

MARCELO AUGUSTO SOARES REGO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus*
vannamei EM SISTEMAS COM BIOFLOCO E CONVENCIONAL NO LITORAL
SUL DE PERNAMBUCO**

**RECIFE,
2012**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus*
vannamei EM SISTEMAS COM BIOFLOCO E CONVENCIONAL NO LITORAL
SUL DE PERNAMBUCO**

Marcelo Augusto Soares Rego

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Sílvio Ricardo Maurano Peixoto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Roberta Borda Soares
Co-orientador

Recife,
Fevereiro/2012

Ficha catalográfica

R343a Rego, Marcelo Augusto Soares
Análise comparativa do cultivo do camarão marinho
Litopenaeus vannamei em sistemas com biofloco e
convencional no litoral sul de Pernambuco / Marcelo
Augusto Soares Rego. – Recife, 2012.
60 f. : il.

Orientador: Silvio Ricardo Maurano Peixoto.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) - Departamento de Pesca e Aquicultura,
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife,
2012.

Referências.

1.Sustentabilidade 2. Compostos nitrogenados
3. Microrganismos 4. Doenças I. Peixoto, Silvio Ricardo
Maurano, orientador II. Título

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus*
vannamei EM SISTEMAS COM BIOFLOCO E CONVENCIONAL NO LITORAL
SUL DE PERNAMBUCO**

Marcelo Augusto Soares Rego

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 07/02/2012 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Sílvio Ricardo Maurano Peixoto

(Orientador)

[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof.^a Dr.^a Roberta Borda Soares

[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. José Vitor Moreira Lima Filho

[Departamento de Biologia]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dedicatória

Dedico este trabalho a Eliane Maria Azevedo Soares e José Edmilson de Barros Wanderley Rego, que sempre apoiaram as minhas decisões e os quais eu amo muito.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, em especial ao Prof. Paulo de Paula Mendes (coordenador) e Selma Santiago (secretária) por sempre me atenderem com muita atenção nos momentos que precisei de ajuda;

Aos professores do programa de pós-graduação que contribuíram na minha formação pessoal e profissional;

Ao Prof. Dr. Silvio Peixoto e a Prof^a Dr^a. Roberta Soares, por estarem sempre de portas abertas para me receber e pela grande amizade. Agradeço muito pela oportunidade que tenho em ser orientado por vocês, os quais me guiaram nessa longa jornada acadêmica;

Ao amigo Jovencio Antonio da Silva Filho, por ter sido o meu “braço direito” na realização desse trabalho;

À “Aquicultura Campo Novo Ltda.”, na pessoa do Biólogo Felipe Ferreira e de todos os funcionários, pelo apoio e acolhida na disponibilização de suas instalações que possibilitaram a realização deste trabalho;

À Humberto pela amizade e por disponibilizar sua casa em Rio Formoso como suporte para realização do trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado;

Ao Prof. Dr. Eudes Correia por aceitar compor a banca examinadora e pelos inúmeros conselhos e ensinamentos sempre prestados;

Ao Prof. Dr. José Vitor por aceitar compor a banca examinadora;

A todos os meus amigos, Edmilson Dantas, Emanuell Felipe, Juliana Interaminense, Nathalia Calazans, Joana Vogeley, Bruna do Valle, Roberta Nery, e todas as pessoas que fazem parte da equipe do Laboratório de Tecnologia em Aqüicultura (LTA);

Aos amigos Luiz Eduardo Brito, Caio Vinicius e Lucas Vieira, pessoas que são muito importante na minha vida, companheiros nos momentos de lazer e com quem eu posso contar sempre que precisar;

Aos meus pais, Eliane Maria Azevedo Soares e José Edmilson de Barros Wanderley Rego, com os quais eu tenho estímulo para conquistar todos os objetivos na vida;

A Cecília Craveiro, por ter me ajudado na realização e conclusão final desse trabalho;

A todos familiares, amigos, colegas, companheiros, que mesmo eu não citando aqui nesse momento, são muito importantes na minha vida.

Resumo

Dentre as novas tecnologias de manejo que vem sendo propostas para a carcinocultura, o sistema “BFT” (*Bio-Floc Technology*) destaca-se por permitir o cultivo com altas densidades de estocagem, maior biosegurança e reduzida troca de água. O estudo teve como objetivo analisar o desempenho zootécnico, qualidade da água e aspectos microbiológicos no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em larga escala, em sistemas super-intensivo com formação de biofoco (BFT) e convencional (CON) no litoral sul de Pernambuco. Para o BFT foram utilizados dois tanques de 200m², estocados com 375 camarões/m² e cultivados por 130 dias. Em relação ao sistema CON, foram utilizados dois viveiros (2,85 ha cada), estocados com 12 camarões/m², cultivados por um tempo médio de 105 dias. Biometrias semanais serviram para acompanhar o crescimento dos camarões e reajustar a oferta de ração em ambos os sistemas. As variáveis físico-químicas da água foram acompanhadas diariamente e, mesmo apresentando diferença significativa entre os sistemas BFT e CON, estiveram dentro dos níveis adequados para a espécie em relação a oxigênio dissolvido, pH, temperatura e salinidade. Ao final do cultivo os camarões apresentaram peso médio \pm DP de 11,41 \pm 2,06g e 10,52 \pm 2,23g, sobrevivência de 32,4% e 59,1%, e produção (Kg/m²) de 1,39 e 0,072, para os sistemas BFT e CON, respectivamente. Com relação às concentrações dos compostos nitrogenados (NH₃ e NO₂), esses apresentaram níveis elevados durante o cultivo apenas no sistema BFT. Nos resultados referentes à microbiologia, se verificou a presença de bactérias do gênero *Vibrio* e elevada carga de coliformes fecais nos camarões cultivados no sistema CON. Já para o sistema BFT, foi constatada a presença de *Staphylococcus* coagulase-positivo nos camarões provenientes desse cultivo. Apesar dos problemas ocorridos de caráter técnico, sendo esses possíveis de serem corrigidos, o sistema BFT, empregado em escala comercial no nordeste do Brasil, demonstrou potencial para substituir o convencional, sendo uma boa alternativa para o aumento da produtividade e controle de efluentes, ratificando sua sustentabilidade.

Palavras-chave: sustentabilidade, compostos nitrogenados, microrganismos, doenças

Abstract

Among the new management technologies which have been proposed for carciniculture, the "BFT" system (Bio-Floc Technology) has shown to be key in allowing crops with high stocking densities, higher biosafety and reduced water exchange. The purpose of this study was to analyze the zoo-technical performance, water quality and the microbiological aspects of large scale culture systems of *Litopenaeus vannamei* in super-intensive with biofloc formation (BFT) and conventional (CON) systems on the southern coast of Pernambuco. For BFT, two tanks of 200m², stocked with 375 shrimp/m² were used and cultured for 130 days. Concerning the CON system, two ponds were utilized (2.85 ha each), stocked with 12 shrimps/m² cultured through a period of time averaging 105 days. Weekly biometrics helped monitor shrimp growth and adjust feeding supply in both systems. The water physico-chemical variables were monitored daily, and even with significant differences between the BFT and CON systems, they were within appropriate levels for the species in relation to dissolved oxygen, pH, temperature and salinity. At the end of culture, shrimps displayed mean weight \pm SD of 11,41 \pm 2,06 g and 10,52 \pm 2,23 g, survival rate of 32,4% and 59,1%, and production (Kg/m²) of 1,39 and 0,072, for BFT and CON systems, respectively. With respect to the concentrations of nitrogen compounds (NH₃ and NO₂), levels were high during the cultivation only in the BFT system. In the results related to microbiology, there was the presence of bacteria of the genus *Vibrio* and high load of fecal coliform in the shrimp cultured in the CON system. As for the BFT system, the presence of *Staphylococcus* coagulase-positive was found in shrimps from this culture. Despite the technical problems, which can be easily corrected, the BFT system utilized on a commercial scale in northeastern of Brazil showed great potential for replacing the conventional one, and may become a good alternative to increase productivity and control of effluents, thus confirming its sustainability.

Key words: sustainability, nitrogen compounds, microorganisms, diseases.

Lista de figuras

	Página
Figura 1- Pluviometria (mm/m^2) e salinidade ao longo do período de cultivo de <i>L. vannamei</i> nos sistemas convencional e com formação de biofoco (BFT).....	36
Figura 2- Transparência da água ao longo do período de cultivo de <i>L. vannamei</i> nos sistemas com formação de biofoco (BFT) e convencional (CON).....	38
Figura 3- Variação semanal do volume de floco no sistema BFT ao longo do cultivo de <i>L. vannamei</i>	39
Figura 4- Crescimento médio em peso do camarão <i>L. vannamei</i> cultivado em sistemas BFT e convencional (CON) durante o período do estudo	40
Figura 5- Concentração de amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrito (NO_2^-) e nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) ao longo do cultivo de camarão marinho <i>L. vannamei</i> em sistema fechado com formação de biofoco (BFT)	44

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1- Valores médios (\pm EP) da temperatura ($^{\circ}$ C), salinidade, pH e oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) da água de cultivo dos sistemas com formação de biofloco (BFT) e convencional (CON).....	35
Tabela 2- Resultados finais referentes ao cultivo do camarão marinho <i>L. vannamei</i> em sistemas com formação de biofloco (BFT) e convencional (CON)	41
Tabela 3- Resultados obtidos para as análises microbiológicas dos camarões e da água no final do cultivo dos sistemas convencional (CON) e com formação de biofloco (BFT) ...	45

Sumário

Página

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	14
3- Referência bibliográfica	21
4- Artigo científico	26
4.1- Normas da Revista Boletim do Instituto de Pesca	52

1- Introdução

A estagnação da oferta de camarão oriunda da pesca faz da carcinicultura a mais importante atividade no aumento da produção desse pescado, além de gerar empregos e renda para as comunidades costeiras (FAO, 2009). O fato da carne do camarão ser fonte de nutrientes, como minerais, ácidos graxos essenciais e proteína, torna seu consumo um hábito benéfico à saúde humana, incentivando o aumento da procura por esse produto, bem como o crescimento da carcinicultura no mundo (FAO, 2009). Embora tais benefícios da carcinicultura sejam reconhecidos, o modelo semi-intensivo de produção em viveiros tem contribuído para a atividade ser considerada como vilã pelos ambientalistas, pois ao liberar efluentes, eutrofiza o ecossistema, bem como acaba por promover a fuga de espécies exóticas ao meio ambiente, favorecendo assim a disseminação de doenças, entre outros problemas (BOYD, 2003).

Desde o início do cultivo comercial do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no Brasil, em 1996, até o ano de 2003, sua produção apresentou crescimento elevado devido, principalmente, ao aumento da densidade de cultivo em sistema convencional. Porém, a partir de 2004, por motivo de manejo inadequado, o desempenho da produção brasileira foi afetado por diversos problemas, entre esses, doenças como o vírus IMNV (Mionecrose Infecciosa) (MADRI, 2005).

Como alternativa para os problemas decorrentes da carcinicultura convencional, nos últimos anos tem sido estudado um sistema de cultivo de camarão denominado BFT (*Bio-Floc Technology*), caracterizado por utilizar altas densidades de cultivo, promovendo o aumento da produtividade; pela biossegurança, evitando a fuga da espécie cultivada para o ecossistema; e pela pouca, ou nenhuma troca de água, eliminando a emissão de efluentes para o meio ambiente (MCINTOSH et al., 2000; BURFORD et al., 2003). O sistema BFT tem

como característica a formação de agregados microbianos, chamados de bioflocos, compostos por bactérias, algas filamentosas, protozoários e zooplâncton (AVNIMELECH, 2009). Diversos estudos demonstram que os bioflocos formados no sistema BFT, através da adição de uma fonte de carbono, tem alto valor protéico e pode ser consumido pelo camarão cultivado, possibilitando assim a diminuição do nível de proteína e da quantidade de ração utilizada no cultivo, e assim reduzir os custos de produção (AVNIMELECH, 1999; MCINTOSH et al., 2000; BURFORD et al., 2003; HARI et al., 2004; CRAB et al., 2007). Outra característica do sistema BFT é a capacidade de reciclar a matéria orgânica acumulada, pois ocorre a formação de uma comunidade bacteriana capaz de degradar os resíduos existentes, além de converter os compostos nitrogenados em biomassa microbiana (AVNIMELECH, 1999; HARI et al., 2004; EBELING et al., 2006; SAMOCHA et al., 2007).

A utilização do sistema BFT em substituição ao cultivo convencional de camarão parece ser a forma mais indicada para promover o crescimento da carcinicultura de forma sustentável, pois apresenta potencial para aumentar a produtividade, diminuir a quantidade de proteína na ração, além de gerar menor impacto ambiental e utilizar áreas menores de cultivo.

2- Revisão de literatura

2.1 A carcinicultura marinha

A partir da década de 80 houve, em termos comerciais, a consolidação e o crescimento mundial do cultivo de camarões marinhos, decorrentes do avanço das tecnologias de reprodução em cativeiro e de larvicultura, da crescente demanda do produto no mercado internacional, da boa rentabilidade do agronegócio e de sua capacidade em gerar renda, empregos e divisas (ROCHA e RODRIGUES, 2004). Estudos realizados nessa época defendiam a necessidade das altas taxas de renovação das águas dos viveiros, para a remoção dos resíduos metabólicos potencialmente tóxicos, considerados fator limitante na produção de camarões (HOSSAIN et al., 2004).

Dentre as espécies mais exploradas por este setor, destaca-se o camarão-branco do Pacífico *L. vannamei*, o qual proporcionou ao Brasil um extraordinário crescimento no início dessa década, quando foram produzidas 90.190 t em 2003, atingindo produtividade média de 6.083 kg/ha/ano, considerada a maior já registrada entre todos os países produtores (ROCHA e RODRIGUES, 2004).

2.2 A problemática de cultivos convencionais

A carcinicultura marinha vem sofrendo severas críticas, tanto a nível mundial quanto nacional, a respeito dos danos que podem causar ao meio ambiente. Dentre as principais estão: ocupação de ecossistemas costeiros alagados e destruição de manguezais, alteração nos fluxos hidrológicos dos estuários, introdução de espécies exóticas, poluição química e orgânica, disseminação de enfermidades, entre outras (OSTRENSKY e BARBIERI, 2002). O seu desenvolvimento instiga a especulação sobre os aspectos ambientais inerentes às etapas de produção e, conseqüentemente, sobre os impactos provocados aos ecossistemas naturais

(GAA, 2003). Nesse contexto, o “Código de Boas Práticas na Criação de Camarão da Aliança Global de Aqüicultura” chama a atenção para dois aspectos: (1) os requisitos de qualidade da água para o cultivo, e (2) os possíveis efeitos das trocas de água e da drenagem durante as despescas sobre os corpos hídricos receptores.

Durante os cultivos convencionais, não é possível aumentar a produção de camarão sem a realização de renovações de água devido ao acúmulo de sobras de ração, fezes e resíduos metabólicos nos viveiros. Entretanto, muitas vezes a água de cultivo é captada à jusante de grandes cidades, de áreas agrícolas e industriais, podendo vir contaminada com esgotos, pesticidas e outras substâncias químicas que podem causar problemas no processo produtivo e na qualidade do produto final (GAA, 2003). São observados ainda problemas associados a captação de água contaminada por efluentes oriundos de outras fazendas adjacentes, o que compromete drasticamente a biosegurança destes cultivos tradicionais (AVNIMELECH, 2009).

