



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha

Cultivo do camarão *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) em sistema de bioflocos e fertilização inorgânica na fase de pré-engorda em ambiente de mancha branca



Autora:

Cremilda Simango

Quelimane, 2018



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para obtenção do grau de licenciatura em Biologia Marinha

Cultivo de camarão *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) em sistema de bioflocos e fertilização inorgânica na fase de pré-engorda em ambiente de mancha branca



Autora:

Cremilda Simango

Supervisor:

MSc. Vicente Ernesto

Co-Supervisora:

dra. Fita Domingos

Quelimane, 2018

Dedicatória

Dedico o meu trabalho para obtenção do grau de licenciatura ao meu pai Joaquim Severiano Simango por apostar e acreditar sempre em mim, por nunca desistir, pela educação, valores morais e éticos, pelo trabalho árduo que tem feito para nos garantir uma educação e o apoio incondicional ao longo dessa jornada.

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer a Deus pela força e por conduzir – me sempre e por nunca permitir que eu desista dos meus propósitos.

Agradeço ao meu supervisor, Msc. Vicente Ernesto pela sua inestimável paciência manifestada e instruções precisas para realização deste trabalho, pelos valores éticos e morais que me transmitiu.

A dra. Fita Domingos pela colaboração na elaboração do presente trabalho e pela paciência manifestada durante a recolha de dados na empresa, ao dr. Bernardo Langa e à dra. Maria de Actriz pelo apoio prestado.

Agradeço a todos os trabalhadores da Aquapesca pelo apoio incondicional por eles prestado durante a realização da pesquisa.

Aos meus pais pela assistência, educação, pelo encorajamento e afecto dentro de todas as dificuldades que enfrentaram e a minha tia Mariana Penicela.

A todos os colegas de licenciatura ingressados em 2014 da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeira – UEM.

Ao meu namorado, pela força, paciência e pelo companheirismo que me tem prestado incondicionalmente.

Aos meus amigos e colegas Catarina Tuaira Daniel Mambule, Débora Lopes Murima, Lodomaiky Gove, Kenet Ananias, Abacar Daniel, Hélder Carlitos, Kátia Matucunduva, Deolinda Milocas e a minha afilhada Eufrásia, a eles endereço meus agradecimentos pela ajuda, encorajamento, convívio e simpatia que demonstraram em todos os momentos partilhados na faculdade e fora.

Agradecer aos meus colegas do curso de licenciatura em Biologia Marinha e a todos que directa ou indirectamente contribuíram para minha formação.

A nova família que adquiri os colegas da faculdade por terem dado força nos bons e maus momentos principalmente pela amizade, Ernesto Tembé, Erasnes Howuana, e aos meus irmãos da igreja.

Declaração de honra

Declaro, por minha honra, que este trabalho de licenciatura intitulado “Cultivo de camarão *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) em sistema de bioflocos e fertilização inorgânica na fase de pré-engorda em ambiente de mancha branca” nunca foi apresentado na sua essência ou parte do mesmo para obtenção de qualquer grau acadêmico e que, o mesmo constitui resultado da minha inteira investigação, estando indicadas no texto e na página das bibliografias todas as fontes por mim consultadas para a sua elaboração.

Quelimane, 2018

(Cremilda Joaquim Simango)

Resumo

O sistema de bioflocos é visto como uma nova estratégia de prevenção de doenças nos organismos cultivados e melhora a produtividade. O presente estudo teve como objectivo avaliar o sistema de fertilização inorgânica e o sistema de bioflocos como alternativas de cultivo de camarão *Penaeus monodon* em ambiente de mancha branca na pré-engorda. O estudo foi realizado na empresa Aquapesca, no distrito de Inhassunge. Foram usados tanques com capacidade de 40.000L, povoados com 150.000 pós-larvas (PL18) de camarão *P. monodon*, a uma densidade de 4 PLs/ m³. A alimentação foi feita com artémia salina, ração balanceada (PL300 e S1) com proteína bruta de 30% durante os 30 dias. Foram determinados os parâmetros zootécnicos e os parâmetros físico-químicos da qualidade de água. O tratamento de bioflocos (TB) teve um melhor desempenho zootécnico ($p < 0.05$), com o peso médio de 0,0299g contra 0,0260g do tratamento de fertilização inorgânica (FI). O crescimento foi de $0,0048 \pm 0.0035$ para TB e $0,003 \pm 0,009$ para FI. A sobrevivência foi de 81% para TB e 85% para FI e a biomassa final de 123,36g para o TB e 155,48g para FI. Os parâmetros de qualidade de água estiveram dentro da faixa de conforto para o cultivo do camarão *Penaeus monodon* sendo a salinidade média de $33 \pm 0.61\text{‰}$ para o tratamento FI e $35.2 \pm 1.3\text{‰}$ para o tratamento TB; a temperatura de 24.8 ± 1.3 °C a 27.4 ± 1.4 °C para o tratamento FI e de 26.2 ± 0.89 °C a 27.1 ± 0.79 °C para TB; o oxigénio dissolvido de 6.0 ± 0.51 mg/L a 6.13 ± 0.84 mg/L para FI e 6.05 ± 0.41 mg/L e 6.7 ± 0.83 mg/L para TB; pH de 8.0 ± 0.73 para FI e 7.9 ± 0.76 para TB e a amónia total teve valor médio de 0.3 ± 0.29 mg/L para FI e 0.27 ± 0.31 mg/L para TB. O estudo demonstra que o sistema de cultivo em bioflocos, permite a obtenção de melhores resultados de desempenho zootécnico do camarão *P. monodon* durante a etapa de pré-engorda

Palavras-chaves: *Penaeus monodon*, sistema de bioflocos, fertilização inorgânica

Abstrat

Biofloc system is seen as a new strategy of illnesses prevention in cultivated Organisms and this improves productivity. This study aims at assessing inorganic fertilization system and Biofloc system as an alternative of cultivation of type *Penaeus monodon* Prawns in *white spots* environment at the pre-fattening phase. The study was carried out at Aquapesca company, in Inhassunge District. Tanks with 40.000L capacity were used, which were also populated with 150.00 post-larves (PL18) of type *P. Monodon* prawns, at a density of 4PPL's/m³ and fed by salt artemia, a balanced commercial ration (PL300 and S1), with raw protein of 30% during a period of 30 days. Zootechnic paramiters have been determined and physic-chemical paramiters of water quality. Treatment of biofloc (TB) showed to have had an improved zootechnic performance, with an avarage weight of 0,0299g (p>0.05) vs 0,0260g of the inorganic fertilization treatment (FI). Growth was of 0,0048±0.0035 for TB and 0,003±0,009 for FI. Survival was of 81% for TB and 85% for FI. Final Biomass was of 123,36g for the TB and 155,48g for FI. Parameters of water quality were within the confort mark for type *Penaeus monodon* prawns cultivation: Saltiness was of 35.2±1.3‰ for TB treatment and 33±0.61‰ for FI treatment; Temperature was 24.8 ±1.3 °C (morning) and 27.4±1.4 °C (afternoon) for FI treatment and 26.2±0.89 °C (morning), 27.1±0.79 °C (afternoon) for TB; OD was of 6.13 ±0.84 mg/L (morning), 6.0±0.51 mg/L (afternoon) for (FI) and 6.05±0.41 mg/L (morning) for TB, and 6.7±0.83 mg/L (afternoon) for TB; pH 7.9±0.76 for TB and 9.1±0.5 and 8.0 ±0.73 (morning and afternoon). Total ammonia was 0.3±0.29 mg/L for FI and 0.27±0.31 mg/L for TB. The study demonstrates that the system of cultivation in biofloc, allows to obtain better results of zootechnic performance of prawns *P. monodon* during the pre-fattening stage.

