



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA
LABORATÓRIO DE CARCINICULTURA**

BRUNO ROBERTO DE SIQUEIRA CAVALCANTI

Salinização da água e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Penaeus vannamei* na fase de berçário.

RECIFE – 2023

BRUNO ROBERTO DE SIQUEIRA CAVALCANTI

Salinização da água e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Penaeus vannamei* na fase de berçário.

Relatório do Estágio Supervisionado Obrigatório apresentado como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Pesca na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Luis Otávio Brito da Silva

RECIFE, 2023

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)

C377s

Cavalcanti, Bruno Roberto de Siqueira

Salinização da água e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Penaeus vannamei* na fase de berçário. / Bruno Roberto de Siqueira Cavalcanti. - 2023.
24 f. : il.

Orientador: Luis Otavio Brito da .
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia de Pesca, Recife, 2023.

1. Carcinicultura. 2. Salinização. 3. Sistemas intensivos. 4. Berçário. I. , Luis Otavio Brito da, orient. II. Título

CDD 639.3

Salinização da água e seus efeitos sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *Penaeus vannamei* na fase de berçário.

Aprovado em: /_____/____

Prof. Dr. Luis Otavio Brito da Silva Orientador
Departamento de Pesca e Aquicultura Universidade
Federal Rural de Pernambuco

Danielle Alves da Silva
Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Gênison Carneiro Silva
Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Priscilla Celes Maciel de Lima
Doutora em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
1-INTRODUÇÃO	8
2-METODOLOGIA	10
2.1 <i>Delineamento Experimental</i>	<i>10</i>
2.2 <i>Unidades Experimentais.....</i>	<i>10</i>
2.3 <i>Preparação da água.....</i>	<i>12</i>
2.4 <i>Ajuste Iônico.....</i>	<i>12</i>
2.5 <i>Fertilização.....</i>	<i>13</i>
2.6 <i>Manejo alimentar</i>	<i>13</i>
2.7 <i>Monitoramento das variáveis físico-químicos da água.....</i>	<i>14</i>
2.8 <i>Desempenho zootécnico</i>	<i>14</i>
2.9 <i>Análises Estatísticas</i>	<i>15</i>
3-RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
4-CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
5-REFERÊNCIAS	24

RESUMO

A carcinicultura marinha Brasileira em águas interiores tem apresentado um incremento significativo em área e produção, entretanto, existe alguns entraves para produzir o camarão marinho *Penaeus vannamei* em regiões interiores. Em algumas regiões é necessário uma série de ajustes físico-químico na água para tornar a produção viável. Técnicas como salinização artificial e balanço iônico da água são de extrema necessidade para um bom crescimento do animal. Com esse ajuste de íons, é necessário reduzir os volumes de troca de água, devido os custos produtivos. Desta forma os sistemas de mínimas trocas de água são estratégias interessantes do ponto de vista econômico, de desempenho zootécnico do animal, além de observar a redução da incidência de patógenos nos cultivos. Desta forma, o presente estudo objetiva avaliar o efeito de diferentes métodos de salinização da água sobre o desempenho zootécnico do camarão marinho *L. vannamei* durante a fase de berçário. O experimento teve duração de 40 dias com delineamento totalmente casualizado com quatro tratamentos e três repetições cada, sendo eles: MAR – controle (água do mar sem nenhum ajuste), MDD (água do mar diluída até a salinidade 2 g/L e sem adição de minerais e/ou fertilizantes), SAF (água doce sendo salinizada com fertilizantes e sal marinho) e SAV (água doce salinizada a base do sal comercial VEROMIX e sal marinho). As pós-larvas foram estocas na densidade de 2000 indivíduos m⁻³. Durante o experimento os animais foram alimentados com ração comercial de 45% de proteína bruta, 9,5% de extrato etéreo, 4% de fibra bruta e 10% de umidade, com frequência de quatro vezes ao dia (08:00; 11:00; 13:00; 16:00). Para ajustar a quantidade de ração ofertada e avaliar o desempenho zootécnico dos animais foram realizadas biometrias a cada 10 dias. Ao final do cultivo foram encontrados valores de peso médio entre 0,65 e 0,87g e produtividade entre 0,96 e 1,16 kg/m³, entretanto não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Os tratamentos de salinização artificial se mostraram similares ao tratamento com água do mar e água do mar diluída.

Palavras chaves: Carcinicultura, salinização artificial, sistemas intensivos.

1-INTRODUÇÃO

O consumo de pescado vem crescendo ao longo dos anos, devido ao constante crescimento da população mundial e o aumento da busca por alimentos de melhor qualidade nutricional (FAO, 2016). Em decorrência disto e da estabilização da pesca extrativa, a aquicultura vem apresentando um crescimento médio de 5,3% entre o período de 2001 à 2018 (FAO, 2020).

Atualmente a carcinicultura detém o posto de terceiro segmento da aquicultura em termo de produção (9,4 milhões de toneladas anuais), com um faturamento de US\$ 69,3 bilhões (FAO, 2020). no ano de 2021 o Brasil apresentou um aumento na produção de 18,1% com relação ao ano de 2020 e em termos monetários o crescimento foi de 15% (IBGE, 2022). Em 2020, o Brasil chegou a produzir 63 mil toneladas de crustáceos, valor que representa um crescimento de 27% com relação ao último estudo publicado. A região nordeste se destaca com relação as demais, representando 99,7% da produção nacional, tendo os estados do Ceará e Rio Grande do Norte com os maiores índices de produção, atingindo 69,8% de toda a produção nacional (IBGE, 2021).

Segundo a FAO (2022), a espécie de crustáceo mais cultivada no mundo é o *Penaeus vannamei*, por possuir uma alta taxa de crescimento, fácil comercialização e a existência de um pacote tecnológico bem desenvolvido. A espécie *L. vannamei* suporta uma ampla faixa de salinidade que vai de 0,5 à 60 g/L (RAMIRO, 2017), o que facilita ainda mais a sua produção tanto em regiões costeiras como continentais.

As regiões costeiras possuem preços de aquisição bastante onerosos, leis de proteção ambiental bastante rígidas, tornam a aquisição de novas áreas praticamente inacessíveis para novos produtores. Sabendo disto, nos últimos anos o processo de interiorização na produção de camarões marinhos cresceu significativamente, principalmente devido à grande quantidade de fonte de água oligohalinas (salinidades entre 0,5 a 3,0 g/L), como poços e rios ricos em carbonatos (CAVALHEIRO et al., 2016). No entanto, Palheta (2013) afirma que é de extrema necessidade uma concentração ideal de íons para um bom desenvolvimento dos camarões em águas oligohalinas.