2.3 Consumo de camarões e saúde pública

A transmissão de microrganismos e parasitas ao homem pode ocorrer de diversas formas, incluindo o consumo de produtos marinhos, como peixes, moluscos e crustáceos provenientes da aquicultura. As toxinfecções alimentares provocadas por parasitas (trematódeos), bactérias patogênicas, resíduos de agrotóxicos, medicamentos veterinários e metais pesados, são os principais perigos identificados no consumo dos organismos cultivados (BEIRÃO et al., 2001).

Os bacilos Gram-negativos são os principais representantes da microbiota natural dos crustáceos marinhos de águas temperadas, já nos camarões tropicais a microbiota é composta por micrococos, corineformes e bacilos Gram-negativos (ICMSF, 1985). Contudo, esta

composição pode ser alterada em função da carga microbiana da água onde se encontra o animal. Desta forma, a utilização de boas práticas de manejo ao longo da produção dos animais pode garantir um produto final de melhor qualidade também no aspecto sanitário.

Os produtos marinhos são contaminados, principalmente, por dois grupos de bactérias (HUSS et al., 2000): o primeiro grupo inclui as que se encontram naturalmente no ambiente como *Aeromonas hydrophila*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus* e *Listeria monocytogenes*; o segundo grupo inclui aquelas presentes devido à contaminação por resíduos humanos como *Salmonella* sp, *Shigella* sp e *Escherichia coli* (*Enterobacteriaceas*).

Segundo Vandenberghe et al. (2003), os vibrios são os microrganismos mais importantes na aquicultura pois infectam diversos organismos marinhos, como crustáceos, peixes e moluscos. Análises realizadas em camarões após sua despesca (*in natura*) já indicaram a presença de diversas bactérias do gênero *Vibrio*, entre elas *V. parahaemolyticus*, *V. dansela*, *V. alginolyticus*, *V. fluvialis* (HOSSEINI et al., 2003) e *V. vulnificus* (NASCIMENTO et al., 2001).

A infecção humana por vibrios através do consumo de frutos do mar contaminados pode trazer sérias consequências. O *V. parahaemolyticus* é relacionado a um grande número de intoxicações alimentares decorrente do consumo de frutos do mar. Da mesma forma o *V. vulnificus* tem sido relacionado com feridas infeccionadas e casos de gastroenterites e septicemia primária, podendo inclusive ser letal (NASCIMENTO et al., 2001).

Algumas espécies do gênero *Aeromonas* spp., presentes naturalmente no meio aquático, como a *A. hydrophila*, também pode desencadear sintomas de diarreia em humanos, indicando que moluscos, peixes e crustáceos podem ser veículos de intoxicação alimentar (HANNINEM, 1997). A transmissão de bactérias patogênicas de origem entérica, incluindo

Salmonella sp, procedentes do consumo de produtos marinhos também têm sido relatada (HUSS et al., 2000).

O texto do Código de Práticas para Produtos Pesqueiros, da Comissão do Codex Alimentarius, que inclui os produtos da aquicultura, recomenda uma atenção especial no controle de agentes patogênicos biológicos, como as bactérias (*Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Vibrio* spp.) e parasitas (*Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis* spp.), contaminantes químicos (metais pesados, pesticidas, reagentes químicos industriais) e resíduos de medicamentos veterinários (antibióticos, parasiticidas).

Segundo ABCC (2005), “a conquista da qualidade é, atualmente, um requisito essencial para se permanecer no mercado”. Desta forma é necessário o cumprimento de especificações de qualidade, estabelecidas tanto pelas autoridades brasileiras como pelas autoridades sanitárias dos países para os quais o camarão é exportado. Além disso, o documento ressalta que “a adoção de um programa de qualidade na fazenda não é um entrave à produção, e sim um sinônimo de produtividade e competitividade”.

2.4 O descarte de efluentes e o desenvolvimento tecnológico

Hossain et al. (2004) concluíram que através de um manejo adequado dos tanques de cultivo, a troca de água pode chegar à zero em áreas costeiras. O “Código de conduta para o desenvolvimento sustentável e responsável da carcinicultura brasileira” estabelece entre outros compromissos: (1) que a taxa de renovação deve acompanhar a tendência de troca zero, buscando sistemas de recirculação e trocas mínimas, adaptando o modelo às condições locais da fazenda; (2) que a drenagem dos viveiros seja feita de forma que minimize a suspensão dos sedimentos, evite a velocidade excessiva da água nos canais e nas comportas de saída, e contemple sistemas de redução de material em suspensão na água residual (ABCC, 2004).

Os efluentes descartados pelas fazendas de camarão, assim como os de origem industrial e doméstica, contribuem para elevações do pH, turbidez, sólidos suspensos, condutividade elétrica, fósforo total, clorofila “a”, demanda biológica do oxigênio (DBO), amônia total e alcalinidade do corpo receptor (VINATEA, 2003). Os valores de sólidos suspensos totais, fósforo total, amônia total, clorofila “a” e DBO, associados à elevada vazão dos efluentes, representam uma grande carga de poluição para os recursos hídricos superficiais, sendo causa potencial dos assoreamentos no leito dos rios e eutrofização de suas águas (AYERSA e WESTCOT, 1991; VINATEA, 2003). Os sólidos suspensos totais e os sedimentáveis liberados durante as despescas de viveiros de camarões, geralmente apresentam concentrações que ultrapassam os níveis máximos estabelecidos pela legislação federal e estadual para o lançamento de efluentes diretamente em corpos hídricos. O impacto dessa carga poluidora é maior devido ao lançamento de todo o volume dos viveiros, de maneira direta e sem tratamento prévio, em corpos de água, que muitas vezes abastecem toda uma região (FIGUEIREDO et al., 2005).

A grande concorrência no mercado mundial induz à utilização de cultivos com altas densidades de estocagem e alimentação baseada em rações comerciais com alto teor de proteína. Estas rações se tornaram um dos maiores custos da produção de camarões, principalmente por utilizarem em suas formulações a farinha de peixe como fonte principal de proteína. A proteína é adicionada às rações em altos teores para estimular o rápido crescimento dos animais, porém grande parte do nitrogênio não é assimilado pelos camarões. Assim, o nitrogênio perdido acaba estimulando o crescimento da biota natural dos viveiros, em particular o fitoplâncton e as comunidades bacterianas. O fitoplâncton se desenvolve diariamente e sua instabilidade (mortalidades em massa) pode causar efeitos deletérios na qualidade da água e do sedimento. Para minimizar esses efeitos indesejáveis, os produtores

renovam a água dos cultivos periodicamente (OSTRENSKY e BARBIERI, 2002; VINATEA, 2003). Como resultado, cerca de 30 a 60% da proteína fornecida é perdida neste processo. Além disso, a liberação destas águas, ricas em nutrientes e sólidos em suspensão, causa efeitos negativos no ambiente e a pressão dos órgãos ambientais para que as fazendas tratem e reduzam esses efluentes é cada vez maior (VINATEA, 2003).

Atualmente, vem surgindo uma tendência mundial pela utilização de sistemas de cultivo mais produtivos, eficientes e sustentáveis, de baixo impacto ambiental e menos exposto a ação de patógenos (HOROWITZ e HOROWITZ, 2001, 2002, 2003). Neste contexto, existe um grande interesse em minimizar os impactos gerados pela carcinicultura e os esforços atuais estão direcionados em sistemas com formação de biofoco sem troca de água objetivando a redução da emissão de efluentes e aumento da biosegurança (BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006). Além destas vantagens, a elevada produtividade do sistema com biofoco é um dos maiores atrativos para os produtores investirem nesta nova tecnologia (FARZANFAR, 2006; CRAB et al., 2007; EMERENCIANO et al., 2007).

2.5 Os sistemas super-intensivos sem renovação de água

Nos cultivos com formação de biofoco, a característica comunidade autotrófica fitoplantônica é substituída por uma comunidade bacteriana heterotrófica mais estável. O sistema com biofoco baseia-se na manipulação das comunidades bacterianas presentes no meio aquático, as quais são capazes de processar a matéria orgânica acumulada, assimilar compostos nitrogenados e convertê-los em proteína bacteriana. Para aumentar a eficiência deste processo, a relação Carbono:Nitrogênio deve ser mantida em níveis acima de 10:1, respectivamente (AVINIMELECH, 1999, 2007). Para atingir a relação desejada, se faz necessária a adição de uma fonte extra de carbono orgânico. O melaço da cana-de-açúcar é

comumente utilizado para este fim, possibilitando o equilíbrio desejado da relação C:N, o que facilita a imobilização do nitrogênio presente no meio de cultivo (CRAB et al., 2007; SAMOCHA et al., 2007).

As bactérias heterotróficas associam-se a detritos orgânicos, partículas inorgânicas, microalgas, protozoários, entre outros, formando agregados microbianos conhecidos como bioflocos ou flocos microbianos. Com o desenvolvimento destes bioflocos são aumentadas as taxas de assimilação de nutrientes orgânicos dissolvidos e a reciclagem dos nutrientes inorgânicos. Além disto, os bioflocos podem ser consumidos diretamente pelos camarões contribuindo com a reciclagem dos nutrientes em biomassa de camarão (BURFORD et al., 2003, 2004; HARGREAVES, 2006). Resultados preliminares demonstraram que os bioflocos podem conter até 42% de proteína bruta e 8% de lipídios totais (SOARES et al., 2004), sugerindo seu potencial para contribuir com a nutrição dos camarões, e redução das exigências por proteínas exógenas.

Estudos para o aprimoramento da tecnologia dos sistemas com formação de biofloco vêm sendo desenvolvidos em alguns países, com destaque para as pesquisas realizadas com *L. vannamei* em Belize, nos Estados Unidos e no Equador. As altas produtividades alcançadas nesses locais e a manutenção de uma boa qualidade da água refletem a eficiência deste sistema de cultivo. Desde 2000, o centro de pesquisas Waddell Mariculture Center (EUA) tem focado seus estudos no uso do sistema com formação de biofloco para o cultivo de *L. vannamei* em tanques do tipo “raceways” dentro de estufas. Com valores de estocagem de até 500 camarões/m², tem atingido produtividade acima de 6,0Kg/m², com alta sobrevivência (>70%) e taxa de crescimento (1,5g/semana), utilizando a mesma água por vários ciclos (VENERO et al., 2009).

A possível contaminação dos camarões por microrganismos potencialmente patogênicos para o ser humano através da água de entrada nos viveiros e a geração de efluentes com altas cargas de matéria orgânica e inorgânica despejados no meio ambiente reforçam a necessidade da substituição dos modelos convencionais de cultivo por tecnologias que permitam minimizar, ou até eliminar esses problemas. A partir das necessidades observadas, esse trabalho teve como meta comparar o cultivo de *L. vannamei* realizado em sistema BFT com o modelo convencional, ambos realizados no estado de Pernambuco, Brasil.

3- Referência bibliográfica

ABCC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Código de conduta para o desenvolvimento sustentável e responsável da carcinicultura brasileira. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://masrv56.agricultura.gov.br/seap/conduta/pdf/cc>>. Acesso em: 18/04/2005.

ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Produção mundial de camarão: principais produtores, mercados e oportunidades para o Brasil. **Revista da associação brasileira de criadores de camarão – ABCC**. Ed. 1, p.50 – 59, 2009.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de Ghevyi, H.R.; Medeiros, J.F.; Damasceno, F.A.V. 1991. Campina Grande: UFPB.

AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.176, p.227-235, 1999.

AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. **Aquaculture**, v.264, p.140–147, 2007.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology, a practical guide book**. World Aquaculture Society. 182p., 2009.

BEIRÃO, L. H.; TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; SANTO, M. L. P. E. Processamento e industrialização de moluscos. Disponível em: <http://www.acaq.org.br/arquivos/processamento_indust.PDF>. Acesso em: 22 setembro 2003.

BOYD, C.E. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. **Aquaculture**, v.226, p.101-112, 2003.

BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. Nutrient and microbial dynamics in high intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, 219, p. 393-411, 2003.

BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high intensity, zero-exchange system. **Aquaculture**, 232, p. 525-537, 2004.

CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Nitrogen removal in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v. 270 (1-4), p. 1-14, 2007.

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

EMERENCIANO, M.G.C.; WASIELESKY, W.J.; SOARES, R.B.; BALLESTER, E.C.; IZEPPI, E.M.; CAVALLI, R.O. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase de berçário em meio heterotrófico. **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.29 (1), p.1-7, 2007.

FAO. 2009. The state of World Fisheries and Aquaculture. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 22 setembro 2011.

FARZANFAR, A. The use of probiotics in shrimp aquaculture. **Imunol. Med. Microbiol.**, v.48, p.149-158, 2006.

FIGUEIREDO, M.C.B.; ARAÚJO, L.F.P.; GOMES, R.B.; ROSA, M.F.; PAULINO, W.D.; MORAIS, L.F.S. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. **Eng. Sanit. Ambiental**. v.10, Nº 2, p.167-174, 2005.

GAA, 2003. Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming. Disponível em: <www.Gaalliance.org/code.html>. Acesso em: 13 fevereiro 2003.

HANNINEN, M.L.; OIVANEN, P.; HIRVELA-KOSKI, V. Aeromonas species in fish, fish-eggs, shrimp and freshwater. **International Journal of Food Microbiology**, v.34, p.17–26, 1997.

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

HARI, B.; MADHUSOODANA, K.; VARGHESE, J.T.; SCHAMA, J.W.; VERDEGEM, M.C.J. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v.241, 179-194, 2004.

HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. Disease control in shrimp aquaculture from a microbial ecology perspective. In: Browdy, C.L.; Jory, D. (Ed.). Proceedings of the special session on sustainable shrimp farming, May 22–25. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p.199–218, 2001.

HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. Microbial intervention in aquaculture. In: Lee, C.S.; O'Bryen, P. (Ed.). Proceedings of Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p.119–131, 2002.

HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. Biosecurity, biofiltration and microbiological community role in sustainable shrimp farming, In: Jory, D.E., (Ed.). Proceedings of a Special Session on Shrimp Farming. Responsible Aquaculture for a Secure Future. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p.157–165, 2003.

HOSSAIN, S. et al. Integrated management approach for shrimp culture development in the coastal environment of Bangladesh. *World Aquaculture*. v.35, N°1, 2004.

HOSSEINI, H.; CHERAGHALI, M. A. et al. Incidence of *Vibrio* spp. in shrimp caught off the south coast of Iran. **Food Control**, v.15, p. 187-190, 2003.

HUSS, H. H.; REILLY, A.; EMBAREK, K. B. Prevention and control of hazards in seafood. **Food Control**, v.11, p.149-156, 2000.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS – ICMSF. *Ecologia Microbiana de los Alimentos 2*, Espanha: Zaragoza. 1985.

MADRID, R. M. Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. Que fazer? *Revista da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão*. Ano 7. N°1, 2005.

MCINTOSH, B.J.; SAMOCHA, T.M.; JONES, E.R.; LAWRENCE, A.L.; MCKEE, D.A. The effect of a bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vanammei* with low-protein diet on outdoor tank system and no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v.21, p.215-227, 2000.

NASCIMENTO, S. M. M.; VIEIRA, R. H. S.; THEOPHILO, G. N. D. et al. *Vibrio vulnificus*: um fator de risco para a saúde do consumidor de camarões. **Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo**, v.43, N°5, p.263-266, 2001.