Key words: *Penaeus monodon*, Biofloc System, Inorganic Fertilization

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objectivos.....	3
1.1.1. Geral.....	3
1.1.1. Específicos.....	3
1.2. Hipótese.....	3
1.3. PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Camarão <i>Penaeus monodon</i>	4
2.1.1. Classificação taxonómica de <i>Penaeus monodon</i> (Fabricius, 1798).....	4
2.2. Sistemas de cultivo de camarão.....	5
2.3. Impactos da aquacultura sobre o meio ambiente.....	5
2.4. Vírus da síndrome da mancha branca.....	6
2.5. Tecnologia de Bioflocos ou “ZEAH”.....	7
2.6. Fertilização inorgânica.....	7
2.7. Parâmetros de qualidade de água.....	8
2.7.1. Oxigénio Dissolvido.....	8
2.7.2. Salinidade.....	8
2.7.3. Temperatura.....	9
2.7.4. Potencial hidrogeniónico (pH).....	9
2.7.5. Amónia.....	9
3. METODOLOGIA.....	10
3.1. Área de estudo.....	10
3.1.1. Tratamento com Bioflocos (TB).....	10
3.1.2. Tratamento com Fertilização inorgânica (FI).....	11
3.2. Unidades experimentais.....	11
3.2.1. Tratamento com Bioflocos (TB).....	11
3.2.2. Tratamento com Fertilização inorgânica (FI).....	11

3.3.	Preparação da água de cultivo.....	12
3.3.1.	Desinfecção com cloro.....	12
3.3.2.	Preparação do biofoco.....	12
3.3.3.	Administração de probióticos.....	13
3.3.4.	Material biológico.....	13
3.3.5.	Aclimação.....	14
3.3.6.	Alimentação.....	14
3.4.	Parâmetros de qualidade de água.....	14
3.5.	Parâmetros de desempenho zootécnico.....	15
3.6.	Análise de dados.....	15
4.	RESULTADOS.....	16
4.1.	Parâmetros de desempenho zootécnico do camarão cultivado em sistema de Biofocos e fertilização orgânica.....	16
4.2.	Parâmetros de qualidade de água.....	17
5.	DISCUSSÃO.....	19
5.1.	Desempenho zootécnico das pós-larvas de camarão <i>P. monodom</i>	19
5.2.	Parâmetros de qualidade de água.....	20
5.2.1.	Temperatura.....	20
5.2.2.	Salinidade.....	20
5.2.3.	Oxigênio dissolvido.....	20
5.2.4.	pH.....	21
5.2.5.	Amônia.....	21
6.	CONCLUSÕES.....	22
7.	RECOMENDAÇÕES.....	23
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Valor de alguns de parâmetros de qualidade de água recomendados para cultivo de camarões marinhos.....	8
Tabela 2: Instrumentos usados para o controlo de parâmetros de qualidade de água.....	15
Tabela 3: Parâmetros do desempenho do camarão <i>P. monodon</i>	16
Tabela 4: Valores médios e desvio padrão dos insumos aplicados durante o cultivo.....	16

Lista de Figura

Figura 1: Localização geográfica da empresa Aquapesca, distrito de Inhassunge,.....	10
Figura 2: Tanque de betão usado no tratamento TB.....	11
Figura 3: Tanque com paredes de sacos de areia e revestido com plástico usado no tratamento FI.	12
Figura 4: Flutuação da amónia total durante o período de cultivo nos tratamentos de bioflocos e fertilização inorgânica.....	18

Lista de abreviaturas e siglas

BFT - Biofloc Technology System (Tecnologia de Bioflocos)

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização da Alimentação e Agricultura das Nações Unidas).

OIE- International Office des Épizooties (Organização Mundial da Saúde do Animal).

ZEAH - Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems (Sistemas de cultivo Heterotróficos, Aeróbicos com troca zero de Água).

1. INTRODUÇÃO

A aquacultura consiste na produção de organismos aquáticos (peixes, moluscos, crustáceos e algas), podendo ser realizada tanto em ambientes de água doce, como nos de água salobra e salgada. É uma actividade diversificada, sendo praticada em três regimes principais de cultivo, nomeadamente o extensivo, o semi-intensivo e o intensivo (Oliveira, 2009). Para garantir uma boa produção na aquacultura, requer-se de um bom manejo em todas as etapas de cultivo.

Segundo o MIMAIP¹ (2016), os principais desafios da aquacultura em Moçambique são: aumentar a produção e a produtividade aquícola, garantir o acesso ao mercado e aos serviços financeiros, fortificar os serviços de pesquisa e investigação, bem como o apoio institucional, o ordenamento da actividade aquícola e a melhoria do quadro legal.

Dados da FAO (2016), apontam para um aumento crescente da produção da aquacultura, a qual em 2014 representou 44,1% da produção total de pescado, contra os 42,1% registados em 2012 e os 31,1% registado em 2004. Um facto notável na produção da aquacultura é de que quase todo o peixe produzido destina-se ao consumo humano, embora alguns subprodutos possam ser utilizados para fins não alimentares (FAO, 2016).

A aquacultura em Moçambique remonta-se para a década de 1950, com o cultivo de espécies aquícolas em tanques de aterro para os trabalhadores agrícolas nas províncias da Zambézia, Nampula e Manica (INFOSA, 2009). Embora a prática da piscicultura de espécies de água doce tenha sido iniciada há várias décadas, seu nível de desenvolvimento é ainda baixo e o cultivo de espécies marinhas ou estuarinas como o camarão é recente.

A aquacultura de camarão em Moçambique teve seu início na década de 90, com o estabelecimento de empresas comerciais de cultivo nas províncias da Zambézia, Sofala e Cabo Delgado, consideradas zonas mais apropriadas para o cultivo de espécies como o *Penaeus monodon* e o *Fenneropenaeus indicus* (INFOSA, 2009).

A produção de aquacultura é vulnerável a impactos adversos como doenças e condições ambientais. Uma das doenças que tem impactado severamente o cultivo do camarão, é a síndrome do vírus da mancha branca (WSSV²), a qual desde o ano de 2011 tem afectado o cultivo de camarão em Moçambique (FAO, 2012).

Várias alternativas e metodologias têm vindo a ser implementadas para contrastar os prejuízos causados por surtos de doenças como o WSSV. Entre alternativas usadas, são de destaque os programas de melhoramento genético e os cultivos em sistemas fechados ou de baixa renovação de

¹ Ministério do Mar, Águas Interiores e Pescas

² White Spot Syndrome Virus em inglês

água, com os quais pretende-se garantir maior sustentabilidade à actividade aquícola (Fóes *et al.*, 2012).

Entre as novas tecnologias de produção que estão sendo pesquisadas e implementadas em várias regiões do mundo, destaca-se o sistema de cultivo em meio de bioflocos, também denominado por tecnologia de bioflocos ou “BFT” (do inglês *Biofloc Technology System*), que é considerada uma das alternativas de cultivo de camarão em ambientes onde ocorre o vírus da mancha branca (Castro, 2016). Este sistema é visto como uma nova estratégia para prevenir doenças nos organismos cultivados, o que combinado com outros métodos de prevenção e biossegurança, deve conduzir à redução dos prejuízos causados pelas doenças e o melhoramento da produtividade (Emerenciano *et al.*, 2013).

A tecnologia de bioflocos consiste no correto balanceamento das concentrações de carbono e nitrogénio para estimular a presença intensa de actividade microbiana, criando um ambiente rico em proteína proveniente dos microorganismos (Rossi, 2014). Ao contrário dos sistemas comuns onde é feita a renovação regular da água e são usados fertilizantes para estimular a produção fitoplantônica, os sistemas BFT são suplementados com hidratos de carbono com o propósito de estimular o correto balanceamento de carbono e nitrogénio, necessário para o bom desempenho das bactérias heterotróficas que são as responsáveis por manter a estabilidade do sistema [CITATION Avn99 \l 1033].

