



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

**DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA**

**CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**SALOMÃO RIBEIRO DE OLIVEIRA NETO**

**APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MARISCAGEM COMO ALTERNATIVA  
AO USO DE CARBONATOS NA AQUICULTURA.**

**Recife, PE**

**2026**



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA  
CURSO DE BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MARISCAGEM COMO ALTERNATIVA  
AO USO DE CARBONATOS NA AQUICULTURA.**

**SALOMÃO RIBEIRO DE OLIVEIRA NETO**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Engenharia de Pesca da Universidade Federal  
Rural de Pernambuco.

**Prof. Dra. Danielli Matias de Macedo Dantas**

**Recife, PE**

**2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

O48a Oliveira Neto, Salomão Ribeiro de.  
Aproveitamento dos resíduos da mariscagem como  
alternativa ao uso de carbonatos na aquicultura /  
Salomão Ribeiro de Oliveira Neto. – Recife, 2026.  
26 f.; il.

Orientador(a): Danielli Matias de Macedo Dantas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Engenharia de Pesca, Recife, BR-PE,  
2026.

Inclui referências.

1. Conchas. 2. alcalinidade. 3. Gestão integrada de  
resíduos sólidos - Conchas. 4. Mariscos - Pesca I.  
Dantas, Danielli Matias de Macedo, orient. II. Título

CDD 639.3

# **APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA MARISCAGEM COMO ALTERNATIVA AO USO DE CARBONATOS NA AQUICULTURA.**

**SALOMÃO RIBEIRO DE OLIVEIRA NETO**

Projeto Final de Curso - PFC apresentado ao  
Curso de Bacharelado em Engenharia de  
Pesca/UFRPE como requisito para obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia de Pesca.

---

Prof. Dra. Danielli Matias de Macedo Dantas (Orientadora)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

Luis Otavio Brito Da Silva (Membro Titular)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

Genes Fernando Gonçalves Junior (Membro Titular)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

---

Ítalo Felipe Mascena Braga (Membro Suplente)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]

[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

## **DEDICATÓRIA**

"Dedico esse trabalho á Laísa Vitória, meu porto seguro e maior motivadora. Aos meus pais, Ivan e Ana Maria, exemplos de vida e suporte. Com amor e profunda gratidão."

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ser o alicerce de toda a minha vida, por me conceder a saúde e a força necessárias para superar os desafios e por iluminar cada passo desta caminhada acadêmica.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), minha segunda casa, pela excelência no ensino e por proporcionar o ambiente ideal para a minha formação humana e profissional. Sou grato à instituição e a todos que a compõem por manterem vivo o compromisso com a educação pública de qualidade.

Ao grupo PET Pesca, pela oportunidade de vivenciar a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. Agradeço por ter sido um espaço de crescimento crítico e coletivo, onde pude desenvolver habilidades que foram cruciais para a minha trajetória dentro do DEPAq.

À minha noiva, Laísa Vitória da Silva, que foi a minha maior motivadora para ingressar na Engenharia de Pesca. Obrigado por estar ao meu lado durante todo esse tempo, sendo meu porto seguro e o incentivo necessário para concluir esta jornada.

Aos meus pais, Ivan Ribeiro de Oliveira e Ana Maria Auxiliadora da Silva. Embora a mudança de profissão tenha trazido questionamentos e dúvidas iniciais, agradeço profundamente por nunca terem deixado de me apoiar. Este título também é de vocês.

À minha orientadora e sócia, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Danielli Matias de Macedo Dantas, por sua dedicação e por sempre reservar um espaço em sua concorrida agenda para me guiar. Sua orientação foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus grandes mentores, Dr. Ítalo Braga e Me. Genes Gonçalves. Agradeço por todas as vezes que me tiraram do escuro com seus vastos conhecimentos. É um privilégio poder absorver tantos ensinamentos da convivência com vocês.

Aos colegas e estagiários do LAMARSU, pelo convívio diário. Agradeço por cada momento de suor, bem como pelos momentos de descontração que tornaram a rotina mais leve.

Aos meus colegas de turma, em especial Lucas Amorim, Marcelo Donato e Rodolfo Batista. Enfrentamos juntos as dificuldades de cada disciplina e as incertezas do percurso. Sou grato pela resiliência que compartilhamos enquanto muitos desistiam pelo caminho.

Aos grandes amigos que a graduação me deu, Lucas Amorim e Petrus Farias. Vivemos aventuras e apertos que levarei para toda a vida. Minha passagem pelo DEPAq foi excelente graças à amizade de vocês.

Ao Coordenador do departamento, Prof. Dr. Paulo Oliveira, por toda a paciência e empenho ao enfrentar as burocracias e erros de sistema. Fazer parte da primeira turma a se formar

no novo PPC não foi uma tarefa simples.

Por fim, agradeço a todos os professores que compartilharam seu conhecimento e dedicação. É com orgulho que encerro este ciclo, preparado para ser um Engenheiro de Pesca competente e honrar o nome do nosso DEPAq, Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

## EPÍGRAFE

*“Não se pode descobrir novas terras sem  
aceitar perder de vista a costa por um longo  
tempo.”*  
- André Gide



## RESUMO

O presente estudo avalia a utilização do pó de concha do marisco *Anomalocardia flexuosa* como alternativa ecológica e econômica aos produtos convencionais utilizados na aquicultura para correção de pH, alcalinidade e dureza da água. A mariscagem é uma prática tradicional em municípios como Igarassu-PE, desempenhada principalmente por mulheres, e gera como resíduo uma grande quantidade de conchas descartadas de forma inadequada, acarretando problemas ambientais. Por tanto, a fim de reutilizar este descarte, considerando o alto teor de carbonato de cálcio presente nas conchas (cerca de 44,48 de Ca e Mg), investigou-se o potencial do pó de concha como corretivo ambiental. A princípio, o estudo visou identificar a granulometria ideal do pó de concha para uso em sistemas aquícolas. Foram avaliadas diferentes tamanho de partículas (300, 425 e 850  $\mu\text{m}$ ) em unidades experimentais com água em aeração constante, medindo-se parâmetros de pH, alcalinidade e dureza em intervalos de 24, 48 e 72 horas. Os resultados indicaram que a granulometria mais fina (300  $\mu\text{m}$ ) proporcionou maiores elevações nos níveis de alcalinidade e dureza, com pouca variação no pH, demonstrando maior eficiência. Apesar disso, granulometrias menores exigem maior esforço e custo de processamento. O pó de concha é um eficiente alcalinizante e regulador de dureza, sem causar alterações drásticas no pH ( $<1,0$ ), a concentração ideal de aplicação foi de 325 g/m<sup>3</sup>. Além disso, quando comparado com bicarbonato de sódio, o pó de concha é mais eficiente para elevar a dureza, e eleva mais a alcalinidade do que a cal sem alterar o pH da água. A validação tecnológica do pó de concha em água de piscicultura e aquaponia, confirma o potencial do uso de pó de concha para elevar a alcalinidade e dureza do sistema.

