

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

NATÁLIA LOCKS FERREIRA

**A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NA FORMAÇÃO DE
REPRODUTORES (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.**

FLORIANÓPOLIS - SC

2014.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

NATÁLIA LOCKS FERREIRA

**A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NA FORMAÇÃO DE
REPRODUTORES (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência para obtenção do diploma de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Walter Quadros Seiffert

FLORIANÓPOLIS - SC

2014.

Natália Locks Ferreira

**A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DE ÁGUA NA FORMAÇÃO DE
REPRODUTORES (*LITOPENAEUS VANNAMEI*) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado, aprovado e adequado para
obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 25 de junho de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Walter Quadros Seiffert

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. José Luiz Pereira Mourino

Carlos Manoel do Espírito Santo

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ferreira, Natália

A importância da qualidade de água na formação de reprodutores (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos. / Natália Ferreira ; orientador, Walter Seiffert - Florianópolis, SC, 2014.

48 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Graduação em Zootecnia.

Inclui referências

1. Zootecnia. I. Seiffert, Walter . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Zootecnia. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e meu irmão pelo o apoio durante a faculdade.

Às minhas amigas Joana, Gabriela e a Callu por sempre me ajudarem quando eu precisei.

Aos meus professores que contribuíram de alguma forma para a minha formação.

Ao meu orientador Walter Quadros Seiffert.

Ao Carlos Manoel que foi essencial para o desenvolvimento de todo o trabalho.

Ao Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina e funcionários pela oportunidade de estágio e realização do trabalho.

“Ama-se mais o que se conquista com esforço”

(Benjamin Disraeli)

RESUMO

Nos últimos anos a produção aquícola começou a buscar sistemas sustentáveis com maior produtividade. O sistema de cultivo de camarões em bioflocos passou a ser uma alternativa biossegura e altamente produtiva, uma vez que admite uma maior intensificação na produção com zero renovação de água. Com a limitada renovação de água há o acúmulo de compostos nitrogenados no sistema, que é controlado através do aumento da relação C/N, favorecendo o desenvolvimento microbiano, acarretando na remoção do nitrogênio amoniacal pela biomassa bacteriana, sendo esta uma possível fonte de proteína à espécie cultivada. Por outro lado, com a intensificação dos sistemas de produção se faz necessário um maior controle de qualidade de água. Tendo isso em vista, análises periódicas dos parâmetros de qualidade de água devem ser realizadas a fim de se obter um ambiente favorável ao desenvolvimento do camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*). Este trabalho teve o escopo de analisar os parâmetros de qualidade de água em dois tanques de cultivo na formação de reprodutores em sistema de bioflocos. Foram estocados 4900 e 4500 animais nos diferentes tanques de 45 m³ com peso médio inicial de 16,5 gramas. Foram avaliados parâmetros físicos e químicos de qualidade de água semanalmente, totalizando 21 semanas de cultivo, com início dia 19 de dezembro de 2013 e término no dia 19 de maio de 2014. Durante os seis meses de monitoramento dos parâmetros físicos e químicos de qualidade de água estes se mantiveram dentro do recomendado à espécie cultivada, *Litopenaeus vannamei*.

Palavras – chave: Análise de qualidade de água; Plantel; Cultivo Superintensivo; Biosseguro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Evolução da Carcinicultura Brasileira de 1997 a 2011.....	12
Figura 2 - Relação do pH com a aquicultura	21
Figura 3 -. tanque de cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de bioflocos no Laboratório de camarões marinhos (LCM.	29
Figura 4 -. Formação de reprodutores em sistema de bioflocos.	30
Figura 5 - Parâmetros de qualidade de água avaliados na formação de reprotutores de <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de bioflocos no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM).....	34
Figura 6 - Flutuação semanal da alcalinidade no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.....	35
Figura 7 - Flutuação semanal de pH no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.....	35
Figura 8 - Flutuação semanal da alcalinidade no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.....	36
Figura 9 - Flutuação semanal de amônia total no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.....	37
Figura 10 - Flutuação semanal de amônia total no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.....	37
Figura 11 - Flutuação semanal de nitrito no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.....	39
Figura 12 - Flutuação semanal de nitrito no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.....	40

Figura 13 - Flutuação semanal de sólidos suspensos totais no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.....	41
Figura 14 - Flutuação semanal de sólidos suspensos totais no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores recomendados dos parâmetros de qualidade de água no cultivo de camarões.....	17
Tabela 2 - Métodos para avaliação de parâmetros de qualidade de água em aqüicultura.....	18
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água avaliados na formação de reprodutores de <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de bioflocos no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM).....	31
Tabela 4 - Índices Zootécnicos dos tanques 1 e 6.	43
Tabela 5 - Insumos no cultivo da formação de reprodutores no LCM.	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 QUALIDADE DE ÁGUA	16
2.2 MÉTODOS DE ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA	18
2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA CULTIVO DE CAMARÕES MARINHOS.....	19
2.3.1 Oxigênio Dissolvido.....	19
2.3.2 pH	20
2.3.3 Alcalinidade	21
2.3.4 Amônia	22
2.3.5 Nitrito.....	22
2.3.6 Nitrato.....	23
2.3.7 Salinidade.....	22
2.3.8 Temperatura.....	23
2.3.9 Sólidos suspensos totais	24
2.4 MANEJO E QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	28
3.2 CULTIVO EXPERIMENTAL	28
3.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA	30
3.4 MANEJO QUALIDADE DE ÁGUA.....	31
3.5 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA	33
4.2 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS	43

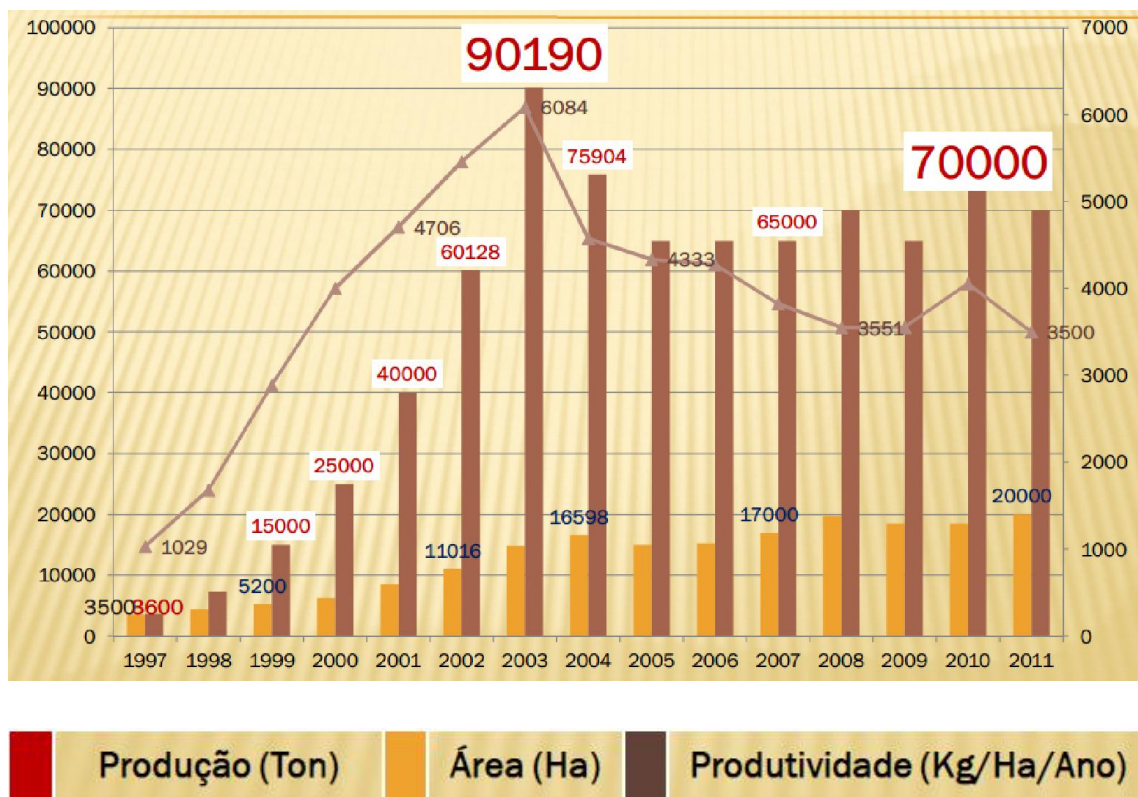
5. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A aqüicultura abrange o cultivo de diferentes espécies como peixes (psicultura), camarões (carcinicultura), rãs (ranicultura) e moluscos (malacocultura) e teve início no Brasil em 1968, desde então vem apresentando um crescimento gradual (IBAMA, 2005). Além, da produção de plantas aquáticas aonde as micro e macroalgas se destacam como as espécies mais produzidas. Segundo MPA (2010), nos anos de 2008 a 2010, a carcinicultura marinha representou 80% do total produzido da aqüicultura marinha.

Os modelos de produção na carcinicultura com tecnologia apropriada e adequada à realidade nacional contribuíram para a condição de líder mundial no ano de 2003 (Figura 1) (ROCHA, 2011).

Figura 1- Evolução da Carcinicultura Brasileira de 1997 a 2011



Fonte (ABCC, 2013)

A carcinicultura teve um crescimento exponencial em resposta à demanda da população, levando a uma intensificação dos sistemas de cultivo (THAKUR; LIN,

2003). Segundo Piedrahita (2003) essa intensificação acarreta em maior biomassa aumentando a exigência por ração e renovação de água e a pressão sobre o meio ambiente, visto que grande parte dos nutrientes presentes nos efluentes é oriundo de resíduos de ração e metabólitos.

Associada a preocupação ambiental, enfermidades acometem o crescimento e expansão da carcinicultura, sendo necessário então, o desenvolvimento de práticas sustentáveis e biosseguras (CHOEN et al., 2005).

Nesta perspectiva, o cultivo de camarão em sistema de bioflocos (Biofloc Technology System - BFT) foi desenvolvido como uma alternativa para intensificar os cultivos e aumentar a produtividade, com mínima ou zero renovação de água, tal qual na eliminação constante de efluentes para os ambientes próximos (SCHRYVER et al., 2008).

