



CAPÍTULO XI

**CARCINICULTURA: COMO DIMINUIR OS IMPACTOS DESTA
ATIVIDADE EM ZONAS COSTEIRAS E PRODUZIR
ORGANISMOS ORGÂNICOS**

CARCINICULTURA: COMO DIMINUIR OS IMPACTOS DESTA ATIVIDADE EM ZONAS COSTEIRAS E PRODUZIR ORGANISMOS ORGÂNICOS

Maria Cristina Crispim¹, Ianna Lucena Rocha de Oliveira¹, Nathiene Patrícia Ferreira Amaral Rolim¹ e Flávia de Oliveira Paulino¹

¹Universidade Federal da Paraíba, PRODEMA, caixa postal 5122, CEP-58051-970, João Pessoa, Paraíba, Brasil. ccrispim@dse.ufpb.br; flavia@cbiotec.ufpb.br

RESUMO

A carcinicultura é uma atividade importante economicamente, mas da forma como tem sido realizada, tem causado degradação ambiental nos ecossistemas de mangue em vários países, inclusive no Brasil. De forma a pesquisar formas menos impactantes para o cultivo de camarões, foi realizada esta pesquisa, pela equipe do Laboratório de Ecologia aquática da Universidade Federal da Paraíba, Brasil. O trabalho é experimental e foi realizado em mesocosmos (caixas de água de 1000L). Para isso utilizaram-se 5 caixas de água para cada tratamento, sendo 4 para o cultivo e 1 para a filtragem e tratamento biológico. O tratamento biológico foi a comunidade de biofilme, para o qual foram colocadas cortinas de plástico para seu substrato. Foram realizados dois tratamentos, um utilizando como alimento a ração comercial e outro utilizando ração confeccionada para o experimento. Os resultados foram animadores, mostrando que foi possível realizar o cultivo fora do mangue, com troca mínima de água, garantindo uma boa qualidade sanitária para o produto. Analisando o crescimento, este foi semelhante com os dois tipos de ração, no cultivo de *Litopenaeus vannamei*, comprovando a eficácia produzida. No entanto, quando se induziu o aumento do alimento natural (perifiton) verificou-se aumento significativo no crescimento. Já no cultivo com o camarão *Macrobrachium rosenbergii*, o crescimento foi maior com a ração doméstica. As

análises bromatológicas da ração, demonstraram que estas eram semelhantes. Nas análises de sanidade do produto, em várias das análises os camarões produzidos com ração doméstica apresentaram menor número de bactérias, comparadas com o cultivo com ração comercial e com os camarões de mercado público e supermercados. Dessa forma, demonstrou-se ser viável, a criação de camarões fora do mangue, produzindo organismos mais saudáveis e a um menor custo, sem a compra da ração.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; *Macrobrachium rosenbergii*; ração doméstica; sustentabilidade.

ABSTRACT

Shrimp production is a relevant economic activity, but in the way that is being developed is producing environmental impacts in mangroves, in several countries, including Brazil. In order to research less aggressive production systems, this research was performed by the Laboratory of Aquatic Ecology, of Federal University of Paraíba, Brazil team. The work is experimental and was realized in mesocosm scale (1000L water boxes). There were been used 5 boxes in each treatment, being 4 to the culture and 1 for water filtering and biological treatment. The biological treatment used was the periphyton community, for which was added plastic curtains to be the substrate. Two treatments were performed, in one commercial ration was used and in the other, domestic ration was prepared.

The results were encouraging, showing that is possible to raise shrimps outside the mangroves, with minimal water change, ensuring a good sanitation quality. The growth analysis showed that in both kinds of rations, in the culture of *Litopenaeus vannamei*, showing the domestic ration efficiency. However, when natural food (periphyton) was improved, a significant higher length was observed. Already in cultivation with the shrimp *Macrobrachium rosembergii* the growth was higher with domestic ration. Ration bromatological analyzes were similar between the rations. In most sanitary analyzes of shrimp, the treatment with domestic ration showed better results, presenting a lower number of bacteria, comparing with public market, supermarket and commercial ration. In this way it was demonstrated that it is possible the shrimp production outside the mangroves, producing cheaper (without ration acquisition) and healthier organisms.

Keywords: *Litopenaeus vannamei*; *Macrobrachium rosembergii*; domestic ration; sustainability.

INTRODUÇÃO

A aquicultura tem sido uma resposta à diminuição dos estoques pesqueiros nos ambientes naturais. A carcinicultura, dentre as atividades de aquicultura marinha é das mais rentáveis e aplicadas. Segundo a FAO (2006), é das atividades que mais gera divisas, concentrando 15 % de todo o comércio de pescado. No nordeste brasileiro, muitos estuários passaram a ter fazendas de criação de camarão, e é nesta região que a carcinicultura cresceu mais no Brasil (MMA, 2000). Encontrava-se em 2005 uma área de aproximadamente 15.000 ha de viveiros implantados, contrastando com pouco mais de 3.500 ha em 1997 (MMA, 2005), isso demonstra o rápido crescimento desta atividade no nordeste brasileiro.