**Palavras-chave:** Pó de Concha, alcalinidade, dureza.

## ABSTRACT

The present study evaluates the use of shell powder from the clam *Anomalocardia flexuosa* as an ecological and economic alternative to conventional products used in aquaculture for correcting water pH, alkalinity, and hardness. Shellfishing is a traditional practice in municipalities such as Igarassu-PE, primarily performed by women, and generates a large volume of shells as waste. These are often disposed of improperly, leading to environmental issues. Therefore, to repurpose this waste—considering the high calcium carbonate content in the shells (approximately 44.48% of Ca and Mg)—the potential of shell powder as an environmental corrective was investigated. Initially, the study aimed to identify the ideal particle size of the shell powder for use in aquaculture systems. Different particle sizes (300, 425, and 850  $\mu\text{m}$ ) were evaluated in experimental units with constant aeration, measuring pH, alkalinity, and hardness at 24, 48, and 72-hour intervals. The results indicated that the finest particle size (300  $\mu\text{m}$ ) provided the greatest increases in alkalinity and hardness levels with minimal pH variation, demonstrating higher efficiency. Nevertheless, smaller particle sizes require greater processing effort and cost. Shell powder is an efficient alkalizing agent and hardness regulator that does not cause drastic pH changes ( $< 1.0$ ); the ideal application concentration was 325  $\text{g}/\text{m}^3$ . Furthermore, when compared to sodium bicarbonate, shell powder is more efficient at increasing hardness; it also raises alkalinity more effectively than lime without altering the water's pH. The technological validation of shell powder in fish farming and aquaponics water confirms its potential for increasing system alkalinity and hardness.

**Keywords:** Shell powder, alkalinity, hardness.

## **Lista de Figuras**

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1.</b> Coleta de conchas de <i>Anomalocardia flexuosa</i> , na praia de mangue seco, Igarassu – PE | <b>8</b>  |
| <b>Figura 2.</b> Processo de trituração (A) e peneiramento do pó de conchas (B)                              | <b>8</b>  |
| <b>Figura 3.</b> Comparação da variação da alcalinidade em diferentes granulometrias                         | <b>12</b> |
| <b>Figura 4.</b> Variação da dureza ao longo do tempo utilizando diferentes granulometrias do pó de concha   | <b>12</b> |
| <b>Figura 5.</b> Efeito da aplicação de diferentes concentrações de pó de concha sobre a alcalinidade        | <b>14</b> |
| <b>Figura 6.</b> Efeito da aplicação de diferentes concentrações de pó de concha sobre a dureza da água doce | <b>14</b> |
| <b>Figura 7.</b> Efeito de diferentes alcalinizantes sob o pH da água de cultivo ao longo de 72 horas        | <b>15</b> |
| <b>Figura 8.</b> Efeito de diferentes alcalinizantes sob a alcalinidade da água de cultivo ao longo de 72 h  | <b>15</b> |
| <b>Figura 9.</b> Efeito de diferentes alcalinizantes sob a dureza da água de cultivo após 24h de aplicação   | <b>16</b> |
| <b>Figura 10.</b> Efeitos do pó de concha no pH em água em diferentes meios                                  | <b>17</b> |
| <b>Figura 11.</b> Efeitos do pó de concha na alcalinidade em água em diferentes meios                        | <b>17</b> |
| <b>Figura 12.</b> Efeitos do pó de concha na alcalinidade em água em diferentes meios                        | <b>17</b> |

## **Lista de tabelas**

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1.</b> Tratamentos do experimento – Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha. | <b>9</b>  |
| <b>Tabela 2.</b> Efeitos de diferentes granulometrias do pó de concha nas variáveis de qualidade de água.        | <b>11</b> |
| <b>Tabela 3.</b> Efeitos de diferentes concentrações do pó de concha nas variáveis de qualidade de água.         | <b>13</b> |
| <b>Tabela 4.</b> Efeitos de diferentes alcalinizantes nas variáveis de qualidade de água.                        | <b>14</b> |
| <b>Tabela 5.</b> Efeitos do pó de concha nas variáveis de qualidade de água em diferentes meios.                 | <b>16</b> |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                                                                                                         | <b>7</b>  |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>                                                                                                                                 | <b>8</b>  |
| 2.1. Coleta e Processamento .....                                                                                                                                  | 8         |
| 2.2. Análise de qualidade de água .....                                                                                                                            | 9         |
| 2.3. Procedimentos experimentais .....                                                                                                                             | 9         |
| 2.3.1.Primeiro experimento: Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha. ....                                                                | 10        |
| 2.3.2.Segundo experimento: Aplicação de diferentes concentrações de pós de concha para determinação da concentração ideal. ....                                    | 11        |
| 2.3.3.Terceiro Experimento: Efeitos de diferentes alcalinizantes (bicarbonato, cal hidratada e pó de conchas) sobre o pH, alcalinidade e dureza da água doce. .... | 11        |
| 2.3.4.Quarto Experimento: Comparação do produto utilizando diferentes águas de cultivo. ....                                                                       | 11        |
| 2.4. Análise estatística.....                                                                                                                                      | 11        |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                                                                                             | <b>11</b> |
| 3.1. Primeiro experimento: Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha. ....                                                                 | 12        |
| 3.2. Segundo experimento: Aplicação de diferentes concentrações de pós de concha para determinação da concentração ideal. ....                                     | 14        |
| 3.3. Terceiro Experimento: Efeitos de diferentes alcalinizantes (bicarbonato, cal hidratada e pó de conchas) sobre o pH, alcalinidade e dureza da água doce. ....  | 15        |
| 3.4. Quarto Experimento: Comparação do produto utilizando diferentes águas de cultivo. ....                                                                        | 18        |
| <b>4. CONCLUSÃO .....</b>                                                                                                                                          | <b>19</b> |
| <b>5. REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                                        | <b>20</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, em diversos municípios costeiros como Igarassu (PE), a mariscagem é uma atividade tradicional e multigeracional, essencial para a subsistência e geração de renda local (CUNHA et al., 2025). Majoritariamente feminina, a atividade na região, representada por 98% das mulheres cadastradas em colônias e associações locais, gera uma produção individual de cerca de 2,8 toneladas de marisco por mês. Contudo, como as conchas representam 75% do peso do animal, estima-se um acúmulo anual de 25,2 toneladas de resíduos por marisqueira. O descarte inadequado desses subprodutos em terrenos baldios ou no ambiente marinho gera sérios problemas ambientais, desde a proliferação de vetores e odores desagradáveis até o assoreamento de corpos d'água, comprometendo a própria sustentabilidade da atividade (CUNHA et al., 2025).