OSTRENSKY, N.A.; BARBIERI, R.C.J. **Camarões Marinhos**. Aprenda Fácil, 2002, 367p..

ROCHA, I.P.; RODRIGUES, J. A carcinicultura brasileira em 2003. Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão, v.6, p.30-36, 2004.

SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A.; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. Use of molasses as source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p.184-191, 2007.

SOARES, R.; JACKSON, C.; COMAN, F.; PRESTON, N. Nutricional composition of flocculated material in experimental zero-exchange system for *Penaeus monodon*. In: Australasian Aquaculture, 2004, Sydney. Australasian Aquaculture 2004 - Profiting from Sustainability. 2004, 98p..

VANDENBERGUE, J.; THOMPSON, F. L. et al. Phenotypic diversity amongst *Vibrio* isolates from marine aquaculture systems. **Aquaculture**, v.219, p.09–20, 2003.

VENERO, J.A.; MCABEE, B.; LAWSON, A.; LEWIS, B.L.; STOKES, A.D.; LEFFLER, J.W.; BROWDY, C.L. Greenhouse-Enclosed Superintensive Shrimp Production: Alternative to Traditional Ponds in U.S. Global Aquaculture Advocate, p.61-64, 2009.

VINATEA, L. Código de conduta para uma aquicultura responsável: realidade ou utopia?. In: Paulo Freire Vieira. (Org.). **Conservação da diversidade biológica e cultural em zonas costeiras: enfoques e experiências na América Latina e no Caribe**. 1 ed. Florianópolis: APED, v.1, p.447-464, 2003.

WASIELESKY JR., W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.258, p.396-403, 2006.

4- Artigo científico

Análise comparativa do cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistemas com biofloco e convencional no litoral sul de Pernambuco, Brasil

Comparative analysis of the cultivation of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* in biofloco and conventional systems on the southern coast of Pernambuco, Brazil

Marcelo Rego, Juliana Interaminense, Edmilson Dantas, Bruna do Valle, Euclides Silva, Jovencio Silva Filho, Felipe Ferreira, Roberta Soares, Silvio Peixoto

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Boletim do Instituto de Pesca**.

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

ANÁLISE COMPARATIVA DO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei* EM SISTEMAS COM BIOFLOCO E CONVENCIONAL NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CULTIVATION OF MARINE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* IN BIOFLOCO AND CONVENTIONAL SYSTEMS ON THE SOUTHERN COAST OF PERNAMBUCO, BRAZIL

Marcelo Rego¹, Juliana Interaminense, Edmilson Dantas, Bruna do Valle, Euclides Silva, Jovencio Silva Filho, Felipe Ferreira, Roberta Soares, Silvio Peixoto

RESUMO

Dentre as novas tecnologias de manejo que vem sendo propostas para a carcinocultura, o sistema "BFT" (*Bio-Floc Technology*) destaca-se por permitir o cultivo com altas densidades de estocagem, maior biosegurança e reduzida troca de água. O estudo teve como objetivo analisar o desempenho zootécnico, qualidade da água e aspectos microbiológicos no cultivo de *Litopenaeus vannamei* em larga escala, em sistemas super-intensivo com formação de biofoco (BFT) e convencional (CON) no litoral sul de Pernambuco. Para o BFT foram utilizados dois tanques de 200m², estocados com 375 camarões/m² e cultivados por 130 dias. Em relação ao sistema CON, foram utilizados dois viveiros (2,85 ha cada), estocados com 12 camarões/m², cultivados por um tempo médio de 105 dias. Biometrias semanais serviram para acompanhar o crescimento dos camarões e reajustar a oferta de ração em ambos os sistemas. As variáveis físico-químicas da água foram acompanhadas diariamente e, mesmo apresentando diferença significativa entre os sistemas BFT e CON, estiveram dentro dos níveis adequados para a espécie em relação a oxigênio dissolvido, pH, temperatura e salinidade. Ao final do cultivo os camarões apresentaram peso médio \pm DP de 11,41 \pm 2,06g e 10,52 \pm 2,23g, sobrevivência de 32,4% e 59,1%, e produção (Kg/m²) de 1,39 e 0,072, para os sistemas BFT e CON, respectivamente. Com relação às concentrações dos compostos nitrogenados (NH₃ e NO₂), esses apresentaram níveis elevados durante o cultivo apenas no sistema BFT. Nos resultados referentes à microbiologia, se verificou a presença de bactérias do gênero *Vibrio* e elevada carga de coliformes fecais nos camarões cultivados no sistema CON. Já para o sistema BFT, foi constatada a presença de *Staphylococcus* coagulase-positivo

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), R. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Departamento de Pesca e Aqüicultura - Laboratório de Tecnologia em Aqüicultura (LTA). Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil. E-mail: mar_soar@yahoo.com.br. Autor para correspondência.

nos camarões provenientes desse cultivo. Apesar dos problemas ocorridos de caráter técnico, sendo esses possíveis de serem corrigidos, o sistema BFT, empregado em escala comercial no nordeste do Brasil, demonstrou potencial para substituir o convencional, sendo uma boa alternativa para o aumento da produtividade e controle de efluentes, ratificando sua sustentabilidade.

Palavras-chave: sustentabilidade; compostos nitrogenados; microrganismos; doenças.

ABSTRACT

Among the new management technologies which have been proposed for carciniculture, the "BFT" system (Bio-Floc Technology) has shown to be key in allowing crops with high stocking densities, higher biosafety and reduced water exchange. The purpose of this study was to analyze the zoo-technical performance, water quality and the microbiological aspects of large scale culture systems of *Litopenaeus vannamei* in super-intensive with biofloc formation (BFT) and conventional (CON) systems on the southern coast of Pernambuco. For BFT, two tanks of 200m², stocked with 375 shrimp/m² were used and cultured for 130 days. Concerning the CON system, two ponds were utilized (2.85 ha each), stocked with 12 shrimps/m² cultured through a period of time averaging 105 days. Weekly biometrics helped monitor shrimp growth and adjust feeding supply in both systems. The water physico-chemical variables were monitored daily, and even with significant differences between the BFT and CON systems, they were within appropriate levels for the species in relation to dissolved oxygen, pH, temperature and salinity. At the end of culture, shrimps displayed mean weight \pm SD of 11,41 \pm 2,06 g and 10,52 \pm 2,23 g, survival rate of 32,4% and 59,1%, and production (Kg/m²) of 1,39 and 0,072, for BFT and CON systems, respectively. With respect to the concentrations of nitrogen compounds (NH₃ and NO₂), levels were high during the cultivation only in the BFT system. In the results related to microbiology, there was the presence of bacteria of the genus *Vibrio* and high load of fecal coliform in the shrimp cultured in the CON system. As for the BFT system, the presence of *Staphylococcus* coagulase-positive was found in shrimps from this culture. Despite the technical problems, which can be easily corrected, the BFT system utilized on a commercial scale in northeastern of Brazil showed great potential for replacing the conventional one, and may become a good alternative to increase productivity and control of effluents, thus confirming its sustainability.

Key words: sustainability; nitrogen compounds; microorganisms; diseases.

INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão marinho nas Américas pode ser dividido em três períodos, levando-se em consideração as estratégias de cultivo utilizadas (WASIELESKY *et al.*, 2006). O primeiro período, entre as décadas de 80 e 90 do século XX, foi marcado por cultivos em viveiros escavados utilizando-se baixas densidades de estocagem, onde os países com maior produção possuíam produtividades médias em torno de 500Kg/ha/ano. O segundo período, durante a década de 90 e início do século XXI, caracterizou-se também pelos cultivos em viveiros escavados, porém com produtividades mais elevadas (acima de 6.000Kg/ha/ano).

Com a expansão e intensificação da carcinicultura naquele momento, os problemas decorrentes, como a degradação da qualidade da água gerando a disseminação de doenças, a emissão de efluentes com alta carga de nutrientes inorgânicos no ambiente e as grandes perdas financeiras naquela ocasião, prejudicaram a atividade em diferentes países americanos (SAMOCHA *et al.*, 2007; WASIELESKY *et al.*, 2006). Devido a esses problemas e a demanda por sistemas mais produtivos, eficientes e sustentáveis, e possivelmente livres de doenças, surgiu então, no início deste século, o terceiro período, com o uso de novas tecnologias priorizando a produção de camarões em sistemas fechados, com maior biosegurança e com diminuição de efluentes, atendendo os conceitos de uma aquicultura responsável e ambientalmente correta.

Este tipo de sistema fechado tem sido denominado de BFT (*Bio-Floc Technology*), já que existe a formação de agregados microbianos, chamados de bioflocos, os quais são compostos por bactérias, algas filamentosas, protozoários e zooplâncton (AVNIMELECH, 2009). Diversos estudos demonstram que os bioflocos formados no sistema BFT, através da adição de uma fonte de carbono, tem alto valor protéico e pode ser consumido pelo camarão cultivado, possibilitando assim a diminuição do nível de proteína e da quantidade de ração utilizada no cultivo, e assim reduzir os custos de produção (AVNIMELECH, 1999; MCINTOSH *et al.*, 2000; BURFORD *et al.*, 2003; HARI *et al.*, 2004; CRAB *et al.*, 2007).

Outra característica do sistema BFT é a capacidade de reciclar a matéria orgânica acumulada, pois ocorre a formação de uma comunidade bacteriana capaz de degradar os resíduos existentes, além de converter os compostos nitrogenados em biomassa microbiana (AVNIMELECH, 1999; HARI *et al.*, 2004; EBELING *et al.*, 2006; SAMOCHA *et al.*, 2007). A partir da utilização de sistemas fechados, como no caso do BFT, no qual existe pouca ou nenhuma troca de água, é possível aumentar a biosegurança do sistema, como também

reduzir o descarte de efluentes, e com isso a possível transferência de patógenos para o meio ambiente (SAMOCHA *et al.*, 2007).

A utilização do sistema BFT em substituição ao cultivo convencional de camarão parece ser a forma mais indicada para promover o crescimento da carcinicultura de forma sustentável, pois apresenta potencial para aumentar a produtividade, diminuir a quantidade de proteína na ração, além de gerar menor impacto ambiental e utilizar áreas menores de cultivo. A partir dessa observação, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico do camarão *L. vannamei*, bem como a carga bacteriana e a qualidade de água, em sistema BFT em comparação a um cultivo convencional na região nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e unidades experimentais

O experimento de cultivo em larga escala do camarão *L. vannamei* em sistemas convencional (CON) e com formação de bioflocos (BFT) foi realizado em uma fazenda localizada no município de Rio Formoso, no litoral Sul do estado de Pernambuco (08° 39' 01,01"S e 035° 06' 52,31"W). O sistema BFT foi realizado em dois tanques retangulares de alvenaria (20x10m), com áreas individuais de 200m². Para avaliação do sistema CON, foram utilizados dois viveiros escavados com áreas individuais de 2,85 hectares.

Manejo experimental

As pós-larvas de *L. vannamei* (PL₁₀₋₁₂) com peso médio de 2,5±0,5mg foram obtidas no laboratório de produção comercial no Rio Grande do Norte (AQUATEC). Durante a recepção na fazenda, os animais foram submetidos ao procedimento de aclimação às variáveis físico-químicas da água de cultivo, com o intuito de minimizar eventuais diferenças entre as águas da fazenda de produção e do laboratório. Ao final desse procedimento, os camarões foram transferidos aleatoriamente para suas respectivas unidades experimentais.

No sistema CON, previamente ao povoamento dos viveiros, os animais foram mantidos por 20 dias em um sistema berçário composto por dois tanques de alvenaria (20x5m; 100m²) com aeração constante numa densidade de 3250 camarões/m². Após a etapa de berçário, os camarões do sistema CON foram transferidos para os viveiros a uma densidade de 12 camarões/m². Para o sistema BFT, os tanques foram povoados a uma densidade de 375 camarões/m², onde permaneceram durante todo o período de cultivo. Para aerar e promover a mistura da água de cultivo, tanto os tanques do BFT como os tanques

berçário do CON foram preenchidos com 1 pedra porosa/m² supridas por um soprador radial (7,5HP) (SAMOCHA *et al.*, 2007).

Previamente ao povoamento, os tanques de alvenaria (BFT e CON) foram abastecidos com água proveniente do canal de abastecimento da fazenda, sendo adicionado 12,5 ppm de hipoclorito de cálcio em cada. Após 24 horas de aeração constante nos tanques, foi feito um teste para se verificar o residual de cloro nos mesmos. Todas as unidades experimentais passaram inicialmente por uma fertilização inorgânica 72 horas antes da estocagem dos camarões. A relação nitrogênio:fósforo:sílica foi mantido numa proporção próxima de 2,0; 0,3 e 0,7 mg L⁻¹, respectivamente (SAMOCHA *et al.*, 2007). Duas horas após a fertilização inorgânica, ocorreu inoculação de microalgas diatomáceas *Thalassiosira fluviatilis* em uma concentração de 800 células/ml.

Para o sistema CON, os viveiros foram previamente preparados, através de secagem do solo e calagem antes da adição de água. Também foi realizada fertilização inorgânica da água com nitrogênio (nitrato de cálcio), fósforo (super-fosfato simples), sílica (metassilicato de sódio) na proporção de 10:1:5, respectivamente, para estimular o crescimento das microalgas. O volume de renovação diária da água no sistema CON foi de 2 a 5%, conforme a condição da qualidade da água. Não houve aeração artificial da água nos viveiros no sistema CON. A despesca em ambos os sistemas foi realizada a partir do momento que os animais atingiram o tamanho comercial (10-12 g) ou após um período máximo de 130 dias. Quando foi preciso fazer renovação da água do cultivo nos tanques do sistema BFT, utilizou-se água filtrada (300µm) do canal de abastecimento da fazenda. O período de realização do trabalho foi entre os meses de abril e agosto de 2011.

No dia anterior a estocagem inicial dos camarões, e durante os três primeiros dias de cultivo no sistema BFT, foi aplicado o melaço de cana-de-açúcar como fonte de carbono para induzir a formação dos bioflocos. A proporção de melaço adicionado foi determinada a partir de análise bromatológica do melaço e da quantidade de ração ofertada no sistema de cultivo, de forma a estabelecer a relação C:N em aproximadamente 20:1 (AVNIMELECH, 1999).

A concentração de nitrogênio da amônia total (NAT) no sistema BFT foi medida *in situ* a cada dois dias através de um fotolorímetro (ALFAKIT-AT10P). O resultado dessas análises determinou a necessidade, ou não, da realização das demais fertilizações orgânicas. Essa estratégia teve o objetivo de manter os níveis de NAT abaixo, ou muito próximos, de

1mg/L, utilizando-se uma proporção de 6g de carbono para cada 1g de nitrogênio amoniacal no sistema, conforme sugerido por Samocha *et al.* (2007).

Foram coletadas amostras (200ml) da água de ambos os sistemas a cada quatro dias durante todo o período experimental. Essas amostras foram analisadas para a determinação das concentrações de amônia (NH₃-N), nitrito (NO₂⁻) e nitrato (NO₃-N) em um espectrofotômetro (HACH-DR2800).

Durante os 20 dias iniciais de cultivo, foi utilizada uma ração comercial (40% de proteína bruta), ofertada à lanço, sendo a frequência alimentar para os sistemas BFT e CON de quatro (06:00, 12:00, 18:00 e 00:00h) e doze (a cada duas horas) vezes ao dia, respectivamente. Após esse período foi ofertada ração comercial (35% de proteína bruta) duas vezes ao dia (08:00 e 16:00h) para ambos os sistemas. As quantidades de ração ofertadas foram reguladas utilizando-se uma tabela de alimentação (JORY *et al.*, 2001), com ajustes realizados através das biometrias semanais e da utilização de bandejas de alimentação.

