



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**THALES DA SILVA MOREIRA**

**EFEITO DO EXTRATO PIROLENHOSO NO CULTIVO DE *Penaeus vannamei***

**FORTALEZA**

**2018**

THALES DA SILVA MOREIRA

EFEITO DO EXTRATO PIROLENHOSO NO CULTIVO DE *Penaeus vannamei*

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M839e Moreira, Thales da Silva.  
Efeito do extrato pirolenhoso no cultivo de *Penaeus vannamei* / Thales da Silva Moreira. – 2018.  
58 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.
1. Extrato pirolenhoso. 2. *Penaeus vannamei*. 3. Plâncton. 4. Qualidade de água. 5. Desempenho produtivo. I. Título.

CDD 639.2

---

THALES DA SILVA MOREIRA

EFEITO DO EXTRATO PIROLENHOSO NO CULTIVO DE *Penaeus vannamei*

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Pesca. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa.

Aprovada em: 31 / 08 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Francisco Hiran Farias Costa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Luís Parente Maia  
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC)

---

Prof. Dr. Glacio Souza Araujo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Valtemir e Lineide.

As minhas irmãs, Monique e Kaline.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

A minha mãe Maria Lineide da Silva e ao meu pai Valtemir Carneiro Moreira pelo apoio, carinho e educação que me foi dado. As minhas irmãs Kaline e Monique pelo incentivo e amizade.

Ao Professor e orientador, Doutor Francisco Hiran Farias Costa por sua orientação, conselhos e ensinamentos ao longo de todo o mestrado.

Aos Professores Doutores Luís Parente Maia e Glacio Souza Araujo pela amizade e pela participação como membros da banca examinadora e pelas valiosas sugestões e análise do presente trabalho.

Aos amigos Rafael Maciel, Ana Luzia, Pedro Henrique, Rommel Rocha, Luís Ricardo e Fábio Lima pela contribuição para a realização desse trabalho.

A minha namorada Letícia Lídia pelo apoio e companheirismo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio através da bolsa de estudo, que foi de suma importância.

## RESUMO

O extrato pirolenhoso (EP) é um produto obtido da condensação da fumaça produzida pela combustão de diferentes tipos de madeira, esse extrato vem sendo bastante empregado como fertilizante. O presente trabalho foi dividido em dois experimentos e teve como objetivos analisar a influência do EP na comunidade de fitoplâncton, zooplâncton através de análises qualitativas e quantitativas e *Vibrio* ssp. no cultivo de *Penaeus vannamei*, além de verificar possíveis alterações na qualidade de água dos viveiros utilizados na pesquisa e no desempenho produtivo dos camarões durante o período de cultivo. No primeiro experimento foram feitas coletas de água em três viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso (CEP) e para comparação foram coletadas amostras de água de três viveiros sem a presença do extrato (SEP) e do canal de abastecimento. Não foram verificadas diferenças significativas na qualidade e quantidade do plâncton entre os viveiros CEP e SEP, entretanto foi observada significância ( $p < 0,05$ ) na densidade fitoplanctônica entre as amostras dos viveiros em comparação com as do canal de abastecimento para a cyanophyta *Geitlerinema* sp. para o zooplâncton não foram encontradas diferenças entre todos os locais de coleta. No caso do *Vibrio* ssp. não foi detectado a presença desse micro-organismo em nenhuma das amostras analisadas. No segundo experimento foram realizadas análises de água nos viveiros CEP e SEP, foram encontradas diferenças ( $p < 0,05$ ) para os seguintes parâmetros de qualidade de água: oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total, dureza total, magnésio e sílica, apesar disso os valores encontrados estavam dentro da faixa recomendável para cultivo de camarões. Em relação ao desempenho produtivo dos camarões não foram verificadas diferenças entre os viveiros experimentais. Apesar de alguns contrastes principalmente nos parâmetros de qualidade de água, não é possível afirmar que o uso do extrato pirolenhoso foi benéfico ao cultivo de *Penaeus vannamei*.