Diversos pesquisas têm sido feitas para avaliar a aplicação do sistema de bioflocos em diferentes etapas do ciclo de cultivo do camarão e de outras espécies, destacando-se em Moçambique o trabalho de Mabote *et al.* (2017). O presente trabalho tem como objectivo avaliar o cultivo de camarão *Penaeus monodon*, durante a etapa de pré-engorda, comparando o sistema de fertilização com hidratos de carbono para formação de bioflocos com um sistema em que é usada a fertilização inorgânica para estimular a produção algal.

1.1. Objectivos

1.1.1. Geral

Avaliar o sistema de bioflocos como alternativa no cultivo de camarão durante a fase de pré-engorda em ambiente de ocorrência do vírus da mancha branca.

1.1.1. Específicos

Determinar os parâmetros do desempenho zootécnico do camarão cultivado em sistema de bioflocos e de fertilização inorgânica.

Comparar os parâmetros da qualidade de água do sistema de bioflocos e de fertilização inorgânica.

1.2. Hipótese

A tecnologia de bioflocos confere melhor desempenho zootécnico do camarão e melhor qualidade de água em comparação com o sistema de fertilização inorgânica.

1.3. Problematização e Justificativa

A rápida expansão da carcinicultura nas últimas décadas gerou muitos problemas ambientais como a destruição de ecossistemas, descarga de efluentes poluentes, invasão de espécies exóticas e disseminação de agentes patógenos como o vírus da mancha branca (Fróes, 2012).

O surto do vírus da mancha branca que provocou impactos económicos negativos na aquacultura de camarão marinho em várias partes do mundo, incluindo Moçambique, exige que sejam desenvolvidos e implementados sistemas e métodos de cultivo que permitam reduzir os impactos.

O sistema de cultivo em bioflocos, surge como uma importante alternativa para o cultivo de camarão em ambiente onde prevalece o vírus da mancha branca, pois ao não existir renovação da água de cultivo, limita-se a entrada de agentes patógenos provenientes do meio externo, ao tempo que torna o sistema de cultivo ambientalmente amigável.

Com a realização deste trabalho, espera-se contribuir com informações que permitam a introdução desta técnica de cultivo em Moçambique, o que poderá trazer benefícios significativos ao sector da aquacultura, ao minimizar os efeitos causados por agentes patogénicos como o vírus da mancha branca do camarão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Camarão *Penaeus monodon*

O *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798) vulgarmente conhecido como camarão tigre, é uma espécie com crescimento rápido que pode apresentar 33 cm de comprimento. Geograficamente habita nas costas da Austrália, do Sudeste Asiático e Sul da Ásia e da África Oriental. Durante a fase juvenil vive nas águas rasas dos estuários e mangais e na fase adulta vive no ambiente marinho sendo encontrado nas profundidades de cerca de 150 m e no mínimo de 80 m, nos lodos, na areia e por vezes misturados com conchas (INFOSA, 2009).

Esta espécie apresenta a seguinte classificação taxonómica:

2.1.1. Classificação taxonómica de *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798)

Reino: Animália

Filo: Arthropode

Classe: Malacostraca

Ordem: Decápode

Família: Peneídea

Género: *Penaeus*

Espécie: *Penaeus monodon* (Fabricius, 1798)

2.2. Sistemas de cultivo de camarão

Os sistemas de produção de camarão marinho são classificados de acordo com sua produtividade, podendo ser os sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos (SEAFISH, 2015).

O sistema extensivo é dependente da produção natural do viveiro, que pode ser incrementada com a adição de fertilizantes orgânicos e inorgânicos. Este sistema normalmente exige uma pequena renovação de água diária de 2 a 5%, pois é importante que os nutrientes sejam retidos no tanque para garantir a produção primária. Devido a essas características, o sistema extensivo tem uma baixa densidade de povoamento e menor produtividade por unidade de área (Vidal, 2016).

O sistema semi-intensivo permite uma maior densidade de povoamento dos organismos cultivados quando comparado com o sistema extensivo. Neste sistema, o alimento natural do viveiro é produzido pelo fitoplâncton e é complementado pela ração balanceada, sendo que a manutenção da qualidade da água é realizada com uma intensa renovação de água diária a uma taxa de 5 a 20 % do volume por dia, para garantir o bom desenvolvimento do organismo cultivado, sendo utilizadas grandes extensões de terreno (Martin e Filho, 1995). A maior circulação de água nos sistemas semi-intensivos, possibilita o povoamento de uma maior biomassa, porém, dificulta o desenvolvimento planctónico e promove a drenagem dos nutrientes. Neste sistema de cultivo a biossegurança é comprometida, pois a água utilizada para a renovação não passa por nenhum tratamento de desinfecção o que facilita a entrada de patógenos que normalmente causam sérios danos à produção.

O sistema intensivo é caracterizado pela elevada densidade de povoamento e pela dependência total do alimento artificial devido à renovação diária da água, o que inibe o desenvolvimento do fitoplâncton, sendo inclusive desconsiderada a produção natural de alimento do tanque de cultivo. A alimentação deve ser regulada conforme o tamanho dos animais, a densidade de povoamento e a temperatura da água. O factor limitante deste sistema é a qualidade da água do tanque, pelo que é utilizada uma grande percentagem de renovação de água para a retirada dos metabólitos e resíduos alimentares presentes no meio (SEAFISH, 2015).

2.3. Impactos da aquacultura sobre o meio ambiente

A aquacultura assim como qualquer outra actividade que utiliza o meio ambiente, actua sobre ele e causa seus impactos. A peculiaridade dos impactos dessa actividade é que ela é usualmente

praticada em regiões de vegetação de mangal e sendo essa zona complexa e de maior fragilidade por albergar maior variedade de espécies marinhas no início das suas vidas torna-se muito susceptível a esses impactos (Calvacanti, 2010).

Um dos maiores problemas ambientais relacionados à aquacultura são as descargas dos efluentes nos corpos de água adjacentes às farmas, acelerando o processo de eutrofização das águas dentro e fora das farmas uma vez que não há tratamento de efluentes. As descargas dos efluentes nos corpos de água comprometem a própria qualidade de água e de aquíferos e a biodiversidade é ameaçada porque as descargas dos efluentes não tratados disseminam doenças aos crustáceos e podendo comprometer a segurança alimentar (Cavlacanti, 2011).

2.4. Vírus da síndrome da mancha branca

Os primeiros relatos da ocorrência do WSSV estão entre os anos de 1992 e 1993 em países do nordeste asiático. Em 1999 foi detectada a ocorrência do WSSV em diferentes países de América Central, inicialmente em Honduras e na Nicarágua e em seguida no Panamá e Equador (Toro, 2005).

A doença da mancha branca (WSD³) dos camarões peneídeos é caracterizada por mortalidade elevada e rápida, acompanhada de sinais ásperos em camarões moribundos de branco, inicialmente circulares, inclusões ou manchas na cutícula, às vezes acompanhadas de coloração vermelha geral do corpo (OIE, 2003). As manchas podem ser facilmente observadas a olho nu em casos mais avançados sendo mais evidentes no *Penaeus monodon* devido a sua coloração escura e no caso do *Litopenaeus vannamei*, as manchas brancas cuticulares podem não ocorrer ou podem não ser detectados facilmente (Toro, 2005).

Todas as espécies de camarões peneídeos são altamente susceptíveis à infecção, muitas vezes resultando em mortalidade alta. O camarão pode se infectar com o WSSV em todas as fases de sua vida, de ovos a reprodutores (Lightner, 1996). A infecção por WSSV pode ocorrer de forma vertical (trans-óvulo), horizontal pelo consumo de tecido infectado (por exemplo, o canibalismo e predação) e por veiculação hídrica. Pode, também, haver indivíduos infectados, porém, aparentemente saudáveis, que também veiculam o vírus (Lightner, 1996).