Os íons mais importantes são: magnésio, cálcio, potássio, sódio, cloreto, bicarbonato e sulfato (BOYD e THUNJAI, 2003). Os íons cloreto, sulfato, cálcio e principalmente o potássio e magnésio estão ligados diretamente ao processo de osmorregulação dos camarões, assim como o processo enzimático (BOYD, 2006; ROY

et al., 2007). Já em relação ao crescimento e sobrevivência dos camarões podemos destacar cálcio e magnésio, pois estão diretamente ligados ao processo de ecdise (CHENG et al., 2005).

Para realizar a adição de tais íons é feito o processo de salinização artificial, no qual geralmente é realizado através do equilíbrio iônico (uso de fertilizantes) ou com salinizantes comerciais. Tal processo de salinização artificial, juntamente com o uso de sistemas de mínimas trocas de água acaba desempenhando um grande papel para o cultivo em áreas interiores. Tal sistema possibilita a reutilização da água em vários ciclos de cultivo, devido a reciclagem da biomassa bacteriana presente na água, possibilitando assim o aumento da densidade de estocagem e reduzindo a entrada e disseminação de patógenos (SAMOCHA et al., 2017).

A base desse sistema é a relação carbono orgânico:nitrogênio (AVNIMELECH, 2009), no qual a adição de carbono orgânico estimula o crescimento da comunidade microbiana, essa que é capaz de assimilar os compostos nitrogenados presentes no meio e transformá-los em biomassa bacteriana, auxiliando assim diretamente na qualidade de água e na suplementação alimentar dos animais, visto que tais bactérias se agregam formando flocos que serão ingeridos pelos camarões, promovendo assim uma maior taxa de crescimento, maior peso médio e redução do fator de conversão alimentar (KRUMMENAUER et al., 2014), além de estimular o sistema imune do camarão (EMERENCIANO et al., 2013).

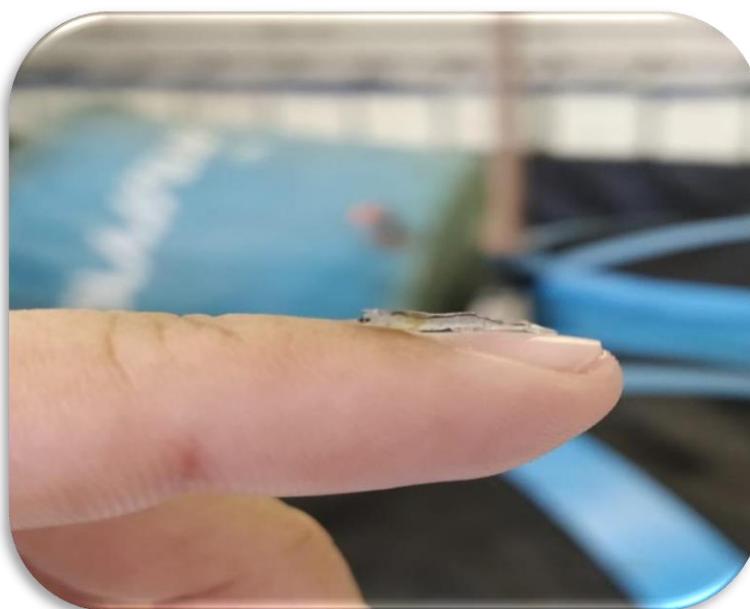
Desta forma, a utilização em conjunto dessas duas técnicas de cultivo é de suma importância para o cultivo em águas oligohalinas, favorecendo assim o crescimento dos animais, além de facilitar no controle da qualidade de água, evitando desperdícios e fazendo que seja viável econômica tal manejo de cultivo.

2-METODOLOGIA

2.1 Delineamento Experimental

Durante 40 dias foi realizado no Laboratório de Carcinicultura – LACAR localizado no Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE um experimento de cultivo de camarão marinho em fase de berçário em águas oligohalinas, salinizadas artificialmente em sistema intensivo. Foram utilizadas pós-larvas de camarões marinhos da espécie *L. vannamei*, adquiridas em larvicultura comercial na fase PL₁₀ com média de peso de 0,003mg, as mesmas foram aclimatadas em dois tanques, sendo uma com água marinha (35g/L) e outro com água marinha que foi diluída até a salinidade de 2g/L. Ao início do experimento as pós-larvas já estavam na fase de PL₂₄, com peso médio de 0,012mg (Figura 1). O estudo contou com quatro tratamentos sendo eles: Tratamento 1 – Água do mar diluída (MDD); Tratamento 2 – Água com Sal Veromix (SAV); Tratamento 3 – Água com fertilizantes e sal marinho (SAF); Tratamento 4 – Água do Mar (Controle) (MAR), possuindo três repetições cada.

Figura 1. Pós-larvas de *Penaeus vannamei* após o processo de aclimação.



2.2 Unidades Experimentais

Foram utilizados no experimento um total de 12 caixas polietileno de 70L, sendo 60L de volume útil (Figura 2), povoados com uma densidade inicial de 2000 PL/m³ camarões cada, totalizando assim 120 animais por unidade experimental em um

delineamento inteiramente casualizado. Os mesmos foram mantidos sob aeração constante (mangueira microporosa), todas unidades experimentais estavam cobertas com telas plásticas com sombreamento de 80%, para conter aerossóis e evitar fuga dos animais, sendo mantidas a luminosidade e fotoperíodo natural (12h luz: 12h escuro). Em todas as unidades experimentais foram colocados substratos de conchas de *Anomalocardia Brasiliiana*, essas conchas foram mantidas dentro de uma malha ocupando 1% do volume útil (Figura 3), a utilização dessas conchas foi com o intuito de servir de substratos para bactérias nitrificantes, proporcionar a retenção dos sólidos e também auxiliar no aumento da alcalinidade. Além disto, foi feito o uso dos termostatos afim de garantir que a temperatura da água ficasse na faixa de 30°C.

Figura 2. Unidades experimentais usadas no experimento.



Figura 3. Substrato artificial de conchas de *Anomalocardia Brasiliiana* utilizado dentro das unidades experimentais.



2.3 Preparação da água

A água destinada ao experimento foi filtrada utilizando uma malha de 30 μm , clorada com cloro granulado (65% de cloro ativo) na proporção de 30 ppm de cloro ativo e desclorada com aeração constante. Após isto, sua salinidade ajustada de acordo com a premissa de cada tratamento. No Tratamento MDD, a salinidade foi obtida através da diluição da água do mar em água doce; No Tratamento SAV, a água doce foi salinizada artificialmente utilizando um concentrado comercial (Sal Veromix) dos principais constituintes do sal marinho e adição de sal grosso; No tratamento SAF, foram acrescentados fertilizantes (cloreto de potássio, sulfato de magnésio, cloreto de magnésio) juntamente com *Lithothamnium* (fertilizantes a base de algas marinhas) e o sal grosso, tendo estes tratamentos apenas um ajuste inicial e o tratamento MAR - Controle, foi composto por água marinha (35g/L).

