atender as necessidades dos animais *in situ* (Crab et al., 2010; Anvimelech, 2009), bem como na utilização como suplemento nas rações, ou oferta direta camarões cultivados em outros sistemas de produção (Ekasari et al., 2014; Emerenciano et al., 2012; Kuhn et al., 2010). Além disso, o floco microbiano contém vários compostos bioativos, como ácidos graxos essenciais, carotenoides, aminoácidos livres, clorofilas, minerais e vitamina C, que são conhecidos por seus efeitos positivos como melhoria do estado antioxidante, crescimento, reprodução e imunoestimulante (Bossier & Ekasari, 2017; Xu & Pan, 2012; Crab, 2010).

Por outro lado, a oferta do floco microbiano como única fonte de alimento alóctone (FM), não respondeu de forma positiva no crescimento e nas características reprodutivas do *N. davidi*, que nos demais tratamentos foram supridas pela oferta da ração comercial (RF e RC). Camarões do tratamento FM não cresceram e além disso, obtiveram os menores números de

ecdises, fêmeas ovígeras e maduras/maturação, e quantidade de juvenis reduzidas que foram observadas no final do cultivo. As possíveis razões podem estar relacionadas a oferta insuficiente ou deficiência nutricional do floco microbiano. Além disso, as coletas diárias do floco microbiano realizadas para alimentação do *N. davidi* variaram em sua densidade, pois durante o experimento houve um aumento gradativo da densidade deste floco no tanque do sistema BFT, observadas pelo padrão de sólidos suspensos totais coletados pelo cone de Imhoff de 6-45 mg L<sup>-1</sup> (21,34 ± 11,28 mg L<sup>-1</sup>).

O valor nutricional dos bioflocos é dependente de uma série de fatores, como preferência alimentar do animal, habilidade de ingerir e digerir a proteína microbiana e a densidade do floco na água (Hargreaves, 2006). O tipo de fonte de carbono que é utilizado no sistema BFT também pode alterar a composição nutricional e o índice de qualidade do floco, além de influenciar na palatabilidade e digestibilidade de organismos aquáticos (Ahmad et al., 2017; Crab, 2010).

Um outro fator que também pode estar relacionado com a densidade e qualidade nutricional do floco microbiano foi a observação de melhores características reprodutivas observadas nas duas últimas semanas de cultivo no tratamento RF, que no final do experimento foram comprovadas pela quantidade de fêmeas ovígeras. Estudos realizados por Cardona et al., (2015a; 2015b) foi demonstrado que fêmeas de *Litopenaeus stylirostris* cultivadas em sistema de bioflocos produziram mais ovos e reproduziam com mais frequência do que fêmeas produzidas em água clara. Portanto, acredita-se que se o presente estudo fosse realizado num maior tempo de cultivo, o tratamento RF poderia apresentar os melhores desempenhos reprodutivos e zootécnicos.

Diferente do tratamento RF, o tratamento RC que consistiu na oferta integral de ração comercial para camarões ornamentais e resultou num bom desempenho zootécnico e reprodutivo, similar ao RF. Resultados que corroboram com Sganga & Lopez-Greco (2020),

em que rações comerciais ofertadas ao *N. davidi* desempenham bom crescimento, particularmente nas fêmeas, com sucesso no desenvolvimento embrionário e fecundidade. Cabe ressaltar que o *N. davidi* é uma espécie de desenvolvimento direto, com ausência de estágios larvais e devido a essas características, há uma maior influência materna na progênie, na alocação das reservas energéticas para vitelogênese e desenvolvimento embrionário (Marciano et al., 2018). No presente estudo, a ração comercial ofertada para o *N. davidi* foi composta por ingredientes de alta qualidade nutricional tais como carotenoides e fontes de n-3 PUFA que para esta espécie tem sido associada ao melhor desenvolvimento embrionário e aumento da taxa de fecundidade (Sganga & Lopez-Greco, 2020).

O *N. davidi* apresenta dimorfismo sexual, com o tamanho reduzido do macho em relação à fêmea, (Silva and Silva, 1989; Bergström, 1992; Baelde, 1994; Ahamed & Ohtomi, 2012) fenômeno atribuído a uma estratégia evolutiva para suportar a produção de ovos (Berglund, 1981; Ahamed & Ohtomi, 2012). Além disso, existe uma relação direta com a alocação das reservas energéticas com fase de crescimento dos camarões, em que fêmeas juvenis utilizam as reservas para o crescimento e fêmeas adultas utilizam para a reprodução (Budi et al., 2020). À luz dessas informações, é possível dizer que a conversão alimentar, ganho de massa e taxa de crescimento específico alcançados nas fêmeas do RC e RF se devem a qualidade dos alimentos ofertados que também favoreceram o estágio de maturação e maior desempenho reprodutivo, enquanto no FM o baixo desempenho zootécnico pode ser atribuído à alimentação deficitária e seu destino das reservas energéticas para a reprodução.