A progressão da doença é caracterizada pela redução da alimentação de camarão seguida em poucos dias pela aparência de natação de camarão moribunda perto da superfície na borda dos tanques de criação. As inclusões cuticulares variam de pontos minúsculos a discos de vários milímetros de diâmetro, que podem unir-se em placas maiores (OIE, 2003).

³ White Spot Disease

2.5. Tecnologia de Bioflocos ou “ZEAH”

A tecnologia de bioflocos era usada em anos remotos para o tratamento de efluentes domésticos e principalmente para a degradação de matéria orgânica, sendo que nos meados dos anos 80 ela passou a ser usada na Aquicultura para a manutenção dos reprodutores dos camarões peneídeos e no cultivo de tilápias (Wasielesky, 2013).

O sistema de cultivo em Bioflocos (Biofloc Technology System – BFT) é baseado em manejo sem renovação de água com desenvolvimento de uma densa população microbiana, através da adição de uma fonte de carbono orgânico e nitrogénio com aproveitamento dos microorganismos como alimento natural o que reduz o uso de rações (Wasielesky, 2013).

Os agregados microbianos promovem melhor aproveitamento dos nutrientes originados pelos bioflocos e pela ração não consumida pelos camarões, possibilitando aumento da produtividade primária, melhoria da conversão alimentar e diminuição da quantidade de proteína bruta fornecida nas rações (Krummenauer *et al.*, 2012).

O sistema de Bioflocos quando associado a estufas, também permite melhorar a biossegurança, maior produção de juvenis com capacidade de suportar as variáveis ambientais e possibilita realizar dois ciclos de produção de camarões por ano em regiões frias (Lopes, 2012).

2.6. Fertilização inorgânica

A fertilização consiste na estimulação da produção do alimento natural e pode ser feita através do uso de fertilizantes inorgânicos e/ou orgânicos, os quais aumentam a disponibilidade de nutrientes no meio aquático, estimulando a produtividade primária. O uso de fertilizantes inorgânicos (Nitrogénio-N e Fósforo-P) promove o incremento das algas e os fertilizantes orgânicos suplementam as fontes de carbono, beneficiando o crescimento de bactérias e de organismos bentônicos e também estimulando o crescimento do fitoplâncton (Santana *et al.*, 2008).

No cultivo de camarão o fitoplâncton é visto como um dos factores indispensáveis para o desenvolvimento dos animais em todos os períodos de cultivo e havendo necessidade de se caracterizar e controlar a comunidade fitoplanctônica para se garantir estabilidade e o bom desenvolvimento dos animais em cultivo (Chellapa *et al.*, 2007).

Uma boa gestão de fertilizantes num viveiro pode aumentar o crescimento de camarão, pois uma vez que se estimula a produção do alimento natural no viveiro pode-se diminuir a quantidade diária de ração que é distribuída (Silva, 2004).

2.7. Parâmetros de qualidade de água.

O monitoramento de parâmetros de qualidade de água tem grande importância para a manutenção de um ambiente adequado e favorável para o bom desenvolvimento do camarão. Quando alguns dos parâmetros atingem concentrações fora do intervalo de conforto para o camarão, é preciso fazer a renovação de parte da água do viveiro.

Tabela 1: Valor de alguns de parâmetros de qualidade de água recomendados para cultivo de camarões marinhos.

Parâmetros de qualidade de água	Valores recomendados
Oxigênio dissolvido	5,0 - 9,0 ppm
Temperatura	28 – 32°C
Ph	7,0 – 8,3
Salinidade	0,5 – 35 ppt
Amônia tóxica	0,03 ppm

Fonte: (Ferreira, 2014)

2.7.1. Oxigênio Dissolvido

A dinâmica do oxigênio é afetada pelas flutuações da temperatura, pressão atmosférica, salinidade, sólidos suspensos e pelos processos de fotossíntese e de respiração, sendo que com o aumento da salinidade e da temperatura o oxigênio dissolvido diminui, aumentando quando a atividade fotossintética é intensa. O oxigênio na água varia muito durante o dia e a noite o que pode comprometer a saúde dos animais e a taxa de crescimento (Wisconsin, 2006).

2.7.2. Salinidade

A salinidade é um importante determinante da densidade da água, pois tem forte influência na estratificação da coluna de água em corpos costeiros e estuarinos, que abrigam a maior parte dos locais onde o camarão é cultivado. Por isso, é um parâmetro que demanda grande atenção, controle e informações sobre suas implicações na qualidade da água (Vinatea, 1997).

2.7.3. Temperatura

O monitoramento da temperatura da água de cultivo é de fundamental importância no cálculo de ração a ser oferecida aos animais. Em temperaturas menos quentes, o animal reduz seu metabolismo necessitando de uma quantidade menor de alimento. Quando isso não é levado em consideração,

pode haver a um acúmulo de ração no viveiro comprometendo a qualidade da água de cultivo e promovendo mudanças no sistema imune do camarão (Santos, 2005).

Cada espécie tem uma faixa óptima para o crescimento, a qual está directamente relacionada com a temperatura no ambiente de cultivo (Arias, 2011). A faixa de temperatura adequada para o cultivo do camarão *Penaeus monodon* varia entre 24^oC mínima e 34^oC máxima (Nunes, 2002).

2.7.4. Potencial hidrogeniónico (pH)

O pH influencia directamente as reacções químicas nos tanques e quando associado a substâncias como amónia ou ácido sulfúrico pode provocar danos significativos aos organismos cultivados (Carvalho *et al.*, 2013). O pH mais baixo é verificado nas primeiras horas do dia e vem aumentando durante o dia e diminuído a noite. A faixa óptima de pH para muitas espécies utilizadas em cultivadas deve estar em torno de 6.0 a 8.5. Valores ácidos do pH podem resultar na diminuição do crescimento e da sobrevivência dos organismos cultivados, e pode torna-los susceptíveis a enfermidades (Claude e Boyd, 2013).

2.7.5. Amónia

A amónia é o principal produto da excreção dos organismos aquáticos e é resultante do catabolismo das proteínas. Seu equilíbrio na água é bastante condicionado pelo pH sendo menos influenciado pela temperatura e salinidade. Outros factores que interferem no equilíbrio aquoso também afectam a toxicidade da amónia (Serafini, 2005).

A amónia pode ser encontrada sob forma de amónia ionizada (NH₄⁺) e amónia não ionizada (NH₃), e os dois combinados formam a amónia total que é oxidada em nitrato pela acção das bactérias quimioautotróficas, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter*, que o transformam em nitrito (NO₂⁻) e em seguida em nitrato (NO₃⁻). A amónia ionizada é vista como a mais tóxica para os organismos aquáticos e pode provocar danos significativos aos organismos cultivados (Queiroz e Boeira, 2007).

Os camarões diferentes dos animais de sangue quente que excretam a amónia em forma de urina, eles fazem a excreção através das brânquias pelo processo de difusão, pelo que em concentrações elevadas da amónia no viveiro, o animal não consegue excretar, conseqüentemente diminui o consumo de alimento e a amónia acumula-se dentro do animal, prejudicando sensivelmente seu crescimento (Arias, 2011).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no berçário da Aquapesca, empresa de criação de camarão localizada no distrito de Inhassunge, província da Zambézia, no período de 26 de Agosto a 26 de Setembro de 2016 durante 30 dias.



Figura 1: Localização geográfica da empresa Aquapesca, distrito de Inhassunge, Fonte: Google earth, (2017).

O delineamento experimental consistiu em dois tratamentos com duas réplicas para cada tratamento: tratamento com bioflocos (TB) e tratamento com fertilização inorgânica (FI).