As variáveis físico-químicas de oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹), pH, temperatura (°C) e salinidade foram mensuradas diariamente (08:00 e 17:00h), em ambos os sistemas de cultivo, com a utilização do medidor multi-parâmetros (YSI 556 MPS). A transparência foi avaliada diariamente (ao meio dia), nos dois sistemas, com o uso do disco de Secchi. No sistema BFT, o volume do floco microbiano (mL.L⁻¹) foi avaliado através de amostras (1.000mL) da água, coletadas em cone graduado (Inhoff). Essas amostras passaram pelo processo de decantação durante 20 minutos, sendo realizadas três leituras por tanque a cada três dias (AVNIMELECH, 2009). Para se verificar o índice pluviométrico no local de realização do estudo foi instalado um pluviômetro próximo as unidades experimentais.

As biometrias para estimar o peso médio, o comprimento médio total (CT; medida da extremidade do rostro até a extremidade do telson), o comprimento médio do cefalotórax (CC; medida da base do pedúnculo ocular até a margem posterior do cefalotórax) e a taxa de crescimento dos camarões ocorreram semanalmente, a partir do povoamento em ambos os sistemas, até os animais atingirem peso médio de 10-12g. Nestas ocasiões, foram amostrados aleatoriamente 60 camarões em todas as unidades experimentais, os quais foram pesados em balança eletrônica (0,0001g) e medidos com o uso de um paquímetro (1mm). Ao término do estudo foram avaliados nos dois sistemas: sobrevivência (%), peso médio final (g), CT (mm), CC (mm), crescimento semanal (g), biomassa final produzida (Kg) e o fator de conversão alimentar aparente (FCA), sendo esse último calculado a partir do peso da ração consumida (g) ÷ ganho de peso (g).

Análise microbiológica do experimento

Amostras de camarões e da água de cultivo foram coletadas no período final de cultivo em todos os tanques (125 dias de cultivo BFT) e viveiros (90 dias de cultivo CON), sendo transportadas imediatamente para análise em laboratório. Primeiramente os animais foram lavados rapidamente com água destilada e pesados, sendo 25 g macerados e adicionados em 225 mL de água peptonada estéril para perfazer uma diluição 1:10 (p:v). Cerca de 100 mL de água circundante foi coletada em frascos estéreis.

Determinação do número mais provável de coliformes (NMP)

Da solução em água peptonada 1:10 (p:v) de *L. vannamei* ou amostras de água, diluições foram realizadas (10^{-2} e 10^{-3}) também em água peptonada estéril. A seguir, 1 mL de cada diluição foi inoculado a séries de três tubos contendo Caldo Lauryl Sulfato Triptose com tubos de Durham invertidos, para a realização do teste presuntivo para bactérias do grupo coliforme. Os tubos foram incubados a 37°C/48h e a partir da leitura dos resultados positivos, um teste confirmatório foi realizado em tubos com Caldo Bile Verde Brilhante (teste confirmatório para coliformes totais) contendo tubos de Durham invertidos que foram incubados a 37°C/48h. A produção de gás nos tubos de Durham a partir da fermentação da lactose nos meios de cultura anteriores indicou a presença de bactérias do grupo coliforme. A partir dos resultados positivos em caldo LST, alíquotas de 100 µL também foram inoculadas em Caldo EC contendo tubos de Durham invertidos, para a confirmação da presença de coliformes fecais (*Escherichia coli*). Em seguida, os tubos foram incubados em banho Maria a uma temperatura de 45°C por 24h. As amostras que apresentaram produção de gás nos tubos de Durham indicaram a presença de coliformes fecais. A tabela de referência da Bacteriological Analytical Manual Online (FENG *et al.*, 2002) foi utilizada para estimar o Número Mais Provável (NMP) de coliformes/g de camarão ou mL de água do cultivo.

Os resultados foram comparados aos padrões estipulados pela resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA: RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001) e posteriormente considerados satisfatórios ou não (BRASIL, ANVISA, 2001).

Detecção e quantificação de *Salmonella sp.*

A partir da diluição 10^{-1} das amostras dos camarões incubadas a 35°C por 24h, foi retirada uma alíquota de 1 mL e adicionada em tubos contendo Caldo Selenito para enriquecimento seletivo de *Salmonella*, esses tubos foram incubados a 41°C durante 24h. Após este período, alíquotas de 0,1 mL da cultura foram inoculadas em placas contendo

Ágar SS, seletivo para o desenvolvimento de *Salmonella*, e incubadas em estufa de crescimento a 35°C por 24h, sendo a quantificação das UFC/g feita após este período.

Detecção e quantificação de *Vibrio sp.*

A partir das diluições das amostras de camarão e água de cultivo, uma alíquota de 0,1 mL foi inoculada em placas de petri contendo Ágar TCBS (HIMEDIA), promotor de crescimento de víbrio, e acondicionadas em estufa de crescimento a 35°C, durante 24h. Após este período, foram feitas as contagens das placas que apresentaram entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias. As colônias foram separadas de acordo com sua morfologia e isoladas em Ágar TCBS (35 °C por 24h) para serem realizadas a coloração de Gram, inoculação em meio TSI e teste da oxidase. As colônias que se apresentaram como cocobacilos Gram negativo foram inoculadas em Ágar TSI (HIMEDIA) inclinado e posteriormente mantidas em estufa de crescimento a 35°C por um período de 24h. Os tubos de Ágar TSI que apresentaram a coloração amarelada no fundo (fermentação de glicose) partiram para o teste seguinte que, consistiu em utilizar uma fita para teste de Oxidase. As fitas que apresentaram uma coloração violácea indicaram oxidase positiva. Assim, as bactérias cocobacilos Gram negativo, fermentadoras de glicose e oxidase positivo, foram submetidas à identificação através de kits de API-20E (BIOMERIEUX). A identificação de víbrios foi realizada apenas para as amostras do camarão para ambos os cultivos.

Detecção de *Staphylococcus coagulase-positivo*

Uma alíquota de 0,1 mL das diluições das amostras de camarão foi inoculada em placas de petri contendo Ágar Manitol (HIMEDIA), posteriormente, incubadas em estufa para crescimento a 35°C por 24h. Após este período, as UFC foram quantificadas, separadas e identificadas através de testes de coloração de Gram, teste de catalase, fermentação e oxidação da glicose em meio OF e teste de coagulase. Os cocos Gram positivo foram submetidos ao teste de catalase (diferenciação de *Micrococcus* e *Staphylococcus* de *Streptococcus* – catalase negativo). As colônias catalase positivo foram submetidas ao teste em meio OF com glicose (diferenciação de *Staphylococcus sp.* de *Micrococcus sp.*) que foi incubado em estufa a 35°C por um período de 24h. Após este período, as bactérias que apresentaram coloração amarelada em ambos os tubos (*Staphylococcus sp.*) foram inoculadas em caldo BHI e incubadas em estufa de crescimento por 24h a 35°C. Em seguida, 500µL deste caldo foi passado para um tubo estéril onde foi acrescido 500 µL de plasma sanguíneo submetendo-os ao teste de coagulase. As bactérias que apresentaram coagulação da cultura foram identificadas como *Staphylococcus coagulase-positivo*.

Quantificação de Bactérias Heterotróficas Totais

Uma alíquota de 0,1mL de cada amostra diluída foi inoculada em placa de Petri contendo Ágar BHI (HIMEDIA) e incubada em estufa de crescimento a 35°C por 24h. Após este período foram realizadas as contagens das placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC/g e UFC/mL para as amostras de camarão e água de cultivo, respectivamente.

Análise estatística

Os dados obtidos das biometrias e das análises de qualidade de água foram inicialmente avaliados quanto à normalidade e homogeneidade da variância através do teste D'Agostino-Pearson ($P<0,05$) e do teste "F" ($P<0,05$), respectivamente. Em seguida, a partir da confirmação da normalidade e homogeneidade da variância, os resultados dos sistemas de cultivo foram comparados entre si através do teste "Z" ($P<0,05$). Utilizou-se o teste não paramétrico Wilcoxon-Mann-Whitney ($P<0,05$) quando, mesmo após transformação, os dados não apresentaram homogeneidade das variâncias ou não possuíram distribuição normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os valores médios de temperatura (27,3 e 28°C), salinidade (11,9 e 12,7), pH (7,4 e 8) e oxigênio dissolvido (7 e 8 mg.L⁻¹) durante o cultivo de *L. vannamei* nos sistemas BFT e CON, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Valores médios (\pm EP) da temperatura (°C), salinidade, pH e oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) da água de cultivo dos sistemas com formação de bioflocos (BFT) e convencional (CON).

Variáveis	Sistema de cultivo	
	BFT	CON
Temperatura (°C)	27,35 \pm 0,06 ^a	28,05 \pm 0,07 ^b
Salinidade	11,96 \pm 0,18 ^a	12,75 \pm 0,17 ^b
pH	7,46 \pm 0,02 ^a	8,01 \pm 0,02 ^b
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,04 \pm 0,06 ^a	8,06 \pm 0,10 ^b

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($p<0,05$).

Em sistemas sem renovação de água (BFT) a tendência é ocorrer a redução do pH ao longo do cultivo, porém sabe-se que pH inferior a 7 pode prejudicar o crescimento dos

animais cultivados (WASIELESKY *et al.*, 2006). O pH da água de cultivo nos sistemas CON e BFT do presente estudo apresentaram valores acima de 7 durante o período de realização do trabalho, não comprometendo o crescimento dos camarões. O mesmo ocorreu com os valores observados para temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade nos sistemas CON e BFT, os quais estiveram dentro das faixas adequadas para o cultivo do camarão *L. vannamei* (BOYD, 1989; BOYD, 1990; PONCE-PALAFIX *et al.*, 1997; VAN WYK e SCARPA, 1999; LIN e CHEN, 2003).

A análise dos dados pluviométricos durante a realização dos cultivos BFT e CON indicou um maior volume de chuvas no início do período, com tendência de redução até o final do estudo (Figura 1).

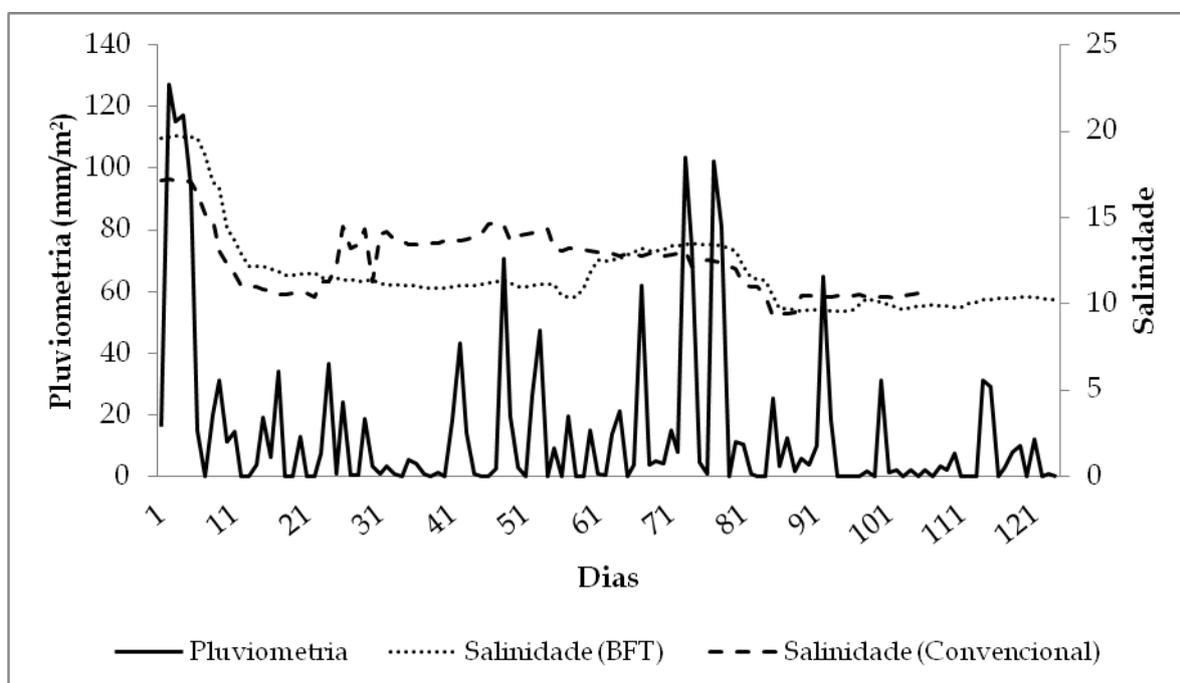


Figura 1: Pluviometria (mm/m²) e salinidade ao longo do período de cultivo de *L. vannamei* nos sistemas convencional e com formação de bioflocos (BFT).

Os grandes volumes de chuvas frequentes no período de realização do presente estudo influenciaram na redução da salinidade no começo do cultivo de 19 para 11 e de 17 a 10, respectivamente, nos sistemas BFT e CON. Diversos estudos relatam a capacidade da espécie de camarão marinho *L. vannamei* em tolerar baixas salinidades, onde a partir de PL₁₅ é possível reduzir a salinidade até 1 com boa sobrevivência (BRAY *et al.*, 1994; MCGRAWD *et al.*, 2002). Rosas, *et al.* (2001) relatam que os camarões *L. vannamei* estão bem adaptados a tolerar mudanças abruptas de salinidade a partir da fase juvenil. Bray *et al.* (1994) observaram que o melhor crescimento dessa espécie ocorreu entre 5 e 15 de salinidade. A

partir desses estudos é possível sugerir que a queda de salinidade influenciada pela chuva não afetou o desempenho dos camarões cultivados em ambos os sistemas.

No presente trabalho se verificou uma redução acentuada nos valores de transparência da água a partir do incremento no volume de bioflocos no sistema BFT (Figura 2 e 3). Já no sistema convencional ocorreu uma redução acentuada da transparência da água entre a terceira e quarta semana de cultivo, seguido de uma elevação e maior constância nestes valores na faixa de 60 e 80 cm ao longo do cultivo (Figura 2). No entanto o sistema CON não apresentou formação de sólidos suspensos na coluna de água durante a realização do cultivo.