Com relação as variáveis físicas e químicas da água analisadas no cultivo do *N. davidi*, estas se mantiveram adequadas, resultando na alta sobrevivência em todos os tratamentos. Camarões apresentam ampla tolerância a variações na qualidade de água tais como temperatura entre 24-29 °C, pH de 6,5-8,04, oxigênio acima de 5,0 mg L<sup>-1</sup> e amônia de 0,1-1,9 mg L<sup>-1</sup> (Mahmoud et al, 2020; Ganesh, 2015).

A temperatura é um dos parâmetros de maior influência no crescimento, sobrevivência e desenvolvimento embrionário de larvas e juvenis de decápodes (Anger et al., 2004; Hamasaki, 2003). No estudo realizado por Tropea et al. (2015), a espécie *Neocaridina heteropoda heteropoda* possui uma ampla tolerância térmica (24-32 °C), em que 28 °C resulta no melhor desempenho reprodutivo. Outro parâmetro de importância no crescimento e reprodução é a escala do pH, que influencia na atividade da ecdise (Ganesh, 2015), que para o camarão red cherry (*Neocaridina denticulata* e *Neocaridina palmata*) pode variar entre 6,5-7,5 (Mahmoud et al., 2020). Com base na literatura, a temperatura e o pH avaliados no presente estudo estiveram próximos e dentro do limite para um bom desempenho reprodutivo e zootécnico do *N. davidi*, respectivamente.

Este é o primeiro estudo em que se testa a eficácia do flocos microbiano oriundo do sistema BFT como fonte de alimento para o *N. davidi*. Uma vez comprovada sua eficácia para a substituição parcial da ração comercial, por meio de parâmetros zootécnicos e reprodutivos, possibilita que outros estudos possam ser conduzidos para avaliar a densidade de flocos microbiano, qualidade e composição nutricional que sejam ideais para os reprodutores e juvenis de *N. davidi* e outros crustáceos ornamentais cultivados de importância para a aquariofilia, como alternativa de minimizar os custos de produção visto nos sistemas convencionais.

## **5. Agradecimentos**

Aos Laboratórios de Aquicultura e Organismos Aquáticos Ornamentais - LAQUOR e Genética Aplicada à Pesca e Aquicultura - LAGA da UFRPE, pela infraestrutura para a realização deste estudo, em especial a Profa. Dra. Maria Raquel Moura Coimbra. A empresa Aquaciclos por disponibilizar os exemplares de *N. davidi* cultivados neste estudo.

## 6. Referências Bibliográficas

Adiyodi KG, Adiyodi RG. 1994. Reproductive biology of invertebrates, Volume 6, Part B, Asexual propagation and reproductive strategies. John Wiley Sons, Chichester.

Ahamed, F., & Ohtomi, J. (2012). Growth patterns and longevity of the pandalid shrimp *Plesionika izumiae* (Decapoda: Caridea). *Journal of Crustacean Biology*, 32(5), 733-740.

Araújo, A. L. A. C. de, Moreira, T. da S., Menezes, T. B. B. de, Lima, R. L. de, Facundo, G. et al. (2020). Use of *Lithothamnium* sp. (Algen® Oceana) in *Penaeus vannamei* culture / Uso do *Lithothamnium* sp. (Algen® Oceana) no cultivo de *Penaeus vannamei*. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 28268–28283. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-321>

Avnimelech, Y. (2009). *Biofloc technology: a practical guide book*. World Aquaculture Society.

Baelde, P. 1994. Growth, mortality and yield-per-recruit of deep-water royal red prawns (*Haliporoides sibogae*) off eastern Australia, using the lengthbased MULTIFAN method. *Marine Biology* 118: 617-625.

Baliña, S., Temperoni, B., Lopez Greco, L. S., & Tropea, C. (2018). Losing reproduction: effect of high temperature on female biochemical composition and egg quality in a freshwater crustacean with direct development, the red cherry shrimp, *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae). *The Biological Bulletin*, 234(3), 139-151.