Em sistemas intensivos o acúmulo de compostos nitrogenados tóxicos, amônia total ($\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$) e nitrito (NO_2^-), é um dos maiores problemas relacionados à qualidade de água. (AVNIMELECH, 1999).

A tecnologia de cultivo em bioflocos, Biofloc Technology – (BFT) – (CRAB et al., 2007) foi desenvolvida com a finalidade de controlar o acúmulo desses compostos nitrogenados, amônia e nitrito, que podem ser tóxicos aos organismos aquáticos (AVNIMELECH, 2009).

No sistema de bioflocos ocorrem diversos meios de remoção dos compostos nitrogenados através de agente biológicos (organismos fotoautotróficos, bactérias autotróficas e heterotróficas), que contribuem para a manutenção da qualidade da água do cultivo e ainda disponibilizam alimento para os organismos cultivados sob a forma de biomassa bacteriana. (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). O crescimento da população bacteriana heterotrófica é estimulado aumentando a relação Carbono/Nitrogênio da água do cultivo pela adição de melão ou diminuição do teor de proteína da ração (AVNIMELECH, 1999).

O consumo de bioflocos pelo camarão demonstra inúmeros benefícios, como a melhoria na taxa de crescimento, tendo sido reportado que 29% dos alimentos consumidos diariamente por *Litopenaeus vannamei* é bioflocos (EMERENCIANO; GAXIOLA; CUZON, 2013).

Nem todas as espécies são candidatas para o cultivo em bioflocos, algumas características são necessárias para alcançar um melhor desempenho, como resistência a altas densidades, tolerância a níveis intermediários de oxigênio

dissolvido (~3 a 6 mg/L), concentração de sólidos sedimentáveis na água (~10 a 15 ml/L), compostos nitrogenados e sistema digestório adaptado para uma melhor assimilação de partículas microbianas (EMERENCIANO; GAXIOLA; CUZON, 2013).

O cultivo superintensivo em bioflocos é descrito como um sistema sustentável devido ao crescimento de comunidades bacterianas capazes de reciclar os nutrientes permitindo uma alta densidade animal no cultivo com praticamente zero troca de água (AVNIMELECH, 2009).

Sistemas de produção com troca zero de água buscam eliminar a introdução de água possivelmente contaminada com patógenos, como exemplo o vírus da mancha branca (WSSV), melhorando a biossegurança dos cultivos. Segundo Emerenciano et al (2013), com troca mínima ou troca zero de água, há uma diminuição na degradação ambiental e uma redução e até eliminação dos riscos da exposição à patógenos, uma vez que a principal via contaminação é através da água.

Além do sistema BFT, segundo Moss et al (2012), o uso de espécies livres de doenças de notificação obrigatória (SPF - Specific Pathogen Free), e a utilização de práticas de biossegurança minimizam os riscos de contaminação da produção e asseguram sua sustentabilidade, possibilitando a seleção pelo crescimento e pela taxa de sobrevivência, levando a um aumento da produção e da rentabilidade.

Na aqüicultura, qualidade de água se constitui de características físicas, químicas e biológicas que influenciam no crescimento, na reprodução, na sobrevivência e na produção de espécies aquícolas. A noção dos princípios de qualidade de água auxilia na produção dos cultivos, na qualidade de água, minimiza o estresse dos animais cultivados e gera um menor impacto ambiental (BOYD; TUCKER, 1998).

A formação de reprodutores em laboratórios possibilita a seleção genética, animais certificados e livres de patógenos, animais resistentes, melhores taxas de crescimento e mais produtivos. Segundo Arana (2004), a maturação dos organismos aquáticos depende de fatores químicos e físicos, principalmente oxigênio, temperatura e salinidade. O controle de parâmetros e o fornecimento de alimentos de qualidade possibilitam através de espécimes adultos, mesmo que imaturos, obter o processo de maturação em cativeiro. Através da formação de reprodutores em laboratório há uma maior possibilidade de controle dos fatores

externos como interno com maior domínio do ambiente para maior desempenho e controle do cultivo.

Este trabalho tem por objetivo analisar a qualidade de água na formação de reprodutores em sistemas de bioflocos para assegurar a produção com melhor qualidade na carcinicultura, favorecendo uma produção sustentável, biossegura e rentável.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 QUALIDADE DE ÁGUA

A produção aquícola se baseia no fornecimento de um ambiente favorável ao desenvolvimento rápido dos organismos aquáticos com menor degradação ambiental e menor custo. Um ambiente favorável está diretamente ligado a qualidade de água dos cultivos (BOYD; TUCKER, 1998).

A qualidade da água em aquícultura inclui fatores físicos, químicos e biológicos que afetam a sobrevivência, a reprodução, o crescimento e o manejo dos organismos aquáticos (BOYD, 1990). O monitoramento da qualidade física, química e biológica da água do cultivo auxilia na obtenção de um ambiente favorável para o desenvolvimento da espécie, prevenindo danos ao ambiente e impedindo danos na produção (BOYD, TUCKER 1998).

Os parâmetros físicos em aquícultura são temperatura, cor, turbidez, sólidos, visibilidade ou transparência. Já os químicos são pH, alcalinidade, dureza, oxigênio, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitratos e fosfatos. Os biológicos podem ser classificados com os resíduos metabólicos, fotossíntese e respiração (VAN WYK, 1999). E os microbiológicos podem ser classificados como os coliformes.

Segundo Ebeling et al (2007) a correlação entre a temperatura, sólidos suspensos totais, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, CO₂ e alcalinidade influenciam diretamente no crescimento dos animais.

A determinação na exigência da qualidade de água varia de acordo com a espécie cultivada (HERNÁNDEZ et al., 2012). Segundo Van Wyk (1999), o estágio de vida também determina a tolerância nas variações de qualidade de água, estágios iniciais dos organismos aquáticos são mais suscetíveis a toxicidade dos compostos do que animais mais desenvolvidos.

A escolha das espécies aquáticas para cultivo é influenciada pela tolerância da mesma em relação à qualidade da água. No cultivo de camarões marinhos os valores dos parâmetros de qualidade de água recomendados à espécie encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores recomendados dos parâmetros de qualidade de água no cultivo de camarões

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
Alcalinidade	≥ 100 ppm
Amônia tóxica	≤ 0,03 ppm
Nitrito	≤ 1 ppm
Nitrato	≤ 60 ppm

. Fonte - Adaptado de VAN WYK (1999)

Na carcinicultura, o camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) é a espécie mais cultivada em âmbito mundial e nacional desde 2002 (OSTRENSKY; SOTO, 2007), devido à adaptabilidade as variadas condições de cultivo, melhor conversão alimentar, melhores taxas de crescimento e sobrevivência. Segundo Van Wyk (1999), organismos aquáticos são classificados de acordo com a tolerância à salinidade, no caso o *L. vannamei* é classificado com uma espécie eurialina, uma vez que suporta grandes variações de salinidade; em relação a temperatura, os crustáceos são classificados como pecilotérmicos, pois, não apresentam a capacidade de controlar a temperatura corporal, então dependem da temperatura do meio para um equilíbrio.

A variação dos parâmetros de qualidade de água ocorre em resposta às elevadas densidades de estocagem, quantidade de alimentação e rotina de manejo e monitoramento da água (HERNÁNDEZ et al., 2012).

O monitoramento e avaliação dos parâmetros de qualidade de água dos cultivos devem ser realizados rotineiramente especialmente na formação de reprodutores em sistema de bioflocos, uma vez que o cultivo de reprodutores quando comparado com outros cultivos é mais longo e com a mínima renovação de água há o acúmulo de nutrientes que em determinadas concentrações tem efeito negativo no desenvolvimento da espécie.

2.2 MÉTODOS DE ANÁLISE DA QUALIDADE DE ÁGUA

A água doce é caracterizada por apresentar menos de 01 ppt de salinidade, já a água salgada apresenta salinidade entre 28 a 35 ppt e as água estuarinas apresentam salinidade intermediária por ser uma mistura de água salgada com água doce (VAN WYK, 1999). As análises de qualidade de água marinha são detalhadas em Strickland e Parsons (1972) e APHA (2005) (Tabela 2).

Tabela 2 - Métodos para avaliação de parâmetros de qualidade de água em aquicultura.

Parâmetro de qualidade de água	Método
Oxigênio dissolvido	Oxímetro polarográfico e Winkler
Temperatura	Termômetro de mercúrio
pH	Papel Tornasol, pH – metro de eletrodo e Phenolftaleína e outros indicadores
Amônia	Método Nessler, Berthelot ou indophenol
Nitrito	Reação de Griess ou sulfalamida
Nitrato	Redução de Cádmio
Alcalinidade	Titulação com ácido sulfúrico
Salinidade	Refratômetro
Sólidos	Filtragem

Fonte: Adaptado de VINATEA (2010).

Além da utilização de métodos laboratoriais existem alternativas viáveis com baixo custo e fácil manuseio, como os kits de análises de qualidade de água. Para análise de pH, além dos kits colorimétricos com uso de indicadores em gotas, são encontrados papéis indicadores de pH. A alcalinidade, seja em análises laboratoriais ou a campo, é determinada através do processo titulométrico e através de papel indicador. Para os compostos nitrogenados a determinação pode ser realizada através de métodos colorimétricos, como os utilizados pelos kits de análise de água, ou através de equipamentos de alto custo (espectrofotômetros). E, ainda, as sondas eletrônicas que também são alternativas para medição dos parâmetros.

2.3 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA CULTIVO DE CAMARÕES MARINHOS

2.3.1 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio é o gás mais abundante na água, depois do nitrogênio e é considerado o parâmetro mais importante de qualidade de água, uma vez que níveis baixos de oxigênio dissolvido (OD) podem levar a morte dos organismos aquáticos (VINATEA, 2010).

Segundo Boyd (1990) a saturação de OD na água varia de acordo com a temperatura, a salinidade e a pressão barométrica.