**Palavras-chave:** Extrato pirolenhoso. *Penaeus vannamei*. Plâncton. Qualidade de água. Desempenho produtivo.

## ABSTRACT

The pyroligneous extract (EP) is a product obtained from the condensation of the smoke produced by the combustion of different types of wood, this extract has been widely used as fertilizer. The present work was divided in two experiments and had as objectives to analyze the influence of the EP in the community of phytoplankton and zooplankton through qualitative and quantitative analyzes and *Vibrio* ssp. in the cultivation of *Penaeus vannamei*, besides verifying possible changes in the water quality of the ponds used in the research and in the productive performance of the shrimp during the period of cultivation. In the first experiment, water samples were collected in three ponds with application of the pyroligneous extract (CEP) and for comparison water samples were collected from three ponds without the presence of the extract (SEP) and the supply channel. There were no significant differences in the quality and quantity of plankton between CEP and SEP ponds, however, significance ( $p < 0.05$ ) was observed in the phytoplankton density among of the ponds samples compared to the supply channel for the cyanophyta *Geitlerinema* sp. for zooplankton, no differences were found between all the collection sites. In the case of *Vibrio* ssp. the presence of this microorganism was not detected in any of the analyzed samples. In the second experiment, water analysis were performed in the CEP and SEP ponds, differences ( $p < 0.05$ ) were found for the following water quality parameters: dissolved oxygen, pH, total alkalinity, total hardness, magnesium and silica, despite this, the values found were within the recommended range for shrimp cultivation. Regarding the productive performance of the shrimps, no differences were verified between the experimental ponds. Despite some contrasts mainly in the parameters of water quality, it is not possible to affirm that the use of pyroligenous extract was beneficial to the cultivation of *Penaeus vannamei*.

**Keywords:** Pyrolignous extract. *Penaeus vannamei*. Plankton. Water quality. Productive performance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do processo de obtenção do extrato pirolenhoso destilado.....	12
Figura 2 – Localização da fazenda Monólitos Aquacultura no Município de Banabuiú - Ceará.....	29
Figura 3 – Pontos de coleta do plâncton na fazenda de cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> ....	31
Figura 4 – Percentual de cada divisão e quantidade de gêneros fitoplanctônicos encontrados nos diferentes locais de coleta na fazenda.....	34
Figura 5 – Percentual de cada divisão e quantidade de representantes zooplanctônicos encontrados nos diferentes pontos de coleta na fazenda.....	37
Figura 6 – Frascos de coleta das amostras (A), placas de Petri com meio de cultura TCBS sem presença de colônias de <i>Vibrio</i> ssp. após cultivo com as diferentes amostras (B e C).....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Densidade média fitoplanctônica dos grupos mais representativos em diferentes pontos em uma fazenda de cultivo do camarão <i>Penaeus vannamei</i> . Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).....	36
Tabela 2 – Densidade média zooplanctônica dos grupos mais representativos em diferentes pontos em uma fazenda de cultivo do camarão <i>Penaeus vannamei</i> . Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).....	38
Tabela 3 – Ocorrência dos táxons de fitoplâncton e zooplâncton nos diferentes locais de coleta.....	38
Tabela 4 – Valores médios das análises de contagens de <i>Vibrio</i> spp. expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por mL de água. Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).....	40
Tabela 5 – Qualidade de água no cultivo de <i>Penaeus vannamei</i> durante 99 dias em viveiros de 1 ha. Com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP) apresentados em (média ± desvio padrão).....	51
Tabela 6 – Desempenho produtivo do camarão <i>Penaeus vannamei</i> com peso corporal inicial estimado em 0,02g, cultivado durante 99 dias na densidade de 40 camarões/m <sup>2</sup> em viveiros de 1 ha. Com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP) apresentados em (média ± desvio padrão).....	53

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	11
2	EFEITO DO EXTRATO PIROLENHOSO NA COMUNIDADE PLANCTÔNICA E DE <i>Vibrio</i> spp. EM CULTIVO DE <i>Penaeus Vannamei</i> ...	25
3	INFLUÊNCIA DO EXTRATO PIROLENHOSO NA QUALIDADE DE ÁGUA E NO DESEMPENHO PRODUTIVO DO CAMARÃO <i>Penaeus vannamei</i> .....	45
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	58

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### Produção e utilização do extrato pirolenhoso

Muitos processos industriais utilizam a queima da madeira para gerar energia para a fabricação de diversos produtos. Um dos entraves encontrados nessa prática é a geração de gases oriundos da combustão da madeira que contribuem para a poluição atmosférica. A carbonização da madeira além de gerar energia, também gera produtos como o carvão vegetal e subprodutos derivados da fumaça, esse aproveitamento dos compostos sintetizados a partir dos gases gerados da queima da madeira certamente irá diminuir os impactos ambientais causados por essa atividade, contribuindo circunstancialmente na redução do aquecimento global (PORTO *et al.*, 2007).