Paralelamente ao desafio do descarte, a aquicultura nacional apresenta um crescimento vigoroso. A produção de camarões marinhos, por exemplo, atingiu 146,8 mil toneladas em 2024, com expansão significativa para áreas interiores de baixa salinidade (IBGE, 2024; CODEVASF, 2024). Da mesma forma, a tilápia (*Oreochromis niloticus*) consolida-se como a principal espécie cultivada, representando 99,78%, quase a totalidade da produção nacional de peixes (MPA, 2024). Em sistemas de alta densidade, essas culturas exigem um controle rigoroso da alcalinidade e do pH. Durante a nitrificação, onde a amônia ( $\text{NH}_3^+$ ) é convertida em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), ocorre o consumo contínuo de íons carbonato e bicarbonato, que atuam como tampões no sistema (SÁ, 2023). Sem a correção frequente com compostos alcalinizantes, as oscilações de pH podem ser fatais ou prejudiciais ao metabolismo dos animais (OWATARI, 2022).

Diante da alta demanda por corretivos, as conchas de *Anomalocardia flexuosa* surgem como uma alternativa promissora. Estudos indicam que esse material possui cerca de 95,40% de carbonato de cálcio (LO MONACO et al., 2015). Além da riqueza mineral, o pó de concha apresenta uma solubilidade de 0,1 g/L, valor dez vezes superior ao do calcário mineral comum (0,01 g/L), o que confere maior eficiência na correção da acidez e dureza da água (CYSY, 2018). Embora produtos como bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) sejam amplamente utilizados, a busca por insumos sustentáveis e de baixo custo é prioritária para o setor.

Mediante o exposto, o presente trabalho avalia o pó de concha da *Anomalocardia flexuosa* como uma alternativa ecológica e economicamente viável ao uso de carbonatos comerciais na aquicultura, visando transformar um passivo ambiental em um recurso estratégico para a produção aquícola.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Coleta e Processamento de material

A coleta das conchas de marisco foi feita na Praia de Mangue Seco, Nova Cruz, Igarassu-PE (7°49'29.4"S 34°50'38.1"W), vide figura 1, em seguida as conchas foram transportadas para o Laboratório de Maricultura Sustentável (LAMARSU) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde foram selecionadas, levadas e secadas.

**Figura 1.** Coleta de conchas de *Anomalocardia flexuosa*, na praia de mangue seco, Igarassu – PE



Fonte: Acervo pessoal

Em seguida as conchas foram trituradas no Laboratório de Pequenos Ruminantes do departamento de zootecnia da UFRPE, em um triturador de Facas, tipo Willye, STAR FT 80, com tela de 2 mm. Posteriormente o resíduo granular foi peneirado em um jogo de peneiras para separação dos grânulos em 300  $\mu$ m, 425  $\mu$ m e 850  $\mu$ m.

**Figura 2.** Processo de trituração (A) e peneiramento do pó de conchas (B).



Fonte: Acervo pessoal

## 2.2. Procedimentos experimentais

Para compreender as características ótimas de utilização do pó de concha, foram realizados quatro diferentes ensaios experimentais, visando determinar a granulometria ideal, a concentração ótima de aplicação, comparação com diferentes alcalinizantes comerciais e validação técnica do produto.

### 2.2.1. Primeiro experimento: Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha.

A princípio foi realizado um experimento com o objetivo de determinar a granulometria ideal para utilização do pó de concha no tratamento de água, a hipótese é que grânulos menores, por possuir uma superfície de contato maior, se solubilizem mais facilmente e proporcione maior aumento da alcalinidade e dureza.

O experimento foi realizado no laboratório de maricultura sustentável (LAMARSU) da UFRPE, foram avaliadas réplicas de 4 tratamentos, com diferentes granulometrias, como exposto na tabela 1. Foram adicionados 2g (500 g/m<sup>3</sup>) do pó de concha de marisco nos tratamentos T300, T425 e T850, enquanto o tratamento controle (TControle) não houve adição. Cada unidade experimental (4L), constou com aeração constante para melhor homogeneização e dissolução do produto.

**Tabela 1.** Tratamentos do experimento – Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha.



| <b>Tratamentos</b> | <b>Granulometria</b>  |
|--------------------|-----------------------|
| TControle          | Controle              |
| T300               | Menor que 300 µm      |
| T425               | Entre 300 µm e 425 µm |
| T850               | Entre 425 µm e 850 µm |

Os parâmetros pH, alcalinidade e dureza, foram aferidos conforme metodologia descrita anteriormente, nos períodos de 24h e 48h, após adição do pó de concha.

### **2.2.2. Segundo experimento: Determinação da concentração ideal de aplicação de produto a base de pó de conchas.**

A partir do primeiro experimento foi determinada a melhor concentração do pó de concha a ser aplicada, o experimento foi realizado em tréplicas de 6 tratamentos, foram avaliadas as concentrações de T1 – Controle (0 g/m<sup>3</sup>), T2 – 25 g/m<sup>3</sup>, T3 - 50 g/m<sup>3</sup>, T4 - 100 g/m<sup>3</sup>, T5 - 200 g/m<sup>3</sup> e T6 - 400 g/m<sup>3</sup>. As análises de pH, alcalinidade e dureza foram realizadas como a metodologia descrita anteriormente, mas apenas para o tempo de 24 h, tendo em vista que após este período não foram identificadas variações significativas. A partir dos dados foi plotado um modelo matemático para determinar a concentração de máxima eficiência de utilização do pó da concha.

### **2.2.3. Terceiro Experimento: Efeitos de diferentes alcalinizantes (bicarbonato, cal hidratada e pó de conchas) sobre o pH, alcalinidade e dureza da água doce.**

Nesse experimento foram avaliados três diferentes alcalinizantes (cal hidratada, bicarbonato e o pó de concha). A comparação foi realizada para o ponto de máxima eficiência encontrado no experimento anterior. Para efeito de comparações, a quantidade de produtos aplicadas foram calculadas para igualar ao ponto de máxima eficiência descoberta no experimento anterior. O ajuste de alcalinidade foi determinado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Quantidade de produto} = \text{Variação da Alcalinidade}^1 / \text{PRNT}^2$$

<sup>1</sup>Alcalinidade desejada – Alcalinidade atual da água

<sup>2</sup>Bicarbonato de Sódio (NaHCO<sub>3</sub>, 27% Na, poder relativo de neutralização total 55%); Cal Hidratada (Ca(OH)<sub>2</sub>, 54% de Ca, poder relativo de neutralização total 81%).

O experimento foi realizado em tréplicas, em recipientes de 4 L, com aeração constante.

Foram aferidos o pH nos tempos 0 h, 5 min, 30 min, 1 h, 12 h, 24 h, 48 h e 72 h; alcalinidade nos tempos 24 h, 48 h e 72 h; dureza no tempo de 24 h.