O maior problema é que esta atividade foi desenvolvida diretamente nos mangues, com o desmatamento deste ambiente o que causa

diminuição de nutrientes no ecossistema estuarino e marinho. Como consequência do desmatamento surgem perdas anuais de aproximadamente 4,7 milhões de toneladas de peixe e 1,5 milhões de toneladas de camarão marinho para a pesca, sem considerar outros prejuízos ainda não estimados para outros organismos como ostras, caranguejos, aves, proteção da costa, etc. (MMA, 2005). Para além disso, essa atividade está associada à degradação desses sistemas naturais, causando impactos como poluição hídrica (principalmente nutrientes), salinização dos lençóis freáticos, destruição de manguezais, risco de introdução de espécies exóticas, difusão de doença e desestruturação de comunidades de pescadores artesanais (FABIANO, 2004). Ainda pode ser citado como impacto a introdução de espécies exóticas (*Litopenaeus vannamei*), o uso de medicamentos para o controle de doenças e o lançamento de metabisulfito no ambiente

Apesar de em outros países, como a Tailândia, por exemplo, ter havido carcinicultura produzida em mangues, desde a década de 80, o que causou a degradação desses ambientes (HUITRIC *et al.*, 2002), assim como em muitos outros países, não serviu de alerta, para que o Brasil no processo de implantação dessa atividade seguisse outro modelo. O resultado foi, portanto, igual, com impactos socioambientais, degradação de mangues e diminuição da produção também pela ocorrência de doenças, causando crises na produção. Paez-Ozuma (2001) descreve essas crises em que os diferentes países tiveram diminuição significativa da produção em consequência de doenças, como: Taiwan (1987-1988), China (1993-1994), Indonésia (1994-1995), Índia (1994-1996), Equador (1993- 1996), Honduras (1994-1997) e México (1994-1997).

No Brasil não foi diferente: surgiu nas áreas de produção uma doença viral que causou perdas na produção de até 80%, como o registrado para o estuário do Rio Jaguaribe, no

Estado do Ceará (Relatório GT-Carcinicultura da Câmara Federal, 2004, *apud* MMA, 2005).

Por outro lado, estuários são ambientes que recebem grande quantidade de contaminantes, devido às ações humanas nas bacias de drenagem dos rios, como metais pesados, agrotóxicos, micro-organismos e biotoxinas, o que coloca em risco a sanidade dos animais produzidos em ambientes estuarinos.

Em estudos realizados no estuário do Rio Paraíba, na Paraíba, Brasil, Anjos (2009) realizou uma pesquisa sobre o impacto da carcinicultura na qualidade de água do estuário e não registrou grandes alterações, concluindo que essa atividade não tinha impacto. No entanto, como o descarte é diário, é possível que em locais com menor correnteza acabem se acumulando os nutrientes liberados pelas fazendas. Além disso, em estuários que já tenham a sua capacidade de autodepuração comprometida, é possível que mesmo o descarte diário, com poucos nutrientes, já possa fazer diferença.

Sendo assim, para que a atividade possa ser considerada sustentável é necessário que novas tecnologias sejam propostas e aplicadas, de forma a não causar impactos nos ambientes e nas comunidades ribeirinhas.

Atualmente novas tecnologias já são aplicadas, visando a diminuição de impactos na carcinicultura, como o uso de bioflocos nos cultivos. Bioflocos são constituídos por bactérias, protozoários, microalgas, metazoários, exoesqueletos, fezes, restos de organismos mortos, dentre outros, formando uma biota aeróbica e heterotrófica, mantida através do manejo da relação C:N no ambiente de cultivo (SCHRYVER *et al.*, 2008).

Segundo Stokstad (2010), o uso da tecnologia de bioflocos pode diminuir as trocas de água nos viveiros, tornando o cultivo mais sustentável, ao mesmo tempo em que reduz em cerca de 50% a presença de proteína nas rações de camarões. Baixa troca de água, em cultivos apresentam maior biossegurança para o cultivo, além de tornarem o meio ambiente mais estável

e aquecido (RAY, 2016).

Apesar da boa aceitação pelo sistema de cultivo com bioflocos, como aumento das densidades de estocagem, pode ocorrer um aumento de compostos nitrogenados, devido às excretas dos camarões e decomposição da matéria orgânica, visto que nos sistemas convencionais, com troca mais frequente de água, o acúmulo de nitrogênio é de cerca de 12%, enquanto que nos sistemas usando o bioflocos, pode chegar a 40%, que ficam retidos na produção dos camarões. Isso, dependendo dos processos de equilíbrio entre os processos de assimilação de nitrogênio, pode elevar os compostos nitrogenados a valores tóxicos para os camarões, o que pode inviabilizar a produção. Para isso tem de haver um eficiente monitoramento e manejo da qualidade de água, para evitar perdas (LARA, 2016).

No entanto, o bioflocos é um produto patenteadado no exterior e tem custos para a sua compra. O biofilme, é uma comunidade semelhante, também rica em bactérias e outros micro-organismos, que auxilia no tratamento de água (CRISPIM 2006 e SOUSA, 2014), e também serve de alimento para o camarão.

