# AVALIAÇÃO INTEGRADA DA QUALIDADE DA ÁGUA E DAS CARACTERÍSTICAS DO SEDIMENTO EM UM SISTEMA DE CULTIVO DO *PENAEUS VANNAMEI* DE PEQUENA ESCALA NO NORDESTE DO BRASIL

*Antony Albuquerque Marques Nascimento[1]; Áquila Moura Silva[2]; Hugo dos Santos[3]; Mário Cupertino Silva Junior[4]; Edenilce de Fátima Ferreira Martins[5]; Ernesto de Carvalho Domingues[6]; Adson Andrade Barros[7]*

**RESUMO** - A carcinicultura familiar representa uma importante atividade socioeconômica no Nordeste do Brasil, porém enfrenta desafios relacionados à ausência de monitoramento contínuo e à instabilidade das variáveis ambientais nos viveiros de cultivo. O presente trabalho avaliou a dinâmica da qualidade da água e as características do sedimento em um sistema de cultivo de *Penaeus vannamei* de pequena escala, conduzido por um produtor familiar no município de Nossa Senhora do Socorro/SE. O monitoramento nictemeral e semanal foi realizado em 9 pontos georreferenciados do viveiro, com medição das variáveis: oxigênio dissolvido, temperatura, pH, salinidade, condutividade elétrica e transparência. O solo foi caracterizado quanto ao pH e à granulometria. O oxigênio dissolvido foi a variável de maior criticidade, com mínimas de 1,20 mg/L e forte correlação negativa com a temperatura ($R^2 \approx 0{,}939$ NIC1 e 0,919 NIC2). A salinidade apresentou-se acima da faixa ótima recomendada para a espécie nas duas coletas nictemerais. O sedimento apresentou predominância de areia média-fina (850 µm) com frações argilosas, favorecendo o acúmulo de matéria orgânica. O desempenho zootécnico foi satisfatório, com taxa de crescimento específico de 2,956%/dia, sobrevivência estimada em 81,3%, conversão alimentar de 0,387 e produção de 232 kg em 46 dias. Os resultados indicam que o monitoramento integrado e a adoção de aeração mecânica são fundamentais para a sustentabilidade e competitividade da carcinicultura familiar na região.

**ABSTRACT** - Family-based shrimp farming is a socioeconomically important activity in northeastern Brazil, yet it faces challenges due to the absence of continuous monitoring and instability of water quality parameters in grow-out ponds. This study conducted an integrated assessment of water quality and sediment characteristics in a small-scale *Penaeus vannamei* culture system managed by a family farmer in Nossa Senhora do Socorro/Sergipe, Brazil. Nycthemeral and weekly monitoring was performed at 9 georeferenced sampling points, measuring dissolved oxygen, temperature, pH, salinity, electrical conductivity, and transparency. Soil samples were characterized for pH and particle size distribution. Dissolved oxygen was the most critical variable, with minimum values of 1.20 mg/L and a strong negative correlation with temperature ($R^2 \approx 0.939$ NIC1 and 0.919 NIC2). Salinity exceeded the recommended optimal range in both nycthemeral events. Sediment analysis revealed predominance of fine-to-medium sand (850 µm) with clay fractions, promoting organic matter accumulation and intensifying oxygen demand at the sediment-water interface. Zootechnical performance was satisfactory, with a specific growth rate of 2.956%/day, estimated survival of 81.3%, feed conversion ratio of 0.387, and total harvest of 232 kg over 46 days. These findings highlight that integrated monitoring and mechanical aeration are essential for sustainability and productivity of family shrimp farming in northeastern Brazil.