A recuperação e posterior condensação dos gases voláteis formados em carvoarias é uma técnica antiga para a obtenção do extrato pirolenhoso. Há relatos da utilização desse composto há milênios na China e na Índia, no entanto as primeiras pesquisas datadas com o extrato pirolenhoso só foram realizadas em 1874 no Japão (MIYASAKA *et al.*, 1999; CAMPOS, 2007). Atualmente as tecnologias utilizadas na carbonização da madeira na produção de carvão vegetal geram grandes massas de subprodutos, e em torno de 70% são gases e alcatrão, que apresentam alto valor energético e não são aproveitados (JESUS, 2016).

Dentre os diversos subprodutos gerados a partir da condensação da fumaça proveniente da queima da madeira é obtido o extrato pirolenhoso, composto esse usado para diversas finalidades em diferentes áreas. As pesquisas realizadas para a obtenção desse extrato têm como justificativa agregar valor ao processo de produção do carvão vegetal, reduzir a poluição gerada pela emissão de poluentes, e a sua utilização como aditivo orgânico, principalmente no setor agropecuário (MAEKAWA, 2002; CAMPOS, 2007).

O extrato pirolenhoso é um líquido de cor amarelo à marrom avermelhado, dependendo do processo de refino, resultante da condensação da fumaça produzida na combustão da madeira de diferentes espécies vegetais como eucalipto, bambu e pinho na produção de carvão vegetal, esse extrato também é conhecido como ácido pirolenhoso, termo esse utilizado no meio científico, vinagre de madeira, licor pirolenhoso e fumaça líquida (MAEKAWA, 2002; ALVES, 2006; SOUSA-SILVA *et al.*, 2006; CAMPOS, 2007).

Segundo Miyasaka *et al.* (1999; 2001), o uso do extrato pirolenhoso na agricultura deve passar por um processo de purificação não podendo ser usado na forma bruta, pois este apresenta certa quantidade de alcatrão que é um composto tóxico tanto para as plantas, bem como

para as pessoas que irão manusear o produto, por isso é necessário que o extrato pirolenhoso permaneça em repouso por um período superior a 100 dias para que ocorra a decantação do alcatrão. Esse repouso promove uma separação do condensado em três fases: óleos com baixa densidade, o extrato pirolenhoso e o alcatrão nessa sequência de cima para baixo. Segundo o mesmo autor, para obter um produto mais puro, o mesmo poderá passar por um processo de destilação, de acordo com a figura abaixo.

Figura 1 – Esquema do processo de obtenção do extrato pirolenhoso destilado.



Fonte: adaptado de MIYASAKA *et al.*, 1999.

Pesquisas realizadas com agricultores no Japão utilizando o extrato pirolenhoso, constataram a sua ação como repelente para algumas espécies de pragas nas colheitas, pássaros, morcegos e roedores, além do seu benefício na prevenção de doenças nos cultivos, outra utilidade desse produto é seu uso sobre as fezes de animais com a finalidade de eliminar o forte odor (ENCARNAÇÃO, 2001), e na melhoria do desenvolvimento vegetativo de algumas culturas, na fertilização orgânica, condicionamento do solo e para facilitar o enraizamento de certas culturas vegetais (SCHNITZER *et al.*, 2015).

## Uso do extrato pirolenhoso como fertilizante e sua ação antibacteriana

Um dos fatores essenciais para o aumento da produtividade das culturas vegetais e do melhoramento na qualidade dos produtos é a fertilização (PACHECO *et al.*, 2008). O aumento na produção mundial de alimentos está diretamente relacionado com a inovação no uso de fertilizantes nos sistemas agrícolas, portanto sem o uso desse recurso, os níveis de produção atuais não atingiriam tal patamar. Um correto manejo de fertilização influencia diretamente nas reações entre o solo e o fertilizante disponibilizando de forma eficaz os nutrientes para as plantas (FIORIN *et al.*, 2016). No mercado são ofertados diversos tipos de fertilizantes com diferentes composições químicas, nutrientes, eficiência e granulometria (HANSEL *et al.*, 2014).