Um sistema de produção que vise a menor troca das águas, ou que seja realizado fora dos mangues, que reduza os danos que os dejetos causam ao ambiente e em contrapartida, as proliferações microbiológicas que crescem no cultivo, que traga um incremento alimentar natural, diversificando a dieta e assim suprimindo melhor as carências nutricionais que o indivíduo necessita para o seu pleno desenvolvimento, são desejáveis num cultivo sustentável.

Pensando em solucionar essa problemática, o Laboratório de Ecologia Aquática (LABEA) da Universidade Federal da Paraíba (Brasil), através de um projeto de extensão financiado pelo MEC/SESu (2008) iniciou uma série de estudos, em parceria com pescadores da Associação de Produtores de Frutos do Mar da Praia da Penha. O objetivo foi o de testar a possibilidade de criação de camarões fora do ambiente de

mangue, com um custo de produção menor, e testar a sanidade destes organismos. Como o objetivo era baratear a produção, para que os pesadores pudessem ser os produtores, o projeto capacitou os pescadores para a produção da ração que serviria de alimento para os animais. Visou-se uma produção sustentável. Três parâmetros são considerados na aquicultura que visa uma atividade sustentável: o lucro da produção, a conservação do meio ambiente para a preservação dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento social e econômico de uma dada região, melhorando a qualidade da vida da comunidade (VALENTI, 2012).

Para dar resposta à demanda da produção familiar, foram testadas duas espécies de camarão, a marinha *Litopenaeus vannamei* e a de água doce *Macrobrachium rosenbergii*. Apesar dos camarões de água doce terem uma posição inferior no mercado, eles apresentam uma maior resistência a doenças e têm o seu manejo mais simples, estando livres da água salgada no período de engorda a sua produção pode ser adaptada a pequenas propriedades (RODRIGUES, 2011). Por outro lado, produções de água doce, poderão ser realizadas em qualquer parte do estado, podendo após a elaboração de um protocolo viável de produção, ser disseminado por todo o estado, incluindo pelas áreas do semiárido, como opção de produção animal.

M. rosenbergii tem comportamento social agressivo, e isso acarreta em um gasto energético muito grande e leva a uma redução no crescimento dos camarões (VALENTI, 1993). Este comportamento agressivo tentou ser minimizado através da colocação de estruturas (tijolos e madeira) nas caixas de água, para servir de esconderijo, áreas de escape e evitar que os mesmos se encontrem com maior frequência, mas é preciso que a quantidade destes espaços seja o suficiente para a quantidade de indivíduos e em proporções

adequadas para acompanhar o crescimento dos camarões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira ação que foi realizada foi uma reunião com os pescadores locais, para apresentação do projeto e para verificar o seu interesse em participar. Após salientado o interesse, foi explicado o objetivo e a necessidade de desenvolver algumas atividades, como a produção da ração, que seria comparada nos cultivos em paralelo com a ração comercial para camarão.

Como a proposta era a de cultivar em sistemas fechados, era necessário que fosse desenvolvido um sistema de tratamento de qualidade de água, para evitar a troca excessiva de água e os impactos daí advindos. Para isso foi proposto um sistema de tratamento físico e biológico, este último baseado no uso de biofilme como biorremediador (CRISPIM et al., 2009). O sistema de tratamento era formado por um filtro físico, composto por pedras (Figuras 1A e 1B), que foram cobertas por uma tela, e sobre ela foi colocado detrito de algas calcáreas tirado do ambiente marinho. O objetivo deste filtro é físico, para que a matéria particulada fique presa e não chegue na água. Também é biológico, porque na superfície das pedras ir-se-á desenvolver uma comunidade microbiana, que auxiliará no biotratamento. Na coluna de água foram colocadas cortinas de plástico, que serviram de substrato para a implantação do biofilme (Figura 2), como proposto por Crispim e colaboradores (2009). A água circulava de baixo para cima, e era direcionada por cima para os sistemas de produção. Os sistemas de produção contavam com 5 caixas de água de 1000 L, sendo 4 de criação e 1 de tratamento (Figura 3).

No cultivo com ração doméstica do camarão marinho, em duas das caixas foi introduzido uma estrutura de plástico como uma prateleira, para aumentar a produção de biofilme, que serve de alimento para o camarão.



Figura 1 – Cascalho, tela e detritos de algas calcáreas no sistema de biotratamento no cultivo experimental de camarão orgânico realizada na Praia da Penha, Paraíba, Brasil (Fonte: Rolim, 2015).

No experimento com o camarão marinho foram colocados inicialmente 120 pós-larvas PL 12 de *L. vannamei*, que foram cultivadas por 94 dias. No experimento com o camarão dulcícola *M. rosenbergii*, foram colocadas 150 PL 12, que

foram cultivadas por 240 dias. Esse período foi necessário, para conseguir-se alcançar o período reprodutivo destes animais, porque fazia parte do experimento a reprodução. Em cada tipo de camarão foram testados dois sistemas de cultivo, um foi alimentado com ração comercial e outro com ração doméstica. Para a elaboração da ração seguiu-se a seguinte formulação (Tabela 1).



Figura 2 – Cortinas de plástico, para a inserção do biofilme, que auxiliava no tratamento de água na carcinicultura familiar experimental, realizada na Praia da Penha, Paraíba, Brasil (Fonte: Rolim, 2015).