3.1.1. Tratamento com Bioflocos (TB)

O tratamento (TB) consistiu na fertilização com melaço de cana-de-açúcar como fonte de carbono e ração em pó como fonte de nitrogénio para estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas, essenciais na remoção da amónia no tanque de cultivo. Neste tratamento não foi realizada a renovação de água, apenas fez-se a adição para compensar as perdas provocadas pela evaporação e redução do nível quando era feita a limpeza no fundo de tanque para a retirada de resíduos sólidos e matéria orgânica.

3.1.2. Tratamento com Fertilização inorgânica (FI)

O tratamento (FI) consistiu na administração de nutrientes provenientes de fertilizantes inorgânicos (Nitrogénio, Fósforo e Potássio), para promover o crescimento de algas. Foi usado o fertilizante NPK, com 12% de N, 24% de P e 12% de K. Neste tratamento também não se fez renovação de água, para não se perder a concentração algal, tendo sido feitos acréscimos para compensar as

perdas provocadas pela evaporação e limpeza para redução dos sólidos e matéria orgânica proveniente principalmente de algas mortas.

3.2. Unidades experimentais

3.2.1. Tratamento com Bioflocos (TB)

As unidades experimentais para o tratamento TB foram constituídas por 2 tanques de betão com um volume de 40.000 litros. Os tanques estavam localizados no berçário coberto da Aquapesca e estavam equipados com um sistema de aeração que consistia numa grelha de tubos PVC dispostos no fundo do tanque e o ar era proveniente de sopradores (Sweetwater Aquatic Eco-systems).



Figura 2: Tanque de betão usado no tratamento TB.

3.2.2. Tratamento com Fertilização inorgânica (FI)

Para o tratamento FI, foram usados tanques rectangulares construídos a base de sacos enchidos com areia e revestido com plástico preto para a impermeabilização (Fig.3). Os tanques estavam localizados numa área aberta e tinham um volume de 40.000 litros. O sistema de aeração deste tratamento estava conformado por pedras difusoras, mangueiras transparentes e tubos hidronil que traziam o ar a partir de supressores (Sweetwater Aquatic Eco-systems).



Figura 3: Tanque com paredes de sacos de areia e revestido com plástico usado no tratamento FI.

3.3. Preparação da água de cultivo

3.3.1. Desinfecção com cloro

A água usada durante o experimento, era captada a partir do rio dos Bons Sinais, sendo depositada num tanque reservatório com capacidade para 300 m³, para a sedimentação dos resíduos provenientes do rio. Posteriormente, a água era bombeada para um tanque de 40.000 L, onde era feita desinfecção pela adição de cloro à concentração de 40 ppm, usando o sistema de aeração para permitir a homogeneização do completa do cloro em todo volume da água por um período máximo de 30 min. Após 24 horas de desinfecção, a água era declorinada usando aeração até a evaporação completa do cloro, o qual era confirmado por análises para a determinação de cloro residual no espectrofotómetro (HATCH DR 2800). A água desinfetada e sem cloro residual, era então transferida para o tanque experimental para iniciar-se a fertilização prévia ao povoamento das pós-larvas.

3.3.2. Preparação do biofloco

A fertilização para estimular o aparecimento de bioflocos iniciava após a declorinação da água e 3 dias antes da recepção de pós-larvas. A cada intervalo de 8 horas eram adicionados 100g de ração comercial em pó (S1 da LFL) e 150g de melação de cana-de-açúcar líquido, para estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas importantes na remoção da amónia da água de cultivo. O melação de cana-de-açúcar era calculado de forma a remover pelo menos a metade do nitrogénio amoniacal (NH₃) presente no tanque.

O melação de cana-de-açúcar é utilizado como fonte de carbono para o cultivo no sistema de bioflocos. Equação (1) proposta por (Avnimelech, 1999) foi usada para estimar a quantidade de carboidrato necessário para assimilação da amónia em biomassa bacteriana.

$$\Delta CHO = Ração \times \%PB \times \%N \text{ ração} \times N \text{ excretado} \times (CHO / N_{NH_4} 4) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

% PB – Percentagem de proteína bruta da ração (30%);

%N ração - Percentagem de N na parte proteica da ração (16%);

N excretado - Percentagem de amónia excretada por kg de ração fornecida (50%);

$\frac{CHO}{N_{NH_4}}$ - Número de unidades de carboidrato necessárias para assimilação microbiana por unidade de amónia formada (20).

3.3.3. Administração de probióticos

Durante o experimento foram administrados os probióticos PRO-2 (INVE) misturado ao alimento e PRO-W (INVE) colocado na água dos tanques experimentais, com o objectivo de melhorar a qualidade da água, através da redução da carga orgânica, assim como estimular o consumo do alimento pelas pós-larvas para garantir crescimento e sobrevivência.

A administração do PRO-W era feita adicionando 10 litros de água num balde e 40g de probiótico, fazendo-se mistura de forma a garantir sua homogeneização. A mistura era depois deixada durante um período de uma hora para a activação das bactérias e em seguida distribuía-se uniformemente a solução no tanque de cultivo, na proporção de 1ppm/m³ de água/dia.

O probiótico PRO-2 era preparado nas primeiras horas da manhã através da mistura com a ração calculada para ser distribuída ao longo do dia. A proporção de mistura era de 1kg de ração/1g de probiótico PRO-2 e 300ml de água doce.

3.3.4. Material biológico

Para a realização desta experiência foram usadas pós larvas de camarão *P. monodon* (Fabricius, 1798) provenientes da maternidade da empresa Aquapesca situado em Nacala.

Cada unidade experimental foi povoada com 150.000 pós-larvas de camarão *P. monodon* de 18 dias de idade (PL18), a uma densidade de 4 PLs/ m³. Antes de serem expedidas para o local de experimentação, as pós-larvas eram analisadas por PCR num laboratório externo, para comprovar que fossem negativas para o vírus da mancha branca (WSSV).

3.3.5. Aclimação

Logo após a chegada as pós-larvas de camarão eram colocadas em tanques de 500 L para aclimatar os parâmetros da água de chegada com os da água das unidades experimentais dos dois tratamentos (TB e FI). Os principais parâmetros verificados foram a temperatura, salinidade, oxigénio e pH. A água de chegada era misturada com a água do tanque de destino até atingir-se o equilíbrio, o qual ocorreria num período de 2 a 3 horas.

Logo ao início da aclimação adicionava-se 1 litro de Artémia para a alimentação das pós-larvas e durante a aclimação eram alimentadas a cada hora com 1g da ração comercial PL300. Finda a

aclimação, as pós-larvas eram pescadas com uma rede de mão e povoadas nas unidades experimentais.

Durante a aclimação, era analisada a qualidade das pós-larvas através da colheita de amostras nos tanques de recepção e seguindo os procedimentos do laboratório da Aquapesca, os quais incluem um teste de stress por choque de salinidade e a observação da presença de necroses e deformações.

3.3.6. Alimentação

Durante o experimento, as pós-larvas eram alimentadas 8 vezes/dia, de 3 em 3 horas. Nos primeiros 3 dias de cultivo, eram alimentadas com Artémia e com uma ração comercial balanceada PL300 (INVE). Ao 4º dia de cultivo, passava-se a alimentar com ração S1 (LFL-30% PB⁴), moída à granulometria de 500 micras. A quantidade da ração fornecida diariamente foi calculada de acordo com a taxa de nutrição recomendada pelo fabricante, tendo em conta o peso médio de camarão e a biomassa estimada na unidade de cultivo. Foi usada a seguinte expressão para calcular a quantidade diária de ração:

$$\text{Quantidade diária de ração} = \text{Biomassa} * \text{Taxa de alimentação} \quad \text{Equação (2)}$$

3.4. Parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados diariamente nos períodos de manhã (7:00 h) e tarde (16:00 h). Para o controle do oxigénio dissolvido, temperatura e salinidade foram usados instrumentos multiparâmetro descritos na tabela 2.