Na aquicultura a prática de fertilização dos viveiros é importante para aumentar a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento do fitoplâncton e assim elevar a produção primária na água dos viveiros (BOYD, 1998). A produção de alimento natural é essencial para melhorar a digestibilidade dos organismos cultivados, principalmente nos estágios larvais, e conseqüentemente favorecer um bom desempenho zootécnico (PEDREIRA *et al.*, 2008). Na piscicultura a fertilização realizada em condições controladas é uma prática de manejo muito importante, pois favorece um crescimento no potencial de cultivo (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

O ambiente aquático possui diversos tipos de micro-organismos, parte deles são naturais do próprio ecossistema aquático e outros transitórios, provenientes do solo e de dejetos. A proliferação de alta densidade bacteriana pode comprometer a qualidade da água, ocasionando o aparecimento de odores e sabores desagradáveis, por isso é de fundamental importância controlar o desenvolvimento desses micro-organismos, além disso, quantidades elevadas de bactérias podem atuar como patógenos oportunistas especialmente em indivíduos debilitados imunologicamente, causando diversos problemas (NETO *et al.*, 2012).

Segundo Mollerke (2002), a comunidade microbiana presente no pescado vivo está diretamente relacionada com a microbiota da água, podendo ocorrer variações influenciadas pelas propriedades físicas, químicas e biológicas da água. Pesquisas identificaram coliformes no trato gastrintestinal de peixes, essas bactérias não pertencem a microbiota natural desses animais, tal fato indica que condições microbiológicas da água afeta diretamente a microbiota bacteriana do peixe (GUZMA *et al.*, 2004; LORENZON *et al.*, 2010).

Diversos experimentos foram realizados com diferentes tipos de fertilizantes orgânicos na produção de pescado, principalmente com fezes de animais, trabalhos com esterco de aves (SOARES *et al.*, 1997; RABIA *et al.*, 2015), de bovinos (RAPATSA; MOYO, 2013; NAIR *et al.*, 2014), e suínos (BWALA; OMOREGIE, 2009).

Esse tipo de fertilização orgânica, se não realizada de forma correta pode acarretar problemas sanitários decorrentes principalmente por contaminação de bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes, uma alternativa para o controle desses micro-organismos é a utilização do extrato pirolenhoso (CHIAMENTI *et al.*, 2016).

Esse extrato é classificado como agente quelante e complexante orgânico, sendo autorizado seu uso como fertilizante orgânico e organomineral de acordo com a Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009 (BRASIL, 2009). Não há relatos do uso desse produto na aquicultura como fertilizante, entretanto na agricultura o extrato pirolenhoso é utilizado como fertilizante orgânico em diferentes culturas vegetais como no arroz (TSUZUKI *et al.*, 2000), limão (ZANETTI *et al.*, 2004), pinheiro (PORTO *et al.*, 2007), alface (ROEL *et al.*, 2007).

Portanto, além do seu uso na fertilização de culturas agrícolas e no controle de micro-organismos, o ácido pirolenhoso também é utilizado para outros fins, como na desinfecção e esterilização de ambientes, na indústria alimentícia esse produto é utilizado como aditivo para alimentos (CAMPOS, 2007), na inibição de fungos (COSTA *et al.*, 2003), no controle de pragas e doenças (MIYASAKA *et al.*, 2001), melhora as qualidades físicas, químicas e especialmente biológicas quando aplicado no solo, acelera a decomposição da matéria orgânica e reduz a liberação do gás amônia (ENCARNAÇÃO, 2001).

Os benefícios da aplicação do extrato pirolenhoso, já são constatados por diversos pesquisadores, principalmente na agricultura (ENCARNAÇÃO, 2001; MIYASAKA *et al.*, 2001; CAMPOS, 2007). No entanto, não há registro do seu uso no cultivo de camarões, partindo dessa premissa, o presente trabalho visa utilizar esse extrato em viveiros de cultivo de *Penaeus vannamei* e analisar seu efeito na comunidade planctônica e na água qualidade da água.

### **Cultivo de *Penaeus vannamei***

O cultivo de camarões marinhos em cativeiro teve origem no continente asiático, mais especificamente na Indonésia, com cultivos extensivos realizados por pescadores artesanais, onde a variação das marés transportava pós-larvas de camarões para pequenos

viveiros, que cresciam em condições naturais (DEB, 1998; MUANGKEOW *et al.*, 2007). A expansão da carcinicultura ocorreu na década de 70 no continente asiático (ABREU *et al.*, 2011), mas o crescimento e fortalecimento dessa atividade firmou-se a partir de 1980, devido ao desenvolvimento e consolidação das larviculturas e fábricas de rações (SHANG *et al.*, 1998).