Figura 3 – Sistema de cultivo, com 4 caixas de criação e 1 caixa de biotratamento na carcinicultura familiar experimental, realizada na Praia da Penha, Paraíba, Brasil (Fonte: Rolim, 2015).

Tabela 1 – Composição da ração orgânica, produzida para a carcinicultura familiar experimental na Praia da Penha, Paraíba, Brasil. Fonte: Rolim, 2015.

Ingredientes	Tratamentos	
	1º lote	2º lote
Resíduos de hortifrutigranjeiros	16,2	31,6
Farelo de mandioca	9,70	26,7
Proteína de origem animal*	64,9	32,1
Farelo de côco	6,5	7,6
Fosfato bicálcico (CaHPO ₄)	1,3	1,0
Vitamínico e mineral	1,3	1,0
TOTAL	100,0	100,0

Geralmente a origem da proteína para a ração é de algo que as comunidades têm fácil acesso. Como a comunidade era formada por pescadores, usou-se músculo e vísceras de peixes. A quantidade de proteína de origem animal no tratamento I foi o dobro da quantidade encontrada no tratamento II devido à necessidade fisiológica e nutricional para a qual o animal se encontrava. É esperado que animais que estejam em fase de crescimento e desenvolvimento tenham uma necessidade energética e um aporte de nutrientes maiores, especialmente em relação ao nível proteico, quando comparados com aqueles que estão apenas em fase de engorda.

Em relação à formulação, houve diferença em relação ao trabalho desenvolvido por Borba *et al.* (2014), que estudaram o desenvolvimento de peixes jundiás em sistema de piscicultura familiar, utilizando rações comercial convencional e artesanal orgânica, no sul do Brasil.

Os autores utilizaram formulação com 18% de farinha de peixe, 46% de farelo de soja orgânico, 4,35% de farelo de trigo orgânico, 29,6% de milho moído orgânico, 0,4% de óleo de soja orgânico, 0,5% de sal e 1,15% de premix vitamínico e mineral. Apesar de ser observada tendência de maior crescimento dos peixes

alimentados todo o período com ração comercial, não houve diferença significativa entre os tratamentos alimentares ($P > 0,05$). O ganho em peso variou muito pouco, assim como também não foi observada diferença significativa na sobrevivência dos animais.

Somados os teores das matrizes proteicas, os autores utilizaram valores próximos a 64% para peixes jundiás, enquanto no atual trabalho foi utilizado teor de proteína em torno de 48,5% para os camarões orgânicos. Essa diferença pode ser explicada pelo tipo de matéria prima proteica escolhida para os dois estudos. A proteína de origem animal utilizada na ração dos camarões foi oriunda de porções de peixes não aproveitáveis e também por algumas vísceras. Já no trabalho de Borba *et al.* (2014), utilizou-se como matriz proteica a farinha de peixe associada com o farelo de soja. Embora o teor de proteínas na farinha de peixes seja menor, é compensada pela elevada fração proteica existente no farelo de soja.

Após o período de cultivo experimental de 94 dias, para *L. vannamei*, os camarões foram retirados das caixas de água e foram usados 20 espécimes de cada para realizar a biometria dos animais. Os resultados mostraram que em ambos os cultivos os indivíduos apresentaram

crescimento e peso semelhantes, sem diferença estatística ($p=0,95730$) (Tabela 2). No entanto, comparando no tratamento com ração doméstica com e sem os substratos para o biofilme, verificou-se diferença significativa entre o

Tabela 2 – Biometria (valores médios \pm desvio padrão) dos camarões do TO (Tratamento orgânico) e TI (tratamento industrial) na carcinicultura familiar experimental, com *Litopenaeus vannamei* na Praia da Penha, Paraíba, Brasil. Fonte: Rolim, 2015.

Parâmetros	Tratamento	
	TO	TI
Peso/g	3,61 \pm 0,62	3,66 \pm 0,63
Comprimento/cm	8,19 \pm 0,48	8,2 \pm 0,66

Tabela 3 – Biometria (valores médios) dos camarões *M. rosenbergii* do TO (Tratamento orgânico) e TI (tratamento industrial) na carcinicultura familiar experimental na Praia da Penha, Paraíba, Brasil. Fonte: Lucena, 2015).

Parâmetros	Tratamento	
	TO	TI
Peso (g)	1,91	1,91
Comprimento (cm)	25,77	18,33

O resultado obtido com a biometria dos camarões demonstrou que a ração doméstica foi eficiente, alcançando o mesmo desenvolvimento nos animais, que a ração comercial. Isso foi um aspecto importante, porque demonstrou que os pequenos produtores ou produtores familiares podem produzir a sua própria ração a um custo muito menor do que se comprassem a ração comercial.

Resultados semelhantes foram relatados para tilápias, no estudo de Rosa, Noletto e Ribeiro (2014). Os autores avaliaram o efeito da substituição da ração comercial por um sistema de adubação orgânica realizada com cama de frango em alevinos de tilápia. Os autores não observaram diferenças significativas na taxa de crescimento dos alevinos entre os tratamentos que continham a ração comercial e a ração orgânica. Porém afirmaram que a utilização de adubos orgânicos em tanques de piscicultura pode resultar na redução de custos para a produção artesanal de tilápias e, por conta disso,

crescimento dos camarões, tanto no comprimento ($p<0,001$) como no peso ($p<0,001$) (Tabela 3).

deveria ser melhor investigada e difundida entre os piscicultores.