Durante o experimento, foram realizadas reposições de água para compensar as perdas por evaporação, a água utilizada era clorada e desclorada por meio de aeração constante antes de sua utilização.

Além disto, caso houvesse a necessidade de correção dos valores de alcalinidade total, as mesmas eram feitas com o uso de bicarbonato de sódio, até atingirem valores superiores a 100mg/L CaCO_3 .

2.4 Ajuste Iônico

O ajuste iônico foi realizado a partir das análises dos cátions (sódio, potássio, cálcio e magnésio) e ânions (bicarbonato, cloreto, sulfato e nitrato) presentes na água. A metodologia se estabeleceu por meio de uma análise inicial da água e realizado uma correção dos íons necessários através das aplicações de fertilizantes, seguindo metodologias descritas na literatura. (BOYD e THUNJAI, 2003; ROY et al., 2010). (Tabela 1).

Tabela 1. Fatores para estimativa das concentrações aceitáveis dos íons na água a partir da salinidade.

Íon	Fator
Cálcio	11,6
Magnésio	39,1
Potássio	10,7
Sódio	304,5
Bicarbonato	-
Cloreto	551
Sulfato	78,3

Fonte: ROY et al (2010).

2.5 Fertilização

Durante o experimento, foi aplicado um fermentado na água, a partir de um composto formado por: 20g/m³ de Farelo de Arroz, 0,25g/m³ de fermento biológico (fonte da levedura *Saccharomyces cerevisiae*), 2g/m³ de açúcar demerara, 4g/m³ de bicarbonato de sódio, 0,5g/m³ de probiótico N-Aqua (constituído de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformes* e *Bacillus* sp). e água na proporção de 10x o valor do farelo de arroz. Esses produtos foram misturados e passaram por um processo de fermentação anaeróbica durante um período de 24 horas seguido de uma outra fase aeróbica pelo mesmo período, antes de cada aplicação nas unidades experimentais. Foram realizadas um total de 10 fertilizações com aplicações desse composto, vinte dias antes do povoamento dos camarões nos tanques de aclimatação e unidades experimentais. Durante o experimento, esse composto foi aplicado com uma frequência de três vezes semanais até atingir o nível de 5,0 ml/L de sólidos na água, caso os valores fosse atingindo os tais valores, a aplicação era suspensa, seguido da realização do processo de sifonagem do fundo, além de trocar parciais da água.

2.6 Manejo alimentar

A oferta de ração foi realizada quatro vezes ao dia (08:00; 11:00; 13:00; 16:00), em quantidade inicial equivalente a 35% e reduzida gradativamente até 10% de biomassa, segundo metodologia de Van Wyk (1999). Entretanto, durante as duas primeiras semanas foram administrados apenas 80% do valor total diário de ração, pois isto é um manejo específico feito durante o cultivo em baixas salinidades, afim de que os compostos nitrogenados não tenham uma elevação muito grande nos primeiros dias, onde as bactérias nitrificantes ainda podem estar se estabelecendo no sistema. As possíveis sobras de ração eram verificadas diariamente e ajustada caso necessário de acordo com as biometrias. Foi utilizado uma ração comercial com 45% de proteína bruta, 9,5% de

extrato etéreo, 4% de fibra bruta e 10% de umidade. Além disso, era realizado uma adição de probiótico na ração. Essa mistura era feita através de um aglutinante (Gelsim) na qual era preparado na proporção de 30g/L de água destilada para cada 50kg de ração. Já a proporção da cepa bacteriana (probiótico N-Aqua) constituída de *Bacillus subtilis*, *Bacillus Licheniformes* e *Bacillus* sp. usado era de 2,0g/Kg de ração. Inicialmente, era misturado o aglutinante com a água até virar uma mistura homogênea, em seguida, era deixado descansar por 24h. Em seguida, era realizado manualmente a mistura entre o gel aglutinante, probiótico e ração até que o gel fosse absorvido completamente.

2.7 Monitoramento das variáveis físico-químicas da água

O oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), foram aferidos duas vezes ao dia (08:00 e 16:00), o pH e a salinidade foram aferidos duas vezes na semana (08:00 e 16:00). Os sólidos sedimentáveis (mL/L) foram aferidos utilizando o cone Inhoff, a cada cinco dias (AVNIMELECH, 2009). As análises de NAT, N-nitrito e N-nitrato foram mensurados a cada 10 dias, sendo estimado através de kits de leitura (Alfakit) e posteriormente as amostras lidas em fotocolorímetro (APHA, 2012).; enquanto a alcalinidade foi determinada por meio do método volumétrico (APHA, 2012). A cada 10 dias foram mensurados o fósforo total, dureza de cálcio (mg L^{-1}), magnésio (mg L^{-1}), sódio (mg L^{-1}), cloreto (mg L^{-1}), sulfato (mg L^{-1}) e potássio (mg L^{-1}). Sendo o fósforo total, cloreto e potássio, sendo quantificados através de amostras por meio de kits de leitura (Alfakit); a dureza de cálcio e magnésio será utilizado uma titulação alcalina com uma solução de EDTA (APHA, 2012); o sódio foi determinado a partir da utilização do resultado do cloreto, esse sendo aplicado em uma equação: $\text{Sódio (mg L}^{-1}\text{Na)} = \text{Cl}^{-} \times 0,5526$.; e o sulfato por meio do método de Thorin (APHA,2012).

2.8 Desempenho zootécnico

A cada dez dias foram realizadas biometrias para determinar o desempenho zootécnico dos camarões. Estes dados foram utilizados para calcular o Ganho de biomassa (biomassa final (g) - biomassa inicial (g); Taxa de crescimento específico (TCE) (%/dia = $100 \times (\ln \text{ peso final (g)} - \ln \text{ peso inicial (g)}) / \text{tempo de cultivo}$); Peso médio final (biomassa final (g) / n° de indivíduos ao final do cultivo); Fator de conversão alimentar (FCA) (quantidade de ração ofertada / ganho de biomassa); Sobrevivência (n° de indivíduos ao final do cultivo / n° inicial de indivíduos estocados x 100) e Produtividade (biomassa final (kg) / volume da unidade experimental (m^3)).

2.9 Análises Estatísticas

Os dados amostrados foram previamente analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Após os pressupostos não serem atendidos, os dados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) e posteriormente usado o teste de Dunn para comparação de medianas quando observado diferença significativa ($P < 0,05$), com aplicação da correção de Bonferroni. Os softwares utilizados para realização das análises foram o IBM SPSS Statística 25.0 e o R Studio.