O *Penaeus vannamei* é a espécie de camarão mais cultivada em todo o mundo (HU *et al.*, 2004), devido as suas excelentes características zootécnicas como o rápido crescimento, rusticidade, eficiência na conversão alimentar, alta taxa de sobrevivência, aliados a um desenvolvido pacote tecnológico, fizeram dessa espécie a principal responsável pelo elevado crescimento da carcinicultura mundial e nacional (OSTRENSKY, 2002).

Segundo a FAO (2018) no ano 2016 essa espécie representou 80% da produção mundial de camarões, os principais produtores de *Penaeus vannamei* no continente asiático são a China, Indonésia, Vietnã, Índia e Tailândia, enquanto nas Américas os maiores produtores são Equador, México e Brasil. No Brasil, o cultivo de camarões deu seus primeiros passos na década de 1970 com pequenas produções de algumas espécies de camarões peneídeos: *Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus paulensis*, *F. subtilis* e *F. brasiliensis* (SANTOS, 2009).

Na década de 1980 com a introdução do camarão do Pacífico, *P. vannamei*, iniciaram os cultivos em sistemas semi-intensivos e intensivos, sendo a região Nordeste responsável por 97% da produção nacional de camarão cultivado (MOLES; BUNGE, 2002). Essa atividade agropecuária apesar de consolidada no setor aquícola brasileiro, ainda enfrenta problemas que afetam o seu crescimento causando um declínio na produção desse crustáceo, esse desafio a ser superado pelos carcinicultores são às enfermidades (ROCHA, 2011).

Os principais agentes patogênicos responsáveis pela proliferação de doenças em camarões cultivados são vírus e bactérias, as enfermidades de origem viral são as maiores causadoras de grandes perdas nos cultivos, e as bactérias se destacam por serem naturalmente de ambientes aquáticos (LAVORANTE *et al.*, 2009).

A deterioração na qualidade da água de cultivo causada principalmente pelo manejo inadequado e altas densidades de estocagem, resultam em alterações indesejadas no ambiente de cultivo e conseqüentemente gera estresse nos camarões ocasionando o comprometimento do sistema imunológico dos animais (CUNHA, 2008).

Essa baixa imunidade facilita o ataque de bactérias oportunistas que habitam o próprio ambiente de cultivo, sendo as bactérias dos gêneros *Vibrio* e *Aeromonas* responsáveis por causar doenças (MORALLES-COVARRUBIAS *et al.*, 2010), além disso a proliferação

desses micro-organismos nos viveiros de cultivo de camarões é um dos fatores que desencadeiam a ação do vírus da mancha branca (NUNES; FEIJÓ, 2017).

Condições adversas no ambiente de cultivo de peixes e camarões torna o meio susceptível para a aparição de doenças, que ao se alastrar nos animais cultivados podem causar grandes prejuízos na produção aquícola. Nos últimos anos surtos de origem viral e bacteriológica tem afetado a carcinicultura marinha em diversos países, se propagando principalmente pelo continente Asiático e América do sul, resultando perdas parciais ou totais na produção de camarões (ABCC, 2017).

Para solucionar essa problemática relacionada à sanidade animal que o setor agropecuário enfrenta constantemente, são utilizados produtos para minimizar e/ou eliminar o agente causador da doença. O uso de antimicrobianos na criação de animais é amplamente receitado por veterinários para o controle de enfermidades (KUMAR *et al.*, 2005). No entanto a utilização indiscriminada e constante desses antimicrobianos irá promover a seleção de bactérias resistentes a tratamentos com esse tipo de produto (BERENDONK *et al.*, 2015).

No cultivo de camarões a substituição do uso de antimicrobianos por micro-organismos com propriedades probióticas, tem sido empregado para melhorar o equilíbrio na flora microbiana do trato gastrointestinal dos crustáceos impedindo o desenvolvimento de bactérias patogênicas, a ação desses probióticos ajuda no bem estar dos camarões cultivados, propiciando assim um ganho de apetite, digestibilidade, na absorção de nutrientes, conversão alimentar mais eficiente e conseqüentemente no crescimento dos animais (LIU *et al.*, 2009; NEWAJ-FYZUL., 2014).