Existem quatro situações diferentes de disponibilidade de oxigênio no cultivo (PETIT, 1990, apud VINATEA, 2010):

- Independência de oxigênio (> 5mg/l): há oxigênio suficiente para o desempenho das atividades metabólicas.
- Dependência alimentar (3 - 5mg/l): a quantidade de oxigênio é insuficiente para realizar suas atividades metabólicas.
- Dependência fisiológica (2 - 3mg/l): causa estresse e mortalidade.
- Mortalidade (0 - 1mg/l): ocorre hipoxia.

O suprimento por oxigênio nos cultivos se dá através da fotossíntese pelas microalgas, oxigênio atmosférico (difusão), troca de água e através da utilização de aeradores. A saída de oxigênio do cultivo é através da respiração biológica, oxidação química, difusão e dos efluentes (VINATEA, 2010).

As variações do nível de OD na água ocorrem quando a atividade fotossintética aumenta com a luz do dia, aumentando conseqüentemente a concentração de oxigênio dissolvido no ambiente aquático, que atingindo os maiores valores ao entardecer. À noite, há o consumo do oxigênio produzido durante o dia, levando a uma diminuição dos níveis de oxigênio. As variações também ocorrem em dias nublados, aonde o produção de oxigênio através das microalgas em virtude da baixa incidência de luz nos tanques é menor e a demanda do cultivo é a mesma (BOYD, 2013).

Em sistema de bioflocos há a necessidade de aeradores 24 horas por dia e uso de geradores de energia devido à demanda de oxigênio (respiração bacteriana) ser maior do que a produção de OD (fotossíntese) (VINATEA, 2010).

Segundo Avnimelech (2012), meia hora sem aeração em sistema sem renovação de água é o suficiente para a redução do OD para níveis letais.

Segundo Ebeling et al., (2007), a concentração de oxigênio dissolvido deve ser monitorado diariamente devido a facilidade na variação em um curto espaço de tempo.

As concentrações de OD podem ser medidas através de sondas e de oxímetros.

2.3.2 pH

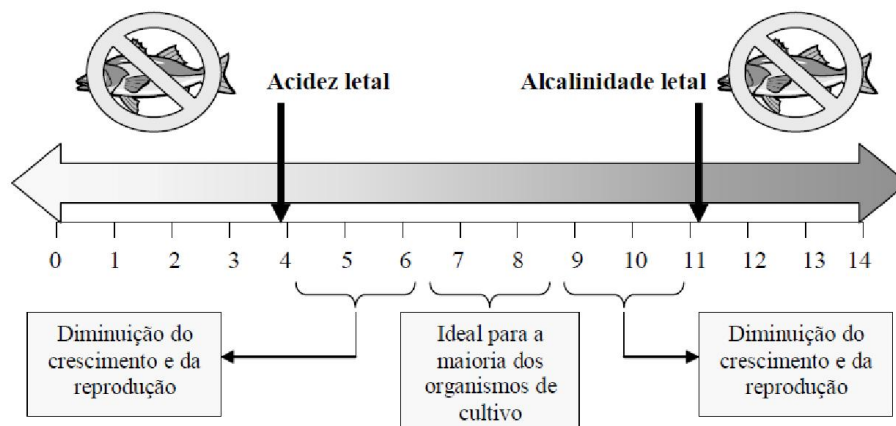
O pH é caracterizado como a concentração de íons de hidrogênio presentes na água, variando de ácida, neutra e básica, em valores de 0 a 14.. A água com pH igual a 7 é considerada neutra, níveis abaixo de 7 é ácida e acima básica (VINATEA, 2010., EBELING; TIMMONS, 2007). Ou seja, quanto mais ácida a água, menor o valor de pH e quanto mais básica, maior será o valor do pH.

Os processos de respiração e fotossíntese influenciam os valores de pH , uma vez que a liberação de CO₂ na água acidifica o meio de cultivo e o seqüestro de CO₂ eleva o pH (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). O processo de nitrificação favorece a acidificação do sistema.

Segundo Vinatea (2010) quanto maior a biomassa vegetal presente no cultivo maiores e mais freqüentes serão as variações de pH.

O pH afeta o metabolismo e os processos fisiológicos dos organismos aquáticos (Figura 2).

Figura 2 - Relação do pH com a aquicultura



Fonte (VINATEA, 2010).

A determinação dos valores de pH é realizada através do pH – metro, indicadores de pH e kits colorimétricos.

2.3.3 Alcalinidade

A alcalinidade é a capacidade da água em neutralizar ácidos, aonde a concentração total de bases é a alcalinidade total. A amônia, o hidróxido, o borato, fosfato, silicato, bicarbonato e carbonato são as principais bases. (VINATEA, 2010). Porém, os carbonatos e bicarbonatos são os principais responsáveis por manter a alcalinidade na água (EBELING; TIMMONS, 2007).

As concentrações de alcalinidade são ligadas diretamente aos valores de pH e gás carbônico (EBILING; TIMMONS, 2007). Com as altas densidades de estocagem e a limitada renovação de água, é necessário um maior controle nos níveis de alcalinidade e de CO_2 para manter o pH ideal a fim de favorecer o crescimento tanto dos organismos aquáticos quanto dos biofiltros. Uma vez que a alcalinidade é consumida no processo de nitrificação.

A alcalinidade e o pH podem ser facilmente corrigidos com a adição de insumos, como, cal hidratada e bicarbonato de sódio (FURTADO, 2011).

A alcalinidade pode ser determinada através do método de titulação.

2.3.4 Amônia

A amônia é o principal produto da excreção dos organismos aquáticos (VINATEA, 2010., EBILING; TIMMONS, 2007., BOYD, 2013). É o resultado do catabolismo das proteínas presentes no alimento e da degradação da matéria orgânica realizada pelas bactérias.

A amônia ocorre de duas formas, a amônia não-ionizada (NH_3) e o ionizada (NH_4^+), e juntas formam amônia total (NH_4^+) + (NH_3). A forma química mais tóxica é a amônia não-ionizada (NH_3), que é altamente reativa e afeta principalmente as brânquias dos organismos aquáticos (NH_3) (VINATEA, 2010., AVNIMELECH 2009., AVNIMELECH 1999).

Os organismos aquáticos conseguem converter somente uma porcentagem do alimento em proteína, o que não é assimilado é eliminado na forma amoniacal.

Diversas variáveis influenciam na toxidez da amônia, como o pH, CO_2 , oxigênio dissolvido, alcalinidade, temperatura e salinidade. Quando o pH for maior que 7, a concentração da amônia não-ionizada (NH_3) aumenta chegando a níveis tóxicos aos animais; em baixas concentrações de oxigênio dissolvido a toxicidade aumenta; o aumento da concentração de dióxido de carbono diminui a toxidez, da amônia total diminuindo conseqüentemente o pH e a amônia não ionizada; baixas temperaturas incrementam a toxidez do NH_3 e outras (VINATEA, 2010).

É determinada através de kits colorimétricos ou espectrofotômetro, assim como o nitrito e o nitrato.

2.3.5 Nitrito

O nitrito (NO_2) é o resultado intermediário da oxidação da amônia (NH_4^+) pelas bactérias nitrificantes e posteriormente é transformado em nitrato. Segundo Ebeling et al (2006), por ser o produto intermediário da transformação de amônia em nitrato, sua produção é constante, fazendo com que os organismos aquáticos estejam expostos a ele constantemente.

O nitrito é tóxico uma vez que pode levar a hipoxia, aonde a hemoglobina é transformada em meta – hemoglobina, impedindo o transporte de oxigênio aos tecidos no cultivo de peixes (VINATEA, 2010., BOYD, 2013). No cultivo de camarão,

a concentração de nitrito é tóxica a espécie uma vez que a hemocianina é transformada em meta – hemocianina, impedindo também o transporte do oxigênio.

2.3.6 Nitrato

O nitrato (NO_3^-) é o produto final da oxidação da amônia e em organismos aquáticos possui pouca toxicidade. (VINATEA, 2010).

Segundo Ebeling et al (2007), em sistemas com pouca renovação de água a desnitrificação se torna importante. Na ausência de oxigênio os organismos utilizam a o nitrato como fonte de oxigênio, continuando assim a decomposição da matéria orgânica (BOYD, 2013).

2.3.7 Salinidade

É caracterizada por ser a concentração total de íons dissolvidos na água (VINATEA, 2010). Os principais íons são o cálcio, potássio, sódio, magnésio, cloro, sulfato e bicarbonato.

A salinidade da água doce é considerada zero e a da água do mar varia de 30 a 35‰.

Uma das características do *L. vannamei* é a capacidade de sobreviver e suportar grandes variações de salinidade. Segundo Vinatea (2010), os valores de salinidade ideal par ao cultivo do camarão branco do Pacífico variam de 15 a 25‰, mas seu desempenho não é afetado em salinidades maiores ou menores.

Segundo Van Wyk (1999), a salinidade pode ser determinada através de refratômetros, salinômetros e através de medidores de condutividade.

2.3.8 Temperatura

A temperatura ambiental tem relação direta sobre o crescimento, a taxa de alimentação e o metabolismo destes animais. Segundo Vinatea (2010), é de fundamental importância para os organismos aquáticos e tem grande influência nos parâmetros físicos, químicos e biológicos.

Segundo Van Wyk (1999), a temperatura da água influencia no metabolismo do camarão. A temperatura e a velocidade de crescimento dos animais

cultivados são proporcionais, ou seja, quanto maior a temperatura, maiores as taxas de crescimento da espécie dentro dos valores recomendados à espécie (MORALES, 1989 apud VINATEA, 2010).

A determinação da temperatura é realizada por termômetros ou sondas eletrônicas

2.3.9 Sólidos suspensos totais

Sólidos suspensos totais (SST) é denominado o material em suspensão presente na coluna d água.

Os resíduos gerados nos cultivos em aqüicultura provêm de restos de alimentação, agregados de matéria orgânica, excretas, microalgas e microorganismos (CRAB et al 2007).

Altas concentrações de sólidos na água são associados a problemas de qualidade de água afetando o organismo e desempenho das espécies cultivadas (CRAB et al 2007., EBELING, TIMMONS, 2007., KAY WANG, 1990).

A determinação dos SST é através da filtração ou da gravimetria.