Tabela 2: Instrumentos usados para o controlo de parâmetros de qualidade de água.

Parâmetros	Frequência	Instrumento de Medição/Metodologia
Temperatura	2 vezes/dia	Oxímetro YSI550A incorporated
Oxigénio Dissolvido	2 vezes/dia	Oxímetro YSI 550A incorporated
Salinidade	2 vezes/dia	Salinómetro YSI Incorporated
Ph	2 vezes/dia	pHmetro MW102 Milwaukee
Amónia N-NH ₃	3/Semana	Espectrofotómetro HATCH DR2800 método 10031 (método de salicilato)

⁴ Proteína bruta

Secchi	1/dia	Disco de Secchi
--------	-------	-----------------

3.5. Parâmetros de desempenho zootécnico

Para se avaliar o desempenho zootécnico do camarão, foram feitas biometrias a cada 3 dias durante os 30 dias em que decorreu a experiência. Os parâmetros zootécnicos determinados durante as biometrias foram: peso médio, taxa de sobrevivência, biomassa e crescimento.

Foram usadas as expressões abaixo para o cálculo dos parâmetros de desempenho zootécnico:

O peso médio foi calculado com a seguinte expressão.

$$\text{Peso médio} = \text{Peso da amostra} / N^{\circ} \text{ de animais} \quad \text{Equação (3)}$$

Para a determinação da taxa de sobrevivência foi usada a expressão seguinte:

$$\text{Taxa de sobrevivência (\%)} = \frac{N^{\circ} \text{ final de camarões}}{N^{\circ} \text{ inicial de camarões}} * 100 \quad \text{Equação (4)}$$

A biomassa foi calculada usando a expressão:

$$\text{Biomassa (g)} = N^{\circ} \text{ de camarões} \times \text{peso médio} \quad \text{Equação (5)}$$

O crescimento semanal em peso foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$\text{Crescimento} = \frac{\text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}}{\text{Dias de cultivo}} \quad \text{Equação (6)}$$

3.6. Análise de dados

Os dados dos parâmetros físico-químicos da água e do desempenho zootécnico do camarão, foram analisados estatisticamente usando o teste t de Student, para identificar possíveis diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os dados dos diferentes parâmetros. Os cálculos foram realizados com o auxílio do pacote estatístico SPSS.

4. RESULTADOS

4.1. Parâmetros de desempenho zootécnico do camarão cultivado em sistema de Bioflocos e fertilização orgânica.

Os dados de desempenho zootécnico obtidos ao final dos 30 dias do presente estudo estão sumarizados nas Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros do desempenho do camarão *P. monodon*.

Parâmetro	Bioflocos	Fertilização
	Média ± DP	Média ± DP
Peso médio final (g)	0,0299 ^a	0,0260 ^a
Crescimento (mg)	0,0048±0.0035	0,003±0,009
Sobrevivência %	81	85
Biomassa final (g)	123,36	155,48

Os camarões cultivados no tratamento de bioflocos (TB), apresentaram peso médio final de 0,0299g, valor não significativamente superior ($p>0.05$) que os indivíduos cultivados no tratamento de fertilização inorgânica (FI), os quais alcançaram peso médio final de 0,0260g.

Na tabela 4 encontram-se resumidos os dados dos produtos aplicados nos dois tratamentos ao longo do experimento, em que a maior quantidade de ração foi aplicada no tratamento de bioflocos (TB).

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão dos insumos aplicados durante o cultivo.

Tabela 4: Valores médios e desvio padrão dos insumos aplicados durante o cultivo.

Insumo	Bioflocos	Fertilização
	Média ± DP	Média ± DP
Ração (g)	462,4 ± 183,5	257,4 ± 92,1
Pro-W(g)	30,2 ± 1,26	40 ± 0
Melaço (g)	533,3 ± 175	N/A

4.2. Parâmetros de qualidade de água

Os dados dos parâmetros da qualidade da água monitorados ao longo da experiência encontram-se de forma resumidos na tabela 5. Onde podem ser observados diferenças estatísticas para a salinidade, temperatura e a concentração do oxigênio dissolvido entre os tratamentos.

Tabela 2: Média e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água monitorados durante o estudo.

Parâmetro	Período	Bioflocos	Fertilização
		Media ± DP	Media ± DP
Salinidade (‰)	Manhã	35,2 ± 1,3b	33,0 ± 0,61 ^a
	Tarde	35,2 ± 1,3b	33,0 ± 0,61 ^a

Temperatura (°C)	Manhã	26,2 ± 0,89 ^b	24,8 ± 1,3 ^a
	Tarde	27,1 ± 0,79 ^a	27,4 ± 1,4 ^a
Oxigénio (mgL ⁻¹)	Manhã	6,05 ± 0,41 ^a	6,13 ± 0,84 ^a
	Tarde	6,0 ± 0,51 ^b	6,7 ± 0,83 ^a
pH	Manhã	7,9 ± 0,76 ^a	9,1 ± 0,5 ^a
	Tarde	7,9 ± 0,6 ^a	8,0 ± 0,73 ^a
Amónia (mg/L)		0,27 ± 0,31 ^a	0,3 ± 0,29 ^a

Foram verificadas diferenças significativas ($p < 0.05$), entre os valores de salinidade dos dois tratamentos, tanto no período da manhã como no período da tarde, tendo este parâmetro apresentado menores valores no tratamento de bioflocos (TB).

Os valores da temperatura foram menores ($p < 0.05$) durante o período da manhã no tratamento de fertilização inorgânica (FI), não tendo sido observadas diferenças significativas ($p > 0.05$) no período vespertino.

A concentração do oxigénio dissolvido apresentou menores valores ($p < 0.05$) no tratamento TB no período da tarde, não tendo havido diferença entre os dois tratamentos durante a período da manhã. Quanto ao pH, não foram registadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) entre os dois tratamentos, tanto no período da manhã como à tarde.

A amónia total registou valores médios de 0.3 ± 0.29 mg/L para o tratamento FI e 0.27 ± 0.31 mg/L para o tratamento TB (figura 1).

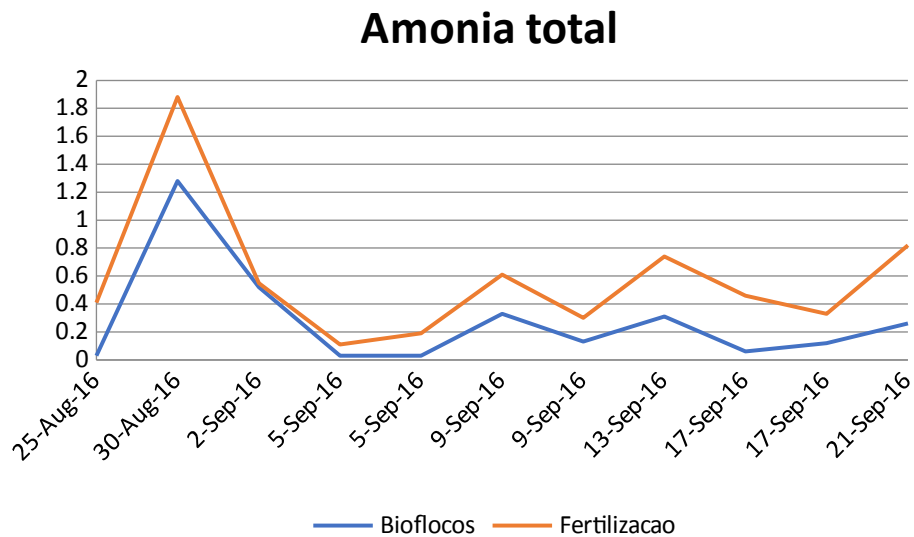


Figura 4: Flutuação da amônia total durante o período de cultivo nos tratamentos de bioflocos e fertilização inorgânica.