Barbier, C. (2010). Crevettes d'eau douce en aquariophilie: exemple de maintenance de la *Neocaridina heteropoda* pour les debutants. Thèse d'exercice, Médecine Vétérinaire, Toulouse 3, France. Eprints ID: 4229

Berglund, A. 1981. Sex dimorphism and skewed sex ratios in the prawn species *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Oikos* 36: 158-162.

Bergström, B. 1992. Growth, growth modeling and age determination of *Pandalus borealis*. *Marine Ecology Progress Series* 83: 167-183.

Budi, D. S., Hartono, D., Maulana, F., Bodur, T., & Lutfiyah, L. (2020). Some fecundity parameters and ovarian maturity criteria of ornamental red cherry shrimp (*Neocaridina davidi*). *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 456-462.

Cáceres, R., Malińska, K., & Marfà, O. (2018). Nitrification within composting: A review. *Waste Management*, 72, 119-137.

Cardona, E., Gueguen, Y., Magré, K., Lorgeoux, B., Piquemal, D., Pierrat, F., ... & Saulnier, D. (2016). Bacterial community characterization of water and intestine of the shrimp *Litopenaeus stylirostris* in a biofloc system. *Bmc Microbiology*, 16(1), 1-9.

Cardona, E., Lorgeoux, B., Geffroy, C., Richard, P., Saulnier, D., Gueguen, Y., ... & Chim, L. (2015). Relative contribution of natural productivity and compound feed to tissue growth in

blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) reared in biofloc: Assessment by C and N stable isotope ratios and effect on key digestive enzymes. *Aquaculture*, 448, 288-297.

Chamberlain G, Avnimelech Y, McIntosh RP et al (2001) Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C/N. II. Composition and nutritional value of organic detritus. *Global Aquacult. Glob Aquacult Adv* 4(4):22–24

Clarke A. Egg size and egg composition in polar shrimps (Caridea; Decapoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 1993; 168 (2): 189-203. doi: 10.1016/0022-0981(93)90259-Q

Dall, W., Hill, B.J., Rothlisberg, P.C., Staples, D.J., 1990. Biology of the Penaeidae. In: Blaxter, J.H.S., Southward, A.J. (Eds.), *Advances in Marine Biology*, vol. 27. Academic Press, London, UK. 489 pp

Darmawan Setia Budi,\* , Didik Hartono , Fajar Maulana , Türker Bodur , Lailatul Lutfiyah , Suciyono , Prayogo. Some fecundity parameters and ovarian maturity criteria of ornamental red cherry shrimp (*Neocaridina davidi*). *Turk J Vet Anim Sci* (2020) 44: 456-462 © TÜBİTAK doi:10.3906/vet-1910-13

David Ian Prangnell , Leandro Fonseca Castro , Abdulmehdi S. Ali , Craig L. Browdy & Tzachi Matzliach Samocha (2020): The performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* fed commercial diets of differing protein content, in a super-intensive biofloc-dominated system, *Journal of Applied Aquaculture*, DOI: 10.1080/10454438.2020.1766632

De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2008). The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3-4), 125-137.

Demas, P. (2007). Red cherry shrimp. *Tropical Fisheries Hobbyist Magazine*, 55, 90–92

De Grave, S., Y. Cai, and A. Anker. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 287- 293.

Ekasari, J., D. Angela, S. H. Waluyo, H. Setiyo, T. Bachtiar, E. H. Surawidjaja, P. Bossier, and P. De Schryver. 2014. The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture* 426–427:105–11. doi:10.1016/j.aquaculture.2014.01.023.

Emerenciano M, Ballester ELC, Cavalli RO et al (2012) Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). *Aquac Res* 43:447–457

Englund RA, Y Cai. 1999. The occurrence and description of *Neocaridina denticulata sinensis* (Kemp, 1918) (Crustacea: Decapoda: Atyidae), a new introduction to the Hawaiian Islands. *Bishop Mus. Occas. Pap.* 58: 58-65.

Franco, A. R., Ferreira, J. G., & Nobre, A. M. (2006). Development of a growth model for penaeid shrimp. *Aquaculture*, 259(1-4), 268-277.

Gardner, C. 2001. Composition of eggs in relation to embryonic development and female size in giant crabs *Pseudiscarius gigas* (Lamarck). *Mar. Freshw. Res.* 52: 333–338.