#### **2.2.4. Quarto Experimento: Comparação do produto utilizando diferentes águas de cultivo.**

Os melhores resultados encontrados no primeiro e segundo experimento foram avaliados utilizando água de diferentes cultivos, A – Água de piscicultura semintensiva (tilapicultura); B – Água de aquaponia (tilapicultura e manjerição). Foram realizadas aferição de pH nos tempos 0 h, 5 min, 30 min, 1 h, 12 h, 24 h, 48 h e 72 h; alcalinidade e dureza nos tempos 0 h, 24 h, 48 h e 72 h.

### **2.3. Análise de qualidade de água**

O pH foi determinado no pHmetro de bancada AK130 – Max (Akso), do LAMARSU. A alcalinidade total foi determinada por meio de um método titulométrico com ácido sulfúrico (0,1 M) (APHA, 2012) e calculada a partir da equação, “Alcalinidade total (mg/L  $\text{CaCO}_3$ ) = Volume gasto do ácido  $\times 50$ ”. A dureza total foi analisada pelo método titulométrico de complexação (APHA, 2012) e calculada a partir da equação, “Dureza total (mg/L  $\text{CaCO}_3$ ) = Volume gasto  $\times 20 \times \text{diluição}$ ”. As análises de alcalinidade e dureza foram realizadas no Laboratório de Limnologia – LABLING, da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

### **2.4. Análise estatística**

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R 4.5.1. Os dados foram checados quanto à homogeneidade das variâncias com o teste de Levene e normalidade usando o teste de Shapiro-Wilk. Para os dados normais e homogêneos, foi aplicada a ANOVA, seguida do teste de comparação de médias de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), quando observadas diferenças significativas. Para os dados não paramétricos, foram aplicados o teste Kruskal-Wallis ( $\alpha < 0,05$ ) seguido do teste de Dunn ( $\alpha < 0,05$ ).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Primeiro experimento: Determinação da melhor granulometria de aplicação do pó de concha.**

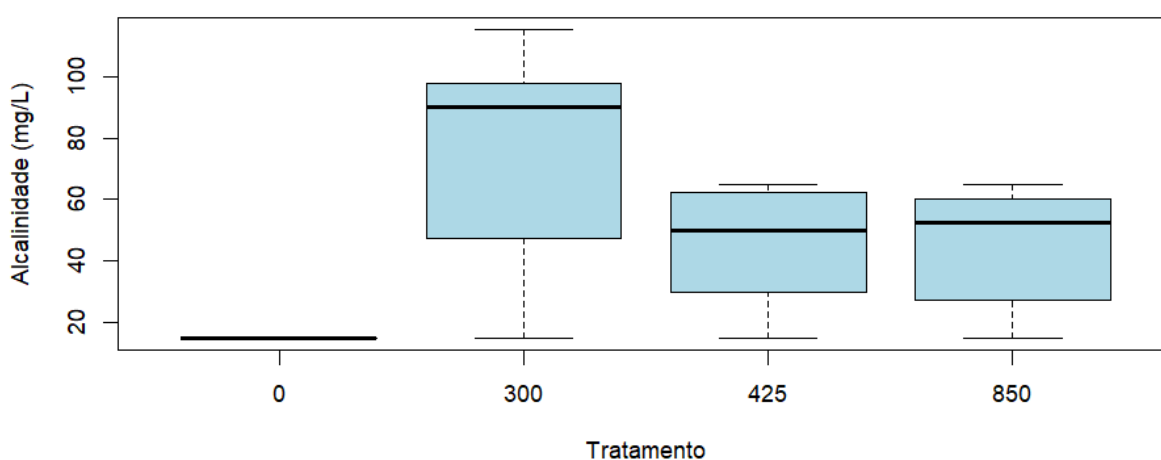
Os dados obtidos com este experimento estão expressos na tabela 2. Quanto ao pH, a análise estatística realizada pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis indicou que não

houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados ( $p > 0,05$ ), demonstrando que as diferentes concentrações testadas não alteraram o pH da água de forma distinta entre si.

**Tabela 2.** Efeitos de diferentes granulometrias do pó de concha nas variáveis de qualidade de água.

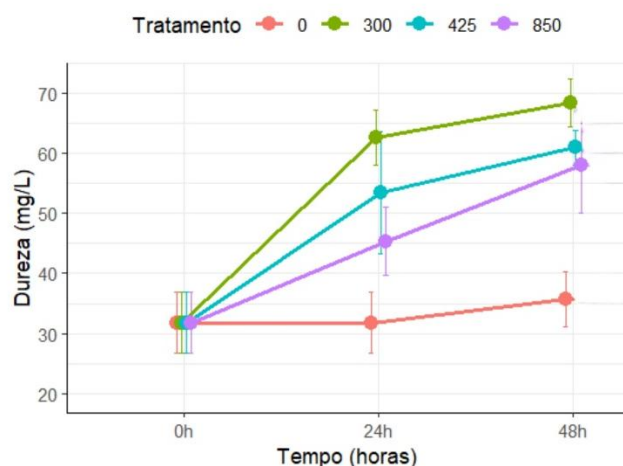
| Tempo | Tratamento | pH              |               | Alcalinidade      |               | Dureza            |               |
|-------|------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|
|       |            | Média $\pm$ DP  | Significância | Média $\pm$ DP    | Significância | Média $\pm$ DP    | Significância |
| 24h   | 0          | 7.80 $\pm$ 0.15 | a             | 15.00 $\pm$ 0.00  | c             | 31.78 $\pm$ 5.12  | b             |
| 24h   | 300        | 7.88 $\pm$ 0.02 | a             | 88.33 $\pm$ 7.64  | a             | 62.71 $\pm$ 4.59  | a             |
| 24h   | 425        | 7.82 $\pm$ 0.08 | a             | 46.67 $\pm$ 2.89  | b             | 53.46 $\pm$ 10.16 | a             |
| 24h   | 850        | 7.88 $\pm$ 0.02 | a             | 43.33 $\pm$ 2.89  | b             | 45.37 $\pm$ 5.78  | ab            |
| 48h   | 0          | 7.76 $\pm$ 0.13 | a             | 15.00 $\pm$ 0.00  | c             | 35.73 $\pm$ 4.58  | b             |
| 48h   | 300        | 7.77 $\pm$ 0.06 | a             | 105.00 $\pm$ 8.66 | a             | 68.41 $\pm$ 3.96  | a             |
| 48h   | 425        | 7.73 $\pm$ 0.08 | a             | 60.00 $\pm$ 8.66  | b             | 60.97 $\pm$ 2.86  | a             |
| 48h   | 850        | 7.77 $\pm$ 0.06 | a             | 63.33 $\pm$ 2.89  | b             | 58.12 $\pm$ 7.98  | a             |

**Figura 3.** Comparação da variação da alcalinidade em diferentes granulometrias.



A partir destes resultados identificamos que partículas com granulometria inferiores a 300  $\mu\text{m}$ , teve um desempenho significativamente melhor na alcalinidade (Figura 3), isto corrobora com o pressuposto anterior, os quais partículas menores possuem maior área de superfície e por consequência são mais facilmente dissolvidas.