Em relação à qualidade de água, no cultivo com o camarão *M. rosenbergii*, os valores de oxigênio foram sempre superiores a 5mg.L^{-1} , sendo os valores máximos obtidos no cultivo com a ração doméstica. Os valores de pH oscilaram entre 8 e 9,3 em ambos os tratamentos. Em relação aos compostos nitrogenados amônia e nitrito, que são os que requerem maior controle por serem tóxicos, a amônia, apesar de na maioria do período de estudo apresentar valores menores no tratamento ração doméstica, que o com a ração comercial, alcançou um pico de $0,22\text{mg.L}^{-1}$, uma única vez, enquanto o outro tratamento (comercial) não ultrapassou $0,15\text{mg.L}^{-1}$. O nitrito apresentou 1 pico mais elevado de $0,095\text{mg.L}^{-1}$, mas no restante do período analisado apresentou concentrações menos elevadas que o tratamento com ração comercial.

Ibrahim (2011) destacou em seu trabalho com *Macrobrachium amazonicum* que os limites máximos de amônia total e nitrito desejáveis no

sistema de cultivo são respectivamente 0,25 mg.L⁻¹ e 0,08 mg.L⁻¹, por serem estes os dois nutrientes que requerem uma maior atenção devido ao seu potencial de toxicidade. Para os cultivos marinhos de *L. vannamei*, os valores de nitrito máximos aceitáveis são de 3,0 mg/L (Boyd, 2000). Os valores de amônia e nitrito no cultivo dos camarões na Associação de pescadores da Penha, não ultrapassou estes valores, com exceção do nitrito, no cultivo do *M. rosenbergii*, que apresentou um pico de 0,095 mg.L⁻¹ uma única vez, no tratamento com ração doméstica. É possível que a presença de substrato para a instalação do biofilme, que absorve os nutrientes (CRISPIM et al., 2009), esteja mantendo a água com melhor qualidade, em relação a estes compostos, mantendo-os dentro do limite aceitável. Apesar de ambos os sistemas terem sistemas de biotratamento, o tratamento com a ração comercial, atingiu valores de parâmetros ambientais na maior parte do tempo que indicam menor qualidade de água, comparado com o tratamento com ração doméstica. Isso pode significar que havia menos perda de nutrientes e matéria orgânica para a água, com a ração doméstica. Isso refletiu-se na maior quantidade de oxigênio dissolvido e nos outros parâmetros, na maior parte do tempo.

Os valores de ortofosfato também se encontraram na maior parte das análises dentro dos valores máximos (0,2 mg.L⁻¹) propostos por Boyd e Tucker (1998). Apenas em um momento no experimento com *M. rosenbergii* esse valor foi extrapolado, alcançando 0,21 mg.L⁻¹. Isso demonstrou que o sistema de tratamento biológico aplicado, foi eficiente na manutenção deste parâmetro dentro do considerado adequado.

No cultivo com o camarão marinho, verificou-se que as concentrações de oxigênio, pH e nitrito foram semelhantes, mas a amônia apresentou concentrações mais elevadas no tratamento com a ração comercial (0,22 mg.L⁻¹) que no tratamento com a ração doméstica (0,02mg.L⁻¹), confirmando mais uma vez a vantagem da ração

doméstica na qualidade de água. Apesar disso, mesmo os valores mais elevados estão bem abaixo do valor máximo proposto por Boyd e Tucker (1998), que é de 0,5 mg.L⁻¹.

No trabalho de Costa e colaboradores (2007) que testou diferentes fontes de proteína, animal e vegetal, para averiguar a qualidade de água, os autores chegaram à conclusão que independente da qualidade da ração, esta não conseguiu reduzir a concentração dos nutrientes como nitrito, nitrato, amônia e fósforo no cultivo de camarão, sendo necessário outros meios para melhorar a qualidade de água. No entanto, nesta pesquisa ficou confirmado que o tipo de ração pode interferir na qualidade de água. Talvez por nesta pesquisa ter havido um sistema de tratamento biológico associado, a resposta na qualidade de água foi sentida em relação ao tipo de ração, apresentando melhores resultados, ou seja, concentrações de nutrientes menos elevadas na ração doméstica. Dessa forma, a pesquisa realizada com um sistema de tratamento biológico, é relevante, porque apresentou propostas de melhoria na qualidade de água, mantendo a maioria dos parâmetros importantes para a aquicultura abaixo dos valores máximos propostos para a carcinicultura.

Algumas propostas para controlar alguns compostos, como o fósforo, é a adição de ferro ou alumínio (QUEIROZ e SILVEIRA, 2006), que reagem com o fósforo tornando-o insolúvel. Por exemplo, o ferro une-se ao fósforo tornando-se fosfato ferroso que é insolúvel e precipita no ambiente (WETZEL, 2001). No entanto, a adição de alumínio em cultivos pode ter consequências negativas, visto que este composto é metal pesado, tóxico e será bioacumulado pelos organismos cultivados. Dessa forma, o controle desses compostos fosfatados através de biotratamentos é muito mais adequado e seguro, visto que nada está sendo inserido no sistema de produção.