Gunzo Kawamura, Teodora Bagarinao, Annita Seok Kian Yong, Teoh Chui Fen, Leong Seng Lim. 2017, Shelter colour preference of the postlarvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*, DOI 10.1007/s12562-017-1062-8

Han, C. C., Hsu, K. C., Fang, L. S., Cheng, I., & Lin, H. D. (2019). Geographical and temporal origins of *Neocaridina* species (Decapoda: Caridea: Atyidae) in Taiwan. *BMC genetics*, 20(1), 1-15.

Huang, C.-W.; Chu, P.-Y.; Wu, Y.-F.; Chan, W.-R.; Wang, Y.-H. Identification of Functional SSR Markers in Freshwater Ornamental Shrimps *Neocaridina denticulata* Using Transcriptome Sequencing. *Mar. Biotechnol.* 2020, 22, 772–785.

Kawamura, G., Bagarinao, T., Yong, A. S. K., Fen, T. C., & Lim, L. S. (2017). Shelter colour preference of the postlarvae of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fisheries science*, 83(2), 259-264.

Kuhn, D. D., Lawrence, A. L., Boardman, G. D., Patnaik, S., Marsh, L., & Flick Jr, G. J. (2010). Evaluation of two types of bioflocs derived from biological treatment of fish effluent as feed ingredients for Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, 303(1-4), 28-33.

Klotz, W.; Miesen, F.W.; Hüllen, S.; Herder, F. Two Asian fresh water shrimp species found in a thermally polluted stream system in North Rhine-Westphalia, Germany. *Aquat. Invasions* 2013, 8, 333–339. [CrossRef]

Lemos, D., & Weissman, D. (2021). Moulting in the grow-out of farmed shrimp: a review. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 5-17.

Maciel, J. C., Francisco, C. J., & Miranda-Filho, K. C. (2018). Compensatory growth and feed restriction in marine shrimp production, with emphasis on biofloc technology. *Aquaculture International*, 26(1), 203-212.

Moraes-Riodades, P., & Valenti, W. C. (2002). Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller)(Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19, 1169-1176.

Moss SM, Divakaran S, Kim BG (2001) Stimulating effects of pond water on digestive enzyme activity in the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquac Res* 32:125–131

Nur FAH, Christianus A (2013) Breeding and life cycle of *Neocaridina denticulata sinensis* (Kemp, 1918). *Asian J Anim Vet Adv* 8:108– 115

Panigrahi, A., Sundaram, M., Saranya, C., Kumar, R. S., Dayal, J. S., Saraswathy, R., ... & Gopal, C. (2019). Influence of differential protein levels of feed on production performance and immune response of pacific white leg shrimp in a biofloc–based system. *Aquaculture*, 503, 118-127.

Pantaleão, J. A. F., Barros-Alves, S. D. P., Tropea, C., Alves, D. F., Negreiros-Fransozo, M. L., & López-Greco, L. S. (2015). Nutritional vulnerability in early stages of the freshwater ornamental “Red Cherry Shrimp” *Neocaridina davidi* (Caridea: Atyidae). *Journal of Crustacean Biology*, 35(5), 676-681.

Patoka J, Kalous L, Kopecky O (2015) Imports of ornamental crayfish: the first decade from the Czech Republic’s perspective. *Knowl Manag Aquat Ec* 416:04. doi:10.1051/kmae/2014040

Plichta, Z.; Kobak, J.; Maciaszek, R.; Kakareko, T. All Shades of Shrimp: Preferences of Colour Morphs of a Freshwater Shrimp *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae) for Substrata of Different Colouration. *Animals* 2021, 11, 1071. <https://doi.org/10.3390/ani11041071>

Ramazan Serezli1 , Mehmet Sina Atalar , Sevim Hamzacebi , Ilker Zeki Kurtoglu , Ilhan Yandi. 2017. To what extent does temperature affect sex ratio in red cherry shrimp, *Neocaridina davidi*? The scenario global warming to offspring sex ratio. *Fresenius Environmental Bulletin*. Volume 26 – No. 12/2017 pages 7575-7579

Rosa, R., and M. L. Nunes. 2003. Tissue biochemical composition in relation to the reproductive cycle of deep-sea decapod *Aristeus antennatus* in the south Portuguese coast. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 83: 963–970.

Rosa, R., S. Morais, R. Calado, L. Narciso, and M. L. Nunes. 2003. Biochemical changes during the embryonic development of Norway lobster, *Nephrops norvegicus*. *Aquaculture* 221: 507–522.