**Figura 4.** Variação da dureza ao longo do tempo utilizando diferentes granulometrias do pó de concha.



Ademais, os resultados de dureza em 24 h e 48 h também se destacaram nesta granulometria. (Figura 4).

### 3.2. Segundo experimento: Aplicação de diferentes concentrações de pós de concha para determinação da concentração ideal

O efeito de diferentes concentrações de pó de conchas ( $< 300 \mu\text{m}$ ), sobre a alcalinidade e dureza da água estão expressos na tabela 3, após 24 horas de aplicação é possível observar um incremento da alcalinidade e dureza para todos os tratamentos. Além disso, quanto maior a quantidade de pó e quanto mais fino, mais turva fica a água.

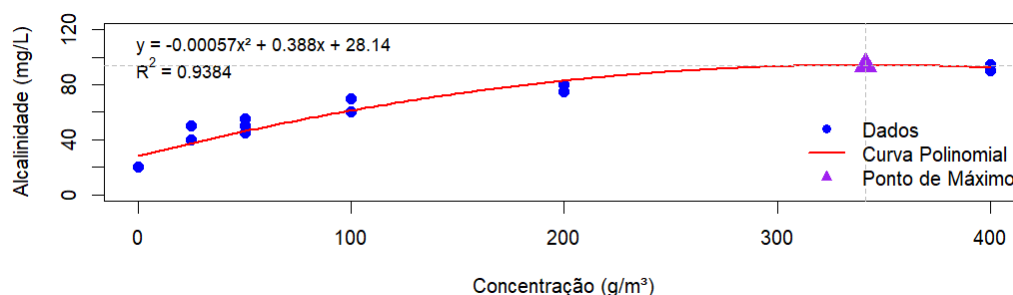
**Tabela 3.** Efeitos de diferentes concentrações do pó de concha nas variáveis de qualidade de água.

| Tratamento          | Alcalinidade    |               | Dureza          |               |
|---------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
|                     | Média $\pm$ DP  | Significância | Média $\pm$ DP  | Significância |
| Controle            | 20.0 $\pm$ 0.00 | e             | 15.4 $\pm$ 4.35 | f             |
| 25g/m <sup>3</sup>  | 43.3 $\pm$ 5.77 | a             | 29.5 $\pm$ 1.29 | a             |
| 50g/m <sup>3</sup>  | 50.0 $\pm$ 5.00 | a             | 36.7 $\pm$ 0.57 | b             |
| 100g/m <sup>3</sup> | 63.3 $\pm$ 5.77 | b             | 50.7 $\pm$ 0.61 | c             |
| 200g/m <sup>3</sup> | 78.3 $\pm$ 2.89 | c             | 65.4 $\pm$ 2.31 | d             |
| 400g/m <sup>3</sup> | 93.3 $\pm$ 2.89 | d             | 73.6 $\pm$ 2.71 | e             |

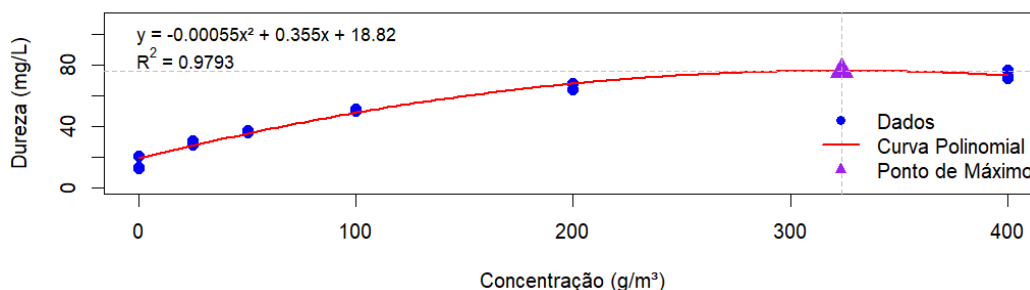
Por outro lado, como forma de encontrar o valor real da concentração do pó de concha foi realizada uma regressão quadrática da alcalinidade (Figura 6) foi possível determinar, através da inflexão da curva o ponto de máxima eficiência do produto (323,17 g/m<sup>3</sup>). Além

disso, para a dureza (Figura 7), o ponto de máxima encontrado foi de 323,41 g/m<sup>3</sup>. Isto demonstra que a utilização de doses superiores a aproximadamente 323 g/m<sup>3</sup>, pode refletir em um aumento no custo de aplicação do produto sem resultar em um aumento representativo dos respectivos parâmetros.

**Figura 5.** Efeito da aplicação de diferentes concentrações de pó de concha sobre a alcalinidade.



**Figura 6.** Efeito da aplicação de diferentes concentrações de pó de concha sobre a dureza da água doce.



### 3.3. Terceiro Experimento: Efeitos de diferentes alcalinizantes (bicarbonato, cal hidratada e pó de conchas) sobre o pH, alcalinidade e dureza da água doce

O efeito dos diferentes alcalinizantes sobre a alcalinidade, pH e dureza estão expressos na tabela 4. É possível observar diferenças significativas para os pH durante as primeiras 12 horas pós aplicação dos produtos (Figura 8). Um aumento abrupto do pH foi observado no tratamento com cal hidratada a partir dos 5 minutos (incremento de aproximadamente 2,6 no pH), seguido pelo pó de concha (incremento de aproximadamente 0,8 no pH). É importante ressaltar que variações superiores a 1 parte de pH podem causar prejuízo a saúde dos organismos cultivados, sendo um entrave da aplicação desse produto em viveiros e tanques já povoados (SÁ, 2023).

**Tabela 4.** Efeitos de diferentes alcalinizantes nas variáveis de qualidade de água.

| Tratamento   | pH          |     |              |     |              |     |              |     |             |     |             |     |             |     |             |     |
|--------------|-------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|
|              | 0h          |     | 5min         |     | 30min        |     | 1h           |     | 12h         |     | 24h         |     | 48h         |     | 72h         |     |
|              | Média ± DP  | Sig | Média ± DP   | Sig | Média ± DP   | Sig | Média ± DP   | Sig | Média ± DP  | Sig | Média ± DP  | Sig | Média ± DP  | Sig | Média ± DP  | Sig |
| CONTROLE     | 8.11 ± 0.28 | a   | 8.11 ± 0.28  | c   | 8.44 ± 0.12  | c   | 8.35 ± 0.15  | c   | 8.40 ± 0.03 | c   | 7.93 ± 0.08 | c   | 8.03 ± 0.12 | b   | 7.93 ± 0.10 | c   |
| CAL H.       | 8.11 ± 0.28 | a   | 10.70 ± 0.10 | a   | 10.72 ± 0.11 | a   | 10.70 ± 0.12 | a   | 8.53 ± 0.04 | b   | 8.20 ± 0.05 | b   | 8.18 ± 0.14 | ab  | 8.12 ± 0.06 | b   |
| BICARBONATO  | 8.11 ± 0.28 | a   | 8.43 ± 0.12  | c   | 8.70 ± 0.18  | c   | 8.67 ± 0.12  | bc  | 8.70 ± 0.04 | a   | 8.40 ± 0.06 | a   | 8.35 ± 0.03 | a   | 8.42 ± 0.03 | a   |
| PÓ DE CONCHA | 8.11 ± 0.28 | a   | 9.05 ± 0.24  | b   | 9.18 ± 0.25  | b   | 8.89 ± 0.28  | b   | 8.55 ± 0.04 | b   | 8.21 ± 0.05 | b   | 8.18 ± 0.06 | ab  | 8.20 ± 0.04 | b   |