3-RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de qualidade de água estão sumarizados na tabela 2. Em relação ao oxigênio dissolvido foram observados médias entre 4,98 a 5,97 mg/L, com diferença significativa entre os tratamentos com água oligohalinas e o tratamento da água do mar. Essa diferença ocorre devido que a concentração de sais e o aumento da temperatura são inversamente proporcionais a concentração do O_2 (KUBTIZA, 1998). Para a temperatura foram encontrados médias de 29,65 à 30,02 °C não apresentando diferença entre os tratamentos (Tabela 2). Os valores permaneceram estáveis devido ao controle de temperatura oriundo dos termostatos, mantendo-se na faixa considerável ótima (28 a 30° C) para o desenvolvimento da espécie (Samocha, 2017).

O pH variou de 8,36 a 8,96 onde o menor valor obtido foi no tratamento MAR e as maiores médias para os demais tratamentos, havendo assim diferença significativa (Tabela 2). Isto ocorreu devido ao fato que ao longo do estudo foi necessário fazer adição de bicarbonato de sódio para corrigir a alcalinidade dos tratamentos com água oligohalinas, proporcionando assim um aumento no valor do pH, contudo, não interferindo na faixa ideal para o melhor crescimento para do *L. vannamei* e da comunidade bacteriana (SAMOCHA, 2017). Com relação a salinidade, o tratamento com água do mar apresentou média de 36,16 g/L e os demais ficaram de 2,90 a 3,01 g/L, se mantendo assim dentro da faixa de salinidade para cultivo de *L. vannamei* (SAMOCHA, 2017).

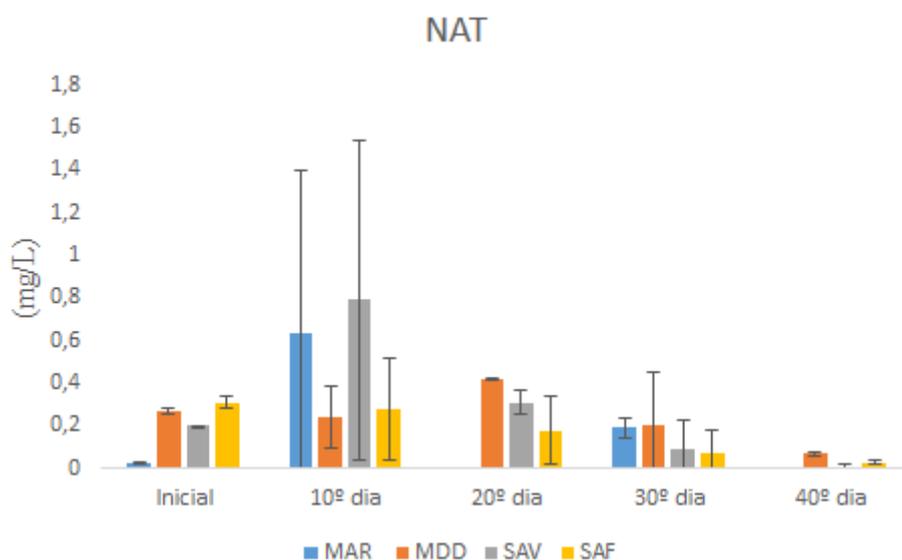
Tabela 2. Parâmetros da qualidade de água no cultivo de pós-larvas de *L. vannamei* em sistema com mínima troca de água com salinização artificial.

Parâmetro	Tratamentos			
	MAR	MDD	SAV	SAF
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,98 ± 0,42 ^b	5,97 ± 0,56 ^a	5,97 ± 0,37 ^a	5,96 ± 0,47 ^a
Salinidade (g/L)	36,16 ± 1,47 ^a	3,01 ± 0,43 ^b	2,90 ± 0,25 ^b	2,91 ± 0,25 ^b
Temperatura (°C)	29,65 ± 0,83 ^a	29,94 ± 1,26 ^a	29,75 ± 0,96 ^a	29,99 ± 1,25 ^a
pH	8,36 ± 0,46 ^a	8,91 ± 0,40 ^b	8,91 ± 0,38 ^b	8,96 ± 0,37 ^b
NAT (mg/L)	0,17 ± 0,38 ^b	0,28 ± 0,40 ^a	0,24 ± 0,16 ^{ab}	0,17 ± 0,16 ^{ab}
N-Nitrito (mg/L)	2,32 ± 2,83 ^a	6,79 ± 14,30 ^a	5,72 ± 11,76 ^a	5,73 ± 10,57 ^a
N-Nitrato (mg/L)	2,37 ± 2,40 ^a	2,08 ± 1,57 ^a	2,20 ± 1,78 ^a	2,25 ± 1,80 ^a
Alcalinidade total (mg de CaCO ₃ /L)	215,53 ± 3,82 ^a	126,57 ± 15,88 ^b	127,50 ± 22,91 ^{ab}	148,33 ± 1,44 ^{ab}
Dureza total (mg de CaCO ₃ /L)	10.500 ± 346,41 ^a	401,33 ± 30,29 ^b	497,33 ± 26,63 ^b	585,33 ± 12,86 ^b

Os dados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha < 0,05$), seguido do teste de Dunn ($\alpha < 0,05$) quando observado diferenças e por último aplicado a correção de Bonferroni.

Para os compostos nitrogenados, ao fim dos 40 dias de cultivo, pode-se observar variação entre os valores analisados de nitrogênio amoniacal total (NAT) 0,17 a 0,28 mg/L, havendo diferença significativa entre os tratamentos (Figura 4), possivelmente em decorrência a inserção da ração a das excretas dos animais.

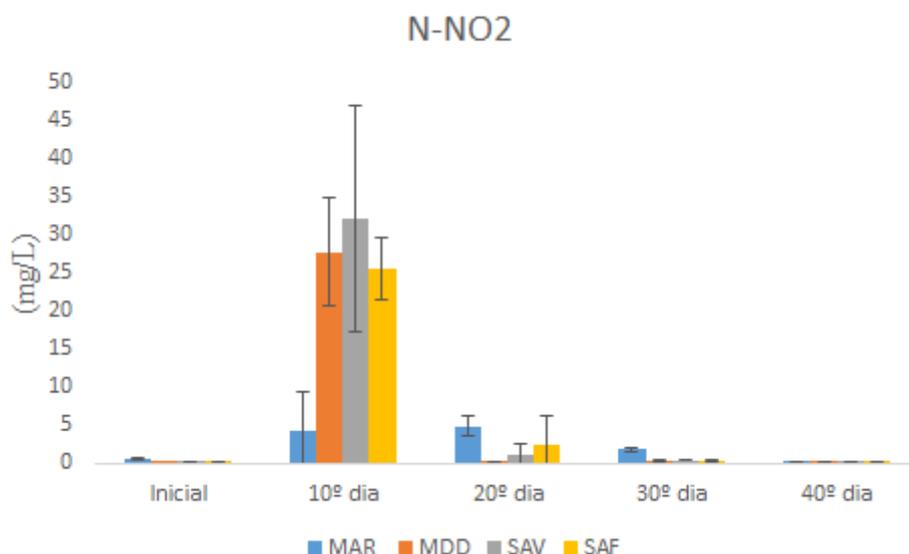
Figura 4. Valores NAT encontrados durante o cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em sistema com mínima troca de água com salinização artificial.