Rusydi, A. F. (2018, February). Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: A review. In *IOP conference series: earth and environmental science* (Vol. 118, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.

Samocha, T. M. (2019). *Sustainable biofloc systems for marine shrimp* (1st ed.). Academic Press.

Sasaki, G. C., J. M. Capuzzo, and P. Biesiot. 1986. Nutritional and bioenergetic considerations in the development of the American lobster *Homarus americanus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43: 2311–2319.

Sganga, D. E., & López Greco, L. S. (2020). Effect of commercial diets on female reproductive performance and offspring quality in the red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Caridea, Atyidae). *Aquaculture Research*, 51(12), 5029-5039.

Sganga DE, Piana LR, Greco LS. Sexual dimorphism in a freshwater atyid shrimp (Decapoda: Caridea) with direct development: a geometric morphometrics approach. *Zootaxa*. 2016 Nov;4196(1):zootaxa.4196.1.7. DOI: 10.11646/zootaxa.4196.1.7. PMID: 27988685.

Silva, P. K. De, and K. H. G. M. De Silva. 1989. Aspects of the population ecology of a tropical freshwater atyid shrimp *Caridina fernandoi* Arud. and Costa, 1962 (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Archives of Hydrobiology* 117: 237-253.

Suen, C., & Gillett-Kaufman, J. L. (2021). Cherry Shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier 1904)(Crustacea: Decapoda: Atyidae): EENY751/IN1301, 3/2020. *EDIS*, 2021(2).

Tropea C, Stumpf L, López Greco LS (2015) Effect of Temperature on Biochemical Composition, Growth and Reproduction of the Ornamental Red Cherry Shrimp *Neocaridina heteropoda heteropoda* (Decapoda, Caridea). *PLoS ONE* 10(3): e0119468. doi:10.1371/journal.pone.0119468

Tropea, C. and Greco, L. S. L. (2015) Female Growth and Offspring Quality over Successive Spawns in a Caridean Shrimp *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae) with Direct Development. *Biol. Bull.* 229: 243–254. (December 2015) © 2015 Marine Biological Laboratory

Turkmen G, Karadal O (2012) The survey of the imported freshwater decapod species via the ornamental aquarium trade in Turkey. *J Anim Vet Adv* 11:2824–2827. doi:10.3923/javaa.2012.2824.2827

Vazquez, N. D., Sganga, D. E., & Lopez Greco, L. S. (2022). Effect of different substrates on growth and biochemical composition of the ornamental “red cherry” caridean shrimp, *Neocaridina davidi* (Atyidae). *Aquaculture Research*, 53(8), 3001-3009.

Viau, V. E., Marciano, A., Iriel, A., & López Greco, L. S. (2016). Assessment of a biofilm-based culture system within zero water exchange on water quality and on survival and growth of the freshwater shrimp *Neocaridina heteropoda heteropoda*. *Aquaculture Research*, 47(8), 2528-2542.

Viau, V. E., Pérez, J. G., Tomas, A. L., Fracas, P. A., Veira, F. B., Vatnick, I., & López Greco, L. S. (2020). Breeding and life cycle of the ornamental freshwater shrimp *Neocaridina davidi* in a biofilm-based culture system. *Aquaculture Research*, 51(9), 3847-3864.

Wasielesky, W. J., H. I. Atwood, A. Stokes, and C. L. Browdy. 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 258: 396–403.

Weber, S., & Traunspurger, W. (2016). Influence of the ornamental red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904) on freshwater meiofaunal assemblages. *Limnologica*, 59, 155-161.

Werner, U. 2003. Shrimps, Crayfishes, and Crabs in the Freshwater Aquarium. Aqualog, Rodgau