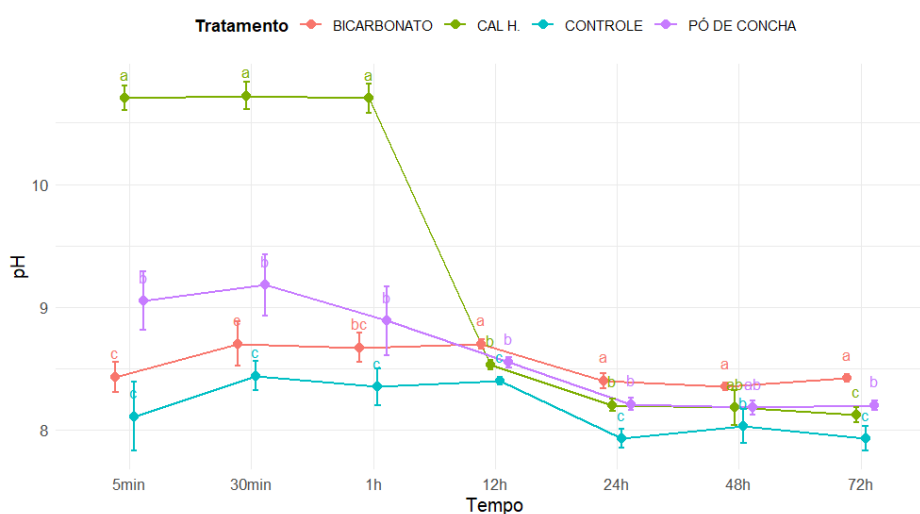
  

| Alcalinidade |               |     |               |     |               |     |
|--------------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|
| Tratamento   | 24h           |     | 48h           |     | 72h           |     |
|              | Média ± DP    | Sig | Média ± DP    | Sig | Média ± DP    | Sig |
| BICARBONATO  | 101.67 ± 5.77 | a   | 101.67 ± 2.89 | a   | 103.33 ± 2.89 | a   |
| CAL H.       | 70.00 ± 5.00  | b   | 76.67 ± 7.64  | b   | 78.33 ± 5.77  | b   |
| CONTROLE     | 16.67 ± 2.89  | c   | 16.67 ± 2.89  | c   | 18.33 ± 2.89  | c   |
| PÓ DE CONCHA | 95.00 ± 0.00  | a   | 96.67 ± 2.89  | a   | 98.33 ± 5.77  | a   |

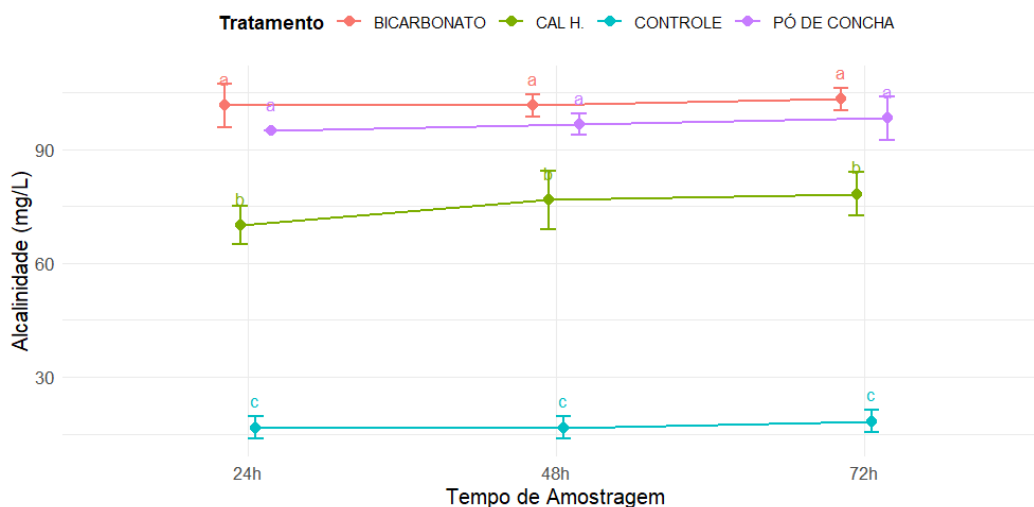
| Dureza       |               |     |
|--------------|---------------|-----|
| Tratamento   | 24h           |     |
|              | Média ± DP    | Sig |
| BICARBONATO  | 101.67 ± 2.89 | b   |
| CAL H.       | 76.67 ± 7.64  | ab  |
| CONTROLE     | 16.67 ± 2.89  | b   |
| PÓ DE CONCHA | 96.67 ± 2.89  | a   |

**Figura 7.** Efeito de diferentes alcalinizantes sob o pH da água de cultivo ao longo de 72 horas.



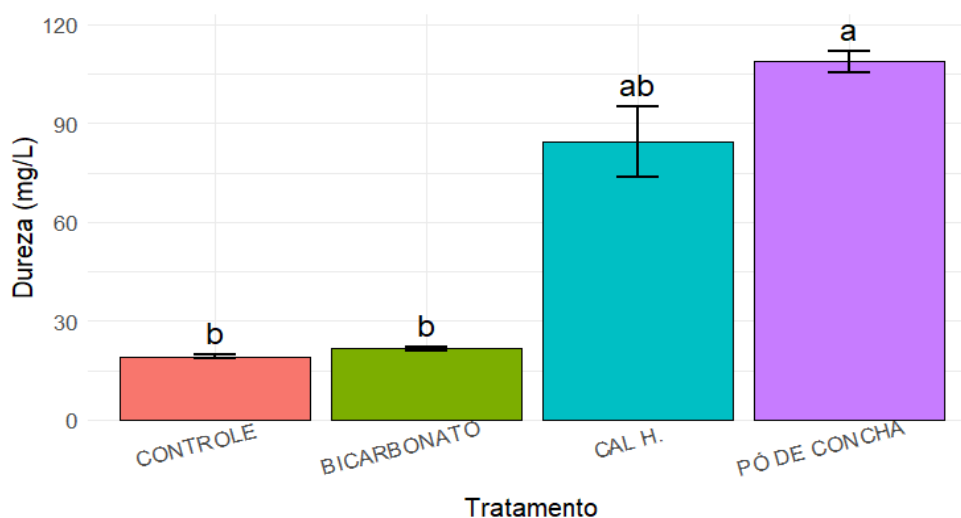
Não foram observadas diferenças significativas entre a alcalinidade para os tratamentos de pó de concha e bicarbonato de sódio, durante as 72 h de período experimental (Figura 8), entretanto o valor de cal hidratada foi inferior a esses tratamentos. O PRNT dos alcalinizantes podem ser influenciados por diferentes fatores, tais como tamanho das partículas, grau de pureza dos reagentes e o poder neutralizante das substâncias, estas variações podem fazer com os valores de alcalinidade da cal hidrata sejam inferiores aos demais tratamentos.