2.4 MANEJO E QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMA DE BIOFLOCOS

Para minimizar os impactos ambientais e diminuir os riscos de contaminação, a produção de camarão passou do sistema convencional com intensa troca de água para sistemas com limitada ou zero renovação de água. Porém, sistemas sem renovação apresentam potencial para eutrofização, resultado do aumento na concentração de matéria orgânica (THAKUR; LIN, 2003). Segundo Avnimelech (2009), a matéria orgânica serve como substrato necessário para o desenvolvimento de comunidades bacterianas heterotróficas.

Na tecnologia de cultivo em bioflocos, Biofloc Technology – (BFT) – (CRAB et al., 2007) a ação das comunidades bacterianas controla o acúmulo desses compostos nitrogenados, amônia e nitrito, que podem ser tóxicos a organismos aquáticos, (AVNIMELECH, 2009).

Na remoção da amônia, em sistemas com limitada renovação de água, ocorre uma mistura das vias de remoção baseadas em organismos fotoautotróficos,

bactérias autotróficas e bactérias heterotróficas (EBELING, TIMMONS, BISOGNI, 2006).

Sistemas super intensivos com mínima renovação de água podem, através da presença de uma biota bacteriana aeróbica e heterotrófica, contribuir para a manutenção da qualidade da água do cultivo e ainda disponibilizar alimento para os organismos cultivados. Estas bactérias têm a capacidade de sintetizar proteínas a partir do carbono orgânico e da amônia. No entanto, é fundamental que a razão carbono/nitrogênio (C/N) seja adequada para sua utilização.

No processo heterotrófico a remoção do nitrogênio amoniacal se dá pela formação de biomassa bacteriana, que pode ser aperfeiçoado com o uso de fontes de carbono (EBELING, TIMMONS, BISOGNI, 2006). Segundo Avnimelech (2009) a assimilação de compostos nitrogenados pela biomassa bacteriana substitui o uso de biofiltros e sistemas com troca de água.

A fertilização dos meios de cultivo com fontes de carbono estimula o surgimento de uma comunidade bacteriana heterotrófica, a qual tem capacidade de assimilar os compostos nitrogenados e transformá-los em proteína microbiana (AVNIMELECH, 2009).

O aumento da razão carbono/nitrogênio torna o processo de retirada da amônia através de bactérias heterotróficas mais eficiente do que a nitrificação (AVNIMELECH, 1999) devido a taxa de crescimento da biomassa microbiana por unidade de substrato ser mais rápida do que pelas bactérias nitrificantes (HARGREAVES, 2006).

As bactérias nitrificantes (*Nitrossomonas* e *Nitrobacter*) realizam a oxidação da amônia a nitrito, e posteriormente a nitrato (EBELING, TIMMONS, BISOGNI, 2006., VINATEA 2010., EBELING, TIMMONS, 2007., AVNIMELECH, 2009). Neste processo biológico, a amônia é oxidada e transformada em nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) através das bactérias nitrificantes (*Nitrossomonas* e *Nitrobacter*) (BOYD, 2013).

Na vida de controle fotoautotrófica, no processo da fotossíntese as microalgas captam da água o CO_2 como fonte de carbono e a amônia como fonte de nitrogênio (HARGRAVES, 1998).

A remoção dos compostos nitrogenados é essencial para manter a produtividade do sistema

Segundo Hargraves (2006), o cultivo em bioflocos é um sistema mixotrófico, aonde diferentes grupos de microorganismos vão interferir no metabolismo trófico.

Com a intensificação na produção e a redução na troca de água à praticamente zero, a tendência é que, dependendo da assimilação de compostos nitrogenados, estes alcancem concentrações tóxicas aos organismos aquáticos. A fim de evita tal situação e assegurar a qualidade da água, técnicas de manejo para o melhor funcionamento do sistema podem ser adotadas, como por exemplo, a relação C: N ideal para o desenvolvimento das comunidades microbianas, utilização de diferentes fontes de carbono, atividade fotossintética e respiração dos microorganismos no sistema (VINATEA et al., 2010), caracterização das comunidades microbianas presentes nos cultivos BFT e controle de sólidos suspensos totais (AVNIMELECH, 2009).

No cultivo em bioflocos a concentração de sólidos presentes na coluna d'água é elevada em resposta a demanda a quantidade de alimento, a renovação de água limitada e ao acúmulo de matéria orgânica. O acúmulo de sólidos no cultivo de camarão resulta em menor resistência a doenças e há uma redução na tolerância a baixos níveis de OD na água (AVNIMELECH, 2009). Segundo Van Wyk (1999), os baixos níveis de OD ocorrem em resposta ao consumo de oxigênio pelas bactérias heterotróficas, que tem seu crescimento favorecido em virtude do excesso de matéria orgânica e resíduos metabólicos.

A concentração de sólidos influencia no desempenho das espécies cultivadas e na qualidade da água (AVNIMELECH, 2009). Segundo Ferreira et al (2011), a concentração de sólidos no meio de cultivo interfere no processo de fotossíntese e na comunidade bacteriana.

A quantificação de sólidos pode ser feita através da análise de sólidos suspensos totais (SST), turbidez e sólidos sedimentados. O cone Imhoff também é utilizado na determinação de volume de flocos (AVNIMELECH, 2009).

A remoção de sólidos pode ser realizada através do uso de decantadores (RAY et al, 2010), flotação e filtros (AVNIMELECH, 2009).

Schveitzer (2012) observou através de análises de diferentes concentrações de sólidos suspensos totais (SST) cultivo superintensivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos que em concentrações de SST acima de 400 mg/L há uma maior estabilidade dos parâmetros de qualidade de

água. A concentração de sólidos ideal em sistema de bioflocos é de 400 a 600 mg/L (SCHVEITZER, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LMC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizado na Barra da Lagoa em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (latitude 27° 35' sul – longitude 48° 32' oeste). O cultivo experimental foi realizado no período de 19 dezembro de 2013 a 19 de maio de 2014.

O laboratório utiliza água do mar captada a 2,5 km da praia do Moçambique, localizada na costa leste da Ilha de Santa Catarina. A água captada é armazenada em duas cisternas de 300m³. Como meio de desinfecção é utilizado cloro 2 ppm e em seguida a água é neutralizada com 2,5 ppm de Tiosulfato, quando então a água é utilizada para suprir as necessidades do laboratório.

3.2 CULTIVO EXPERIMENTAL

Foram avaliados dois tanques de cultivo para formação de reprodutores de camarão (*Litopenaeus vannamei*). Os tanques são de fibra de vidro em formato circular e volume de 45 m³. São equipados com aquecedor elétrico de titânio (6000 W) e mangueiras microporosa aerotube® com aeração suprida por soprador radial elétrico (7000 W). Encontram-se localizados em estufas de cultivo.

Foram acompanhado os cultivos dos tanques 1 e 6 (Figura 3), povoados com 4.900 e 4.500 reprodutores (Figura 4) (*Litopenaeus vannamei*) respectivamente de 16,5 gramas ambos. Os animais foram alimentados três vezes ao dia (08:30, 11:30 e 17:00), com alimentação em bandejas para avaliação do consumo e se necessário ajuste da quantidade de ração ofertada. A ração utilizada foi a Guabi® 38% de proteína bruta com adição de probiótico (*Lactobacillus plantarum*).

Figura 3 -. tanque de cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos no Laboratório de camarões marinhos (LCM).



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 4 -. Formação de reprodutores em sistema de bioflocos.



Fonte: Acervo pessoal.

O cultivo teve duração de seis meses, com início no dia 19 de dezembro de 2013 e término no dia 19 de maio de 2014. Foi realizado o monitoramento da qualidade de água visando avaliação dos parâmetros de qualidade de água e o manejo adequado do cultivo de acordo com as exigências da espécie.

3.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Os parâmetros físicos e químicos de qualidade de água foram monitorados de acordo com os métodos descritos por Strickland e Parsons (1972), seguindo as recomendações de APHA 2005 (Tabela 3). As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Água do LCM.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade de água avaliados na formação de reprodutores de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM).

Parâmetro	Unidade	Método	Frequência
Oxigênio dissolvido	mg/L	Oxímetro Polarográfico YSI 550 A	2x ao dia
Temperatura	°C	Oxímetro YSI 550 A	2x ao dia
pH	U.I	pHmetro digital YSI 100	Semanal
Amônia	mg/L	Colorimétrico - Indofenol	Semanal
Nitrito	mg/L	Colorimétrico - Diazotação	Semanal
Sólidos suspensos totais	mg/L	Gravimétrico - - microfiltro de fibra de vidro, poro de 0,6 µm	Semanal
Alcalinidade	mg/L CaCO ₃	Titulométrico	Semanal
Salinidade	ppt	Refratômetro	Semanal
Sólidos Sedimentáveis	ml/L	Cone Imhoff	Semanal

Fonte: Elaborado pela autora.

3.4 MANEJO QUALIDADE DE ÁGUA

A preparação da água foi realizada no dia do povoamento, foi bombeado 15 m³ de inóculo (água de taque de biofoco maduro) e completado até 45 m³ com água clara da cisterna de abastecimento.

No cultivo em sistemas de bioflocos no LCM o manejo da qualidade de água se baseia na adição de melaço de cana, cal e tanques de sedimentação.

Foi feita fertilização orgânica com adição de melaço de cana durante a primeira semana de acordo com a quantidade de ração diária (AVNIMELECH 1999). A partir do sétimo dia de cultivo o melaço foi adicionado toda vez que a concentração de amônia total estava superior a 1 mg/L (VINATEA et al. 2010; BALOI et al. 2013; SCHVEITZER et al. 2013; SOUZA et al. 2014).

O cal foi adicionado entre 15-25% do total de ração diária toda vez que a alcalinidade obtida apresentava valores inferiores 150 mg/L (PIÉRRRI, 2012). Os

sólidos suspensos totais foram mantidos entre 400-600 mg/L (SCHVEITZER, 2012). Para isso toda vez que os sólidos atingiam 500 mg/L eram acionados tanques de decantação ou decantadores.