5. DISCUSSÃO

5.1. Desempenho zootécnico das pós-larvas de camarão *P. monodom*

No presente estudo, o sistema de bioflocos (TB) apresentou melhor desempenho zootécnico comparado ao sistema de fertilização inorgânica, o qual é demonstrado pelo maior peso médio final

e maior biomassa obtidos naquele tratamento, em comparação ao sistema de fertilização inorgânica (FI). Em relação à evolução do crescimento, o tratamento TB obteve sempre o maior incremento em peso em todo o período de cultivo.

A sobrevivência ao final do período de cultivo foi de 81% no TB e 85% para o FI. A sobrevivência é o principal parâmetro a ser considerado em sistemas de berçário de *P. monodon* (Arnold *et al.*, 2006). A redução do crescimento e sobrevivência de juvenis de peneídeos cultivados em altas densidades é devido a uma gama de factores combinados como diminuição viabilidade de espaço e produtividade natural, além da degradação da qualidade da água e o acúmulo de sedimentos (Peterson e Griffith, 1999; Krummenauer *et al.*, 2011).

A sobrevivência obtida no cultivo em bioflocos, apesar de não estar fora dos valores reportados para o cultivo neste tipo de sistema, pode estar associado ao comportamento de canibalismo característico dos camarões peneídeos quando cultivados em alta densidade de povoamento. O anterior concorda com os resultados obtidos por, (Fugimura, 2013) que ao avaliar a criação intensiva do camarão branco *Litopenaeus schmitti* usando a tecnologia de bioflocos, obteve menor sobrevivência e maior ganho do peso até a quarta semana do estudo e, relacionou a baixa sobrevivência ao comportamento canibalístico dos animais. Emerenciano *et al.* (2012) também relacionaram a menor sobrevivência de pós-larvas de *F. brasiliensis* no sistema BFT sem adição de ração, à ocorrência da prática de canibalismo entre os camarões.

Vários estudos realizados no cultivo de camarão em sistema de bioflocos reportam elevadas taxas de sobrevivência neste sistema de cultivo comparado com outros sistemas. Mabote *et al.* (2017) tiveram uma sobrevivência de 86% no sistema de cultivo em bioflocos avaliando o desempenho do camarão *P. monodon*. (Silva, 2015) avaliando a influência da densidade de estocagem no desempenho zootécnico do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase do berçário em sistema de bioflocos obteve 95.70% para uma densidade de 1500/m² e 46.26% para 6000/ m² a um volume de 180L.

O consumo médio da ração no sistema de bioflocos foi de 462,4 ± 183.5g e 257.4 ± 92.1g para o sistema de fertilização inorgânica. Essa quantidade de ração foi compensada pelo ganho do peso relativamente maior nos bioflocos em relação a fertilização inorgânica e era notável que esses animais se alimentavam dos flocos microbianos.

5.2. Parâmetros de qualidade de água

No presente estudo, os parâmetros da qualidade de água foram mantidos dentro da faixa ideal para o cultivo da espécie *P. monodon* em ambos tratamentos, não havendo evidencia de terem interferido negativamente no desempenho zootécnico.

Os parâmetros de qualidade da água são extremamente importantes em aquacultura, considerando que as características da água influenciam na sobrevivência, crescimento e reprodução dos organismos aquático (Serafini, 2005).

5.2.1. Temperatura

Os valores da temperatura observados durante o cultivo apresentaram diferenças estatisticamente significativas no período da manhã, sendo 25.8 °C e 27.0 °C para o tratamento TB e FI respectivamente. Por outro lado, o parâmetro temperatura registou flutuações em ambos tratamentos entre o período da manhã e o período da tarde, permanecendo próximo ou ligeiramente abaixo das faixas ótimas para o crescimento dos camarões marinhos. Segundo (Boyd, 2001), as espécies cultivadas em águas tropicais apresentam melhor crescimento em temperaturas de 25 a 32°C, sendo que os dados da temperatura deste experimento estão dentro da faixa sugerida.

5.2.2. Salinidade

Assim como a temperatura, a salinidade é também um dos parâmetros de qualidade de água importante para os organismos aquáticos. No presente estudo verificou-se salinidade elevada no tratamento de bioflocos (TB) comparado com o tratamento de fertilização inorgânica (FI). A diferença de salinidade entre os dois tratamentos, provavelmente se tenha devido à maior taxas de evaporação da água no tratamento TB. A salinidade média em ambos os tratamentos foi mantida entre a 33 e 35 ppt, permanecendo dentro da faixa considerada ideal para cultivo de camarões marinhos segundo (Ferreira, 2014).

5.2.3. Oxigênio dissolvido

O oxigênio é também um dos parâmetros de qualidade de água que condiciona o bom desenvolvimento do camarão em cultivo, especialmente em condições de alta densidade e presença de bactérias heterotróficas, característico do sistema de bioflocos. O oxigênio dissolvido apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,5$) no período da tarde, com 6.7mg/l para a fertilização inorgânica e 6.0 mg/l para bioflocos. Segundo Zhang *at al.* (2006), o oxigênio dissolvido é o factor determinante para o sucesso de cultivo de camarão e são recomendadas

concentrações de oxigénio dissolvido acima de 5mg/l. Desta forma, os valores registados neste trabalho estiveram dentro do nível considerado óptimo para o cultivo de camarão.

5.2.4. pH

Os valores do pH ao longo do estudo mantiveram-se na faixa óptima para o cultivo do *Penaeus monodon* em ambos tratamentos e nos dois períodos do dia, tendo sido verificado valores mínimos no tratamento de bioflocos (7.9) e máximos na fertilização inorgânica (9.0). Os valores registados neste estudo enquadram-se dentro do intervalo de 7 a 9, que segundo (Ferreira, 2014) é a ideal para o melhor crescimento e sobrevivência de camarão marinho. (Fróes, 2012) analisando o crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* cultivado em Bioflocos, detectou que valores de pH abaixo de 7.0 afectavam o crescimento e a alimentação dos camarões.

5.2.5. Amónia

As concentrações de amónia oscilaram consideravelmente durante o período de cultivo, tendo se registado o pico máximo na 1ª semana em ambos tratamentos com valores de 0.6 mg/L e 1.3 mg/L para o tratamento FI e TB respectivamente.

A decomposição da matéria orgânica e a excreção dos organismos cultivados é a principal razão da presença de produtos nitrogenados em sistemas de cultivo (Tomasso, 1994), sendo que o controlo do ciclo dos compostos nitrogenados nos viveiros é de extrema importância.

A amónia total foi mantida em níveis baixos durante todo o experimento com valores médios de 0.3 ± 0.29 mg/L para a fertilização inorgânica e 0.27 ± 0.31 mg/L para o sistema de bioflocos, valores considerados aceitáveis no cultivo do camarão *P. monodon* e que provavelmente não interferiram no seu crescimento e na sobrevivência. Segundo (Avnimelech, 1999) o sistema de bioflocos favorece a manutenção da qualidade da água através do processo de assimilação dos compostos nitrogenados inorgânicos para a formação da biomassa microbiana. Portanto, os baixos valores de concentração de amónia registados, deveram-se à acção da comunidade bacteriana que, através da energia do carbono adicionado através do melaço de cana-de-açúcar, utilizou o nitrogénio presente no sistema para formar a biomassa microbiana, responsável pela manutenção dos níveis de amónia no intervalo adequado.

6. CONCLUSÕES

O sistema de cultivo em bioflocos, permite a obtenção de melhores resultados de desempenho zootécnico do camarão *P. monodon* durante a etapa de pré-engorda.

No cultivo em bioflocos, os parâmetros de qualidade de água registam valores dentro da faixa óptima para o crescimento e a sobrevivência do *P. monodon*, influenciando positivamente no seu desenvolvimento.

