



ALCALINIDADE NA CARCINICULTURA: O QUE PRECISAMOS SABER?

Luis Otavio Brito da Silva^a; Caio Rubens do Rêgo Oliveira^a; Otávio Augusto Lacerda Ferreira Pimentel^a; Valdemir Queiroz de Oliveira^{a,b}; Alfredo Oliveira Gálvez^a

^aUniversidade Federal Rural de Pernambuco – Departamento de Pesca e Aquicultura, 52171-900, Recife - PE, Brasil;

^bEmbrapa Meio-Norte, BR 343, km 35, Zona Rural, Parnaíba – PI, 64308-355, Brasil;

E-mail: engpescales@hotmail.com

As características fisiológicas do camarão marinho da espécie *Litopenaeus vannamei* permitem a sua produção em diversos sistemas de cultivo (intensivo, semi-intensivo e extensivo) e em diferentes condições de qualidade de água, como salinidade e temperatura (Van Wyk et al., 1999; Davis, Samocha e Boyd, 2004). No Brasil, em algumas regiões dos estados do Ceará, Paraíba, Alagoas e Sergipe, observa-se o aumento do número de produtores de camarão marinho que utilizam água oligohalina e mesohalina, em empreendimentos distantes do mar (IBGE, 2019). Entretanto, o desenvolvimento da atividade nestas regiões enfrentam alguns obstáculos, como o perfil iônico da água, que muitas vezes não atende à demanda dos animais por alcalinidade e dureza total.

Para o cultivo de camarão marinho recomenda-se que a água apresente concentrações de dureza total ≥ 150 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ e alcalinidade ≥ 100 mg $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ (Van Wyk e Scarpa, 1999). Além disso, as concentrações de alcalinidade podem ser iguais ou menores que as concentrações da dureza, mas nunca maiores, pois essa condição permite elevação no pH da água à níveis críticos para aquicultura (Sá, 2012). Contudo, é comum observar em empreendimentos de cultivo de camarão, resultados heterogêneos e inconsistentes da concentração dessas variáveis de qualidade de água.

Apesar da importância da alcalinidade e dureza total para o cultivo de camarão marinho, muitos produtores ainda confundem ou desconhecem a função dessas variáveis, principalmente no momento da interpretação dos resultados de análise de água, pois ambas são expressas em mg L^{-1} de CaCO_3 .

Diante disso, temos como objetivo esclarecer os principais fatores de interpretação e o ajuste da alcalinidade, visando a possibilidade de otimizar o cultivo de camarão marinho em água oligohalina e mesohalina.

ALCALINIDADE

A alcalinidade total da água é definida como a concentração de bases tituláveis que reagem para neutralizar os íons de hidrogênio (H^+). Várias substâncias comumente reagem com H^+ , como: Hidróxidos (OH^-), carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), amônia (NH_3), fosfato (PO_4^{3-}), borato (H_2BO_4^-), silicato (H_3SiO_4^-) e ácidos orgânicos (RCOO^-) (Boyd et al., 2016; Boyd, 2020). A alcalinidade da água está dividida em alcalinidade expressa em CO_3^{2-} e/ou HCO_3^- , devido a faixa de pH entre 7,0 e 8,5 (intervalo ideal para o cultivo de camarão marinho) (Figura 1).

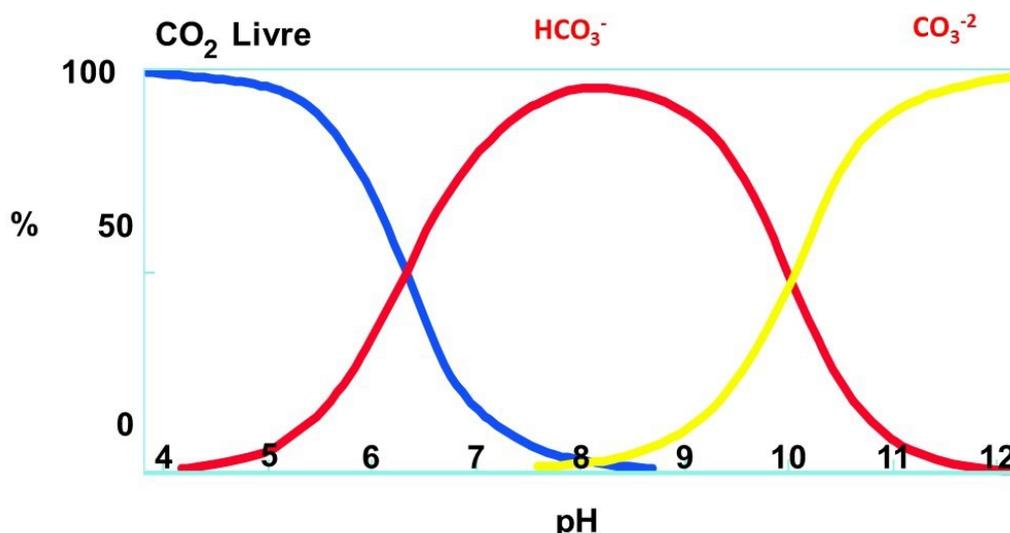


Figura 1. Relação entre pH e o percentual de diferentes fontes de carbono inorgânico na água (Adaptado de Boyd et al., 2016).