Muitos cultivos de camarão optam pela troca parcial de água, em que a água é parcialmente retirada na maré seca e os viveiros reenchidos

na maré cheia, mas isso aumenta o envio de matéria orgânica e nutrientes para os ambientes receptores do efluente, que no caso de mangues, já é um ambiente altamente rico em nutrientes, mesmo sendo enviado parceladamente. Campos e colaboradores (2008) em um cultivo com troca parcial de água no Rio Choró, município de Beberibe, Ceará, Brasil, registraram valores de nitrato variando de 0,3 a 1,1 mg.L⁻¹, nitrito de 0,03 a 0,12 mg.L⁻¹, amônia de 0,4 a 2,5 mg.L⁻¹ e fosfato de 0,7 a 2,9 mg.L⁻¹ nos canais de água do cultivo. Não se verificou grande diferença nas marés altas e baixas. Isto é o resultado da retirada de água ser de um ambiente que já apresenta concentrações elevadas de nutrientes, que com o metabolismo do cultivo, passa a ter essas concentrações mais elevadas ainda.

A proposta do trabalho apresentado neste artigo, é o uso de água marinha, que é menos

eutrofizada que a água de estuários, e com isso é possível manter uma melhor qualidade de água. Usando a água marinha, é possível com a adição de água doce, alcançar a salinidade desejada para o cultivo, com a garantia de menos nutrientes e contaminantes, o que se reflete na melhor qualidade do camarão produzido, como pode ser comprovado com os dados de sanidade dos camarões produzidos experimentalmente.

Analisando a sanidade do camarão, através da análise de micro-organismos, foi possível concluir que a qualidade do produto produzido com a ração doméstica apresentou resultados muito melhores para alguns grupos, como os Microrganismos Heterotróficos Psicrotróficos (Tabela 4) e os Coliformes Totais (Tabela 5).

Tabela 4 – Contagem Padrão de Microrganismos Heterotróficos Psicrotróficos, expressos em UFC/g. CMI = Camarão com ração industrial, CMO = camarão com ração doméstica, CMP = camarão do mercado público, CS = camarão de supermercado. Fonte: Oliveira, 2016.

Repetições	CMI	CMO	CMP	CS
1º resultado	2,33 x 10 ⁵	2,40 x 10 ⁴	9,20 x 10 ⁶	1,05 x 10 ⁵
2º resultado	2,48 x 10 ⁵	2,50 x 10 ⁴	1,15 x 10 ⁶	1,72 x 10 ⁵
3º resultado	2,45 x 10 ⁵	9,20 x 10 ⁴	8,10 x 10 ⁶	9,60 x 10 ⁵
Média	2,09 x 10 ⁵	2,37 x 10 ⁴	6,15 x 10 ⁶	4,12 x 10 ⁵

Tabela 5 – Resultado da Contagem de Coliformes Totais, expressos em UFC/g. CMI = Camarão com ração industrial, CMO = camarão com ração doméstica, CMP = camarão do mercado público, CS = camarão de supermercado. Fonte: Oliveira, 2016.

	CMI	CMO	CMP	CS
1º resultado	300	04	300	17
2º resultado	300	07	300	14
3º resultado	240	04	300	14
Média	280	05	300	15

Os Microrganismos Mesófilos Aeróbios Estrictos e Facultativos Viáveis do tratamento com ração doméstica apresentaram valores semelhantes aos observados para o tratamento

com a ração comercial, e os camarões do supermercado, ficando todos com valores melhores (10⁴ UFC/g) que os do mercado público (10⁶ UFC/g) (Tabela 6).

Os resultados demonstraram que é possível produzir camarões com menos impactos ambientais, porque apesar do cultivo ter sido desenvolvido em caixas de água de 1000L, em ambiente fechado, foi possível manter a qualidade de água dentro dos padrões exigidos, e com qualidade sanitária em alguns parâmetros

melhor que outros camarões comercializados. Foi também possível aumentar a oferta de alimento natural em algumas caixas de água, o que promoveu o desenvolvimento dos camarões de forma significativa, em relação aos que não tinham aumento do alimento natural.

Tabela 6 – Contagem Padrão de Microrganismos Mesófilos Aeróbios Estritos e Facultativos Viáveis, expressos em UFC/g. CMI = Camarão com ração industrial, CMO = camarão com ração doméstica, CMP = camarão do mercado público, CS = camarão de supermercado. Fonte: Oliveira, 2016.

	CMI	CMO	CMP	CS
1º resultado	$3,04 \times 10^4$	$2,70 \times 10^4$	$1,16 \times 10^6$	$2,50 \times 10^4$
2º resultado	$2,96 \times 10^4$	$2,40 \times 10^4$	$6,60 \times 10^6$	$3,70 \times 10^4$
3º resultado	$2,59 \times 10^4$	$9,20 \times 10^4$	$9,10 \times 10^6$	$3,90 \times 10^4$
Média	$2,86 \times 10^4$	$4,77 \times 10^4$	$5,62 \times 10^6$	$3,37 \times 10^4$

Ficou demonstrado com este trabalho que o biofilme pode ser usado na carcinicultura, não apenas para o biotratamento da qualidade de água, mas também para aumentar o alimento natural, que é sempre mais saudável que a ração. Que é possível, usando o biotratamento da água, criar os camarões em ambientes fechados, com menor troca de água, logo com menos impactos para o ambiente.