Quanto ao N-nitrito (N-NO₂) (2,32 a 6,79 mg/L) a variação foi maior, principalmente devido ao fato de que as bactérias que oxidam o nitrito em nitrato têm um crescimento mais demorado com relação as bactérias que oxidam a amônia em nitrito,

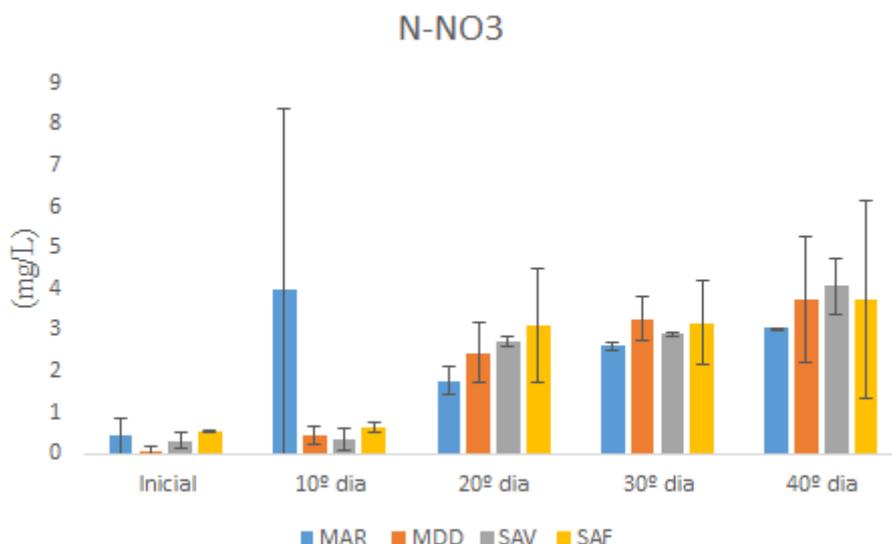
causando assim um acúmulo de nitrito no sistema (HAGOPIAN e RILEY, 1998), entretanto não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Além disso, após o 10º dia de cultivo foi observado redução do pico de nitrito devido ao crescimento das bactérias nitrificantes (Figura 5).

Figura 5. Valores N-NO₂ encontrados durante o cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em sistema com mínima troca de água com salinização artificial.



O N-nitrato (N-NO₃) não apresentou diferenças significativas e teve médias de 2,08 a 2,37 mg/L⁻¹, o que são valores não prejudiciais ao crescimento do animal tanto em água salgada como água de baixa salinidade (WANG ET AL., 2006, SAMOCHA, 2017).

Figura 6. Valores N-NO₃ encontrados durante o cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em sistema com mínima troca de água com salinização artificial.



Quando analisamos os gráficos de todos os compostos nitrogenados, percebemos que a curva de amônia teve seu pico ao décimo dia, muito em decorrência a inserção da ração e das excretas, seguido de reduções significativas em seus valores devido ao processo de oxidação da amônia em nitrito

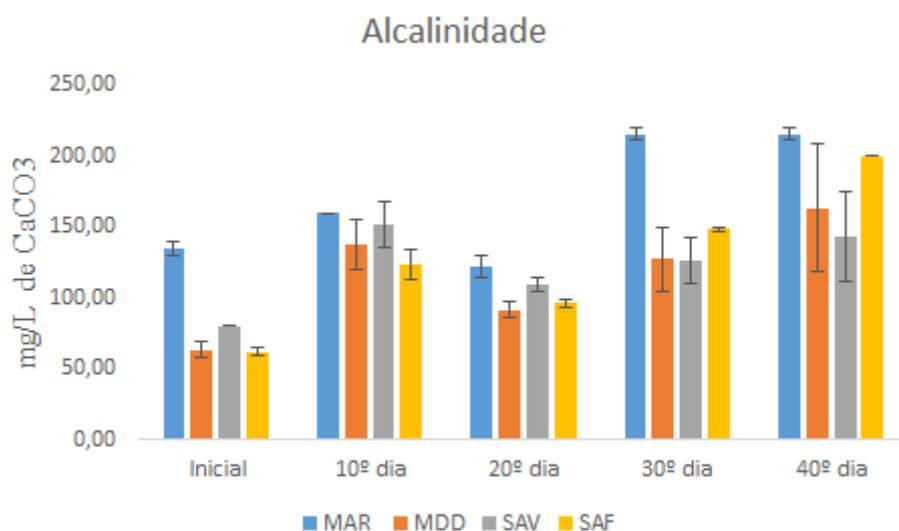
Posteriormente, observa-se que a curva de nitrito que teve seu pico ao décimo dia também, o que comprava que houve a oxidação da amônia do sistema e do vigésimo dia em diante os valores de nitrito praticamente zerou. Já na curva do nitrato, apresentou seus maiores resultados do vigésimo dia em diante, visto que o crescimento das bactérias que oxidam o nitrito em nitrato tem um crescimento mais longo.

Sendo assim, ao interpretarmos os gráficos um ao lado do outro, é possível concluir que as bactérias nitrificantes estavam sim presentes no sistema e todas completaram o seu ciclo de oxidação dos compostos nitrogenados.

A alcalinidade total apresentou valores de 126,57 a 215,53 mg/L, tendo diferença significativa entre os tratamentos (Figura 7). Ao decorrer dos dias de cultivo foi observado um decréscimo da alcalinidade, que foi corrigido com aplicações de bicarbonato de sódio para valores superiores a 100 mg/L (VAN WYK e SCARPA, 1999), contudo a redução de alcalinidade total é muito comum em sistemas intensivos, devido ao consumo do carbono inorgânico pelos camarões, diretamente ligado ao processo de ecdise (BOYD et al., 2016), além do crescimento da comunidade microbiana que ocorreu ao longo do estudo, visto que bactérias nitrificantes que oxidam a amônia a nitrato reduzem os níveis de alcalinidade na forma de carbonatos e bicarbonatos (CHEN et al, 2006).