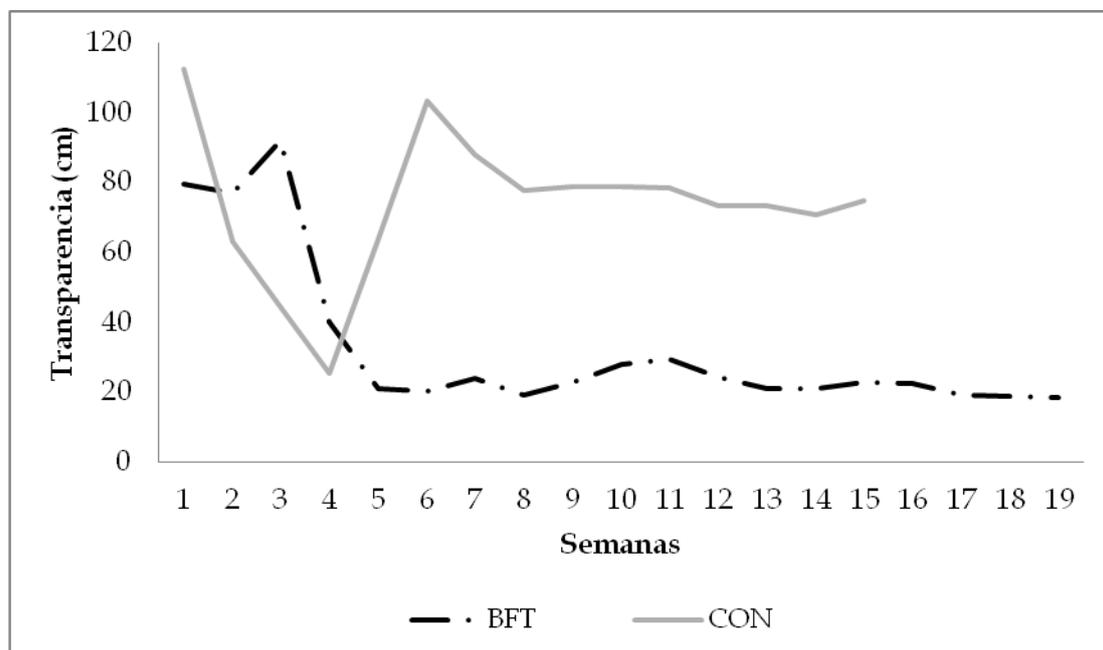


Figura 2: Transparência da água ao longo do período de cultivo de *L. vannamei* nos sistemas com formação de bioflocos (BFT) e convencional (CON).

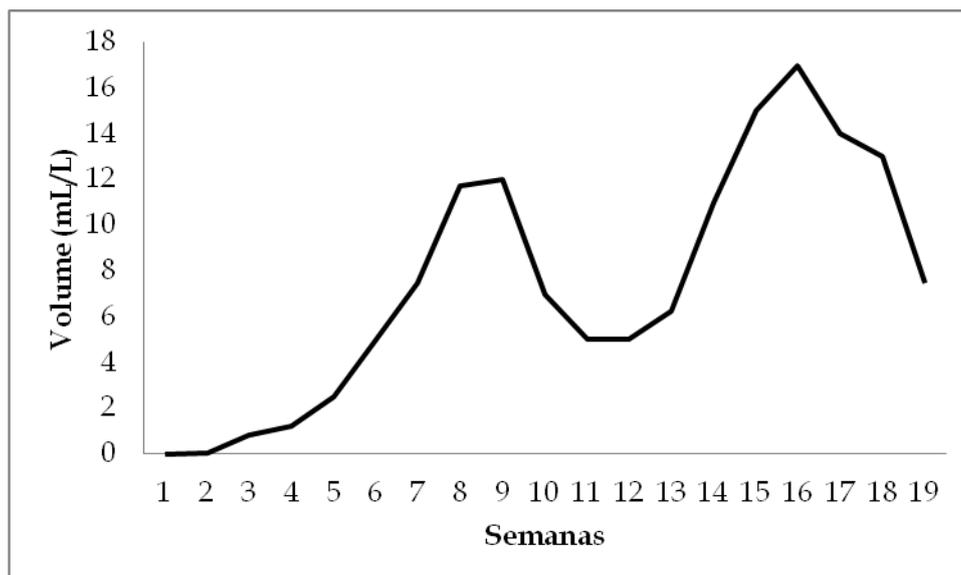


Figura 3: Variação semanal do volume de floco no sistema BFT ao longo do cultivo de *L. vannamei*.

Uma característica dos sistemas intensivos sem renovação de água é a alta concentração de sólidos em suspensão na água de cultivo, sendo esses constituídos principalmente por microrganismos capazes de converter os compostos nitrogenados em biomassa microbiana (EBELING *et al.*, 2006; AVNIMELECH, 2009). Por esse motivo, a tendência nesses sistemas é a redução da transparência da água causada pelo aumento do volume de flocos microbianos provocados pelo acúmulo de nutrientes no meio. Já nos sistemas convencionais, nos quais ocorrem trocas diárias de água com ausência ou reduzida fonte de aeração, a carga de material em suspensão tende a ser baixa. Nestes sistemas a transparência da água é reduzida apenas por fatores atípicos como a ocorrência de “bloom” de fitoplâncton. Este fato pode estar relacionado com a redução abrupta da transparência da água entre a segunda e quarta semana de cultivo no sistema CON, porém não pode ser descartado o efeito da entrada de água com elevada quantidade de material em suspensão devido à grande intensidade de chuvas no período inicial do cultivo.

Conforme sugerido por Samocha *et al.* (2007), o volume de biofoco foi mantido abaixo de 17 ml.L⁻¹ no presente estudo, porém foi necessário no 110º dia de cultivo do sistema BFT realizar uma renovação parcial da água dos tanques com o intuito de reduzir a carga de biofoco no meio. Ebeling *et al.* (2006) relatam que o aumento da concentração de carbono no sistema BFT faz com que ocorra o crescimento da quantidade de bactérias heterotróficas e a diminuição do oxigênio dissolvido na água de cultivo, sendo recomendado a remoção parcial da água nestes casos. Os resultados obtidos para transparência da água e

volume de floco durante o cultivo nos sistemas BFT e CON no presente estudo se mostraram em acordo com os padrões indicados para estes sistemas (MCINTOSH *et al.*, 2000; OSTRENSKY e BARBIERI, 2002; OSTRENSKY *et al.*, 2007; AVNIMELECH, 2009).

Ao longo das primeiras semanas de cultivo se verificou um maior crescimento dos camarões em peso (g) do sistema BFT em relação ao CON, porém, após a quinta semana de cultivo o crescimento no sistema CON superou o BFT, se mantendo assim até o final do cultivo (Figura 4).

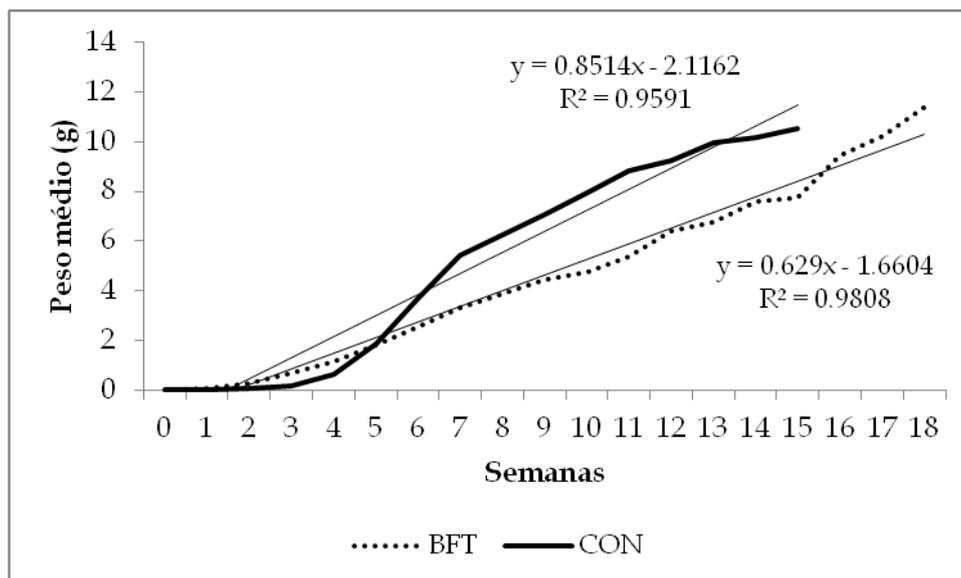


Figura 4: Crescimento médio em peso do camarão *L. vannamei* cultivado em sistemas BFT e convencional (CON) durante o período do estudo.

Um fato bem documentado é a relação inversa entre densidade de cultivo e crescimento dos camarões, onde sabe-se que quanto maior for a densidade, menor será o crescimento desses animais (SANDIFER e HOPKINS, 1996; ARNOLD *et al.*, 2009). A partir desse conhecimento é possível sugerir que após a fase de berçário o crescimento significativamente maior dos camarões no sistema CON em relação ao BFT ocorreu devido a redução acentuada na densidade de cultivo. O crescimento dos animais cultivados em sistema BFT no presente estudo esteve de acordo com o padrão observado em diversos trabalhos para a espécie *L. vannamei* (MCABEE *et al.*, 2003; OTOSHI *et al.*, 2006; OTOSHI, *et al.*, 2007a; OTOSHI *et al.*, 2007b).

Diferente do observado na literatura, onde se relata uma maior taxa de crescimento do *L. vannamei* quando cultivado em água com maior concentração de matéria orgânica em suspensão (MOSS e PRUDER, 1985; OTOSHI *et al.*, 2001; MOSS *et al.* 1999), o sistema CON do presente estudo obteve uma maior taxa de crescimento semanal (0,70g/semana) em

relação ao BFT (0,61g/semana) (Tabela 2). Entretanto, salienta-se novamente que a densidade de cultivo é um fator limitante e exerce maior influência no crescimento dessa espécie (OTOSHI *et al.*, 2007b).

O desempenho zootécnico de camarões em diferentes sistemas de cultivo depende principalmente da estabilidade do mesmo, pois sabe-se que variações bruscas nos parâmetros de qualidade da água durante o cultivo pode comprometer o crescimento e a sobrevivência dos mesmos (OSTRENSKY e BARBIERI, 2002; OSTRENSKY *et al.*, 2007; AVNIMELECH, 2009). Os valores de sobrevivência e peso médio final ($\pm dp$) dos camarões cultivados foram 32,4% e 59,1%, 11,41 \pm 2,06g e 10,52 \pm 2,23g para os sistemas BFT e CON, respectivamente (Tabela 2). Porém, o sistema CON teve duração média de 105 dias de cultivo, enquanto que o cultivo no sistema BFT foi finalizado após 130 dias.

O cultivo em sistema fechado com a formação de biofloco tem demonstrado suportar altas densidades de cultivo, chegando a utilizar-se densidades de até 500 camarões/m² com sobrevivências acima de 70% (WASIELESKY *et al.*, 2006). Porém, para o cultivo BFT realizado no presente estudo a sobrevivência dos camarões foi de 32,4%, fato este provavelmente relacionado com a falta de energia elétrica em duas ocasiões (11° e 93° dia de cultivo), que resultaram em reduções abruptas na concentração de oxigênio. Neste sentido, torna-se indispensável o uso de geradores para manter em funcionamento o sistema de aeração no caso de queda de energia. Similar a problemática do presente trabalho, Samocha *et al.* (2007) tiveram problemas com aeração em sistema de cultivo fechado de *L. vannamei*, resultando em mortalidades acima de 80%. DuRant *et al.* (2011) relatam que interrupções no suprimento de oxigênio em sistema super-intensivo fechado com formação de biofloco provoca severas consequências nos camarões cultivados em menos de 30 minutos.

Em trabalho utilizando-se densidade de cultivo de 67 camarões/m² cultivados por 145 dias em sistema sem renovação de água com adição de fonte de carbono, Samocha *et al.* (2007) obtiveram sobrevivências dos animais entre 86,5 e 95,7%, pesos médios finais entre 16,7 e 18,1g, FCA entre 1,69 e 1,95 e produção entre 0,94 e 0,99Kg/m². Com relação a produção final e ao fator de conversão alimentar do presente trabalho, o sistema BFT foi capaz de produzir 1,386 Kg/m² com um FCA de 3,03, enquanto que o sistema CON apresentou a produção de 0,072 Kg/m² com apenas 1,19 de FCA (Tabela 2). A produção obtida no sistema convencional aqui relatada é característica de cultivo extensivo, onde não existe manipulação da qualidade de água e nem suplementação de oxigênio através de aeradores (EBELING *et al.*, 2006). Já para o BFT, tem sido relatado produções de 3 a 6Kg/m²

em sistemas intensivos fechados com formação de bioflocos (WASIELESKY *et al.*, 2006), porém o resultado obtido no presente estudo para esse sistema esteve bem abaixo desses valores. Com relação ao fator de conversão alimentar (FCA), o resultado obtido no sistema BFT (3,03) se mostrou bem elevado para os padrões desse sistema, onde a média obtida em diversos estudos varia entre 1,5 e 2 (MCINTOSH *et al.*, 2000; SAMOCHA *et al.*, 2007). Sabe-se que o bioflocos formado nos sistemas sem renovação de água tem alto teor protéico e pode ser consumido pelo camarão cultivado, possibilitando assim a redução da ração utilizada, bem como obtendo valores reduzidos de FCA em relação aos sistemas convencionais (AVNIMELECH, 2009).

Tabela 2: Parâmetros zootécnicos referentes ao cultivo do camarão marinho *L. vannamei* em sistemas com formação de bioflocos (BFT) e convencional (CON).

Parâmetros	Sistema de cultivo	
	CON	BFT
Peso final (g)	10,52±2,23	11,41±2,06
Comprimento total final (mm)	116,12±8,01	121,03±7,17
Comprimento da carapaça final (mm)	22,87±1,84	24,05±1,50
Taxa de crescimento semanal (g/semana)	0,70	0,61
Sobrevivência (%)	59,13	32,4
Tempo médio de cultivo (dias)	105	130
Produção total (kg)	4.144	554,4
Produtividade (kg/ha/ano)	718	38.085,3
Produção (Kg/m ²)	0,072	1,39
FCA	1,19	3,03

O acúmulo de amônia (NH₃-N) em sistemas de cultivo de peixe e camarão é provocado pela excreção desses animais, como também pela utilização de alimentos ricos em proteína (AVNIMELECH, 1999). Nos cultivos convencionais a solução encontrada para remover esse composto tóxico é a frequente troca e reposição da água de cultivo dos viveiros (AVNIMELECH, 1999). Já nos cultivos em sistemas fechados, como no caso do BFT, o crescente aumento da concentração de amônia é um dos principais problemas que pode afetar o crescimento e a sobrevivência dos camarões (AVNIMELECH, 2009). Isso se deve ao fato de, em sistemas fechados onde está se iniciando a formação do bioflocos, as bactérias responsáveis pela incorporação desse composto (bactérias heterotróficas) não estarem presentes na água no início do cultivo, se formado à medida que ocorre o acúmulo de amônia no meio e a adição de uma fonte de carbono em conjunto (EBELING *et al.*, 2006;

AVNIMELECH, 2009; OTOSHI *et al.*, 2011). A literatura tem sugerido a reutilização da água em sistema fechados (BFT), pois assim se evita o surgimento de picos de alta concentração de amônia e nitrito durante a realização do cultivo pela existência prévia de bactérias capazes de absorver ou converter esses compostos tóxicos em nitrato (DURANT *et al.*, 2011; OTOSHI *et al.*, 2011). Em relação ao trabalho aqui relatado, os resultados mostraram que a concentração média de amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$) variou durante o início do cultivo no sistema BFT, atingindo o nível máximo de $3,5 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 5). Os dois picos elevados de concentração amônia (2ª e 5ª semana) que ocorreram durante o cultivo no sistema BFT estiveram acima da concentração letal para a espécie de camarão *L. vannamei* (FRÍAS-ESPERICUETA *et al.*, 1999). Porém, o uso da metodologia desenvolvida por Samocha *et al.* (2007) no presente trabalho se mostrou eficiente para reduzir a concentração de amônia na segunda e quinta semana de cultivo no sistema BFT.