3.5 ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

Para acompanhar o crescimento dos camarões foi realizada biometria semanalmente. Os dados zootécnicos do cultivo foram avaliados através de cálculos de cada tanque individual conforme a seguir:

Conversão alimentar (CA): ração consumida (kg)/biomassa de camarão produzida.

$$\text{Biomassa inicial (kg.m}^3\text{)} = \text{população inicial} \times \text{peso inicial}/1000$$

Biomassa Final (kg. m⁻³) = biomassa despescada (kg)/volume do tanque (m³).

$$\text{Sobrevivência (\%)} = [\text{população final}/\text{população inicial}] \times 100.$$

Ganho de Peso Semanal (g por semana) = [peso médio final – peso inicial]/dias de cultivo * 7.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

Os valores dos parâmetros físicos e químicos obtidos no cultivo de reprodutores de *Litopenaeus vannamei* durante as 21 semanas (19 de dezembro de 2013 a 19 de maio de 2014) se mostraram dentro do recomendado à espécie.

A temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH afetam o crescimento e sobrevivência dos camarões. Durante as 21 semanas a temperatura média no tanque 1 foi de 29,7°C, máxima de 34,3°C e mínima de 24,4°C e no tanque 6 a média foi de 29,5°C, apresentando máxima de 33,4°C e mínima de 25,3°C.

A temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH afetam o crescimento e a sobrevivência dos camarões. De acordo com Van Wyk (1999), a temperatura da água influencia diretamente no metabolismo do camarão, os valores ideais de cultivo são de 28 a 32°C, mostrando que durante as 21 semanas a temperatura de ambos os tanques esteve favorável para o bom desempenho e desenvolvimento da espécie.

Em cultivos com bioflocos sem renovação de água, alta densidade de estocagem, elevada quantidade de material sólido em suspensão e o metabolismo microbiano aeróbico, contribuem para a diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido (SCHYVER et al, 2008).

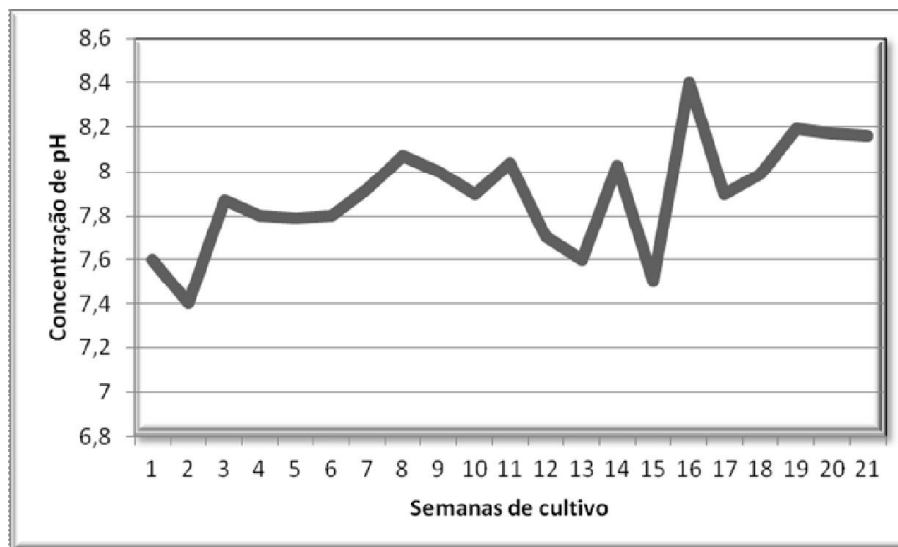
As concentrações de oxigênio dissolvido (OD), encontradas estão dentro do recomendado a espécie uma vez que segundo Van Wyk (1999), a concentração de oxigênio dissolvido deve ficar entre 5,0 e 9,0 mg/L. Durante as 21 semanas de cultivo os valores encontrados no tanque 1 foi de uma média de 5,9 mg/L, máxima de 8,32 mg/L e mínima de 4,14 mg/L e no tanque 6 a média de OD foi de 5,72 mg/L, máxima de 9,32 mg/L e mínima de 3,3 mg/L. As concentrações de oxigênio dissolvido (OD), encontradas estão dentro do recomendado à espécie, entretanto, no tanque 6 houve uma queda de OD que pode ser associado a problemas na aeração, ocasionando mortalidade (5,75% da população), levando a renovação de 15 toneladas de água.

No povoamento, em ambos os tanques, a salinidade inicial foi de 35, porém o tanque 1 apresentou média de 35,6, com máxima de 37,5 e mínima de 34,5, enquanto o tanque 6 obteve média de 35,7, máxima de 38 e mínima de 34.

Bem como a temperatura, oxigênio e a salinidade, os valores de pH durante o cultivo se mostraram compatíveis com os padrões para crescimento e sobrevivência de *Litopenaeus vannamei*. Segundo Van Wyk (1999), os valores de pH entre 7,0 e 8,0 favorecem o crescimento de bactérias nitrificantes e favorecem a diminuição da concentração de amônia não ionizada. Segundo o mesmo autor, a fotossíntese e a respiração influenciam nos valores de pH, visto que a fotossíntese aumenta o pH e a respiração reduz gerando grande variação no período de cultivo. O manejo da alcalinidade é um dos meios para se evitar tal variação, uma vez que CaCO_3 acima de 100mg/L minimiza a variação do pH. A relação de valores de pH e alcalinidade são diretamente proporcionais (Figura 6 e 7).

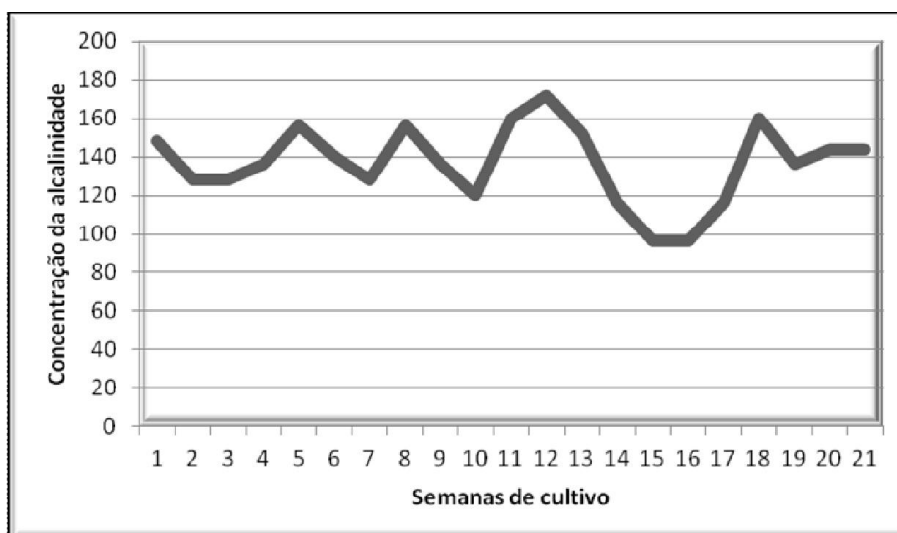
Em quatro semanas de cultivo (15^a e 16^a semana no tanque 1 e 14^a e 15^a semana no tanque 6) a alcalinidade em ambos tanque apresentou valores inferiores a 100 mg/L, uma vez que estes devem ser mantidos entre 100 e 150 mg/L (PIÉRRE, 2012).

Figura 5 - Parâmetros de qualidade de água avaliados na formação de reprodutores de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM).



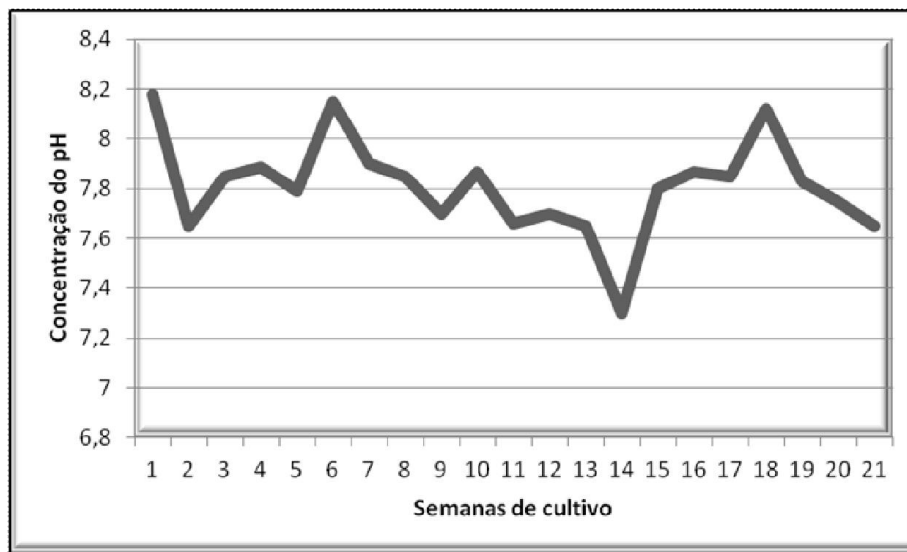
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Flutuação semanal da alcalinidade no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.



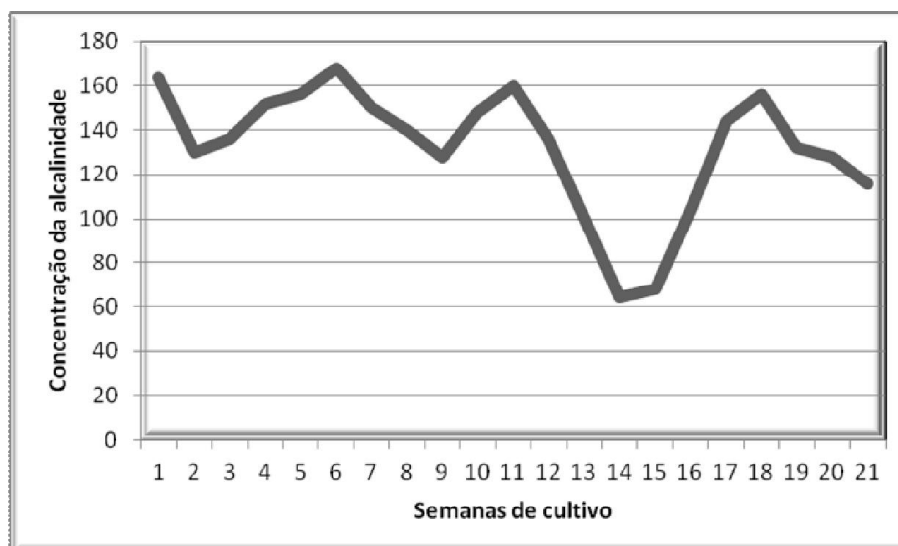
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 - Flutuação semanal de pH no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 - Flutuação semanal da alcalinidade no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.