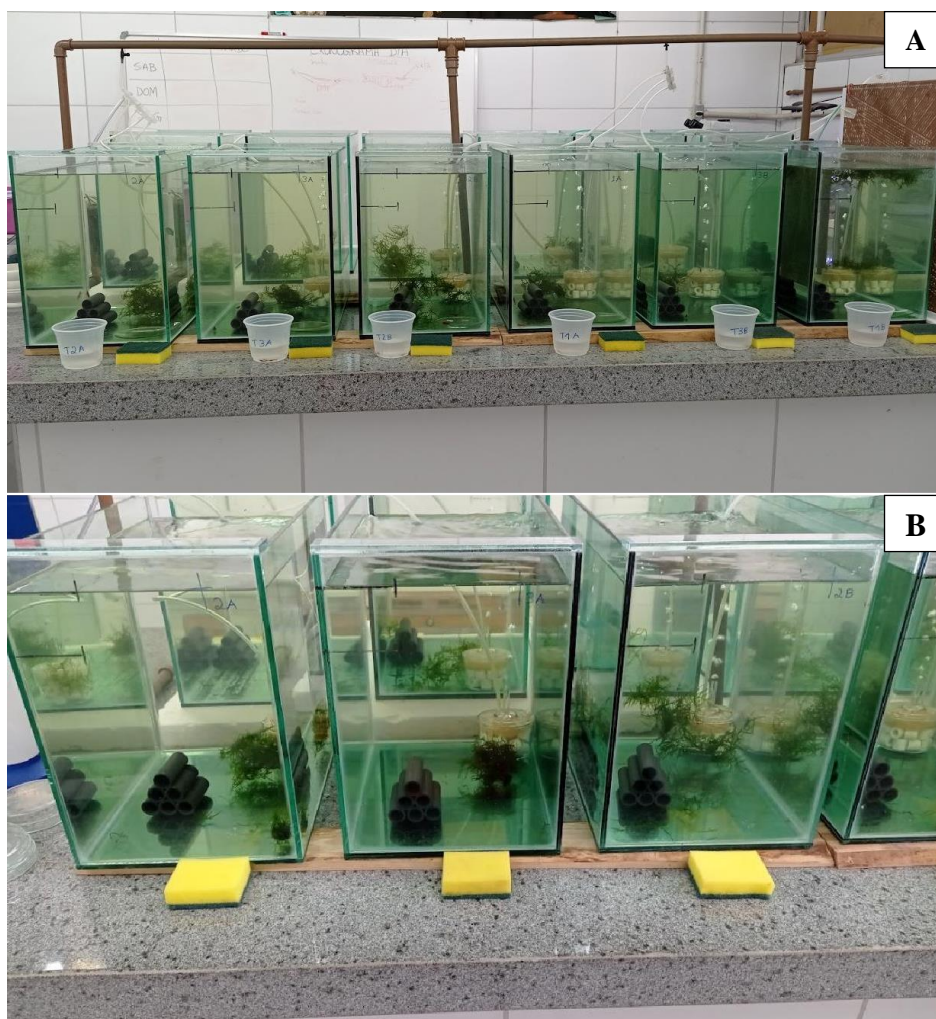
Xu, W. J., Pan, L. Q., Zhao, D. H., & Huang, J. (2012). Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*, 350, 147-153.

Hamasaki K. Effects of temperature on the egg incubation period, survival and developmental period of larvae of the mud crab *Scylla serrata* (Forsk.) (Brachyura: Portunidae) reared in the laboratory. *Aquaculture*. 2003; 219: 561–572.

Anger K, Lovrich GA, Thatje S, Calcagno JA. Larval and early juvenile development of *Lithodes santola* (Molina, 1782) (Decapoda: Anomura: Lithodidae) reared at different temperatures in the laboratory. J Exp Mar Biol Ecol. 2004; 306: 217–230.