Os resultados obtidos no presente trabalho para concentração de nitrito (NO_2^-) no sistema BFT apresentou o nível máximo de 45 mg.L^{-1} na nona semana de cultivo (Figura 2). Este valor superou o nível seguro para o cultivo do camarão marinho *L. vannamei*, uma vez que a toxicidade do nitrito aumenta com a diminuição da salinidade (Lin e Chen, 2003). A quantidade de bactérias autotróficas, as quais são responsáveis pela conversão da amônia em nitrito ($\text{NO}_2\text{-N}$) e posteriormente em nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$), no sistema BFT é bem menor do que a de bactérias heterotróficas, e diferente dessas últimas, elas consomem grande quantidade de alcalinidade (CaCO_3) do meio e produzem níveis elevados de dióxido de carbono (CO_2) (EBELING *et al.*, 2006). Otoshi *et al.* (2011) relatam que é necessário a adição de uma fonte de carbono inorgânico, bem como a retenção da incidência da radiação ultravioleta na água de cultivo, para favorecer a formação, como também a estabilidade da comunidade de bactérias autotróficas no sistema BFT. O pico de nitrito observado nesse trabalho provavelmente se deve ao fato dos tanques não possuírem cobertura para retenção da radiação, e pela baixa velocidade de formação dessa comunidade microbiana (EBELING *et al.*, 2006). A alcalinidade nos tanques BFT foi mantida acima de $50 \text{ mg de CaCO}_3/\text{L}$, como sugerido por Avnimelech (2009).

Após 10 semanas do início do cultivo BFT se verificou mortalidade elevada dos camarões nesse sistema, sendo realizado como medida corretiva renovação parcial da água de cultivo dos tanques. Esse problema provavelmente esteve relacionado com as altas concentrações de amônia e nitrito na água de cultivo nesse mesmo período, sendo mais um fator que contribuiu para a baixa sobrevivência dos animais nesse sistema.

A concentração máxima atingida de nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) no cultivo BFT foi de 51.75mg.L^{-1} , porém esse composto não é tóxico a níveis baixos, somente a vários centesimos de mg.L^{-1} (EBELING *et al.*, 2006).

Em relação ao cultivo em sistema convencional (CON) relatado no presente trabalho, pelo fato de ocorrerem trocas de água diárias, não ocorreu o acúmulo de compostos nitrogenados na água.

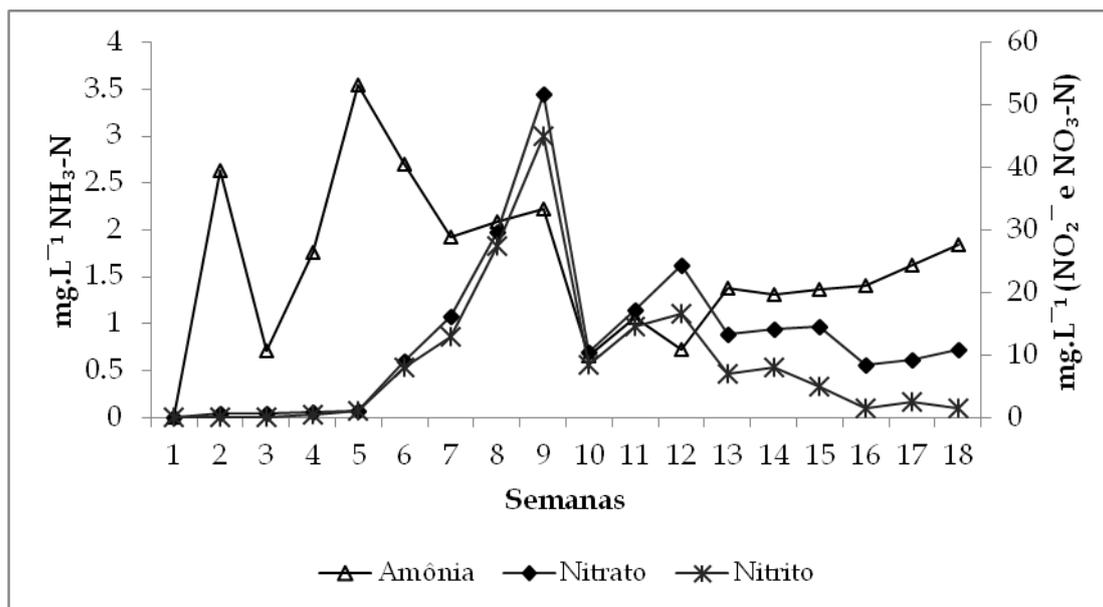


Figura 5: Concentração de amônia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrato ($\text{NO}_3\text{-N}$) e nitrito (NO_2^-) ao longo do cultivo de camarão marinho *L. vannamei* em sistema fechado com formação de biofilme (BFT).

Nos camarões cultivados em viveiros de sistema convencional (CON) foi detectada a presença de vírios das espécies *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* e *V. cholerae*. Para os animais cultivados em sistema com formação de biofilme (BFT), não foi detectada a presença de qualquer espécie de *Vibrio*. Isso pode estar relacionado ao fato do biofilme formado no sistema BFT produzir ácidos graxos de cadeia curta capaz de proteger o organismo cultivado contra infecção por bactérias do gênero *Vibrio*, bem como pela exclusão competitiva existente nesse tipo de cultivo (AVNIMELECH, 2009). Já com relação a enterobactéria *Aeromonas hydrophila*, essa mostrou-se presente nos animais de ambos os cultivos.

As bactérias do gênero *Vibrio* fazem parte da flora natural de animais marinhos e são um dos principais grupos presente em ambiente marinho (TSUKAMOTO *et al.*, 1993). Porém, algumas espécies de *Vibrio* tem sido associada com elevadas mortalidades de camarão cultivado (ROBERTSON *et al.*, 1998). Os vírios são conhecidos como bactérias oportunistas,

causando doenças nos momentos que os favoreçam em relação ao hospedeiro (AGUIRRE-GUZMÁN *et al.*, 2001). Tanto o *Vibrio vulnificus* como o *Vibrio parahaemolyticus* estão entre as principais espécies patogênicas de *Vibrio* que afetam camarões peneídeos (LIGHTNER, 1996). Aguirre-Guzmán *et al.* (2001) verificaram que concentrações de *V.parahaemolyticus* acima de 10^5 UFC/ml na água de cultivo do camarão *L. vannamei* reduziu a sobrevivência desses em relação a um grupo controle cultivado sem a inoculação dessa bactéria. No presente estudo, a concentração presumível de *Vibrio* encontrada no camarão cultivado no sistema BFT ($3,256 \times 10^7$ UFC/g) não foi confirmada pelos kits de API-20E (BIOMERIEUX), já nos camarões do sistema CON se verificou a concentração presumível de *Vibrio* referente a $2,2095 \times 10^6$ UFC/g, onde se confirmou a presença de três espécies de *Vibrio*, sendo duas dessas indentificadas como *V.parahaemolyticus* e *V. vulnificus* (Tabela 3). Provavelmente, a mortalidade ocorrida no sistema CON (40.87%) possa estar relacionada a presença dessas espécies de *Vibrio*.

Dalsgaard *et al.* (1995) identificaram a presença de *V.cholerae* em diversas fazendas de cultivo de camarão localizadas na Tailândia, onde as ocorrências dessa bactéria não foram influenciadas pela salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido da água. Esses autores também não encontraram correlação entre coliformes fecais contados e a prevalência de *V. cholerae*, concluindo que essa espécie de vibrio é ubíquo aos ambientes onde se cultiva camarão.

São reconhecidas pelo menos 11 espécies de *Vibrio* como patogênicas ou potencialmente patogênicas para os humanos, sendo o *V.parahaemolyticus* causador de gastroenterites exclusivamente associado ao consumo de alimentos de origem marinha (RIVERA e MARTINS, 1996). As espécies *V.parahaemolyticus*, *V.vulnificus* e *V.cholerae* são bactérias patógenas ao humano responsáveis por causar distúrbios alimentares graves (HERRERA e ESTEVE, 2001). A resolução da ANVISA estabelece a tolerância máxima de *V.parahaemolyticus* em 10^3 UFC/g em camarões destinados ao consumo cru (BRASIL, ANVISA, 2001).

A espécie de bactéria *Aeromonas hydrophila* encontrada nos dois sistemas de cultivo aqui apresentados (BFT e CON) é considerada potencialmente patogênica para o ser humano, sendo causadora de problemas intestinais. A ocorrência da bactéria *Aeromonas hydrophila* se dá em ambiente aquático, sendo seu habitat natural o material em decomposição na água e no fundo dos viveiros (SILVA *et al.*, 2010).

É característico dos cultivos BFT apresentarem uma maior concentração de bactérias heterotróficas totais em relação aos sistemas de cultivo convencional, pois, a partir da adição de uma fonte de carbono e ração no sistema fechado com forte aeração, ocorre o acúmulo de matéria orgânica e o aumento da concentração de amônia no meio, acabando por favorecer o crescimento da população de bactérias heterotróficas responsáveis por absorver a amônia, convertendo em biomassa bacteriana (AVNIMELECH, 2009). Corroborando com as observações feitas pelo autor acima, os resultados encontrados para carga de bactérias totais no presente estudo apresentou uma maior concentração no sistema BFT em comparação com o CON (Tab. 3).

Tabela 3: Resultados obtidos para as análises microbiológicas dos camarões e da água no final do cultivo dos sistemas convencional (CON) e com formação de bioflocos (BFT).

Análise	Amostra	Sistema de Cultivo	
		CON	BFT
Carga de <i>Vibrio</i> spp.	Água (10 ⁴ UFC/mL)	0,11	14,21
	Camarão (10 ⁴ UFC/g)	220,95	3.256,0
Carga de Bactérias Heterotróficas Totais	Água (10 ¹⁰ UFC/mL)	I*	185,6
	Camarão (10 ¹⁰ UFC/g)	0,7265	4.251,0
Carga de Coliformes Totais	Água (NMP/mL)	33	2,75
	Camarão (NMP/g)	670,0	15,3
Carga de Coliformes Fecais	Água (NMP/mL)	26,1	< 3,0
	Camarão (NMP/g)	240,0	3,05
Carga de <i>Staphylococcus</i> coagulase-positivo	Camarão (10 ⁶ UFC/g)	—**	15,2

*Número incontável de bactérias nas placas;

**Ausência de *Staphylococcus* coagulase-positivo nas amostras.

O resultado obtido para carga de coliformes fecais no camarão cultivado no sistema CON ($2,4 \times 10^2$ NMP/g) do presente estudo está acima do permitido pela ANVISA para alimentos destinados ao consumo cru (10^2 NMP/g) (BRASIL, ANVISA, 2001). A presença de

coliformes fecais nos camarões cultivados no presente estudo indica que os mesmos tiveram contato com material fecal (DUARTE *et al.*, 2005). Esse fato pode estar relacionado com a possível contaminação da água do estuário que abastece a fazenda, provocando a contaminação dos animais a partir da renovação da água dos viveiros e tanques (AVNIMELECH, 2009).

Em relação a carga de *Staphylococcus* coagulase-positivo no camarão, apenas os animais do sistema BFT ($15,2 \times 10^6$ UFC/g) confirmaram a presença desse microrganismo, estando esse resultado acima do permitido pela ANVISA para produtos resfriados/congelados não destinados ao consumo cru (10^3 UFC/g) (BRASIL, ANVISA, 2001). Cunha Neto *et al.* (2002) encontraram valor inferior de *Staphylococcus* coagulase-positivo em amostra de camarão cru ($4,0 \times 10^2$ UFC/g) quando comparado ao resultado do sistema BFT no presente estudo, estando esse valor dentro dos padrões permitido para o consumo humano (BRASIL, ANVISA, 2001). Hiluy *et al.* (1996) verificou a presença de *Staphylococcus aureus* em 50% das amostras de camarão analisadas. Os motivos para essas contaminações não foram esclarecidos nos trabalhos acima citados.

A partir dos resultados das análises de coliformes fecais e *Staphylococcus* coagulase-positivo nos camarões cultivados nos sistemas CON e BFT, se verificou que esses produtos podem oferecer riscos à saúde do consumidor, pois esses microrganismos são caracterizados como patógenos humanos causadores de toxinfecção alimentar (CUNHA NETO *et al.*, 2002; DUARTE *et al.*, 2005). Neste experimento, não foram observadas bactérias do gênero *Salmonella* nas amostras de camarão coletadas em ambos os sistemas de cultivo, convencional e biofloco.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no presente estudo, se verificou uma grande instabilidade do sistema BFT quando comparado com o convencional, isso se devendo a problemas técnicos como a falta de energia e ao acúmulo de compostos nitrogenados, como no caso do nitrito. Nesse tipo de cultivo é possível aumentar a produtividade e reduzir o descarte de efluentes em relação aos cultivos convencionais, porém é imprescindível o uso de gerador e a melhor manutenção e monitoramento da qualidade de água do cultivo. Outro problema verificado no estudo foi a presença de microrganismos potencialmente patógenos ao ser humano nos camarões cultivados em ambos os sistemas. É necessário mais estudos

que venham a identificar e eliminar os principais agentes contaminantes desse produto destinado ao consumo humano.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro na execução desse trabalho.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGUIRRE-GUZMÁN, G.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R.; ASCENCIO, F. 2001. Differences in the Susceptibility of American White Shrimp Larval Substages (*Litopenaeus vannamei*) to Four *Vibrio* Species. *Journal of Invertebrate Pathology*, v.78, p.215-219.
- ANDREATTA, E. R. ; BELTRAME, E. 2004. Cultivo de camarões marinhos. In: Poli, C. R.; Poli, A. T. B.; Andreatta, E. & Beltrame, E. *Aquicultura - Experiências Brasileiras*. Florianópolis: Multitarefa, p.200-207.
- ARNOLD, S.J.; COMAN, F.E.; JACKSON, C.J.; GROVES, S.A. 2009. High-intensity, zero water-exchange production of juvenile tiger shrimp, *Penaeus monodon*: an evaluation of artificial substrates and stocking density. *Aquaculture*. v.293, p.42-48.
- AVNIMELECH, Y. 1999. C/N ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*. v.176, p.227-235.
- AVNIMELECH, Y. 2009. *Biofloc Technology, a practical guide book*. World Aquaculture Society. 182p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA), Resolução - RDC n. 12 de 02/01/2001, Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial n. 07-E de 10/01/2001.
- BOYD, C.E. 1989. Water quality management and aeration. In: *Shrimp Farming*. Fisheries and Allied Aquaculture Departmental Series n.2, p.83.
- BOYD, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Auburn, AL, 482p.
- BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. L.; LEUNG-TRUJILLO, J. R. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture*. v.122, p.133-146.