**Palavras-Chave –** Hidroenergia; Uso Produtivo e; Desenvolvimento Regional.

[1]UFS - CCAA - DEPAQ, Av. Marechal Rondon, s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000, (79) 98856-3331, antonyaamn3@gmail.com

[2]UFS - CCAA - DEPAQ, Av. Marechal Rondon, s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000, aquilamsilva@gmail.com, (79) 98853-8135

[3]UFS - CCET - Departamento de Engenharia Elétrica, santoshugo64@gmail.com, 79988544916

[4]UFS - CCAA – DEAGRI, mariocupertino@academico.ufs.br, (31) 98777-1148

[5]CODEVASF - 4° SR, Betume - Neópolis, edenilcemartinsaquapeq@gmail.com, (75) 99229-4898

[6]UFS - CCAA - DEPAQ, Av. Marechal Rondon, s/n - Rosa Elze, São Cristóvão - SE, ernestocd@academico.ufs.br, (081) 98640-5982 / (079) 3194-7583

[7]UFS - CCAA - DEAGRI, adsonandrade.agro@gmail.com, (79) 99124-9537

# 1 - INTRODUÇÃO

A carcinicultura é uma atividade associada ao cultivo do camarão *Penaeus vannamei*, destacando-se global e nacionalmente por sua alta produtividade e relevância socioeconômica, especialmente na região Nordeste do Brasil (FAO, 2025). No estado de Sergipe, o município de Nossa Senhora de Socorro/SE consolidou-se como o principal polo produtor estadual, onde a atividade é predominantemente conduzida por produtores familiares (IBGE, 2025). Contudo, a transição para sistemas eficientes nesses ambientes esbarra em desafios técnicos críticos, sendo a falta de licenciamento ambiental e a ausência de monitoramento contínuo e de aeração mecânica os principais fatores que expõem os cultivos a riscos produtivos (Ximes & Vidal, 2025; Souza et al., 2025).

Do ponto de vista técnico-operacional, o sucesso e a sustentabilidade da carcinicultura estão condicionados estritamente à manutenção da qualidade da água. Por se tratar de um ambiente dinâmico, o ecossistema do viveiro sofre influência direta de variáveis físico-químicas interconectadas, tais como temperatura, pH, salinidade, condutividade elétrica e turbidez. Dentre essas, o Oxigênio Dissolvido (OD) desponta como o parâmetro mais crítico, controlando diretamente as taxas de sobrevivência, o ganho de peso e a eficiência da conversão alimentar dos camarões (Boyd, 2010; Sá, 2023). A instabilidade crônica desses índices é o gatilho biológico para o estresse do animal, o que abre portas para mortalidades em massa e prejuízos no desempenho zootécnico.

Além das interações puramente aquáticas, a dinâmica da qualidade da água é fortemente regulada pela interface com o solo dos viveiros. Processos biogeoquímicos no sedimento, como a mineralização da matéria orgânica acumulada e a ciclagem de nutrientes, afetam diretamente a estabilidade do pH e a demanda bioquímica de oxigênio na coluna d’água (Amaral, 2003). Portanto, a

compreensão integrada dessa matriz água-solo é indispensável para evitar a deterioração do ambiente de cultivo.

Identificou-se um produtor familiar no município de Nossa Senhora do Socorro/SE que se destaca por manter os melhores índices de produção local através de duas práticas-chave, como a fertilização contínua e manejo estruturado de ração. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar e validar esse modelo de referência técnica, avaliando a qualidade da água, características do sedimento e desempenho zootécnico, visando demonstrar sua replicabilidade entre pares que operam no mesmo ambiente hídrico.

# 2 - OBJETIVOS

## 2.1 Objetivo Geral

Avaliar a dinâmica da qualidade da água em um sistema de cultivo de camarão marinho (*Penaeus vannamei*) conduzido por um produtor familiar no município de Nossa Senhora do Socorro/SE, analisando como as variáveis físico-químicas interagem com as características do sedimento, as práticas de manejo e o desempenho zootécnico dos crustáceos ao longo de um ciclo produtivo completo, visando demonstrar sua replicabilidade entre pares que operam no mesmo ambiente hídrico.

## 2.2 Objetivos Específicos

a) Monitorar sistematicamente as variáveis físico-químicas da água (oxigênio dissolvido, temperatura, pH, salinidade, condutividade elétrica e turbidez) ao longo do ciclo, identificando padrões de variação temporal e potenciais fatores ambientais de estresse animal;

b) Caracterizar a granulometria do solo do viveiro, investigando o impacto dessas propriedades sedimentares na estabilidade e na qualidade da água;

c) Avaliar o desempenho zootécnico do camarão-marinho.