7. RECOMENDAÇÕES

Às empresas de criação de camarão: que apliquem o sistema de bioflocos como alternativa de biossegurança que além de evitar a disseminação de patógenos permite maior desempenho zootécnico.

À comunidade científica: que continue investigando a aplicação do sistema de bioflocos na etapa de pré-engorda como meio para obter animais mais resistentes com capacidade de melhor desempenho na fase de engorda.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, R. A. (2011). Carcinicultura - Ecologia dos viveiros, pp. 407-411.
- Arnold, S. J., Se llars, M. J., P., J. C., e Coman, G. J. (2006). Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: an evaluation of stocking density and artificial substrates. *Aquaculture*, 26, pp. 890-896.
- Avnimelech, Y. (1999). Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. pp. 176, 227-235.
- Boyd, C. E. (2001). parâmetros da qualidade de água: fósforo total, V.3, pp. 34-36. Recife: Revista da ABCC.
- Carvalho, I. M., Schleder, D. D., e Yoran, G. (2013). Principais Compostos Nitrogenados em Cultivo de Camarão Marinho: bioflocos e semi-intensivo.
- Castro, L. F. (2016). O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em condições intensivas para a prevenção e convivência com enfermidades.
- Cavalcanti, L. E. (2010). Aspectos Geoambientais da Carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus Desdobramentos Legais: A Implementação da Licença Ambiental em Defesa do Meio Ambiente, pp. 75.
- Cavalcanti, L. E. (2011). Aspectos Geoambientais da Carcinicultura no rio Grande de Norte e seus Desdobramentos Legais: A Implementacao da Licenca Ambietal em Defesa do Meio Ambiente.
- Chellapa, N. T., Lima, A. K., e Camrara, F. R. (2007). Riqueza de Microalgas em Viveiros de Cultivo Orgânico de Camarão em Tibau do Sul, Rio Grande do Norte. Nota científica. *Revista Brasileira de Biociências*, V.5, pp.120-122. Porto Alegre.
- Claude, E., e Boyd, D. (2013). Manejo do Ciclo do pH PARA Manter A Saude Aninal.
- Emerenciano, M., Ballester, E. L., e Cavalli, R. O. (2012). *Aquaculture Research*. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817)., pp. 447-457.
- Emerenciano, M., Gaxiola, G., e Cuzon, G. (2013). Biofloc Technology (BFT): A Review for Aquaculture Application and Animal Food Industry, pp. 307.
- FAO. (2012). The State of World Fisheries And Aquaculture. Food and Agriculture Organization The United Nations, pp. 224.

- FAO. (2016). El Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos pp. 224. Rome.
- Ferreira, N. L. (2014). A Importancia da Aualidade da Água na Formação de Reprodutores (*Litopenaeus Vannamei*) em Sistema de Bioflocos., pp. 17.
- Fóes, K. G., Gaona, C. A., e Poersch, L. H. (2012). Segmentos da aquicultura. Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na produção intensiva de camarões, pp. 28-32.
- Fróes, C. N. (2012). Apimoramento das Tecnicas de manejo do cultivo do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone) em sistema de bioflocos. Tese para obtenção do grau de Doutor em aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande - FURG.
- Fugimura, M. M. (2013). Avaliação da criação intensiva do camarão branco *Litopenaeus schmitti* com a tecnologia de bioflocos. Tese para obtenção do grau de Doutor, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootécnia, Seropédica, RJ.
- INFOSA. (2009). Plano de Desenvolvimento da Aquicultura de Pequena escala para Moçambique. Namibia.
- Krummenauer, D., Cavalli, R., Poersch, L. H., e Wasielesky, W. (2011). Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. J. WorldAquacult. Soc, 42, pp.726-733.
- Krummenauer, D., Cavalli, R., Poersch, L. H., e Wasielesky, W. (2012). Visão agrícola Aquicultura. Demanda faz crescer interesse por criação de camarões em estufas, pp.24-27.
- Lightner, D. V. (1996). A Hand Book of Pathology and Diagnostic Procedures for Diseases of Penaeid Shirimp. World Aquaculture Society, pp. 304.
- Lopes, D. L. (2012). Determinacao da Densidade de Estocagem Ótima da Camarao Rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* Produzido em Tecnologia de Bioflocos Durante A Fase de Bercario.
- Mabote, V., Muiocha, D., e Baloi, M. F. (2017). Cultivation of black tiger shrimp *Penaeus monodon* (Fabricius 1798) at the nursery stage in biofloc technology (BFT) system. African Journal of Fisheries Science, Vol. 5 (7), pp.267-272.
- Martin, N. B., e Filho, J. D. (1995). Custos e Retornos na Piscicultura em Sao Paulo, vol. 25.
- MIMAIP. (2016). Pano de Accao de Desenvolvimento da Aquicultuta. Instituto Nacioal de Densvolvimeto, pp.19.

- Nunes, A. J. (2002). O Impacto da temperatura o cultivo dos camarões marinhos., n.1, pp.43-51. Recife: Revista da ABCC.
- OIE. (2003). Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals.
- Oliveira, R. C. (2009). Revista Intertox de toxicologia Risco Amietal e Sociedade. O panorama da aquacultura no Brasil: a pratica com foco na sustentabilidade, vol.2, 1. Brasil.
- Peterson, J., e Griffith, D. (1999). Intensive nursery systems. Global Aquacult Advocate., pp.60–61.
- Queiroz, J. F., e Boeira, R. C. (2007). Boas Práticas de Manejo (BPMs) para Reduzir o Acúmulo de Amônia em Viveiros de Aqüicultura.
- Rossi, V. G. (2014). Utilização da Tecnologia de Bioflocos na aquacultura: Historico e principais Técnicas de manejo do sistema.
- Santana, W. M., Leal, A., Santana, W. M., Lúcio, M. Z., Castro, P. F., e Correia, E. S. (2008). Respostas planctônica e bentônica a diferentes fertilizações no cultivo do camarão *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967)., vol.34, pp. 21-27.
- Santos, M. L. (2005). influência climatologica no cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*. Monografia de especiação, Univesrsidade potiguar, Canguaretama/RN.
- SEAFISH. (2015). Responsible Sourcing Guide: Marine Warm Water Prawns, pp. 5-6.
- Serafini, R. L. (2005). Efeito do oxigênio dissolvido e da amônia na sobrevivência e crescimento de juvenis de dourado, *Salminus brasiliensis*.
- Silva, E. P. (2015). Influencia da densidade de estocagem e da frequencia alimentar no crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase de berçario em sistema de bioflocos. Tese para obtenção do titulo de mestre em Aquacultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departameno de pesca e Aquacultura, Recife.
- Silva, L. O. (2004). Utilizacao de nitrato de sodio em viveiros de camarao marinho. Recife.
- Tomasso, J. R. (1994). Toxicicity of nitrogenous Wastes to Aquaculture Animals. 2(4), pp.291-314. Reviews Fish. Sci.
- Toro, C. R. (2005). Uso de Bacterias laticas probioticas na Alimentação de Camarões *Litopenaeus vannamei* como Inibidoras de Microrganismos patogenicos e estimulantes do sistema Imune., pp. 8-9.

Vidal, M. F. (Novembro de 2016). Panorama de piscicultura no Nordeste(Caderno Setorial ETENE), pp.14.

Vinatea, L. A. (1997). Princípios químicos da qualidade de água em aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Wasielesky, W. K. (2013). Cultivo de camarões em sistema de bioflocos: realidades e perspectivas, pp. 30-36.

Wisconsin, U. o. (2006). Dissolved Oxygen: Aquatic Life Depends on It. Water Action Volunteers-Volunteer Stream, pp. 2.

Zhang, P., Zhang, X., e Huang, G. (2006). Aquaculture. The effects of body weight, Temperature Salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal OD levels og whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) , pp. 256, 579-587.