A alcalinidade está direcionada a fatores importantes na formação do exoesqueleto do camarão, assim como no efeito tampão, que regula a variabilidade do pH ao longo do dia (Boyd et al., 2016). Esse efeito tampão possui relevante importância em sistemas semi intensivos (autotróficos à base de microalgas) e intensivos (a base de bactérias), pois evita grandes variações de pH diariamente, variação que pode ocasionar estresse aos animais, deixando-os mais susceptíveis a enfermidades (Boyd e Tucker, 1998). Além disso, a variação do pH provocada pelo processo de fotossíntese pode aumentar a toxicidade dos compostos nitrogenados, que são provenientes da parcela não consumida da ração aportada diariamente e do processo metabólico de excreção dos animais cultivados (fezes e difusão direta da hemolinfa para a água) (Crab et al., 2007; Samocha, 2019).

Com o objetivo de corrigir a concentração dessa variável na água, diversos produtos comerciais podem ser utilizados, como: calcáreos, cal hidratada, bicarbonato de sódio e produtos à base de algas do gênero *Lithothamnium*. Entretanto, essas fontes possuem diferentes solubilidades e algumas delas estão relacionadas a faixa de pH e salinidade.

Além da explicação teórica sobre alcalinidade, há preocupações no setor produtivo no que tange a sua interpretação, onde surge a pergunta: O que precisamos saber e fazer antes de adicionar um alcalinizante na água dos nossos ambientes de cultivo?

Pergunta que poderíamos responder sugerindo:

1. Realizar análise de água com boa precisão;
2. Ter a interpretação correta da análise de água;
3. Possuir conhecimento sobre a composição do produto, entendendo o poder real de neutralização (PRNT), solubilidade e incremento de pH proporcionado pelo produto para faixa de salinidade desejada.

Para melhor compreensão, vamos ilustrar quatro exemplos, com laudos de análise de água emitidos para fins de irrigação, já que em diversas regiões não existem laboratórios de análise de água voltados para a atividade de aquicultura.

EXEMPLO 1:

Conversão de miliequivalente L^{-1} (mEq L^{-1}) para $\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$
 $= 50 \text{ mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$

Viveiro 1

Variáveis	Aquicultura	Irrigação
pH	8,5	8,5
CO_3^{2-} (mEq L^{-1})	-	1,088
HCO_3^- (mEq L^{-1})	-	0,786
Alcalinidade Total ($\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$)	-	-

Viveiro 1

Variáveis	Aquicultura	Irrigação
pH	8,5	8,5
CO_3^{2-} (mEq L^{-1})	-	1,088
HCO_3^- (mEq L^{-1})	-	0,786
Alcalinidade Total ($\text{mg CaCO}_3 \text{L}^{-1}$)	93,70	$((1,088 \times 50) + (0,786 \times 50))$

Outras situações que podem ocorrer normalmente. Como o cenário do exemplo abaixo:

EXEMPLO 2 :

Viveiro 2		
Variáveis	Aquicultura	Irrigação
pH	8,5	8,5
CO ₃ ²⁻ (mEq L ⁻¹)	-	20,0
HCO ₃ ⁻ (mEq L ⁻¹)	-	50,0
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ L ⁻¹)		

Tomando o **EXEMPLO 2** como base, ainda podemos questionar: A alcalinidade total desta água está nos níveis recomendados para cultivo de camarão marinho?

Geralmente poderíamos cometer o erro de somar as duas alcalinidades e, dessa forma, tomar decisões equivocadas sobre a concentração e o produto utilizado para a correção da alcalinidade da água. Portanto, para que esse tipo de confusão não venha a ocorrer, é necessário primeiramente transformar as formas em equivalente de CaCO₃.

$$\text{Alcalinidade mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1} = \text{Alcalinidade em HCO}_3^- + 1,22$$

$$\text{Alcalinidade CaCO}_3 \text{ L}^{-1} = \text{Alcalinidade em CO}_3^{2-} + 0,6$$

Viveiro 2		
Variáveis	Aquicultura	Irrigação
pH	8,5	8,5
CO ₃ ²⁻ (mEq L ⁻¹)	-	20,0
HCO ₃ ⁻ (mEq L ⁻¹)	-	50,0
Alcalinidade Total (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	74,31	74,31 = (50,0 ÷ 1,22) + (20 ÷ 0,6)

Determinação da concentração da alcalinidade em CaCO₃ L⁻¹ a partir da concentração em HCO₃⁻ L⁻¹.