# 3 - MATERIAL E MÉTODOS

## 3.1 Caracterização da área de estudo e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em uma propriedade comercial de carcinicultura familiar voltada à produção de camarão-marinho (*Penaeus vannamei*), localizada no município de Nossa Sra. de Socorro, estado de Sergipe (Coordenadas GPS: SD01 – 10°51’20,05”S, 37°06’01,05”W; SD09 - 10°51’22,04”S, 37°06’02,52”W). De acordo com as diretrizes da Resolução CONAMA nº 312 de 2002, o empreendimento enquadra-se como uma atividade de pequeno porte, dispondo de uma área inundada de aproximadamente 0,419 hectares.




Figura 1: Propriedade monitorada durante estudo

### 3.2 Qualidade da Água - Monitoramento Nictemeral e Semanal

Para a caracterização do perfil limnológico e identificação de períodos críticos de oscilação dos parâmetros ambientais na coluna d’água, foram realizadas coletas nictemerais em intervalos de 1 hora, cobrindo um ciclo contínuo de 24 horas. As amostragens foram executadas de forma simultânea nos 9 (nove) pontos de amostragem georreferenciados no viveiro de engorda. Os parâmetros mensurados in situ foram: oxigênio dissolvido (0,1 mg/L); potencial hidrogeniônico (0,01 pH); temperatura da água (0,1 °C); salinidade (0,01 g/L); condutividade elétrica (0,1 µS/cm); e transparência da água (cm). Os parâmetros foram expressos em gráficos do tipo diagrama de caixas ou boxplots, dando uma visão geral sobre a variação dos parâmetros ambientais nesse período de 24 horas. Foram realizadas duas coletas nictemerais durante o ciclo de cultivo. As coletas semanais seguiram o mesmo padrão de coleta e ocorreram do início ao fim do cultivo.

Os parâmetros físico-químicos foram aferidos a uma profundidade padrão de 20 cm abaixo da superfície da água utilizando sonda multiparamétrica Akso, modelo AK-88. A transparência da água

foi determinada por meio da imersão de um disco de Secchi, registrando-se a profundidade em centímetros no momento em que o disco se tornava invisível a olho nu.

### 3.3 Qualidade do Solo

As amostras de solo foram coletadas de forma síncrona nos 9 (nove) pontos amostrais do viveiro. Para a amostragem, utilizou-se um coletor do tipo testemunhador confeccionado em tubo cilíndrico de PVC rígido (100 mm de diâmetro e 140 cm de comprimento), o qual foi introduzido verticalmente no sedimento até atingir a profundidade de 20 cm. As amostras coletadas foram acondicionadas em caixa térmica para preservação de suas propriedades físicas e transportadas ao laboratório, conforme protocolo do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA & CETESB, 2023).

#### 3.3.1 Granulometria do Solo

As amostras destinadas à caracterização de textura foram submetidas à secagem térmica em mufla sob temperatura constante de 60 °C por 24 horas. O material seco foi submetido à separação mecânica por meio de conjunto de peneiras metálicas com malhas variando entre 850 μm (micrometros) e 2,00 mm (milímetros). As frações retidas em cada peneira foram quantificadas em balança digital para a determinação das classes granulométricas. Os resultados foram expostos em tabelas, além da realização de projeções de curvas granulométricas para os valores mais representativos nos registros de dados.

### 3.4 Desempenho zootécnico

Após o período de desenvolvimento dos animais no berçário (viveiro de pós-larvas), repetiu-se o procedimento de amostragem zootécnica. Amostras aleatórias de camarões adultos foram coletadas por meio de lances de tarrafa. Os dados quantitativos de comprimento total e peso foram obtidos seguindo os mesmos critérios instrumentais (ictômetro e balança digital) e computados individualmente. Foram analisados com utilização dos principais avaliadores para o desempenho zootécnico dos organismos, e os resultados foram expostos em uma tabela.