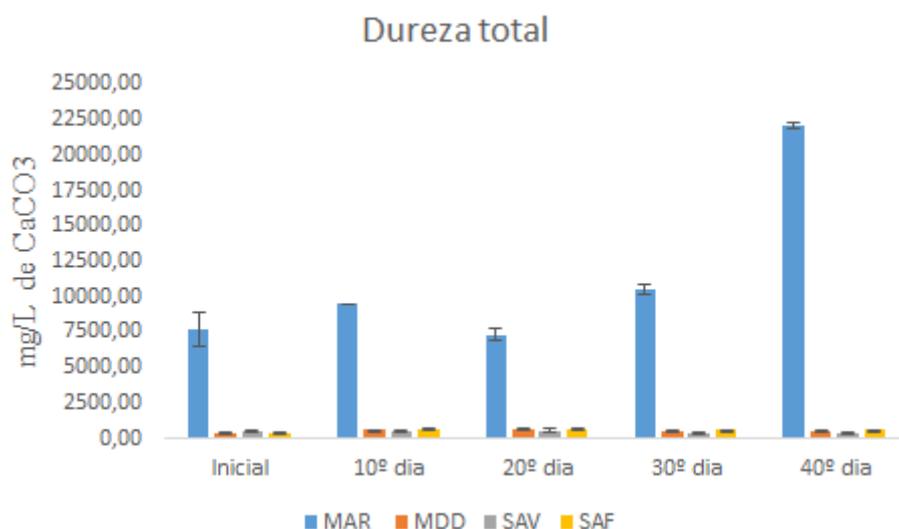
A exemplo disto, cada grama de NAT oxidado a nitrato consome em média 4,18g de O₂ e 7,07g de alcalinidade, onde causa também redução nos níveis de pH e produz 0,17g de biomassa bacteriana (CHEN et al, 2006), para as bactérias heterotróficas. Ebeling et al. (2006) sugerem que a cada 1g de NAT convertido em biomassa bacteriana chega a consumir 4,71g de O₂, 3,57g de alcalinidade e 15,17g de carboidratos para produzir 8,07g de biomassa bacteriana e 9,65g de CO₂. Desta forma, tanto as bactérias nitrificantes como as heterotróficas consomem a carbono inorgânico, porém as heterotróficas produzem bem mais biomassa microbiana com menos consumo desse tipo de carbono, porém, as mesmas liberam muito mais CO₂ no sistema o que pode causar queda de pH ao decorrer do cultivo (EBELING et al., 2006).

Figura 7. Valores alcalinidade encontrados durante o cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com água salinizada artificialmente e água do mar. sistema com mínima troca de água com salinização artificial.



A dureza total é um parâmetro basicamente composto por Cálcio e Magnésio (BOYD E TUCKER, 1998). Os cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} são de suma importância para o bom crescimento do camarão, visto que estão ligados ao processo de osmorregulação e de ecdise. Houve diferença do tratamento de água do mar com relação aos demais, o que é normal visto que a água marinha possui bem mais íons. Os valores observados foram de 401,33 a 10.500,00 mg/L (Figura 8). Para cultivo em baixa salinidade Van Wyk e Scarpa (1999) recomendam valores mínimo de dureza total 150 mg CaCO₃/L para um crescimento adequado a espécie.

Figura 8. Valores dureza total encontrados durante o do cultivo dos juvenis de *L. vannamei* em tratamentos com água salinizada artificialmente.



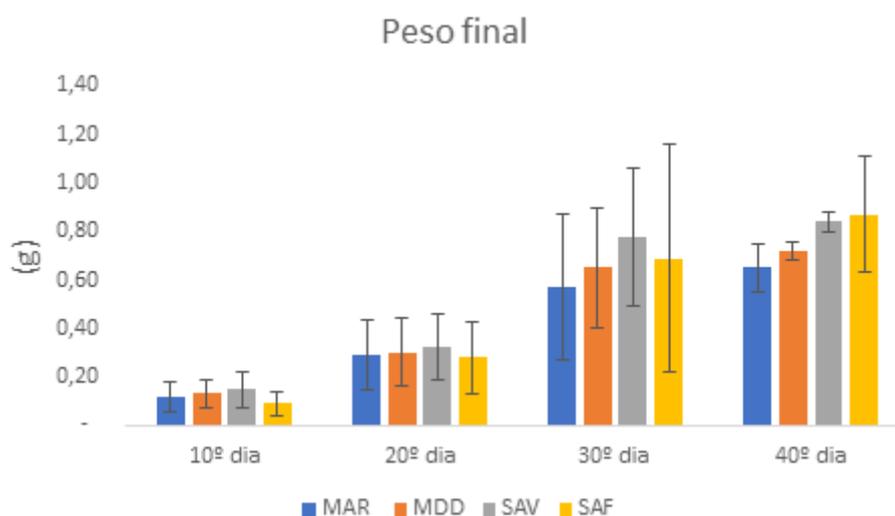
Com relação ao desempenho zootécnico os camarões apresentaram médias de 0,65 a 0,87g para peso médio final (Tabela 3), onde não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos. Abreu et al. (2019) encontrou médias semelhantes aos 42 dias de cultivo (0,69 a 0,86g) em sistemas de bioflocos com água marinha e adição de diatomáceas, que auxiliou o crescimento dos animais e o que pode ser o fator determinante para atingir tais valores, mesmo iniciando o cultivo com pós larvas com peso inicial menor (0,001mg) e a densidade de estocagem maior (3000 pl's/m³), com relação ao presente estudo.

Tabela 3. Parâmetros de desempenho zootécnico do cultivo de pós-larvas de *L. vannamei* em tratamentos com salinização artificial e água salgada.

Parâmetro	Tratamentos			
	MAR	MDD	SAV	SAF
Peso médio 20 dias (g)	0,29 ± 0,05 ^a	0,30 ± 0,01 ^a	0,31 ± 0,01 ^a	0,28 ± 0,06 ^a
Peso médio final (g)	0,65 ± 0,10 ^a	0,72 ± 0,04 ^a	0,84 ± 0,04 ^a	0,87 ± 0,24 ^a
Sobrevivência (%)	90,56 ± 10,58 ^a	79,17 ± 7,95 ^{ab}	73,33 ± 3,00 ^{ab}	62,78 ± 2,93 ^b
FCA	1,16 ± 0,05 ^a	1,32 ± 0,08 ^a	1,28 ± 0,03 ^a	1,68 ± 0,91 ^a
Produtividade (kg/m ³)	1,12 ± 0,05 ^{ab}	1,07 ± 0,06 ^{ab}	1,16 ± 0,02 ^a	0,96 ± 0,42 ^b

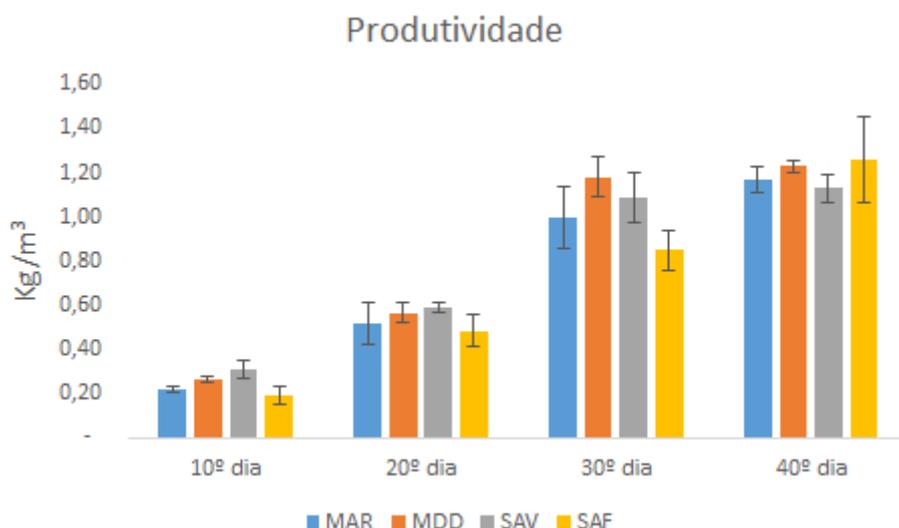
Dados não normais analisado pelo teste de Shapiro-Wilk, inferência realizada pelo teste de Kruskal-Wallis ($\alpha < 0,05$), seguido do teste de Dunn ($\alpha < 0,05$) quando observado diferenças e por último aplicado a correção de Bonferroni.