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = \text{Alcalinidade em HCO}_3^- + 1,22$$

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 50,0 \text{ mg HCO}_3^- \text{ L}^{-1} + 1,22$$

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 40,98 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$$

Determinação da concentração da alcalinidade em CaCO₃ L⁻¹ a partir da concentração em CO₃²⁻ L⁻¹.

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = \text{Alcalinidade em CO}_3^{2-} + 0,6$$

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 20 \text{ mg CO}_3^{2-} \text{ L}^{-1} + 0,6$$

$$\text{Alcalinidade (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 33,33 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$$

Determinação da concentração de alcalinidade total em mg CaCO₃ L⁻¹

$$\text{Alcalinidade total (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 40,98 + 33,33$$

$$\text{Alcalinidade total (mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}) = 74,31 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$$

Essas dúvidas são recorrentes entre os produtores e nos últimos dois anos a equipe do Laboratório de Carcinicultura da UFRPE tem procurado esclarecê-las. Após a interpretação dos laudos da análise de água, é necessário conhecer os produtos comerciais e suas características, como: poder neutralizante (PN), reatividade (RE), poder real de neutralização (PRNT), solubilidade e incremento de pH do produto para cada faixa de salinidade. Esses fatores são indispensáveis para o cálculo da quantidade ideal de cada produto que deverá ser adicionado no sistema para a correção da alcalinidade, sem prejudicar os camarões que estão sob cultivo.

O PRNT é obtido a partir da multiplicação entre a reatividade e o poder neutralizante do produto e dividido por 100. O PN é a capacidade que um calcário tem de neutralizar ácidos em relação ao carbonato de cálcio puro (CaCO_3). Esta capacidade varia de acordo com o tipo de composto (Tabela 1). Já a reatividade está relacionada a granulometria (tamanho das partículas) do produto (Tabela 2).

Tabela 1. Poder neutralizante de alguns insumos utilizados com corretivos da alcalinidade na aquicultura.:

Composto	Fórmula	Peso Molecular (g)	Poder Neutralizante (%)
Carbonato de cálcio	CaCO_3	100	100
Dolomita	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	184,31	109
Óxido de cálcio	CaO	56	179
Óxido de cálcio e magnésio	$\text{CaO} \cdot \text{MgO}$	96,31	203
Hidróxido de cálcio	Ca(OH)_2	74	135
Hidróxido de Cálcio e magnésio	$\text{Ca(OH)}_2 \cdot \text{Mg(OH)}_2$	132,31	151
Carbonato de sódio	Na_2CO_3	106	94
Bicarbonato de sódio	NaHCO_3	84	59

Fonte: Espinosa e Molina (1999).

A partir das equações abaixo é possível encontrar o poder neutralizante (equivalente de CaCO_3) dos produtos.

$$\text{Poder neutralizante} = \text{CaO} (\%) \times 1,79 + \text{MgO} (\%) \times 2,48$$

$$\text{Poder neutralizante} = \text{CaCO}_3 (\%) \times 1 + \text{MgCO}_3 (\%) \times 1,19$$

Tabela 2. Reatividade (%) de diferentes granulometrias de produtos corretivos

Fração granulométrica		Taxa de reatividade (%)
Peneira nº (ABNT)	Dimensão (mm)	(RE)
>10	> 2	0
10 – 20	2 – 0,84	20
20 – 50	0,84 – 0,30	60
< 50	< 0,30	100

Fonte: Espinosa e Molina (1999).

EXEMPLO 3:

Qual quantidade de alcalinizante devo adicionar em um berçário secundário com volume de 500 m^3 para elevar a alcalinidade de $74,3 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para $100 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$?

Características do produto:

- $\text{CaO} = 32\%$;
- $\text{MgO} = 13\%$;
- Reatividade = 67% .

Obs.: $1 \text{ mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1} = 1 \text{ g CaCO}_3 \text{ m}^{-3}$.