Aguiar e Goulart (2014), ao estudarem a produção de derivados de pescado proveniente da bacia Tocantins-Araguaia, encontraram resultados negativos para coliformes e *Salmonella* sp., os quais se mostraram dentro dos parâmetros exigidos pela ANVISA. Porém, em relação a bolores e leveduras, os autores relataram um crescimento de $1,58 \times 10^5$ ufc/g na amostra acondicionada a 24°C por 5 dias, Entretanto, na legislação brasileira não existem parâmetros que preveem os limites de comparação para crescimento de fungos.

O uso de bioflocos pode permitir a manutenção da água por mais tempo no cultivo e servir de alimento para os camarões (STOKSTAD, 2010) em um sistema mixotrófico, no entanto o uso do biofilme apresentou resultados semelhantes, com a vantagem de ser

uma comunidade nativa, presente em qualquer cultivo, sem a necessidade de inserção de espécies exóticas, visto que o produto bioflocos vem do exterior. Por possuir também seres heterotróficos e bactérias nitrificantes, para além de microalgas, não é apenas um sistema mixotrófico, mas também um sistema produtivo. O bioflocos apresenta características de um sistema mais rico em decomposição que em produção, isso acarreta em outros custos, como a necessidade de elevada oxigenação. O sistema de biofilme, por sua vez, apresenta bactérias decompositoras e nitrificantes que favorecem o tratamento da água, ao mesmo tempo em que também servem de alimento ao camarão, mas também tem microalgas, que ao incorporarem os nutrientes liberados pela decomposição aumentam a oxigenação do ambiente (SOUSA, 2014), enquanto são alimento de melhor qualidade que apenas as bactérias.

Dessa forma, com a utilização do biofilme, sem custo adicional de compra, é possível manter a qualidade de água, ao mesmo tempo em que este serve de alimento natural no sistema de produção.

Em relação à sanidade do produto, também se verificou que a presença do biofilme no

sistema de tratamento biológico, permitiu a produção de um camarão saudável, sem excesso de bactérias, principalmente no tratamento com a ração doméstica. Como este tipo de ração manteve a água com menores concentrações de amônia e nitrato, pode ter tido como resultado menor presença de bactérias na água, o que garantiu menor contaminação no camarão.

Vale salientar aqui, que em relação à qualidade sanitária do camarão, em cultivos convencionais, o tratamento por altura da despesca é mergulhar os camarões em metabisulfito de sódio, que é um produto usado para esterilização. No entanto, essa prática não foi usada neste trabalho para os camarões cultivados no experimento, e mesmo assim a sua qualidade sanitária foi superior à dos camarões do mercado público e do supermercado.

A imersão em metabissulfito de sódio, prática usual na carcinocultura para evitar defeitos de escurecimento na carcaça, denominados “black spot”, é realizada muitas das vezes sem critérios de dosagem. Esse defeito em camarões é causado pelas condições inadequadas de higiene associadas às altas temperaturas de estocagem, proporcionando o aparecimento de manchas escuras na carapaça do crustáceo. Tal prática pode acarretar em dois problemas: superdosagem deste composto e impregnação nos crustáceos, causando possíveis reações alérgicas no consumidor; além de ser uma confirmação do estado sanitário duvidoso do pescado, já que este composto químico possui ação conservante. Logo, a não utilização de metabissulfito de sódio em um ensaio de carcinocultura orgânica, é desejável e pode agregar valor ao produto final.

Na carcinocultura, a utilização de indicadores de contaminação alimentar, tais como *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* são de grande importância para o controle de toxinfecções, pois os camarões são alimentos altamente perecíveis. Tal fato, justifica a necessidade da existência das condições

higiênico-sanitárias satisfatórias para a comercialização e para o consumo humano (SOARES e GONÇALVES, 2012).

Este trabalho, como falado anteriormente é experimental e pretende-se que seja extrapolado para sistemas de cultivo reais, de forma a analisar a eficácia do uso de biofilme no tratamento de água em sistemas maiores e a interferência que terá como fonte suplementar de alimento. No caso de dar certo, e permitir o aumento de produção, com menor troca de água, será importante, porque permitirá que os camarões sejam criados longe dos mangues e com isso também diminua o impacto ambiental causado por este cultivo a esses ambientes.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir com esta pesquisa, que é possível realizar a produção de camarão seja o marinho, seja o de água doce, em sistemas de cultivo fora do ambiente natural, com troca mínima de água, mantendo a qualidade ambiental e ao mesmo tempo a sanidade do produto. Para isso é necessário ter um sistema de biotratamento de água e produção artesanal de ração, que demonstraram ser ações importantes, para a manutenção da qualidade do cultivo.