**Figura 8.** Efeito de diferentes alcalinizantes sob a alcalinidade da água de cultivo ao longo de 72h.



Em relação a dureza da água, é possível observar um aumento nas concentrações para os tratamentos que utilizam pó de concha e hidróxido de cálcio (Figura 9). Isto se deve principalmente aos elevados teores de cálcio e magnésio presentes nestes alcalinizantes, onde a cal hidratada possui aproximadamente 54,11% de Ca, enquanto o pó de conchas apresenta aproximadamente 44,48 % de Ca e Mg na sua composição. Enquanto isso, o uso de bicarbonato não se mostrou eficaz no aumento da dureza da água.

**Figura 9.** Efeito de diferentes alcalinizantes sob a dureza da água de cultivo após 24h de aplicação.



Os resultados apresentam uma relevância frente ao cultivo de organismos aquáticos em água doce, em sua maioria deficiente de minerais e carbonatos que compõem a alcalinidade e

dureza da água. Principalmente na perspectiva do cultivo de crustáceos dulcícolas, tais como os animais representantes do gênero *Macrobrachium*. Isso deve-se ao fato de os animais possuírem um exoesqueleto altamente mineralizado que requer relativamente grandes quantidades de cálcio e magnésio para suplementar os minerais perdidos durante a ecdise.

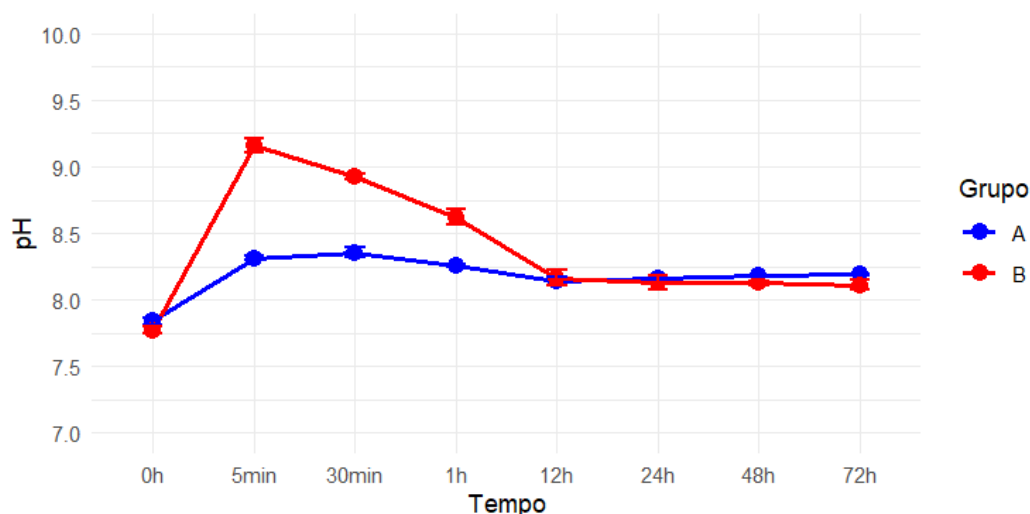
### 3.4. Quarto Experimento: Comparação do produto utilizando diferentes águas de cultivo.

O efeito da aplicação do pó de concha nas diferentes águas de cultivo A - Água de piscicultura semintensiva (tilapicultura); B – Água de aquaponia (tilapicultura e manjerição), sobre o pH, alcalinidade e Dureza estão expressos na tabela 5. Foi observado um aumento do pH para ambos os tratamentos nas primeiras 12 horas pós aplicação do produto, esse aumento ocorre a depender do tamponamento da água, neste caso a água de aquaponia sofreu uma variação de 1.3 partes de pH, já a água de piscicultura apenas 0.6 (Figura 10).

**Tabela 5.** Efeitos do pó de concha nas variáveis de qualidade de água em diferentes meios.

| pH    |                |               | Alcalinidade |                 |                | Dureza |                |                |
|-------|----------------|---------------|--------------|-----------------|----------------|--------|----------------|----------------|
| Tempo | A              | B             | Tempo        | A               | B              | Tempo  | A              | B              |
| 0h    | 7.84 ± 0.04 d  | 7.77 ± 0.05 e | 0h           | 83.33 ± 1.15 b  | 23.50 ± 0.00 b | 0h     | 107.0 ± 11.6 b | 25.1 ± 2.55 c  |
| 5min  | 8.31 ± 0.03 a  | 9.16 ± 0.09 a | 24h          | 95.17 ± 1.89 a  | 62.67 ± 2.75 a | 24h    | 203.0 ± 12.7 a | 102.0 ± 3.52 a |
| 30min | 8.36 ± 0.06 a  | 8.93 ± 0.04 b | 48h          | 87.17 ± 6.60 ab | 58.50 ± 1.41 a | 48h    | 181.0 ± 15.3 a | 85.7 ± 4.94 b  |
| 1h    | 8.26 ± 0.02 ab | 8.62 ± 0.10 c | 72h          | 91.67 ± 2.08 ab | 65.00 ± 3.77 a |        |                |                |
| 12h   | 8.14 ± 0.06 c  | 8.17 ± 0.10 d |              |                 |                |        |                |                |
| 24h   | 8.16 ± 0.02 bc | 8.13 ± 0.09 d |              |                 |                |        |                |                |
| 48h   | 8.18 ± 0.01 bc | 8.13 ± 0.03 d |              |                 |                |        |                |                |
| 72h   | 8.19 ± 0.01 bc | 8.11 ± 0.07 d |              |                 |                |        |                |                |