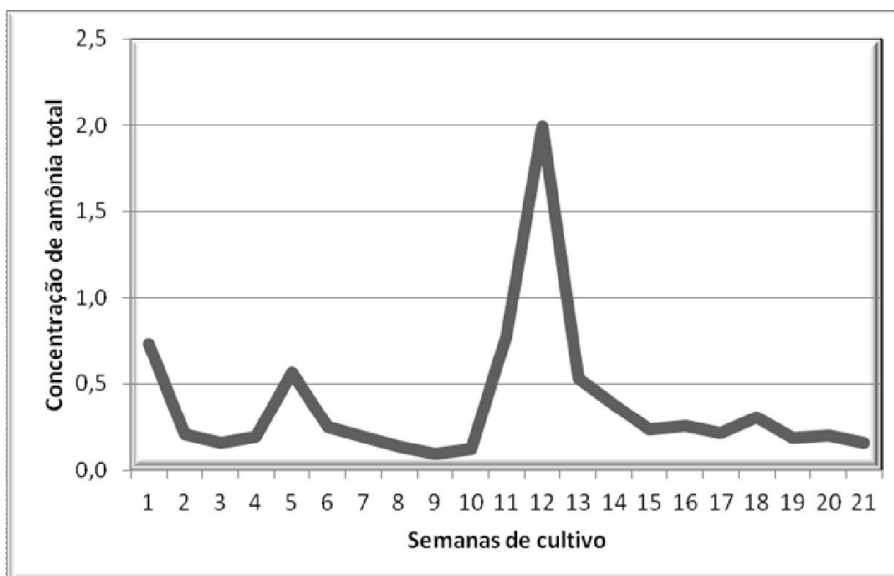


Fonte: Elaborado pela autora.

Sistemas de cultivo que apresentam o controle do nitrogênio inorgânico através da imobilização de nitrogênio são mais estáveis em relação aos valores de pH e alcalinidade quando comparados com sistemas em que ocorre o processo de nitrificação (AVNIMELECH, 2009). A queda nos valores de alcalinidade (CaCO_3), no tanque 1 com menor valor apresentado de 96 mg/L em duas semanas consecutivas (15^a e 16^a semana), enquanto no tanque 6 o valor foi de 64 e 68 mg/L na 14^a e 15^a semana respectivamente, juntamente com os menores valores de pH apresentados durante o período de cultivo, podem indicar a ocorrência de nitrificação no cultivo, uma vez que as bactérias nitrificantes consomem a alcalinidade. A alcalinidade foi corrigida com a administração de cal hidratada. Como a alcalinidade é medida somente uma vez por semana, não foi possível evitar a queda. O monitoramento de tal parâmetro superior a uma vez por semana implicaria em maior controle e menor variação.

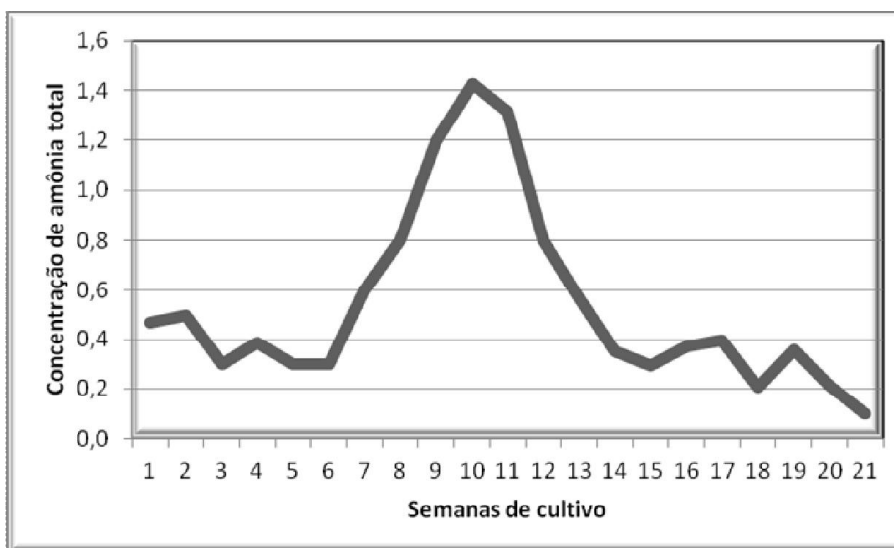
As concentrações de amônia do tanque 1 e tanque 6 são apresentadas na Figura 9 e 10 respectivamente.

Figura 9 - Flutuação semanal de amônia total no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 - Flutuação semanal de amônia total no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.



Fonte: Elaborado pela autora.

As concentrações de amônia oscilaram consideravelmente durante o período de cultivo, no qual ao longo das 21 semanas o pico ocorreu na 10ª semana no tanque 1 e na 14ª semana no tanque 6, com valores absolutos de 2,0 e 1,4 mg/L.

A amônia pode ser removida do meio aquícola por intermédio de três vias, através de microalgas que dependem da incidência solar, via autotrófica; conversão da amônia em nitrato pelas bactérias nitrificantes e pelas bactérias heterotróficas que convertem a amônia em biomassa bacteriana (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

A comunidade microbiana fotoautotrófica (microalgas) começa seu desenvolvimento nos cultivos assim que é adicionada ração, seguido das bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 2009). As microalgas são responsáveis pela imobilização de compostos nitrogenados primariamente. Segundo Van Wyk (1999), sistemas de cultivo com intensa exposição a luz solar favorecem o crescimento das algas. Porém, com maior exposição solar os flocos são mais esverdeados e mais suscetíveis, ou seja, morrem com maior facilidade.

Sistemas intensivos sem renovação de água têm a finalidade de transformar o cultivo de uma condição fotoautotrófica (microalgas) para heterotrófica (HARI et al, 2006). O uso de sombreamento em cultivos intensivos de bioflocos reduz a taxa de crescimento das microalgas, bem como o acúmulo de matéria orgânica e o desenvolvimento dos flocos limita o crescimento algal (AVNIMELECH, 2009).

O controle da comunidade bacteriana sobre os microorganismos autotróficos é realizado através do aumento da relação C/N, aonde alta concentração de carbono favorece o crescimento bacteriano (EMERENCIANO; GRAXIOLA; CUZON, 2013).

Segundo Thakur e Lin (2003), as variações na concentração de amônia total (N – NAT) e nitrito podem ser atribuídas à variação nas vias de remoção de amônia pelas microalgas ou pelas bactérias nitrificantes.

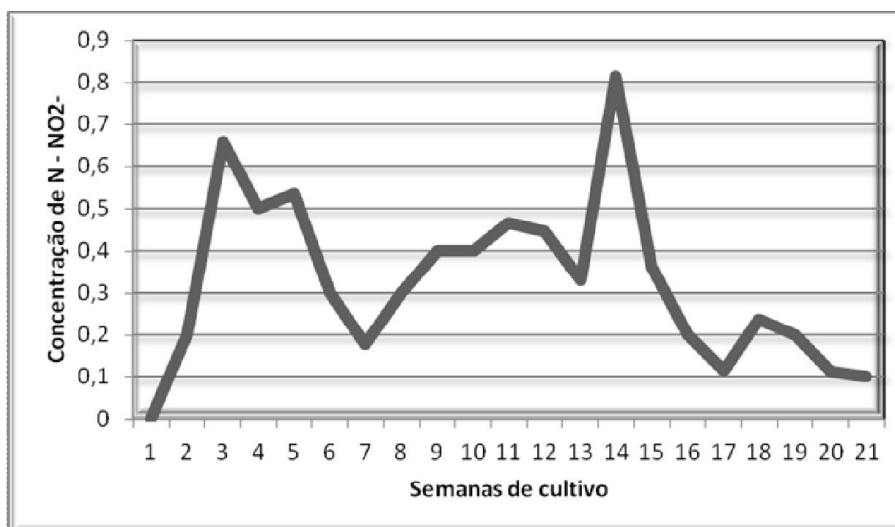
Em cultivos recém estocados a comunidade bacteriana nitrificante é escassa, tanto bactérias oxidantes da amônia como de nitrito. O desenvolvimento das bactérias nitrificantes acontece à medida que a concentração de NH_4^+ e NO_2^- aumentam no meio, de 15 a 60 dias de cultivo (AVNIMELECH, 2009).

O pico de amônia no tanque 1 ocorreu na 12ª semana, seguido de aumento de nitrito na 14ª semana de cultivo, sugerindo que levaram 10 semanas para estabelecer o processo de nitrificação. O mesmo pode ser observado no tanque 6, aonde o pico de amônia foi na 10ª semana e o pico de nitrito na 12ª semana.

Mesmo com a variação na concentração de amônia e nitrito durante os dois cultivos, estes se mantiveram dentro dos padrões recomendados para *Litopenaeus vannamei*, visto que a maior concentração de amônia se deu no tanque 1 com valor absoluto de 2,0 mg/L. Segundo Lin e Chen (2001), a concentração de amônia tóxica para a espécie é 0,16 mg/L. O valor encontrado convertido em amônia tóxica (N – NH₃) equivale a 0,07 mg/L, demonstrando que esteve inferior aos valores que são tóxicos ao camarão. Durante todo o cultivo os valores de amônia tóxica estiveram dentro do seguro para *L. vannamei*.