## 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Resultados para a Análise de Água

Os parâmetros de qualidade de água foram observados em dois acompanhamentos, sendo o sentido da análise descrever a variação nictemeral (em período de 24 horas) dos parâmetros. A variação entre a primeira e segunda nictemerais (NIC 1 e NIC 2, respectivamente) foi observada com intervalo

de 61 dias entre as amostragens. Nota-se graficamente um diferencial entre os valores para salinidade e pH. Sá (2023) indica que o P. vannamei tem sua eficiência de cultivo adequada em salinidades de 15 – 30 g/L (gramas por litro). Os valores entre as medições foram superiores à recomendação e influenciam negativamente no desenvolvimento do camarão. Apesar de a salinidade estar acima da recomendação, o crustáceo apresenta tolerância e pode adaptar-se bem em faixas de 1 – 40 g/L (Figura 2).

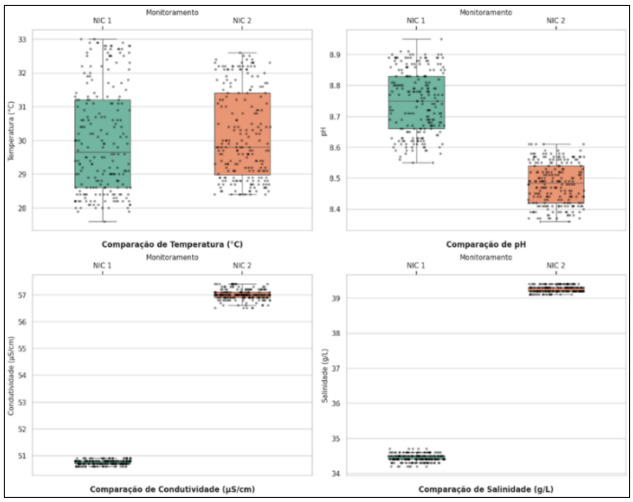



Figura 2: Boxplot dos parâmetros de qualidade de água durante as nictemerais no viveiro de carcinicultura familiar

A temperatura e o oxigênio dissolvido (OD) durante o cultivo foram as variáveis mais importantes que foram observadas, uma vez que o OD representa um fator limitante para o crescimento do camarão marinho. Análises sobre sua variabilidade dentro do viveiro foram explicadas pela regressão linear gerada com base nos dados coletados. Os modelos de regressão linear demonstraram forte correlação negativa entre OD e temperatura, com coeficientes de $R^2$ = 0,939 para a primeira nictemeral (NIC 1) e $R^2$ = 0,919 para a segunda nictemeral (NIC 2) (Figura 2), a homogeneidade na temperatura foi outro fator notável, tendo Coeficiente de Variação (CV) semanal de 2,718% (Tabela 1).

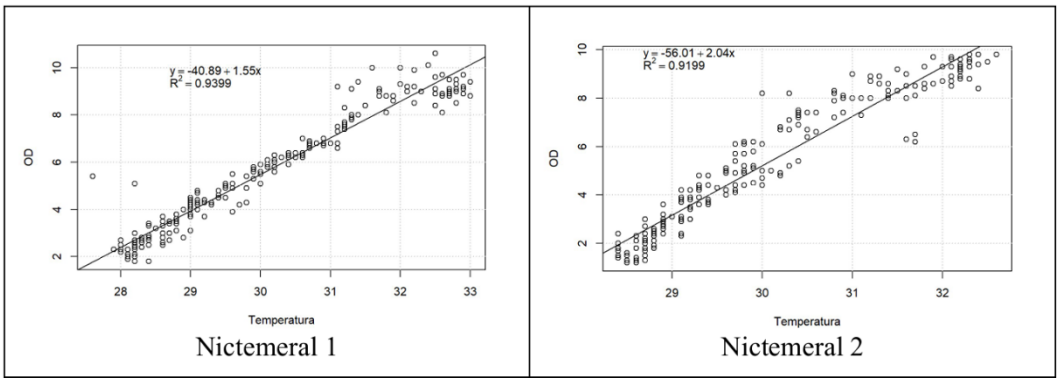


Figura 3: Regressão linear para variabilidade do oxigênio dissolvido em função da temperatura em Nictemeral 1 e Nictemeral 2