1. Calcular o poder neutralizante do produto

$$\text{Poder neutralizante (\%)} = \text{CaO (32\%)} \times 1,79 + \text{MgO (13\%)} \times 2,48$$

$$\text{Poder neutralizante (\%)} = 57,28 + 32,24$$

$$\text{Poder neutralizante (\%)} = 89,52$$

2. A partir do cálculo do poder neutralizante, é possível encontrar o PRNT do produto.

$$\text{PRNT (\%)} = \frac{\text{Poder neutralizante} \times \text{Reatividade}}{100}$$

$$\text{PRNT (\%)} = \frac{89,52 \times 67}{100}$$

$$\text{PRNT (\%)} = 59,97$$

3. Calcular a quantidade de produto para alcançar a alcalinidade desejada.

Quantidade de produto (g)

$$= \frac{\{[\text{Conc. desejada (g CaCO}_3\text{m}^{-3}) - \text{Conc. na água (g CaCO}_3\text{m}^{-3})] \times \text{Vol. do tanque (m}^3)\}}{\text{PRNT}}$$

$$\text{Quantidade de produto (g)} = \frac{[(100 \text{ g CaCO}_3\text{m}^{-3} - 74,3 \text{ g CaCO}_3\text{m}^{-3}) \times 500 \text{ m}^3]}{59,97\% (0,5997)}$$

$$\text{Quantidade de produto (g)} = \frac{21.427,38}{1000}$$

$$\text{Quantidade de produto (Kg)} = 21,43$$

Obs.: Alguns produtos não fornecem a reatividade. Neste caso, podemos calcular a mesma utilizando as peneiras descritas na Tabela 2. O cálculo pode ser feito de acordo com a seguinte metodologia de análise granulométrica:

Utilizando uma quantidade conhecida do produto escolhido, disponha-o nas peneiras e quantifique as porções que ficaram retidas em cada uma delas. A porção retida na primeira peneira (2,0 mm) possui uma taxa de reatividade de 0%, portanto não reage com a água; A porção retida na peneira (0,84 mm) possui uma taxa de reatividade de 20%; A porção retida na peneira (0,3 mm) possui uma taxa de reatividade de 60%; A porção que passa pela peneira (0,3 mm) possui uma taxa de reatividade de 100%.

A reatividade pode ser calculada através da seguinte equação:

$$\text{Reatividade (\%)} = \frac{[(X \times 0) + (Y \times 20) + (W \times 60) + (Z \times 100)]}{100}$$

EXEMPLO 4:

Qual é a reatividade do produto que apresentou a seguinte análise granulométrica:

- 5% Retidos na peneira de 2 mm (X);
- 15% Retidos na peneira de 0,84 mm (Y);
- 40% Retidos na peneira de 0,3 mm (W);
- 40% Passaram da peneira de 0,3 mm (Z).

$$\text{Reatividade (\%)} = \frac{[(5 \times 0) + (15 \times 20) + (40 \times 60) + (40 \times 100)]}{100}$$

$$\text{Reatividade (\%)} = \frac{(0 + 300 + 2.400 + 4.000)}{100}$$

$$\text{Reatividade (\%)} = 67$$

Testes sobre a eficiência de produtos alcalinizantes

O efeito da aplicação de alguns produtos (100 g m^{-3}) sobre a alcalinidade e pH foram testados no Laboratório de Carcinicultura (LACAR/UFRPE) para água oligohalina (Tabela 3).

Tabela 3. Incremento da alcalinidade total, pH e eficiência de quatro insumos (100 g m^{-3}) distintos em água oligohalina (salinidade 2), analisados 24 e 72 horas após a aplicação.

Características do produto	Poder Neutralizante (%)	Alcalinidade total ($\text{g CaCO}_3 \text{ m}^{-3}$) em 24 horas	Eficiência observada	Incremento de pH	Alcalinidade total ($\text{g CaCO}_3 \text{ m}^{-3}$) em 72 horas	Eficiência observada	Incremento de pH
32% Ca e 2% Mg	88	30	30%	0,2	38	38%	0,0
NaHCO_3	59	55	55%	0,6	45	45%	0,7
Ca(OH)_2 , Mg(OH)_2	152	71	71%	0,9	65	65%	1,0
CaCO_3 , MgCO_3	76	2,4	2,4%	0,3	10,0	2,4%	0,4

- Água oligohalina - Teste realizado em $\text{pH} = 7,7$ e alcalinidade inicial de $35 \text{ g CaCO}_3 \text{ m}^{-3}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A partir disso, recomenda-se a correção da alcalinidade em curtos intervalos de tempo para evitar o uso de grandes quantidades de produtos químicos na água, que podem ocasionar variações no pH. Além disso, para águas com diferentes perfis iônicos, salinidade e pH é necessário verificar a eficiência dos produtos, pois a solubilidade é afetada. O uso de alcalinizantes com baixa eficiência deve ser evitado, pois necessitará de uma maior quantidade do produto a ser aplicado no ambiente de cultivo, podendo prejudicar os animais, além de aumentar o custo produtivo.

UM CARCINICULTOR SÓ, NÃO DÁ NEM UM CALDO.



Acreditamos na força da união.



ANCC
ASSOCIAÇÃO NORTE-RIO-GRANDENSE
DE CRIADORES DE CAMARÃO