- BURFORD, M.A.; THOMPSON, P.J.; MCINTOSH, R.P.; BAUMAN, R.H.; PEARSON, D.C. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, v.219, p.393-411.
- CRAB, R; AVNIMELECH, Y; DEFOIRDT, T; BOSSIER, P; VERSTRAETE, W; 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture*, v.270, p.1-14.
- CUNHA NETO, A.; SILVA, C.G.M.; STAMFORD, T.L.M. 2002. *Staphylococcus* enterotoxigênicos em alimentos *in natura* e processados no estado de Pernambuco, Brasil. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.22, p.263-271.
- DALSGAARD, A.; HUSS, H.H.; H-KITTIKUN, A.; LARSEN, J.L. 1995. Prevalence of *Vibrio cholerae* and *Salmonella* in a major shrimp production area in Thailand. *Int. J. Food Microbiol.*, v.28, p.101-113.
- DUARTE, D.A.M.; SCHUCH, D.M.T.; SANTOS, S.B.; RIBEIRO, A.R.; VASCONCELOS, AM.M.; SILVA, J.V.D.; MOTA, R.A. 2005. Pesquisa de *Listeria monocytogenes* e microrganismos indicadores higiênico-sanitários em queijo de coalho produzido e comercializado no estado de Pernambuco. *Arq. Inst. Biol.*, v.72, n.3, p.297-302.
- DURANT, E.; HAVEMAN, J.; BRUNSON, J.; LEFFLER, J. 2011. Waddell Mariculture Center Continues Research On Biofloc-Based Shrimp Culture. *Global Aquaculture Advocate*, p.28-30.
- EBELING, J.M; TIMMONS, M.B; BISOGNI, J.J; 2006. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic control of ammonia-nitrogen in aquaculture production systems. *Aquaculture*, v.257, p.346-358.
- FENG, P.; WEAGANT, S.D.; GRANT, M.A. Enumeration of *Escherichia coli* and the coliform bacteria. Sept. 2002. In: Food and Drug Administration - FDA/CFSAN. Bacteriological Analytical Manual on line. Jan. 2001. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~ebam/bam-4.html>> Acesso em: 14 de novembro de 2011.
- FRÍAS-ESPERICUETA, M.G.; HARFUSH-MELENDÉZ, M.; OSUNA-LÓPEZ, J.I.; PÁEZ-OSUNA, F. 1999. Acute Toxicity of Ammonia to Juvenile Shrimp *Penaeus vannamei* Boone. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, v.62, p.646-652.
- HARI, B; MADHUSOODANA, K; VARGHESE, J.T; SCHAMA, J.W; VERDEGEM, M.C.J; 2004. Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. *Aquaculture*, v.241, p.179-194.
- HERRERA, F.C.; ESTEVE, M. 2001. Vibrios patógenos no coléricos. *Gac. Méd. Caracas*, v.109, n.2, p.217-221.

- HILUY, D.J.; PINHEIRO, H.C.G.; MOURÃO, A.F.; MACEDO, E.P.; CARVALHO, M.L.M.; PINTO, A. 1996. Avaliação da qualidade dos produtos pesqueiros no estado do Ceará. *Higiene Alimentar*, v.10, n.45, p.37.
- JORY, D.E.; CABRERA, T.R.; DUGGER, D.M.; FEGAN, D.; LEE, P.G.; LAWRENCE, A.L.; JACKSON, C.J.; MCINTOSH, R.P.; CASTAÑEDA, J. 2001. A global review of shrimp feed management: status and perspectives. Ed: Browdy, C.L.; Jory, D.E. *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA USA.
- LIGHTNER, D. V. 1996. Disease of culture penaeid shrimp. In "Handbook of Mariculture: Crustacean Aquaculture" (J. P. McVey, Ed.), 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- LIN, Y; CHEN, J.C. 2003. Acute toxicity of nitrite on *L. vannamei* (Boone) juveniles at different salinity levels. *Aquaculture*, v.224, p.193-201.
- MADRID, R. M. 2005. Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. Que fazer? *Revista da ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão*. Ano 7. Nº 1.
- MCABEE, B.J.; BROWDY, C.L.; RHODES, R.J.; STOKES, A.D. 2003. The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the superintensive production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the Unites States. *Global Aquaculture Advocate*, v.6, p.4.
- MCGRAWD, W. J.; DAVIS, D.A.; TEICHERT-CODDINGTAONDN, D.; ROUSE, D.B. 2002. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* Postlarvae to Low Salinity: Influence of Age, Salinity Endpoint, and Rate of Salinity Reduction. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.33, n.1, p.70-84.
- MCINTOSH, B.J; SAMOCHA, T.M; JONES, E.R; LAWRENCE, A.L; MCKEE, D.A; 2000. The effect of a bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vanammei* with low-protein diet on outdoor tank system and no water exchange. *Aquacultural Engineering*, v.21, p.215-227.
- MOSS, S.M.; PRUDER, G.D. 1985. Characterization of organic particles associated with rapid growth in juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei* Boone, reared under intensive culture conditions. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v.187, p.175-191.
- MOSS, S.A.; PRUDER, G.D.; SAMOCHA, T.M. 1999. Environmental management and control: controlled ecosystem and biosecure shrimp grow-out systems. In: Bullis, R.A., Pruder, G.D. (Eds.), *Controlled and Biosecure Production Systems, Preliminary Proceedings*

of a Special Integration of Shrimp and Chicken Models. World Aquaculture Society, April 27-30, Sydney, Australia, p.87-91.

OTOSHI, C.A.; MONTGOMERY, A.D.; LOOK, A.M.; MOSS, S.M. 2001. Effects of diet and water source on the nursery production of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. J. World Aquacult. Soc., v.32, p.243-249.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. 2007. Estudo setorial para consolidação de uma aqüicultura sustentável no Brasil. Curitiba, 279p.

OSTRENSKY, N.A.; BARBIERI, R.C.J. 2002. Camarões Marinhos. Aprenda Fácil, p.367.

OTOSHI, C.A.; RODRIGUEZ, N.; MOSS, S.M. 2011. Establishing Nitrifying Bacteria In Super-Intensive Biofloc Shrimp Production. Global Aquaculture Advocate, p.24-26.

OTOSHI, C. A.; SCOTT M. S.; NAGUWA, F.C.; MOSS, S.M. 2007a. Production/Commercial-Scale RAS Trial Yields Record Shrimp Production for Oceanic Institute, v.10, p.74.

OTOSHI, C. A.; SCOTT M.S.; NAGUWA, F.C.; MOSS, S.M. 2007b. Shrimp Behavior May Affect Culture Performance at Super-Intensive Stocking densities. Global Aquaculture Advocate, p.68-69.

OTOSHI, C.A.; TANG, L.R.; DAGDABAN, D.V.; HOLL, C.M.; TALLAMY, C.M.; MOSS, D.R.; ARCE, S.M.; MOSS, S.M. 2006. Super intensive growout of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Recent advances at the oceanic institute. In: proceedings of the 6th International Conference Recirculating Aquaculture. p.1-5.

PONCE-PALAFOX, J.; MARTINEZ-PALACIOS, C.A.; ROSS, L.G. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. Aquaculture, v.157, p.107-115.

RIVERA, I.N.G.; MARTINS, M.T. 1996. Bactérias patogênicas no ambiente aquático. Rev. Cienc. Farm., v.17, p.115-136.

ROBERTSON, P. A. W.; CALDERON, J.; CARRERA, L.; STARK, J. R.; ZHERDMANT, M.; AUSTIN, B. 1998. Experimental *Vibrio harveyi* infections in *Penaeus vannamei* larvae. Dis. Aquat. Org., v.32, p.151-155.

RODRIGUES, J. (2005). Carcinicultura marinha - desempenho em 2004. Revista da ABCC, Recife, v.7, n.2, p. 38-44.

ROSAS, C.; LÓPEZ, N.; MERCADO, P.; MARTÍNEZ, E. 2001. EFFECT OF SALINITY ACCLIMATION ON OXYGEN CONSUMPTION OF JUVENILES OF THE WHITE SHRIMP *LITOPENAEUS VANNAMEI*. Journal of Crustacean Biology, v.21, n.4, p.912-922.

- SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALL, A.M.; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. 2007. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, v.36, p.184-191.
- SANDIFER, P.A.; HOPKINS, J.T. 1996. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. *Aquacultural Engineering*. v.15, p.41-52.
- SILVA, R.M.L.; ROSSI JUNIOR, O.D.; COSTA, F.N.; CHAVES, N.P.; NASCIMENTO, D.L.; KAMIMURA, B.A. 2010. *Aeromonas* spp. em água de pisciculturas da região da baixada ocidental maranhense. *Bol. Inst. Pesca*, v.36, n.3, p.245-249.
- TSUKAMOTO, K. K.; OYAIZU, H.; NANBA, K.; SIMIDU, U. 1993. Phylogenic relationship of marine bacteria, mainly members of the family *Vibrionaceae*, determined on the basis of 16S rRNA sequences. *Int. J. Syst. Bacteriol.* v.43, p.8-19.
- VAN WYK, P.; SCARPA, J. 1999. Water quality and management. In: *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems* (ed. by P.Van Wyk, et al.), p.128-138.
- WASIELESKY, W. J.; ATWOOD, H.I.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. 2006. Effect of natural production in brown water super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture*, v.258, p.396-403.

4. 1- Normas da Revista Boletim do Instituto de Pesca

O **Boletim do Instituto de Pesca**, ISSN 0046-9939 (impresso) e ISSN 1678-2305 (online), tem por objetivo a divulgação de trabalhos científicos inéditos, relacionados a Pesca, Aquicultura e Limnologia.

A política da Instituição para o Boletim do Instituto de Pesca inclui a publicação de artigos científicos, notas científicas, relatos de caso e artigos de revisão, originais, que contribuam significativamente para o conhecimento nas áreas de Zootecnia, Limnologia, Biologia e Pesca. A publicação dos trabalhos depende da aprovação do Conselho Editorial, baseada em revisão por pares.

É publicado um volume por ano, com o necessário número de fascículos.

Os trabalhos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol.

O processo de avaliação utilizado pelo Comitê Editorial do Instituto de Pesca é o sistema por pares “blind review”, ou seja, sigilo sobre a identidade, tanto dos autores quanto dos revisores.

O original do trabalho (uma cópia impressa e uma cópia gravada em CD ROM), bem como dos documentos necessários (relacionados no item Submissão de trabalho), devem ser encaminhados ao Comitê Editorial, via correio, sendo todos os trâmites necessários para avaliação e publicação realizados via e-mail.

Após a publicação da edição impressa, o autor responsável pelo trabalho receberá 19 (dezenove) separatas.

Os trabalhos enviados para publicação no Boletim do Instituto de Pesca podem ter a forma de **Artigo Científico**, **Nota Científica**, **Relato de Caso** ou **Artigo de Revisão**. O(s) autor(es) deve(m) indicar, no ofício de encaminhamento, que tipo de trabalho desejam seja publicado.

Entretanto, **após avaliação do original, os revisores e/ou editores podem propor que o mesmo seja publicado sob outra forma, se assim julgarem pertinente.**

Em todos os casos, os dados constantes do trabalho **não podem ter sido publicados, exceto na forma preliminar, como resumo, dissertação, tese ou parte de palestra publicada.**

Tipos de publicação

Artigo Científico

Trabalho resultante de pesquisa científica, **apresentando dados originais**, obtidos por meio de experimentação e/ou teoria, baseada em métodos consagrados e com planejamento estatístico adequado e discussão criteriosa, com base científica sólida.

Nota Científica

Comunicação curta de fato inédito resultante de pesquisa científica, cuja divulgação imediata se justifica, mas com informações insuficientes para constituir artigo científico. Incluem-se nesta categoria a descrição de uma técnica, o registro da descoberta de uma nova espécie biológica, observações e levantamentos de resultados de experimentos que não podem ser repetidos, e outras situações únicas. Deve ter o mesmo rigor científico de um Artigo Científico e conter os elementos necessários para avaliação dos argumentos apresentados.

Relato de Caso

Trabalho constituído de dados descritivos ou observacionais de um ou mais casos, explorando um método ou problema por meio de um exemplo investigado.

Artigo de Revisão

Estudo aprofundado sobre tema específico ou questão que requer amplo debate interdisciplinar. Não deve consistir apenas de um resumo de dados, mas conter também uma avaliação crítica e objetiva dos dados, o estado da arte e a investigação necessária para o avanço do conhecimento sobre o tema.

PROCEDIMENTOS EDITORIAIS

Submissão de trabalho

Os trabalhos deverão ser enviados, **via correio**, com a seguinte documentação **devidamente assinada**:

1. Ofício de encaminhamento do trabalho ao Comitê Editorial do Instituto de Pesca, contendo **título do artigo, nome completo do(s) autor(es), seus endereços institucionais e emails**, bem como o **nome do autor indicado para correspondência** e a especificação do **tipo de publicação** (Artigo Científico, Nota Científica, Relato de Caso ou Artigo de Revisão) (modelo no link **Documentos**, no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>);
2. Original do trabalho: uma cópia impressa (rubricada) e uma cópia gravada em CD-ROM, devidamente identificado;
3. Quando necessário, atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição de origem da pesquisa.

Endereço:

Comitê Editorial do Instituto de Pesca

CAIXA POSTAL 61070 – CEP: 05001-970 - São Paulo – SP - Brasil

Tel.: (11) 3871-7535

site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>

O trabalho **também** deverá ser enviado, devidamente identificado, **via e-mail**, para: ceip@pesca.sp.gov.br.

Os trâmites para publicação só serão iniciados após o recebimento dos documentos via correio.

Após **aprovação** do trabalho, deverá ser encaminhada:

1. Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (modelo no link **Documentos**, no site: <http://www.pesca.sp.gov.br/siteOficialBoletim.php>). O documento deve ser assinado pelo(s) **autor(es)**. Excepcionalmente, na impossibilidade de obter a assinatura de algum dos autores, o autor responsável pelo trabalho deve assumir a responsabilidade pelas declarações.

Avaliação do trabalho

1. O trabalho, submetido ao Boletim, que atender à política Editorial, às normas para submissão e às normas de estruturação do texto (formatação) será pré-selecionado para avaliação linguística (*) e técnica. Caso contrário, será solicitada a adequação às normas ou a inclusão de documentos, para que a tramitação do mesmo se inicie.

(*) Recomenda-se que o(s) autor(es) busque(m) assessoria linguística profissional (revisores e/ou tradutores certificados em língua portuguesa e/ou inglesa e/ou espanhola) antes de encaminhar o trabalho para publicação.

2. Original de trabalho com inadequações linguísticas, morfológicas ou sintáticas, que por isso exigir revisão criteriosa, poderá ser recusado pelo Comitê Editorial.

3. Após aprovação pelo CEIP, e segundo a ordem cronológica de recebimento, o trabalho é enviado a revisores (no mínimo dois) de reconhecida competência no assunto abordado. Em seguida, se necessário, retornará ao(s) autor(es) para modificações/correções. O retorno do texto manuscrito poderá ocorrer mais de uma vez, se assim o(s) revisor(es) solicitar(em).

O prazo de retorno do trabalho corrigido pelo(s) autor(es) ao CEIP, cada vez que solicitado, será de até 30 (trinta) dias; caso o prazo não seja obedecido, o processo será automaticamente cancelado.

4. O trabalho será aceito para publicação se tiver dois pareceres favoráveis, ou rejeitado

quando pelo menos dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de pareceres contraditórios, o trabalho será enviado a um terceiro revisor.

Ao Comitê Editorial é reservado o direito de efetuar os ajustes que julgar necessários.

5. Os originais não aceitos para publicação ficarão à disposição do(s) autor(es) por um ano (12 meses).

6. O trabalho aceito retornará ao(s) autor(es) para eventuais alterações e checagem (versão preliminar), necessárias no processo de editoração e normatização ao estilo do Boletim. O prazo para devolução será de sete (7) dias.

Disposições finais

Casos omissos serão avaliados pelo Comitê.

ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO - Formatação

Instruções gerais

O trabalho deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word (arquivo “doc”), de acordo com a seguinte formatação:

- fonte Book Antiqua, tamanho 11;
- espaçamento entre linhas: 1,5;
- tamanho da página: A4;
- margens esquerda e direita: 2,5 cm;
- margens superior e inferior: 3,0 cm;
- número máximo de páginas, incluindo Figura(s) e/ou Tabela(s) e Referências:
 - . Artigo Científico e Artigo de Revisão: 25 páginas;
 - . Nota Científica: 15 páginas;
 - . Relato de Caso: 15 páginas.

- as **linhas devem ser numeradas sequencialmente, da primeira à última página**. As páginas também devem ser numeradas.

Estrutura de Artigo Científico

A estrutura de Artigo Científico é a seguinte: Título, Autor(es), Endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (opcional), Referências.

O Título, o Resumo e as Palavras-chave devem ser traduzidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português ou espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês ou espanhol.

Os termos: Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão(ões), Agradecimentos e Referências devem ser alinhados à esquerda e grafados em letras maiúsculas e em negrito.

TÍTULO

Deve ser claro e conciso, redigido em português e inglês ou, se for o caso, em espanhol, inglês e português. Deve ser grafado em letras maiúsculas e centralizado na página. No caso de trabalho desenvolvido com auxílio financeiro, informar qual a Agência, na primeira página, indicada com asterisco, também apostro ao final do título. Recomenda-se não colocar nome de descritor de espécie biológica, a não ser que seja imprescindível. **Evitar títulos longos.**

NOME(S) DO(S) AUTOR(ES)

Deve(m) ser apresentado(s) completo(s) e na ordem direta (prenome e sobrenome). Redigir em caixa alta apenas o sobrenome pelo qual o(s) autor(es) deve(m) ser identificado(s). A filiação do(s) autor(es), bem como o endereço completo para correspondência e o e-mail, deverão ser colocados na primeira página, logo após o nome dos autores, sendo identificado(s) por números arábicos, separados por vírgula quando necessário.

O número **máximo de autores** deverá ser de **seis (6)**, no caso de Artigos Científicos, e **quatro (4)**, no caso de Nota Científica e Relato de Caso. Serão aceitos mais autores, desde que justificada a atuação de todos na execução/elaboração do trabalho. Caberá ao CEIP verificar a pertinência da justificativa.

RESUMO + Palavras-chave

Obrigatório em qualquer tipo de trabalho. O Resumo deve conter concisamente o objetivo, a metodologia, os resultados obtidos e a conclusão, em um número máximo de palavras de **250** (duzentas e cinquenta) para **Artigos Científicos** e **150** (cento e cinquenta) para **Notas Científicas e Relatos de Caso**.

- **palavras-chave**: no máximo seis (6) e mínimo de três (3), redigidas em letras minúsculas e separadas por ponto e vírgula. **Não devem repetir palavras que constem do Título.**

ABSTRACT + Key words

Devem ser estritamente fiéis ao Resumo e Palavras-chave.

INTRODUÇÃO

Deve ocupar, preferencialmente, no máximo duas páginas. Deve apresentar o problema científico a ser solucionado e sua importância (justificativa para a realização do trabalho), e estabelecer sua relação com resultados de trabalhos publicados sobre o assunto. O último parágrafo deve expressar o objetivo, de forma coerente com o constante no Resumo.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações devem ser organizadas de preferência em ordem cronológica e descrever sucintamente a metodologia aplicada, de modo que o experimento possa ser reproduzido.

Deve conter, de acordo com a natureza temático-científica, a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, a descrição dos tratamentos e das variáveis, o número de repetições e as características da unidade experimental.

Deve-se evitar detalhes supérfluos, extensas descrições de técnicas de uso corrente e a utilização de abreviaturas não usuais.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

Evitar o uso de subtítulo, mas, quando indispensável, grafá-lo em itálico, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

RESULTADOS

Podem ser apresentados sob a forma de Tabelas e/ou Figuras, quando necessário. Dados apresentados em Tabelas ou Figuras não devem ser repetidos sistematicamente no texto.

Tabelas: devem ser numeradas com algarismos arábicos e encabeçadas pela legenda (autoexplicativa); recomenda-se que os dados apresentados em tabelas não sejam repetidos em gráfico, a não ser quando absolutamente necessário. As Tabelas devem ter, **no máximo, 16 cm de largura**. Deve-se evitar, sempre que possível, tabela em formato paisagem.

Abreviaturas também devem ser evitadas, a não ser quando constituírem unidades de medida.

As **Tabelas devem ser enviadas em word** (não transformá-las em “Figuras”).

Figuras: representadas por gráficos, desenhos, mapas ou fotografias, devem ter, **no máximo, 16 cm de largura e 21 cm de altura**. Devem ser numeradas com algarismos arábicos, com título autoexplicativo abaixo delas. Gráficos e mapas devem ser apresentados em fontes legíveis. Recomenda-se **não** inserir gráficos, mapas ou fotos em tabelas ou quadros.

Tabelas e Figuras devem ser inseridas no decorrer do texto. Desenhos, mapas e fotografias devem ser apresentados no original e em arquivos distintos, preferencialmente em formato digital “tif” ou “jpeg”, Ex.: figura x.tif ou figura x.jpeg, e permitir redução para 16 cm ou 7,5

cm de largura, **sem perda de definição**. Figuras coloridas poderão ser incluídas somente quando estritamente necessário.

DISCUSSÃO

A Discussão deve ser elaborada e não apenas uma comparação dos dados obtidos com os observados na literatura. Evitar repetir valores numéricos, constantes dos resultados, assim como citar Tabelas e Figuras. A Discussão deve conter comentários adequados e objetivos dos resultados, discutidos à luz de observações registradas na literatura.

CONCLUSÕES

As Conclusões devem ser claras, concisas e responder ao(s) objetivo(s) do estudo.

AGRADECIMENTOS (opcional)

Devem ser sucintos, dirigidos a Instituição(s) ou pessoa(s) que tenha(m) prestado colaboração para a realização do trabalho, e, de preferência, não ultrapassar cinco linhas.

Estrutura de Nota Científica e Relato de Caso

Nota Científica e Relato de Caso devem seguir ordenação similar à de Artigo Científico, contendo Título, Autor(es), Endereços institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Agradecimentos (opcional) e Referências.

A formatação segue o mesmo padrão, com exceção do número máximo de palavras no resumo (**150 palavras**) e número máximo de páginas (incluindo Tabelas e Figuras): **15 páginas**.

Estrutura de Artigo de Revisão

Por se tratar de um artigo diferenciado, não é obrigatório seguir a mesma ordenação aplicada aos demais tipos de artigos. Entretanto, deve conter: Título, Autor(s), Endereço(s) Institucional(s) e eletrônico(s), Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key words, Introdução, Discussão, Agradecimentos (opcional) e Referências.

REFERÊNCIAS (normas para TODOS os tipos de publicação)

São apresentadas em ordem alfabética do sobrenome dos autores, sem numeração. Devem conter os nomes de todos os autores da obra, a data de publicação, o nome do artigo e do periódico, por extenso, local da publicação (**SEMPRE** que possível), volume e/ou edição e número/intervalo de páginas.

A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e citados no texto são de responsabilidade do autor.

Trabalhos de conclusão de curso (TCC) ou monografias não serão aceitos como referências.

Dissertações, teses e resumos devem ser evitados como referências. Se for imprescindível sua citação, indicar a URL (endereço na Internet).

Exemplos:

Citações no texto

- Usar o sistema Autor/Data, ou seja, o sobrenome do(s) autor(s) (em letras **maiúsculas**) e do ano em que a obra foi publicada. Exemplos:

- para um autor: “MIGHELL (1975) observou...”; “Segundo AZEVEDO (1965), a piracema...”; “Estas afirmações foram confirmadas em trabalhos posteriores (WAKAMATSU, 1973)”.

- para dois autores: “RICHTER e EFANOV (1976), pesquisando...” Se o trabalho que está sendo **submetido** (ou seja o SEU trabalho) estiver **redigido** em português usar “e” ligando os sobrenomes dos autores. Se estiver redigido em inglês ou espanhol usar “and” (RICHTER and EFANOV, 1976) ou “y” (RICHTER y EFANOV, 1976), respectivamente.

- para três ou mais autores: o sobrenome do primeiro autor deve ser seguido da expressão “et al.” (redigido em itálico). Exemplo: “SOARES et al. (1978) constataram...” ou “Tal fato foi constatado na África (SOARES et al., 1978).”

- para o mesmo autor em anos diferentes, respeitar a ordem cronológica, separando os anos por vírgula. Exemplo: “De acordo com SILVA (1980, 1985)...”

- para citação de vários autores sequencialmente, respeitar a ordem cronológica do ano de publicação e separá-los por ponto e vírgula.

Exemplo: “...nos viveiros comerciais (SILVA, 1980; FERREIRA, 1999; GIMAS e BARBIERI, 2002)....”

- Ainda, quando for **ABSOLUTAMENTE** necessário referenciar um autor citado em trabalho consultado, o nome desse autor será citado apenas no texto (**em letras minúsculas**), indicando-se, entre vírgulas e precedido da palavra latina apud, o nome do autor do trabalho consultado, o qual irá figurar na listagem de referências. Ex.: “Segundo Gulland, apud SANTOS (1978), os coeficientes...”.

Citações na listagem de REFERÊNCIAS

1. Documentos impressos – Para dois autores, relacionar os artigos referidos no texto, com o sobrenome dos autores (em letras **maiúsculas**), das iniciais dos prenomes (separadas por

ponto, sem espaço), separados por “e”, “and” ou “y”, se o texto **submetido** (ou seja, o SEU trabalho) for **redigido** em português, inglês ou espanhol, respectivamente.

Se mais de dois autores, separá-los por ponto e vírgula.

As referências devem ser ordenadas alfabeticamente pelo sobrenome do autor. Havendo mais de uma obra com a mesma entrada, considera-se a ordem cronológica e, em seguida, a alfabética do terceiro elemento da referência.

Exemplos:

a) Artigo de periódico

BARBIERI, G. e SANTOS, E.P. dos 1980 Dinâmica da nutrição de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1824), na represa do Lobo, Estado de São Paulo, Brasil. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 32(1): 87-89.

WOHLFARTH, G.W.; MOAY, R.; HULATA, G. 1983 A genotype-environment interaction for growth rate in the common carp, growing in intensively manured ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 33: 187-195.

b) Dissertação e tese (utilizar apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário)

SOUZA, K.M. 2008 Avaliação da política pública do defeso e análise socioeconômica dos pescadores de camarão-setebarbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) do Perequê – Guarujá, São Paulo, Brasil. Santos. 113p. (Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesca, APTA). Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php> Acesso em: 22 ago. 2009.

c) Livro

GOMES, F.P. 1978 Curso de estatística experimental. 8ª ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 430p.

ENGLE, R.F. and GRANGER, C.W.J. 1991 Long-run economic relationship: readings in cointegration. New York: Oxford University Press. 301p.

d) Capítulo de livro e publicação em obras coletivas

MACKINNON, J.G. 1991 Critical values for cointegration tests. In: ENGLE, R.F. and GRANGER, C.W.J. Long-run economic relationship: readings in cointegration. New York: Oxford University Press. p.267-276.

e) Publicação em anais e congêneres de congresso, reunião, seminário (utilizar RESUMOS como referência apenas quando ABSOLUTAMENTE necessário)

AMORIM, A.F. e ARFELLI, C.A. 1977 Contribuição ao conhecimento da biologia e pesca do espadarte e agulhões no litoral Sul-Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO PAULISTA DE

AGRONOMIA, 1., São Paulo, 5-9/set./1977. Anais... São Paulo: Associação de Engenheiros Agrônomos. p.197-199.

ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; CARNEIRO, M.H.; FAGUNDES, L. 1999 Gerenciador de banco de dados de controle estatístico de produção pesqueira marítima – ProPesq@. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ENGENHARIA DE PESCA, 1., Recife, 17-21/out./1999. Anais... v..2, p.824-832.

2. Meios eletrônicos (Documentos consultados online e em CD-ROM)

- Utilizar as normas de referência de documentos impressos, acrescentando o endereço eletrônico em que o documento foi consultado e a data do acesso.

Exemplos:

CASTRO, P.M.G. (sem data) A pesca de recursos demersais e suas transformações temporais. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br/textos.php>> Acesso em: 3 set. 2004.

SILVA, R.N. e OLIVEIRA, R. 1996 Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPE, 4., Recife, 1996. Anais eletrônicos... Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais.htm>> Acesso em: 21 jan. 1997.

NINHAUS-SILVEIRA; FORESTI; TABATA; RIGOLINO; VERÍSSIMO-SILVEIRA 2002 Cryopreservation of rainbow trout semen: diluent, straw and the vapor column. B. Inst. Pesca, São Paulo, 28(2): 135-139. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br/boletins_online.php> Acesso em: 21 set. 2009.

TOLEDO PIZA, A.R.; LOBÃO, V.L.; FAHL, W.O. 2003 Crescimento de Achatina fulica (gigante africano) (Mollusca: Gastropoda) em função da densidade de estocagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 55., Recife, 14-18 jul./2003. Anais... Recife: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 CD-ROM.

OBSERVAÇÕES:

1. Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Podem ser escritas inseridas no texto, se não apresentarem caracteres especiais; caso contrário, devem ser apresentadas isoladamente na linha. Exemplo: Ganho de peso = peso final – peso inicial.

2. Unidades de medida

Devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). Exemplo: 10 m²; 100 peixes m⁻¹; 20 t ha⁻¹.

3. Anexos e apêndices

Devem ser incluídos apenas quando imprescindíveis à compreensão do trabalho. Caberá aos Revisores e Editores julgar a necessidade de sua publicação.

LISTA DE CHECAGEM

1. Preparar Ofício de encaminhamento (**modelo no link Documentos – download**), devidamente assinados pelos autores (**preferencialmente**) ou pelo autor responsável.
2. Verificar se o texto, incluindo Tabelas e Figuras, está digitado em fonte Book Antiqua, tamanho 11, com espaçamento 1,5, em página A4, com margens superior e inferior de 3,0 cm, e esquerda e direita de 2,5 cm.
3. Verificar se o texto não excede o limite de 25 páginas (artigo científicos e artigo de revisão), 15 páginas (relato de caso) ou 10 páginas (nota científica), incluindo Tabelas e Figuras e Referências, e se as linhas foram numeradas sequencialmente, da primeira à última página.
4. Verificar se o Resumo e o Abstract não excedem o limite de 250 palavras (artigo científico e artigo de revisão) ou de 150 palavras (nota científica e relato de caso).
5. Verificar se todas as informações sobre os autores estão completas (nome completo, filiação, endereço institucional e e-mail).
6. Fazer revisão linguística criteriosa do texto.
7. Verificar se as Citações e Referências estão de acordo com as normas adotadas pelo Boletim e devidamente correlacionadas.
8. Verificar se as Tabelas e Figuras estão formatadas de acordo com as normas, não excedendo 16 cm de largura.
9. Enviar, via correio, uma cópia impressa do texto original, uma cópia gravada em CD-ROM (arquivo “doc”), devidamente identificado, e os demais documentos solicitados e, via e-mail, uma cópia (arquivo “doc”, devidamente identificado). É de total responsabilidade do autor a integridade dos textos enviados.
10. A documentação que não atender estritamente a estas normas não será aceita.
11. Após a aprovação, encaminhar a Cessão de Direitos Autorais e Autorização para publicação em meio eletrônico (**modelo no link Documentos – download**) devidamente assinados pelos autores (**preferencialmente**) ou pelo autor responsável.