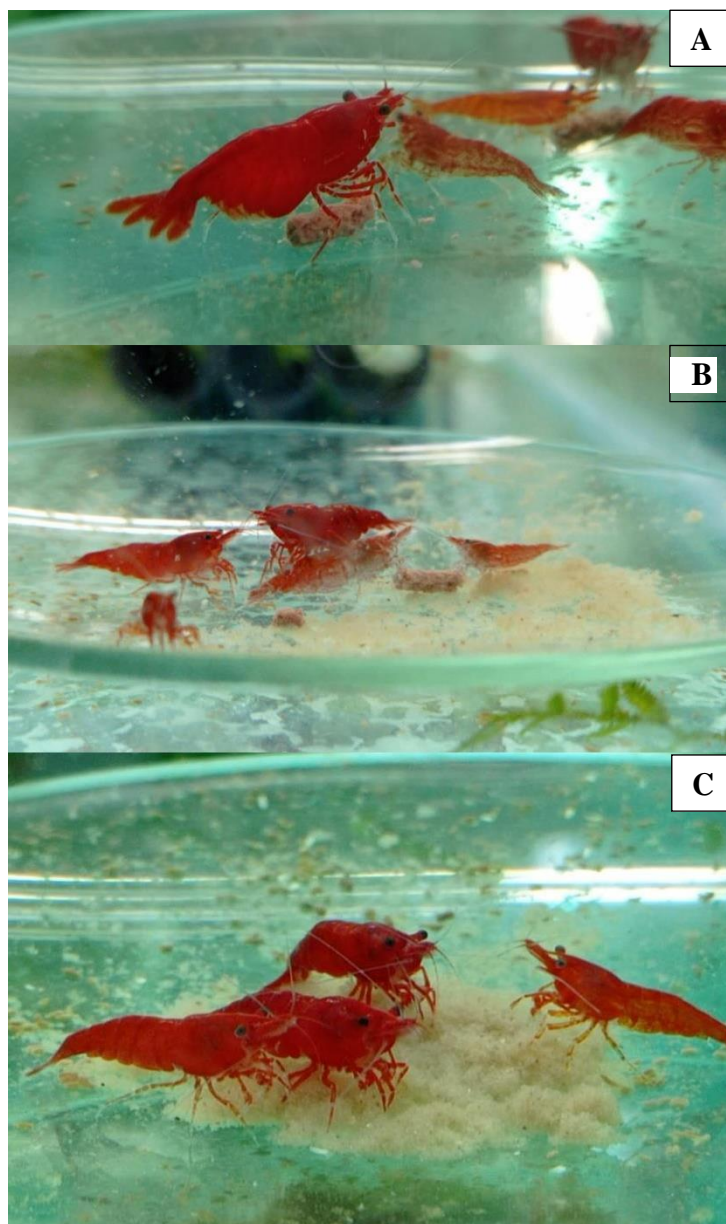
## ANEXOS

**Anexo 1.** Unidades experimentais para o cultivo de *N. davidi*. A- Aquários de 35 L em delineamento inteiramente casualizado. B- Disposição dos substratos artificiais, *Vesicularia* sp. e sistema de filtragem.



Fotos: Ana Valença.

**Anexo 2.** Manejo alimentar de *N. davidi* com ração comercial e floco microbiano. A- Tratamento RC; B- Tratamento RF; e C- Tratamento FM.



Fotos: Ana Valença.

**Anexo 3.** Características reprodutivas observadas durante o cultivo de *N. davidi*. A- ecdise; B- fêmea ovígera; C- fêmea madura.