Figura 9. Peso médio dos camarões *L. vannamei* durante o cultivo com água salinizada artificialmente e água do mar.



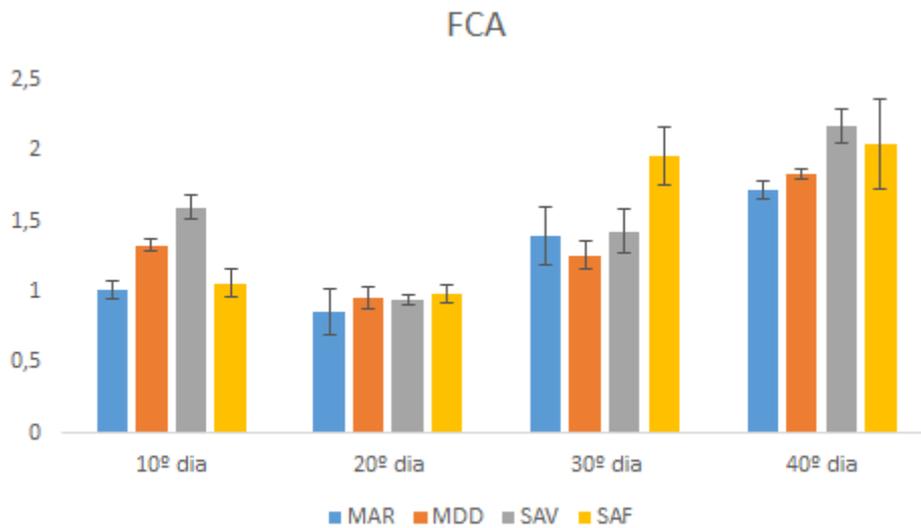
As médias de produtividade variaram de 0,96 a 1,16 kg/m³ ao fim de 40 dias de cultivo (Figura 10), onde o tratamento que apresentou melhor resultado foi o SAV e o mesmo diferiu do tratamento SAF, o que pode ser resultado da disparidade entre os valores de sobrevivência dos tratamentos. Ao observar o estudo de Moura et al (2021), que encontrou resultados de 1,03 a 1,11 kg/m³ para produtividade e 1,14 a 1,24g para peso final, em 27 dias de cultivo em água oligohalinas, percebe-se que há uma proximidade dos valores de produtividade mesmo com 2 semanas a menos de cultivo, isso pode ser ocasionado devido à disparidade entre os valores de peso inicial dos dois estudos, visto de Moura et al (2021) iniciou com peso de 50mg.

Figura 10. Produtividade média (Kg/m³) do cultivo de juvenis do *L. vannamei* em água salinizada artificialmente e água do mar.



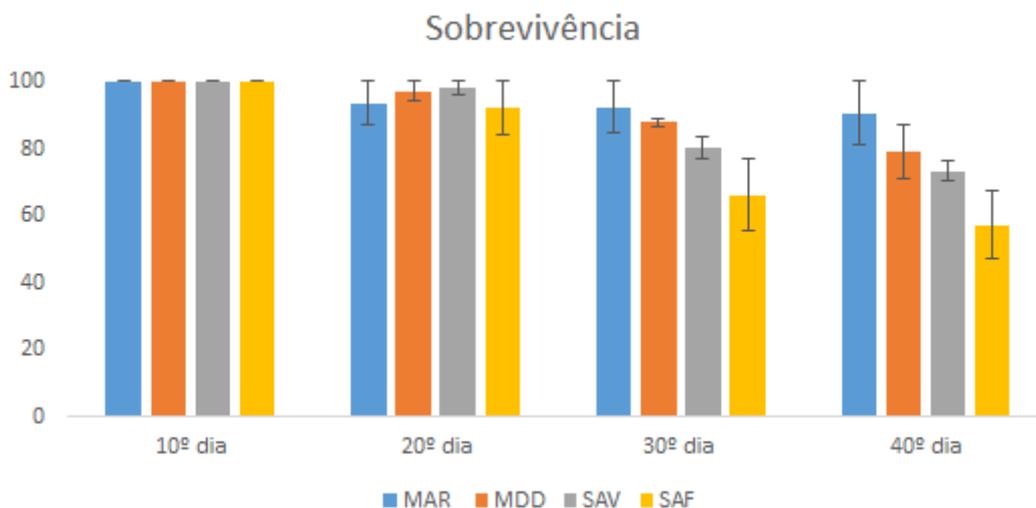
O FCA apresentou valores de 1,16 a 1,68 (Figura 11) e não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Brito et al. (2016) em seu estudo sobre desempenho zootécnico de pl's cultivadas em bioflocos com salinidade de 32g/L e suplementadas com *Navicula spp.* e *Brachionus plicatilis*, ao fim de 35 dias, encontrou valores de FCA de 0,92 a 1,94 onde o maior resultado foi encontrado no tratamento controle no qual não houve adição dessa suplementação alimentar, o que indica que a salinização artificial não ocasionou prejuízo sobre o parâmetro em questão, se mostrando assim bastante eficaz, uma vez que em uma produção o valor almejado é sempre menor ou igual a 1, visto que o FCA mede o quanto de ração foi convertido em biomassa. Esse objetivo ocorre com o intuito de diminuir o custo de produção já que tal gasto pode passar dos 50% do custo total da produção (COELHO, 2011; VALENTI 2012).

Figura 11. Fator de conversão alimentar de juvenis do *L. vannamei* cultivados em tratamentos com água salinizada artificialmente e água do mar.



Para a sobrevivência foi observado diferença significativa entre os tratamentos SAF e MAR, obtendo resultados de 70% e 90,56%, respectivamente. Esse valor mais baixo de sobrevivência pode ter sido em decorrência do fato que a adição dos íons essenciais para o bom desenvolvimento dos animais só foi realizada uma vez, no início do cultivo, desta forma, a deficiência desses macros minerais pode ter sido o fator determinante para uma mortalidade um pouco maior em comparação com os demais tratamentos. Valores bastantes similares aos observados por Brito et al (2016) que observaram entre 71,3 a 91,7 % em sistema de bioflocos com adição de microalgas e rotíferos, e cultivados com densidade de estocagem pouco superior (2500 pl's/m³).