O uso de água marinha (para o cultivo marinho) e de água da companhia de água, auxiliaram na manutenção da qualidade de água e dos camarões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G. P. S.; GOULART, G. A. S. 2014. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. *Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR*, 1(11): 67-71.
- ANJOS, A. E. S. 2009. *Análise quimiométrica da influência da carcinocultura sobre a qualidade da água do Rio da Ribeira, Santa Rita, PB*. Dissertação de mestrado.

- Programa de Pós-Graduação em Química. UFPB. 79 pp.
- BORBA, M. R.; MUELBERT, B.; WEINGARTNER, M.; PARRA, J. E.; BELETTINI, F.; MELO, N.; MUZZOLON, A. 2014. Piscicultura Familiar: Desempenho de Juvenis de Jundiá *Rhamdia* sp. Alimentados com Rações Comercial Convencional e Orgânica Artesanal. *Cadernos de Agroecologia*, **9**(4): 1-7.
- BOYD, C. E; TUCKER, C. S. 1998. *Pond aquaculture water management*. Boston: Kluwer Academic Publishers. 700 pp.
- BOYD, C. E. 2000. *Manejo da Qualidade de Água na Aqüicultura e no cultivo do Camarão Marinho*. Recife: ABCC (Associação Brasileira de Criadores de Camarão), 175 pp.
- CAMPOS, A. A. B.; MAIA, E. P.; COSTA, W. M.; BRITO, L. O.; GALVÊZ, A. O. 2008. Qualidade da água em fazenda de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com sistema de recirculação parcial. *Ciência Animal Brasileira*. **9**(4): 819-826.
- CARVALHO, I. T. 2010. *Microbiologia dos alimentos*. Recife: EDUFRPE, 86 pp.
- COSTA, W. M; GÁLVEZ, A. O.; BRITO, L. O.; SANTOS, E. L. 2008. Produção de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas com diferentes níveis de proteína vegetal e animal. *Boletim do Instituto de Pesca*, **34**(2): 303–310.
- CRISPIM, M. C.; VIEIRA, A. C. B.; COELHO, S. F. M.; MEDEIROS, A. M. A. 2009. Nutrient uptake efficiency by macrophyte and biofilm: practical strategies for small-scale fish farming. *Acta Limnologica Brasiliensia*, **21**(4): 387-391.
- FABIANO, R. B. 2004. *Conflitos socioambientais e gestão integrada e sustentável de recursos pesqueiros*. Dissertação (Mestrado em Sociologia Política). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. *The State of World aquaculture*. FAO Fisheries Technical Paper 500, Rome, 2006, 134 pp.
- HUITRIC, M.; FOLKE, C.; KAUTSKY, N. 2002. Development and government policies of the shrimp farming industry in Thailand in relation to mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, **60**(3):441-455.
- LARA, G. 2016. Sistema de Bioflocos: processo de assimilação e remoção do nitrogênio. *Panorama da Aquicultura*, **2016**: 32-37. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=1881>. Acesso dia 04/03/2017
- MMA – IBAMA. 2005. *Diagnóstico da carcinicultura no Ceará*. Brasília: MMA/IBAMA. 240 pp.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2000. *Estatística da pesca: Brasil grandes regiões e unidades da federação*. Brasília: MMA/IBAMA/CEPENE.
- OLIVEIRA, I. L. R. 2016. *Produção familiar orgânica do camarão da Malásia (Macrobrachium rosenbergii)*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. UFPB.
- PAEZ-OSUNA, F. 2001. The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, **28**(1): 131-140.
- QUEIROZ, J. F.; SILVEIRA, M. P. 2006. *Recomendações práticas para melhorar a qualidade de água e os efluentes dos viveiros de aquicultura*. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente (Circular Técnica No. 12/2006).
- RAY, A. J. 2016. *Testing shrimp growth in different biofloc systems*. <http://www.advocate.gaalliance.org/testing-shrimp->

- growth-in-different-biofloc-systems/
Acessado em fevereiro/2017.
- ROLIM, N. P. F. A. 2015. *Produção familiar orgânica do camarão Litopenaeus vannamei (Boone, 1931): viabilidade e qualidade*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. UFPB, 88 pp.
- ROSA, J.; NOLETO, R. B.; RIBEIRO, M. O. 2014. Avaliação do efeito substitutivo de ração por adubação orgânica na alimentação em alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). *Luminária*, **16**(2): 119-130.
- SCHRYVER, P. D. 2008. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, **227**: 125-137.
- SOARES, K. M. P.; GONÇALVES, A. A. 2012. Qualidade e segurança do pescado. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, **71**(1):1-10.
- SOUSA, C. E. 2014. *Avaliação de sistemas biorremediadores em efluentes da lagoa facultativa da Estação de Tratamentos de Esgotos em Mangabeira, João Pessoa/PB*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. UFPB. 73 pp.
- STOKSTAD, E. 2010. O camarão pode se tornar o novo frango do mar, sem danificar o oceano? *Panorama da Aquicultura*, **20**(119), mai/jun, 2010.
- VALENTI, W. C. 2012. Avanços e Desafios Tecnológicos para a Sustentabilidade da Carcinicultura. *Anais da 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília – DF, 23 a 26 de Julho de 2012*.