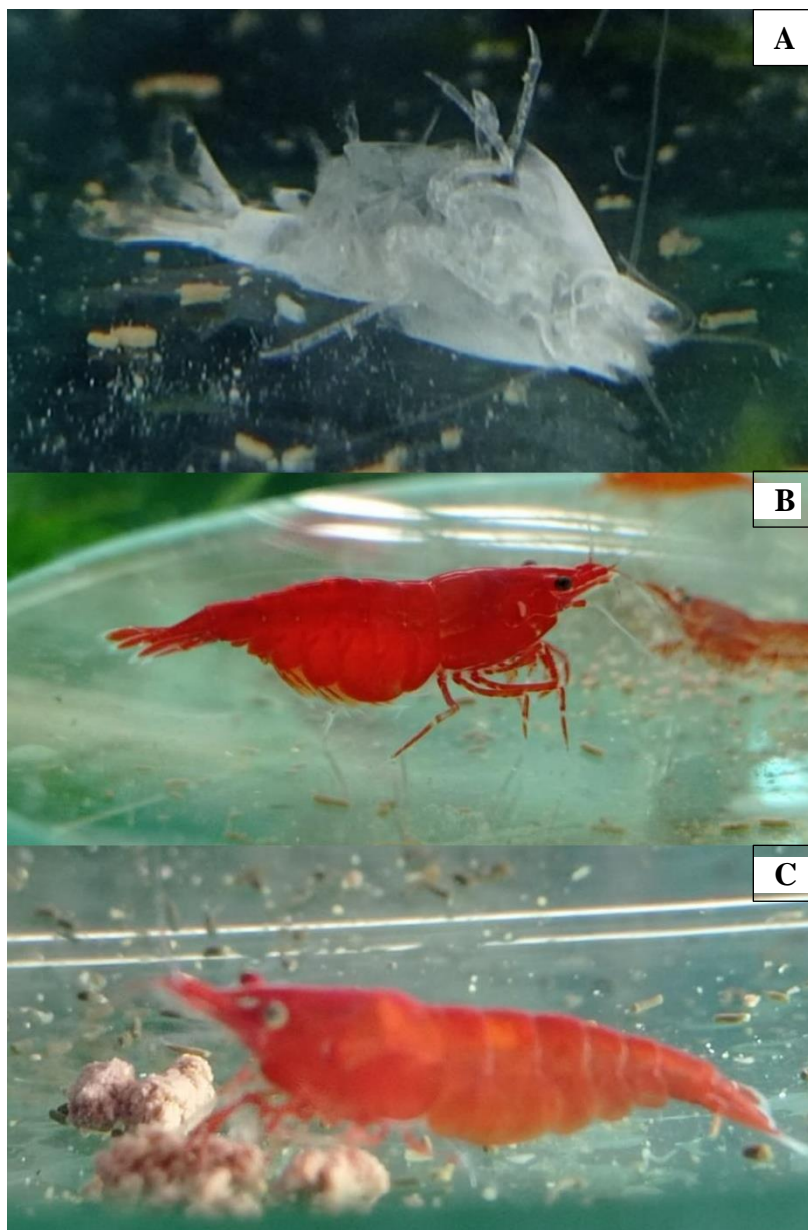


Foto: Ana Valença.

**Anexo 4.** Juvenis de *N. davidi* observados durante o cultivo.

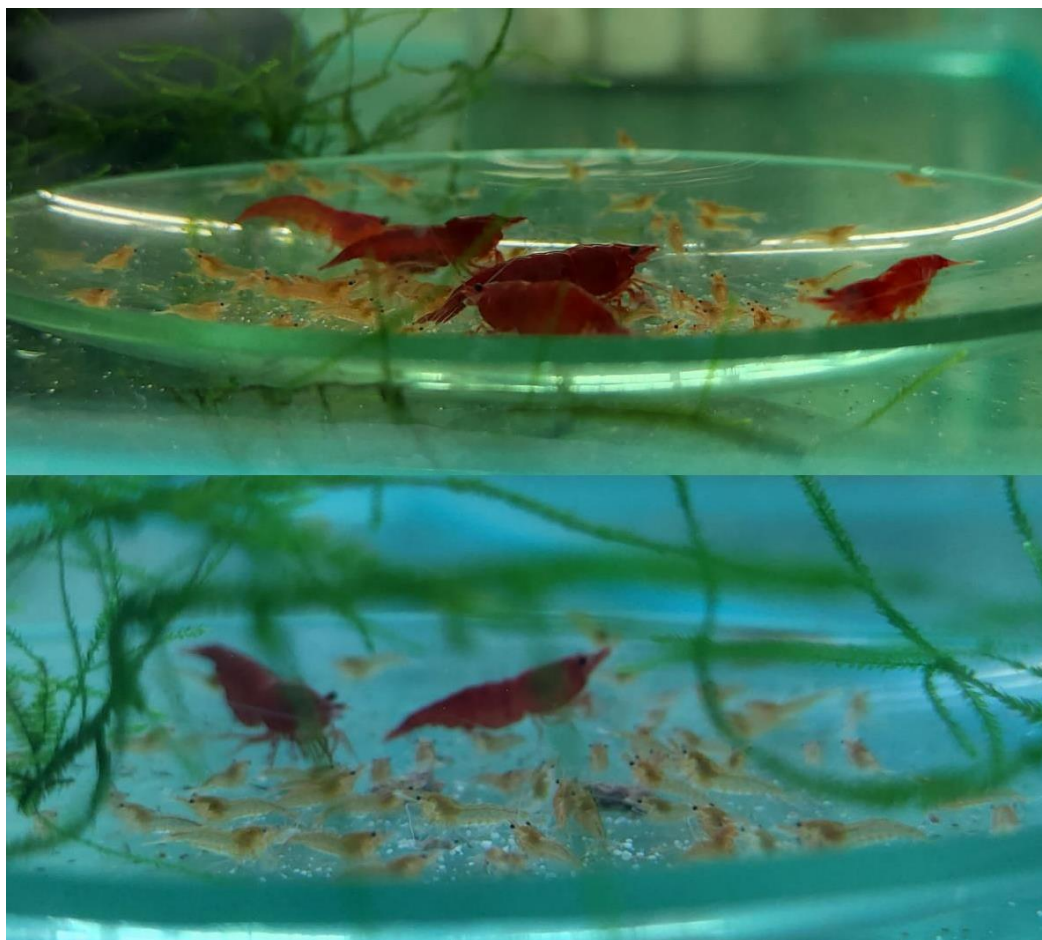


Foto: Gelcirene Costa.