Figura 12. Sobrevivência de juvenis do *L. vannamei* com água salinizada artificialmente e água do mar.



4-CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fim do cultivo, os tratamentos de salinização artificial MDD e SAV, não apresentaram diferença significativa com o tratamento controle - MAR, apresentando bons resultados principalmente para variáveis de desempenho zootécnico, além de não demonstrar prejuízos para a qualidade de água.

5-REFERÊNCIAS

- ABREU, J.L.; BRITO, L. O.; LIMA, P. C M.; SILVA, S. M. B. C.; SEVERI, W. Effects of addition of *Navicula* sp. (diatom) in different densities to postlarvae of shrimp *Penaeus vannamei* reared in a BFT system: Growth, survival, productivity and fatty acid profile. *Aquaculture Research*. 2019; 00:1–9.
- APHA, A. W. W. A. WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, v. 22, 2012.
- AVNIMELECH, Y. Biofloc technology: A practical guide book. 1 ed. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 2009.
- BRITO, L. O., DOS SANTOS, I. G. S., DE ABREU, J. L., DE ARAUJO, M. T., SEVERI, W., & GALVEZ, A. O. Effect of the addition of diatoms (*Navicula* spp.) and rotifers (*Brachionus plicatilis*) on water quality and growth of the *Penaeus vannamei* postlarvae reared in a biofloc system. *Aquaculture Research*, 47(12), 3990-3997. 2016.
- BOYD, C. E. & TUCKER, C. S. Pond aquaculture water quality management. Norwell MA: Kluwer (1998).
- BOYD, C. E. Investigation of water supply and water quality issues related to inland shrimp farming in Western Alabama. Dissertation Auburn University – 2006.
- BOYD, C. E., TUCKER, C. S., & SOMRIDHIVEJ, B. Alcalinidade e dureza: conceitos críticos, mas ilusórios na aquicultura. *Journal of the World Aquaculture Society*. 47, 6-41. 2013.
- BOYD, C. E.; THUNJAI, T. Concentrations of Major Ions in Waters of Inland Shrimp Farms in China, Ecuador, Thailand, and the United States. *Journal of the World Aquaculture Society*, Vol. 34, No. 4, December, 2003.
- CAVALHEIRO, T.B., CONCEIÇÃO, M.M., RIBEIRO, T.T.B.C. Crescimento do camarão *Penaeus vannamei* em viveiros e tanques utilizando efluente do processo de dessalinização. *Gaia Scientia* 10 (4), 319–337. 2016
- CHEN, S. L.; LING, J.; BLANCHETON, J. P. Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors. *Aquacultural Engineering*, v. 34, p. 179-197, 2006.
- CHENG, K. M., C. Q. HU, Y. N. LIU, S.X. ZHENG Y X. J. QI. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue

mineralization of *Penaeus vannamei* reared in low-salinity water. *Aquaculture* 251(2-4): 472-783. 2005.

COELHO, M. A. S. Análise de custo/volume/lucro e investimentos em carcinicultura de pequeno porte. *Custos e @gronegócios on line* - v.1 - n. 1 - Jan/Jun - 2005.

EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, v. 257, p. 346-358, 2006.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA, G.; CUZON, G. Biofloc technology (BFT) a review for aquaculture application and animal food industry. Editor M. D. Matovic. p 301-328, 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – The stage of world fisheries and aquaculture. *Sustainability in action*. Roma, 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. – The stage of world fisheries and aquaculture. *Towards blue transformation*. Roma, 2022.

HAGOPIAN, D.S.; RILEY, J.G. A closer look at the bacteriology of nitrification. *Aquacultural Engineering*, 18(4): 223-244. 1998.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Produção da Pecuária Municipal*, 2017. ISSN 0101-4234 © IBGE, 2019.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Produção da Pecuária Municipal*. ISSN 0101-4234. IBGE 2022.

KRUMMENAUER, D., SAMOCHA, T., POERSCH, L., LARA, G., WASIELESKY JR., W. The Reuse of Water on the Culture of Pacific White Shrimp, *Penaeus vannamei*, in BFT System. *Journal of the World Aquaculture Society*. 45, 3–14; 2014.

KUBTIZA, F. Qualidade de água na produção de peixes – parte III. *Panorama da Aquicultura*, vol 8, Nº 47, p. 35 – 43. 1998.

MOURA, P. S.; WASIELESKY JR, W.; SERRA, F. P.; BRAGA. A.; POERSCH, L. Partial seawater inclusion to improve *Penaeus vannamei* performance in low salinity biofloc systems. *Aquaculture* 531 (2021) 735905.

PALHETA, G.D.A. Avaliação da qualidade da água e da sazonalidade no processo produtivo de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) no município de Curuçá-PA. Tese (ciência animal). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2013.

RAMIRO, B.O. Análise Morfométrica do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* e do camarão marinho *Penaeus vannamei*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Carcinicultura). Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

ROY, L. A.; DAVIS, D. A.; SAOUD. I. P.; BOYD, C. A.; PINE, H. J.; BOYD, C. E. Shrimp culture in inland low salinity Waters. *Reviews in Aquaculture* (2010) 2, 191–208, August, 2010.

ROY, L. A.; DAVIS, D. A.; SAOUD. I. P.; HENRY. R. P. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture* 262 (2007) 461–469.

SAMOCHA, T. M.; PRANGNELL, D. I.; HANSON, T. R.; TREECE, G. D.; MORRIS, T. C.; CASTRO, L. F.; STARESINIC, N.; Design and operation of super-intensive biofloc-dominated systems for indoor production of the Pacific White Shrimp. *Penaeus vannamei* – The Texas A&M AgriLife Research Experience. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana USA. 2017.

VALENTI, W. C. Avanços e Desafios Tecnológicos para a Sustentabilidade da Carcinicultura. Anais da 49a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia A produção animal no mundo em transformação Brasília – DF, 23 a 26 de julho de 2012.

VAN WYK, P. Nutrition and Feeding of *Penaeus vannamei* in Intensive Culture Systems. IN: VAN WYK, P.; DAVIS-HODGKINS, M.; LARAMORE, R.; MAIN, K. L.; MOUNTAIN, J.; SCARPA, J. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee. p. 125-139, 1999.

VAN WYK, P., SCARPA, J. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., et al. (Eds.), Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, pp. 128–138. 1999.

WANG W.N., WANG A.L. & ZHANG Y.J. Effect of dietary higher level of selenium and nitrite concentration on the cellular defense response of *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 256, 558–563. 2006.