Tabela 1 - Estatística descritiva para o primeiro e o segundo períodos nictemerais, além de análises semanais.

| Nictemeral 1 | Amostras | Média | Min | 2Q | Mediana | 3Q | Máx | Desvio P. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (°C) | 216,00 | 30,01 | 27,60 | 28,60 | 29,65 | 31,20 | 33,00 | 1,57 |
| Transparência (cm) | 216,00 | 29,38 | 26,00 | 28,00 | 29,00 | 30,00 | 36,00 | 1,75 |
| pH | 216,00 | 8,75 | 8,55 | 8,66 | 8,75 | 8,83 | 8,95 | 0,10 |
| Oxigênio Dissolvido | 216,00 | 5,51 | 1,80 | 3,28 | 5,10 | 7,80 | 10,60 | 2,50 |
| Condutividade (µS/cm) | 216,00 | 50,58 | 20,60 | 50,70 | 50,70 | 50,80 | 51,40 | 2,08 |
| Salinidade (g/L) | 216,00 | 34,26 | 3,40 | 34,40 | 34,40 | 34,50 | 34,90 | 2,13 |
| **Nictemeral 2** | **Amostras** | **Média** | **Min** | **2Q** | **Mediana** | **3Q** | **Máx** | **Desvio P.** |
| Temperatura (°C) | 216,00 | 30,15 | 28,40 | 28,98 | 29,80 | 31,40 | 32,60 | 1,30 |
| Transparência (cm) | 216,00 | 23,24 | 20,00 | 22,00 | 23,00 | 24,25 | 27,00 | 1,70 |
| pH | 216,00 | 8,48 | 8,36 | 8,42 | 8,49 | 8,54 | 8,61 | 0,07 |
| Oxigênio Dissolvido | 216,00 | 5,51 | 1,20 | 3,00 | 5,10 | 8,30 | 9,80 | 2,76 |
| Condutividade (µS/cm) | 216,00 | 56,72 | 5,70 | 56,90 | 57,00 | 57,10 | 57,90 | 3,52 |
| Salinidade (g/L) | 216,00 | 39,23 | 35,50 | 39,20 | 39,30 | 39,30 | 39,90 | 0,35 |
| **Semanais** | **Amostras** | **Média** | **Min** | **2Q** | **Mediana** | **3Q** | **Máx** | **Desvio P.** |
| Temperatura (°C) | 89,00 | 30,16 | 28,80 | 29,40 | 30,10 | 30,70 | 32,70 | 0,82 |
| Transparência (cm) | 80,00 | 27,51 | 23,00 | 26,00 | 27,00 | 29,25 | 39,00 | 2,98 |
| pH | 89,00 | 8,50 | 8,17 | 8,42 | 8,53 | 8,61 | 8,68 | 0,14 |
| Oxigênio Dissolvido | 88,00 | 8,27 | 5,70 | 7,20 | 8,25 | 9,13 | 12,00 | 1,20 |
| Condutividade (µS/cm) | 89,00 | 37,48 | 34,50 | 36,30 | 37,90 | 38,20 | 40,00 | 1,34 |
| Salinidade (g/L) | 89,00 | 54,72 | 50,40 | 53,20 | 55,30 | 55,70 | 57,90 | 1,75 |

## 4.2 - Resultados para a Análise de Solo

O solo do viveiro apresenta sua maior composição em grânulos inferiores a um milímetro, com composição argilosa e com muitos sedimentos de areia média-fina, como pode ser observado na Tabela 2. A granulometria predominante de areia média-fina (850 µm) com frações argilosas é similar ao observado por Boyd (2012) em viveiros de cultivo intensivo, favorecendo acúmulo de matéria orgânica e demanda bioquímica de oxigênio. Souza et al. (2023) encontrou padrão granulométrico comparável em viveiros sergipanos.