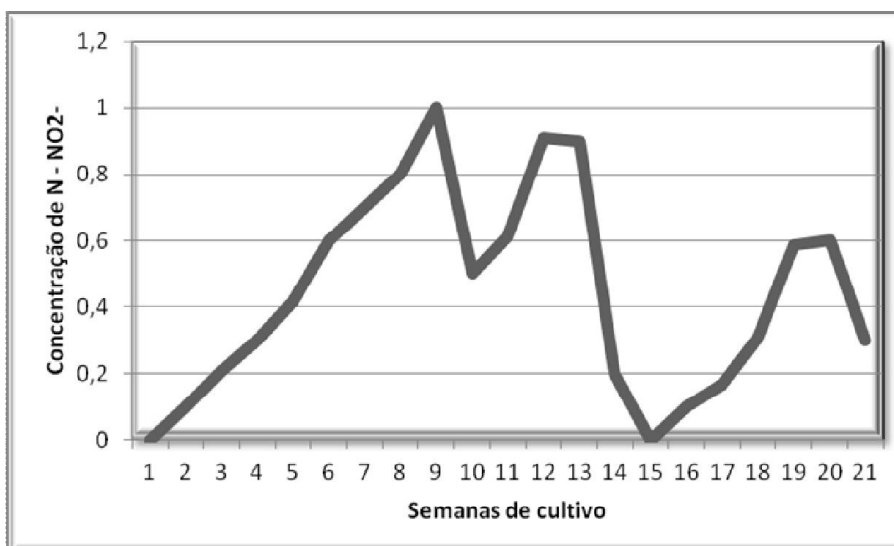
As concentrações de nitrito (NO₂-) durante o período de cultivo são encontradas nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 - Flutuação semanal de nitrito no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 12 - Flutuação semanal de nitrito no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.



Fonte: Elaborado pela autora.

A variação de nitrito no tanque 1 e 6 pode ser em decorrência da remoção de biomassa bacteriana através do uso de tanques de sedimentação.

Os níveis de nitrito recomendados em salinidade 35 são de 25,7 mg/L (LIN; CHEN, 2003), indicando que os valores de nitrito durante o cultivo estiveram bem abaixo.

O aumento na concentração de nitrito durante o cultivo pode ser em decorrência de uma baixa relação C/N gerando maior concentração de amônia, processo de oxidação incompleto, aeração baixa e até mesmo excesso de lodo (AVNIMELECH, 2009).

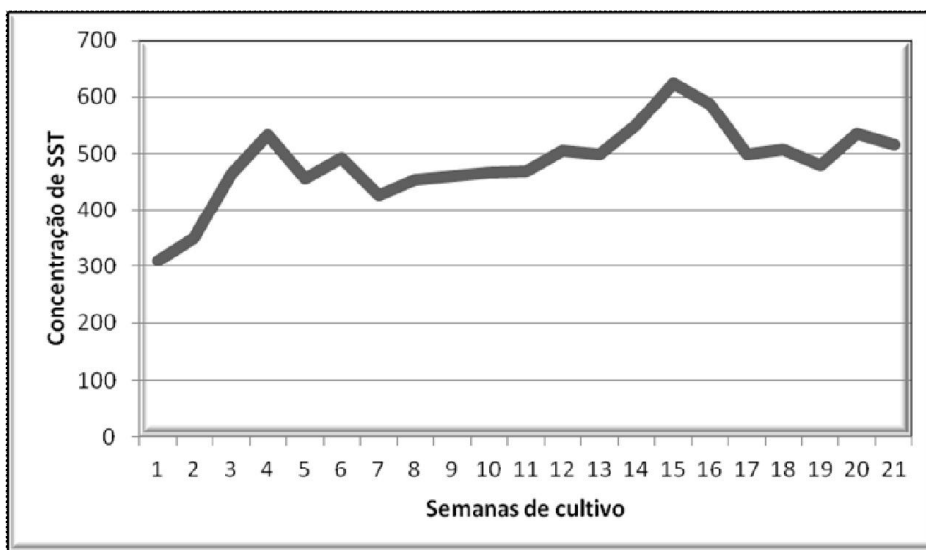
Com a adição de melão ao cultivo, os valores de amônia reduziram, como reportado por Avnimelech (2009), pois, a adição de fontes de carbono visa reduzir a concentração de amônia, estimulando a imobilização do nitrogênio inorgânico pela biomassa bacteriana.

Alta relação C/N propicia a formação da comunidade bacteriana heterotrófica acarretando na concentração de sólidos no sistema, através do uso de decantadores há remoção das bactérias nitrificantes devido a sua lenta taxa de crescimento (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006).

A concentração de sólidos suspensos totais (SST) esteve dentro dos níveis estabelecidos durante o período de cultivo, porém, valores fora do padrão

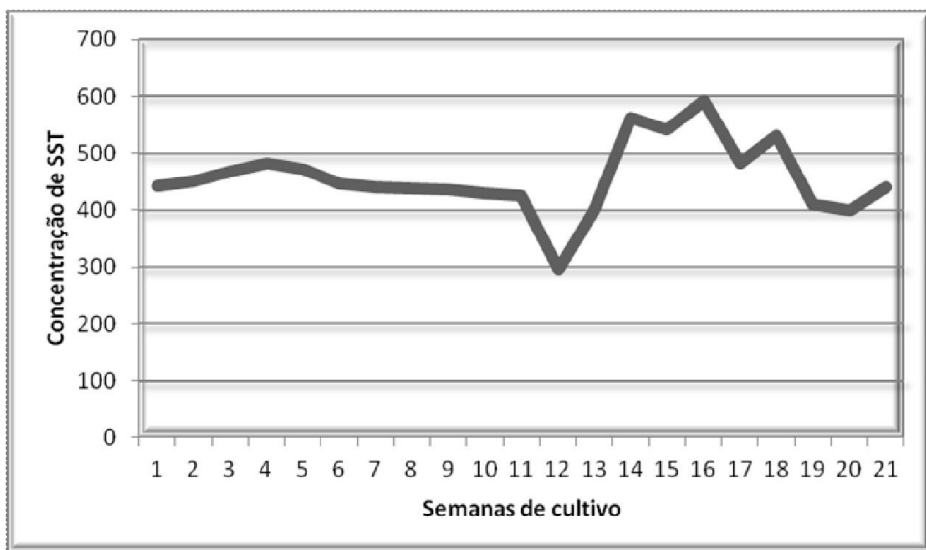
recomendado ocorreram no decorrer das 21 semanas (Figura 14 e 15), no tanque 1 nas duas primeiras semanas de cultivo e na 15ª semana e no tanque 6 na 12ª semana.

Figura 13 - Flutuação semanal de sólidos suspensos totais no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 1.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 14 - Flutuação semanal de sólidos suspensos totais no período de 140 dias de cultivo do camarão branco do Pacífico com peso inicial de 16,5 gramas, para formação de reprodutores em sistema de bioflocos no tanque 6.



Fonte: Elaborado pela autora.

Embora o uso de bioflocos como fonte de alimentação e o auxílio na qualidade de água, mas, a elevada concentração de sólidos suspensos totais (SST)

afeta o crescimento e a sobrevivência dos camarões (RAY et al., 2010). Segundo Van Wyk (1999), a concentração de sólidos em sistema de bioflocos é alta devido à reduzida troca de água, ao acúmulo de matéria orgânica e ao desenvolvimento constante de bactérias heterotróficas no cultivo.

Em sistemas de bioflocos, a concentração de sólidos é um dos fatores limitantes, juntamente com a concentração de oxigênio dissolvido (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). Sendo assim, a remoção de sólidos se torna necessária a fim de tornar o meio propício ao desenvolvimento dos organismos aquáticos. Segundo Ray et al (2010), o uso de decantadores para remoção dos sólidos auxilia na manutenção da qualidade de água e tem influência direta na taxa de crescimento do *L. vannamei*.

Segundo Schweitzer (2012), a remoção de sólidos no cultivo auxilia na estabilização do pH e do OD.

A administração de fontes de carbono estimula a produção heterotrófica (AVNIMELECH, 2009), aumentando a concentração de sólidos (EBELING; TIMMONS; BISOGNI, 2006). A utilização de melaço na 12ª semana de cultivo em virtude do aumento de amônia (2,0 mg/L) resultou em um aumento na concentração SST até a 15ª semana, sendo observado a maior concentração do mesmo no tanque 1 em todo o período de cultivo. Com elevada concentração de SST os decantadores foram ligados com o objetivo de reduzir a mesma. A frequência de utilização dos decantadores esteve associado a a necessidade de remoção de sólidos em cada tanque, com mesma vazão e tempo de funcionamento.

Os valores abaixo do indicado observado nas duas primeiras semanas de cultivo podem estar associados à baixa formação de matéria orgânica no meio. A baixa concentração de sólidos no início de cultivos é normal, por isso se faz a administração de melaço nos primeiros sete dias. Já a concentração de SST no tanque 6 abaixo de 400 mg/L (297 mg/L) está relacionado com as características dos flocos que mudam no decorrer do cultivo sob a influência de diversos fatores bióticos e abióticos. Essas características podem influenciar na eficiência dos decantadores, neste caso, parece ter aumentado a eficiência, uma vez que a vazão e o tempo de funcionamento dos decantadores são sempre os mesmos.

Schweitzer (2012), afirma que redução de SST resultou na diminuição de sólidos sedimentáveis e na turbidez. A presença de sólidos sedimentados pode ser vista através do cone de Imhoff. Segundo Avnimelech (2009), o volume de flocos em

sistema de bioflocos no cultivo de camarão deve ficar de 2 a 40 ml/L, em volumes menores de 2 ml/L é recomendado a suplementação de matéria orgânica e em valores superiores a 20 ml/L deve ser feita a renovação de água ou drenagem do cultivo. Nos tanques 1 e 6 o volume dos cones encontrados estavam nesse padrão com exceção da primeira semana, devido a pouca matéria orgânica no começo do cultivo. A média de volume de flocos encontrados no tanque 1 foi de 5,46 ml/L e no tanque 6 de 8,29 ml/L.

4.2 Índices Zootécnicos

Os índices zootécnicos após 21 semanas de cultivo na formação de reprodutores (*Litopenaeus vannamei*) em sistema de bioflocos são encontrados abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 - Índices Zootécnicos dos tanques 1 e 6.

	Tanque 1	Tanque 6
População Inicial	4900	4500
Peso Inicial (g)	16,5 g	16,5 g
Biomassa Inicial (kg)	80,85	74,25
População Final	2600	3100
Peso Final (g)	31	34
Biomassa Final (kg)	57,7	68,8
Sobrevivência (%)	53%	69%
Ganho de Peso Semanal (g)	0,725	0,87
Conversão Alimentar (kg)	4,49	3,90

Fonte: Elaborado pela autora.