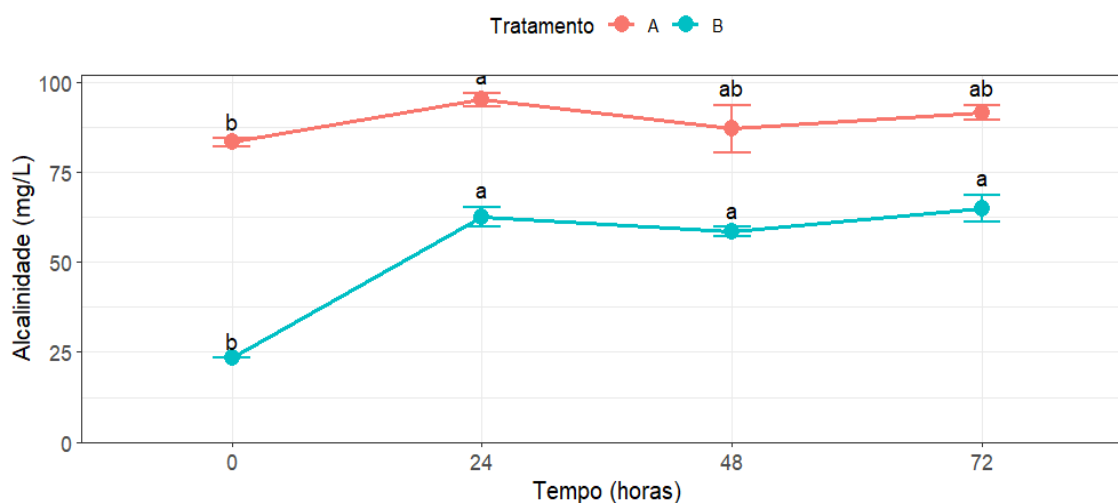
**Figura 10.** Efeitos do pó de concha no pH em água em diferentes meios.



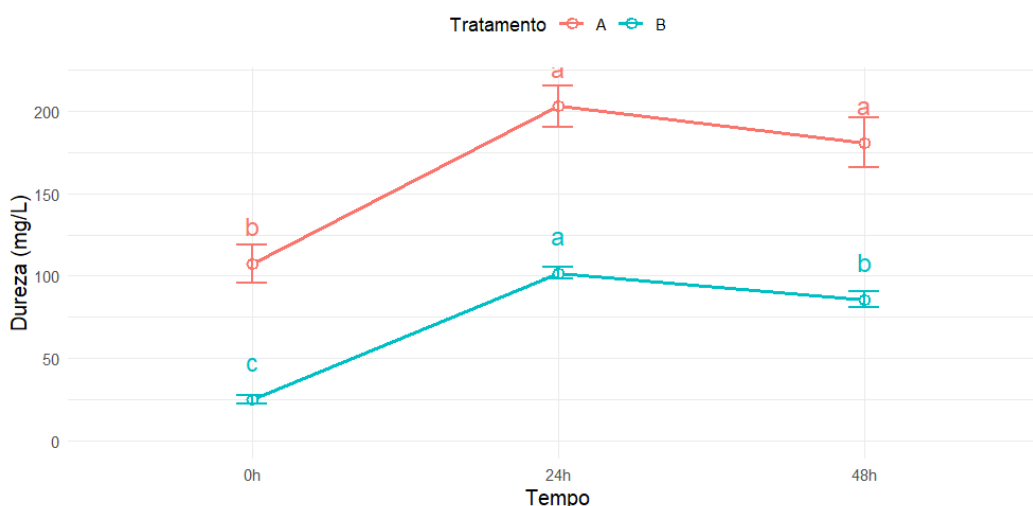


No tratamento B, a aplicação do alcalinizante a base de concha foi responsável por um incremento significativo da alcalinidade da água (aproximadamente 40mg/L). Enquanto no tratamento A, apesar do incremento após a aplicação (aproximadamente 12mg/L), há uma redução da alcalinidade após 48h, possivelmente devido ao consumo dos íons de carbonato pelas bactérias quimioautotróficas presentes na água desse sistema de cultivo (Figura 11).

**Figura 11.** Efeitos do pó de concha na alcalinidade em água em diferentes meios.



**Figura 12.** Efeitos do pó de concha na alcalinidade em água em diferentes meios.



Enquanto para a dureza (Figura 12), foram observados incrementos após 24h das concentrações, entretanto houve uma redução após 48h para a água do tratamento B, possivelmente pelo consumo das microalgas presentes na água.

#### 4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, é possível concluir que o pó de concha pode ser um produto eficiente para elevar os níveis de alcalinidade e dureza em sistemas dulciaquícolas. A presente pesquisa encontrou dados importantes para o manejo deste produto no mercado, como: partículas menores que 300  $\mu\text{m}$  e concentração ideal de aproximadamente 325 g/m<sup>3</sup>. Além disso, quando comparado com bicarbonato de sódio, o pó de concha é mais eficiente para elevar a dureza, e eleva mais a alcalinidade do que a Cal Hidratada sem alterar bruscamente o pH da água.

A concha é um resíduo de baixo interesse comercial, portanto alternativas para aplicações desse resíduo pode melhorar a saúde humana de povos ribeirinhos, o meio ambiente costeiro e solucionar problemas da indústria aquícola com baixo custo e promover a economia circular. Novas pesquisas devem ser realizadas como forma de avaliar economicamente a inserção desse produto no mercado.

## REFERÊNCIAS

- CODEVASF. Codevasf apoia Programa de Incentivo à Carcinicultura no Ceará. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba**, [s. l.], 19 jun. 2024. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2024/codevasf-apoia-programa-de-incentivo-a-carcinicultura-no-ceara>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- CUNHA, A. L. X. et al. Avaliação dos impactos ambientais da atividade marisqueira no município de Igarassu - PE. *Caderno Pedagógico*, [S. l.], v. 22, n. 5, p. e14738, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n5-093. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/14738>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- CYSY MINERAÇÃO LTDA (Org.). Calcário de conchas, 2018. Disponível em: <http://www.cysy.com.br/>. Acesso em: 15 fev. 2025.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2024**. Brasil. v. 52. 2024. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2024\\_v52\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2024_v52_br_informativo.pdf). Acesso em: 29 nov. 2025.
- LO MONACO, P.A.V. et al. Conchas de ostras e cascas de ovos moídas como corretivos da acidez do solo. *Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng*, v. 23, n.6, p.584-590, 2015.
- Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA). **Boletim da Aquicultura em Águas da União – 2024**: relatório anual de produção - RAP. 1. ed. Brasília, DF: MPA, out. 2025. 182 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/aquicultura/aquicultura-em-aguas-da-uniao/boletins>. Acesso em: 01 fev. 2026.
- OWATARI, M S et al. Sistemas de recirculação e reúso de água na aquicultura: Uma ferramenta para sustentabilidade. *Ciências agrárias: a multidisciplinaridade dos recursos naturais*, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37423/221206928>. Acesso em: 01 fev. 2026.
- SÁ, M. *Limnocultura: limnologia para aquicultura*. São Paulo: **Editora Blucher**, 2 ed., 2023. 346 p.