Tabela 2 - Percentual de fração retida do peso por ponto de coleta do solo

| ID | 118 µc | 850µc | 1,40 mm | 1,70 mm | 2,00 mm | 2,36 mm | 2,80 mm | 4,00 mm | Pedras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SD 01 | 09,98% | 43,76% | 05,22% | 06,80% | 03,17% | 07,03% | 04,54% | 08,62% | 10,88% |
| SD 02 | 10,13% | 41,04% | 04,16% | 05,97% | 05,19% | 08,05% | 04,94% | 08,83% | 11,69% |
| SD 03 | 04,64% | 61,70% | 02,13% | 03,48% | 01,93% | 05,80% | 04,06% | 05,61% | 10,64% |
| SD 04 | 03,76% | 62,17% | 01,33% | 02,43% | 02,65% | 04,20% | 03,98% | 04,20% | 15,27% |

| ID | 118 µc | 850µc | 1,40 mm | 1,70 mm | 2,00 mm | 2,36 mm | 2,80 mm | 4,00 mm | Pedras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SD 05 | 05,26% | 66,75% | 02,15% | 03,11% | 02,15% | 04,07% | 02,63% | 04,55% | 09,33% |
| SD 06 | 08,60% | 73,25% | 02,23% | 03,18% | 02,55% | 03,82% | 01,59% | 02,23% | 02,55% |
| SD 07 | 04,94% | 43,21% | 02,88% | 04,53% | 02,88% | 09,05% | 05,76% | 09,88% | 16,87% |
| SD 08 | 04,91% | 34,37% | 01,29% | 03,36% | 02,07% | 03,10% | 02,07% | 05,17% | 43,67% |
| SD 09 | 06,62% | 51,99% | 01,99% | 04,30% | 04,97% | 03,97% | 03,64% | 06,95% | 15,56% |

### 4.3 Resultados para o Desempenho Zootécnico do Camarão

A TCE de 2,956%/dia está alinhada com Sá (2023) que relata 2,5-3,5%/dia em sistemas com aeração adequada. A CAA de 0,387 é superior aos 1,5-2,0 reportados por Boyd (2010) em sistemas semi-intensivos, sugerindo que há eficiência alimentar do manejo adotado. A Taxa de Estocagem /m² foi estimada com 5 tarrafadas ao longo do viveiro, que resultaram na captura total de 32,706 camarões em média 6,541 camarões/m² (Tabela 3). Ao final do Cultivo, foram coletados 232 kg de camarão com consumo de aproximadamente 90 kg de ração pelo período de 46 dias.

Tabela 3 - Comparação de desempenho zootécnico durante o ciclo de cultivo do crustáceo

| Parâmetro | Cultivo |
|---|---|
| Duração | 46 dias |
| Qtd. cultivo inicial (pós-larvas) | ~ 33.000 pós-larvas |
| Comprimento médio inicial (cm) | 3,23 cm |
| Peso médio inicial (gramas) | 0,3 gramas |
| Comprimento médio final (cm) | 10,59 cm |
| Peso médio final (gramas) | 7,0 g |
| Taxa de Estocagem /m² | 6,541 camarão/m² |
| Sobrevivência estimada (%) | 81,27% |
| Taxa de Crescimento Específico - TCE (%) | 2,956%/dia |
| Conversão Alimentar Aparente - CAA | 0,387 |
| Consumo diário (kg) | 1,957 kg |
| Consumo total de ração (kg) | 90 kg |
| Despesca total (quilogramas) | 232 kg |

## 5 - CONCLUSÕES

A análise nictemeral demonstrou que o oxigênio dissolvido (OD) foi a variável de maior criticidade ao longo dos ciclos, apresentando ampla variação (mínima de 1,20 mg/L e máxima de 10,60 mg/L), com forte correlação negativa com a temperatura. Os modelos de regressão linear revelaram $R^2$ = 0,939 (NIC 1) e $R^2$ = 0,919 (NIC 2), demonstrando que a variação de OD é explicada pela temperatura, validando que essa relação é a dinâmica dominante do sistema. Esses dados reforçam a necessidade de aeração mecânica como medida prioritária para estabilizar os níveis de OD, especialmente nos períodos noturnos, quando ocorrem as maiores depressões de oxigênio em sistemas

aquáticos. A salinidade registrada em ambos os monitoramentos nictemerais situou-se acima da faixa ótima recomendada (15–30 g/L), atingindo médias de 34,26 g/L e 39,23 g/L na primeira e segunda coletas, respectivamente. Ainda que o *P. vannamei* demonstre tolerância fisiológica a essa condição, a elevada salinidade representa um fator de estresse subletal que pode comprometer a eficiência produtiva ao longo do tempo. Recomenda-se a implementação de sistemas de captação de água de melhor qualidade ou o manejo de dessalinização quando tecnicamente viável.