A fim de cálculo de conversão alimentar, na Tabela 5 é encontrado a quantidade de ração consumida (kg) em cada tanque de cultivo.

Tabela 5 - Insumos no cultivo da formação de reprodutores no LCM.

	Tanque 1	Tanque 6
Total Ração (kg)	259,338	268,907

Fonte – Elaborado pela autora.

A densidade de estocagem de camarões é determinante na sobrevivência, ganho de peso semanal e na biomassa final do cultivo.

A conversão alimentar dos cultivos esteve acima dos padrões de sistemas superintensivos de engorda de camarões (SCHVEITZER, 2012).

Atualmente, estão facilmente disponíveis informações consistentes sobre a quantidade diária de ração consumida pelo *L. vannamei* em todas as faixas de peso (VAN WYK, 1999). No entanto, informações de conversão alimentar para camarões com peso médio de 30 gramas são escassas. A principal dificuldade de se obter boas conversões alimentares na formação de reprodutores se deve ao fato de serem cultivos longos e com sobrevivências mais baixas quando comparados a cultivos de engorda. Entretanto, a conversão alimentar elevada, está prevista no custo de formação de reprodutores, que gira em torno de 30 dólares por indivíduo (comunicação pessoal, prof. Edemar Roberto Andratta).

A sobrevivência refletiu em baixa biomassa final em ambos os tanques, uma vez que apresentam densidades semelhantes.

5 CONCLUSÃO

Quando da verificação dos tanques de cultivo para elaboração do presente trabalho, constatou-se que os parâmetros de qualidade de água avaliados mantiveram-se dentro dos valores recomendados para o cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema superintensivo com bioflocos, bem como o manejo e monitoramento do cultivo. Porém, para melhor controle do sistema, análises feitas freqüentemente auxiliaram na manutenção e favorecimento de um ambiente propício para melhor desenvolvimento da espécie.

Como em sistema de bioflocos o acúmulo de compostos nitrogenados é um dos maiores gargalos da produção, análises de nitrato realizadas ocasionalmente poderão demonstrar se a nitrificação da amônia pelos microorganismos se deu por completo. Quando comparado ao nitrito e a amônia, o nitrato, em salinidades baixas pode ser tóxico a espécie cultivada.

Juntamente com a concentração de compostos nitrogenados, o acúmulo de sólidos em sistemas sem renovação de água, altera a comunidade bacteriana e conseqüentemente o controle da amônia. O uso do cone de Imhoff auxiliará no controle das concentrações de sólidos no sistema.

REFERÊNCIAS

- ABCC – Associação Brasileira dos Criadores de Camarão. **Carcinicultura: panorama atual**, 2013. Disponível em: < <http://www.pecnordestefaec.org.br/2013/wp-content/uploads/2013/09/Carcinicultura.pdf> > Acesso em 20 de abril 2014.
- APHA (American Public Helth Association). **American Water Works Association and Water Pollution Control Association: Santadard Methods for the Examination of Water and Watewater**, 21th ed. Washington : American Public Health Association, 2005.
- ARANA L.V. **Fundamentos de Aquicultura**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.
- ARANTES, R. **Efeito da relação Carbono-Nitrogenio sobre a comunidade microbiana no cultivo super-intensivo de Litopenaeus vannamei sem renovação**. Dissertação (Curso de Pós-graduação em Aquicultura) Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, Brasil. 2007.
- AVNIMELECH Y. **Biofloc Technology**. 2. Ed.. Baton Rouge, LA: World Aquaculture Society, 2012
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**. 176: 227-235. 1999.
- AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology :a practical guide book**. Baton Rouge, Louisiana, United States: The World Aquaculture Society,. 2009.
- BALOI, M., Arantes R., Schweitzer R., Magnotti C. & Vinatea L. Performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. **Aquacultural Engineering**. 52, 39–44, 2013.
- BOYD, C. E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama: Agriculture Experiment Station; Auburn University, 1990.
- BOYD, Claude E.; TUCKER, Craig S.. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- BOYD, C. E. **Manejo da qualidade da água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho**. Recife: ABCC, 2013.
- COHEN, Jason M. et al. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *Litopenaeus vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. **Aquaculture Engineering**, Texas, v. 32, n. 3-4, p.425-442, abr. 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>> Acesso em: 18 mar. 2014

CRAB, R., Y. AVNIMELECH, et al. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**. v.270, n.1-4, p.1-14. 2007.

EBELING, James M.; TIMMONS, Michael B.; BISOGNI, J.j.. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**. v. 257, n. 1-4, p.346-358, jun. 2006.

EBELING, James M.; TIMMONS, Michael B. **Recirculating Aquaculture**. 2. Ed. Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, 2007.

EMERENCIANO, M.; GAXIOLA G.; CUZON G. **Biofloc Technology (BFT): a review for aquaculture application and animal food industry**. 2013. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/biomass-now-cultivation-and-utilization/biofloc-technology-bft-a-review-for-aquaculture-application-and-animal-food-industry>> Acesso em: 18 de maio 2014.

FERREIRA, N. C.; BONETTI, C.; SEIFFERT, W.Q. Hydrological and Water Quality Indices as management tools in marine shrimp culture. **Aquaculture**, v. 318, p. 425 – 433, 2011.

FURTADO, Carlos A.P. G. **Cultivo de camarões marinhos com tecnologia de bioflocos**. Rio de Janeiro: Panorama da Aquicultura, 2011.

HARGREAVES, J.. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. **Aquaculture**. 166, 181–212. 1998.

HARGREAVES, J. A.. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacultural Engineering**. 34, 344–363. 2006.

HARI B., KURUP B.M., VARGHESE J.T., SCHRAMA J.W., VERDEGEM M.C.J. The effect of carbohydrate addition on water quality and nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. **Aquaculture**. 252, 248 – 263, 2006.

HERNÁNDEZ, José J. C et al. Immediate water quality assessment in shrimp culture using fuzzy inference systems. **Expert Systems with Applications**, México, v. 39, p. 10571–10582, 2012.

IBAMA/MMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. **Panorama da Carcinicultura**, 2005.

KAY WANG, Jay. Managing Shrimp Ponds Water to Reduce Discharge. **Aquacultural Engineering**. Havaí, v. 9, n. 61 – 73, 1990.

LIN Y.C.; CHEN J.C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. **Journal of experimental marine biology and ecology**. 259, 109–119, 2001.

LIN Y.C. & CHEN J.C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**. 224, 193–201, 2003.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico MPA 2010**, 2010.

MOSS, Shaun M. et al. The role of selective breeding and biosecurity in the prevention of disease in penaeid shrimp aquaculture. **Journal Of Invertebrate Pathology**, Usa, v. 110, n. 2, p.247-250, 2012.

OSTRENSKY, Antônio; SOTO, José R. B. D. **Estudo Setorial para Consolidação de uma Aquicultura Sustentável no Brasil**. Curitiba, 2007.

PIEDRAHITA, Raul H.. Reducing the potential environmental impact of tank aquaculture effluents through intensification and recirculation. **Aquaculture Engineering**. Califórnia, v. 226, n. 1-4, p.35-44, 2003

PIÉRRRI, V. **Efeito da alcalinidade sobre o cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Aquicultura), Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012. Disponível em:<<http://www.bu.ufsc.br/teses/PAQI0323-D.pdf>>. Acesso em: 29 de maio 2014.

RAY, A.J., LEWIS, B.L., BROWDY, C.L., LEFFLER, J.W. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and evaluation of a plant-based feed in minimal exchange, superintensive culture systems. **Aquaculture**. 299, 89 – 98, 2010.

ROCHA, Itamar de Paiva. **Carcinicultura Brasileira: processos tecnológicos, impactos sócio-econômicos, sustentabilidade ambiental, entraves e oportunidades**. Natal: ABCC, 2011. Disponível em: <<http://institutochicomendes.org.br>>. Acesso em: 22 de maio 2014.

SCHRYVER, Peter de; VERSTRAETE, Willy. Nitrogen removal from aquaculture pond water by heterotrophic nitrogen assimilation in lab-scale sequencing batch reactors. **Bioresource Technology**. Bélgica, v. 100, n. 3, p.1162-1167, 2009.

SOUZA, D.M.; SUITA, S.M.; ROMANO, L.A.; WASIELESKY, W.Jr.; BALLESTER, E.L.C. Use of molasses as a carbon source during the nursery rearing of *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) in a Biofloc technology system. **Aquaculture Research**. 45, 270–277, 2014.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis**. Canadá: Bulletin Fisheries Research Board of Canada, 1972.

SCHVERITZER, Rodrigo. **Efeito dos sólidos suspensos totais na água e dos substratos artificiais sobre o cultivo superintensivo de *Litopenaeus vannamei* com bioflocos**. Tese de Doutorado, (Programa de Engenharia de Aquicultura), Centro de Ciências Agrárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2012.

SCHVEITZER, R.; ARANTES, R; BALOI, M.F.; COSTÓDIO, P.F.S.; VINATEA, L.A.; SEIFFERT, W. Q.; ANDREATTAA, E. R.. Use of artificial substrates in the culture of *Litopenaeus vannamei* (Biofloc System) at different stocking densities: Effects on

microbial activity, water quality and production rates. **Aquacultural Engineering**. 54, 93–103, 2013.

SCHYVER, P.; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. The basics of bioflocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**. 277, 125–137, 2008.

THAKUR, Dharendra Prasad; LIN, C. Kwei. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquaculture Engineering**, Thailand, v. 27, n. 3, p.159-176, 2003.

VAN WYK, Peter et al. **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**. Flórida: Harbor Branch Oceanographic Institution, 1999.

VINATEA, Luiz. **Qualidade da Água em Aquicultura: princípios e práticas**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.

VINATEA, L.; GÁLVEZ, A.O.; BROWDY, C.L.; STOKES, A.; VENERO, J.; HAVEMAN, J.; LEWIS, B.L.; LAWASON, A.; SHULER, A.; LEFFLER, J.W. Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: interaction of water quality variables. **Aquacultural Engineering**. 42, 17–24, 2010.