A análise granulométrica do solo indicou predominância de frações de areia fina a média (850 µm), com presença relevante de material argiloso, especialmente no ponto SD06. Essa composição sedimentar favorece a acumulação de matéria orgânica e pode intensificar a demanda bioquímica de oxigênio na interface sedimento-água, agravando os períodos de hipóxia noturna. O manejo periódico do sedimento, como descanso do viveiro ou remoção de lama, deve ser considerado como prática complementar ao monitoramento.

Apesar das limitações ambientais identificadas, o cultivo apresentou desempenho zootécnico satisfatório, com taxa de crescimento específico (TCE) de 2,956%/dia, sobrevivência estimada em 81,3%, conversão alimentar aparente (CAA) de 0,387 e produção final de 232 kg ao longo de 46 dias. Esses indicadores estão alinhados com os padrões de produtividade observados em outros sistemas familiares de carcinicultura na região. A alta eficiência alimentar (CAA = 0,387) pode estar associada à fertilização contínua do viveiro, que providencia o alimento natural (zooplâncton e fitoplâncton), complementando a ração comercial, resultando em conversão aparente superior aos sistemas sem suplementação biológica. A boa conversão também pode estar associada às temperaturas estáveis dentro do viveiro, o que resulta em menos estresse térmico e melhor desenvolvimento do crustáceo.

Esses resultados validam que a carcinicultura familiar no Nossa Senhora do Socorro/SE pode alcançar índices de excelência mediante adoção de duas práticas chave, como fertilização contínua, manejo estruturado de ração e do manejo do solo. Sendo operadas no mesmo corpo hídrico, essas práticas constituem modelo técnico replicável, sugerindo que limitações ambientais não são obstáculo ao sucesso do cultivo quando associadas a manejo adequado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe - FAPITEC-SE pelo financiamento do projeto, aprovado no Edital FAPITEC/SE/SEDUC N°

15/2023, à Universidade Federal de Sergipe (UFS) pelo suporte na pesquisa e ao carcinicultor colaborador que permitiu a implantação do trabalho em sua propriedade.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (2023). *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. 2. ed. Brasília: ANA; São Paulo: CETESB.

AMARAL, K. D. S. (2003). *Caracterização da taxa de respiração e estimativa da necessidade de aeração mecânica em viveiros de cultivo semi-intensivo do camarão Litopenaeus vannamei*. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BOYD, C. E.; HANSON, T. R. (2010). *Dissolved-oxygen concentration in pond aquaculture*. Global Aquaculture Advocate, Portsmouth, v. 13, pp. 40–41.

BOYD, C. E. (2012). *Bottom soils, sediment, and pond aquaculture*. Springer Science & Business Media.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). "Resolução nº 312, de 10 de outubro". *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, n. 203, pp. 60–61, 18 out.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2025). *FishStatJ: Global production by production source 1950–2023*. Rome: FAO.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2025). *Tabela 3940: Produção da aquicultura municipal em 2023*. Rio de Janeiro: IBGE.

SÁ, M. V. C. (2023). *Limnocultura: limnologia para aquicultura*. São Paulo: Blucher.

SOUZA, B. B. D.; JESUS, J. B. D.; CALDAS, F. L. S. (2023). "Modelo produtivo, regularização legal e caracterização socioeconômica da carcinicultura no litoral do estado de Sergipe". *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 41, pp. 284–296.

VIDAL, M. F. (2022). *Carcinicultura*. Caderno Setorial ETENE.

XIMENES, L. F.; VIDAL, M. F. (2025). "Carcinicultura". *Caderno Setorial ETENE*, Fortaleza, v. 10, n. 418, dez.