Diferentes sistemas de produção no cultivo de camarões também tem se mostrado eficientes no controle e redução de doenças. De acordo com Xu e Pan (2013), camarões cultivados em sistema BFT (Tecnologia de Bioflocos) apresentaram um aumento na resposta imune, possibilitando maior resistência aos animais a possíveis enfermidades. Outro sistema tecnológico conhecido como aquamimicry também tem como um dos objetivos evitar a proliferação de doenças em cultivos de organismos aquáticos, essa tecnologia consiste na aplicação de uma fonte de carbono (farelo de arroz ou soja) fermentada com probióticos (*Bacillus* sp) na água. Esse sistema busca equilibrar o ambiente de cultivo dos animais, de modo a obter bons parâmetros físicos, químicos e biológicos, simulando as condições naturais de estuários (ROMANO, 2017).

As tecnologias de cultivo citadas anteriormente, além de beneficiar os animais em relação à sanidade, também estimula o crescimento de alimento natural para os organismos cultivados. Schrader *et al.* (2011), observaram um rápido crescimento do fitoplâncton,

principalmente clorófitas e diatomeas em cultivos em BFT. Romano e Kumar (2017) baseando-se no conceito de aquamimicry aplicaram farelo de arroz fermentado em viveiros de cultivo de camarões, antes do povoamento, para estimular o desenvolvimento natural do zooplâncton, principalmente copépodes, que é uma fonte natural de alimento para os camarões.

### **Importância do plâncton nos ecossistemas aquáticos**

Plâncton pode ser definido como o conjunto de organismos com poder de locomoção limitado, ficando a deriva na coluna de água, sendo transportados passivamente pelas correntes ou movimentos d'água (BONECKER *et al.*, 2009). Geralmente são microscópicos, medindo alguns micrometros ou milímetros, apresentando como umas das formas de classificação o tamanho, assim temos o femtoplâncton menor que 0.2  $\mu\text{m}$ , o ultraplâncton ou picoplâncton entre 0.2 e 2  $\mu\text{m}$ , o nanoplâncton de 2 a 20  $\mu\text{m}$ , o microplâncton entre 20 a 200  $\mu\text{m}$ , meso ou macropplâncton de 200 a 2000  $\mu\text{m}$  e o megaplâncton acima de 2000  $\mu\text{m}$  (FINKEL *et al.*, 2010; SCHMIEGELOW, 2004), outra classificação dada para esses organismos está relacionada em termos biológicos dividindo-se em: bacterioplâncton, fitoplâncton, zooplâncton e ictioplâncton (BONECKER *et al.*, 2009).

Os organismos planctônicos são seres de grande importância ecológica, pois se encontram na base das redes alimentares dos ambientes aquáticos, por serem o alicerce para as diversas cadeias tróficas nos oceanos, lagos, lagoas e rios, contribuem de maneira indireta e direta na economia, beneficiando na produção do setor pesqueiro (CASTELLANI, 2010; SOMMER, 1996), além disso, os habitantes do plâncton são responsáveis por participarem do fluxo de matéria orgânica e de energia nesses ambientes, tal como dos processos de ciclagem dos nutrientes (FONTELES-FILHO, 2011; PAYNE, 1986).

De acordo com Falkowski (2012), o fitoplâncton representa menos de 1% da biomassa fotossintética do planeta, entretanto ele contribui com quase a metade de toda a produção primária na Terra, essa contribuição evidencia a grande importância do fitoplâncton no ciclo biogeoquímico do carbono. Segundo o mesmo autor esses micro-organismos foram os responsáveis por criarem a atmosfera terrestre rica em oxigênio, há bilhões de anos atrás, usando a energia do sol para dividir a molécula de água em hidrogênio e oxigênio.

O fitoplâncton colabora com a redução na acidificação do ambiente, pois absorve o  $\text{CO}_2$  da água pelo processo de fotossíntese, além disso, mudanças climáticas afetam

diretamente no desenvolvimento das comunidades planctônicas o que os tornam bioindicadores ambientais (HAYS *et al.*, 2005).

Estudos estão sendo realizados com microalgas para diversas finalidades, como na produção de óleo para biocombustíveis (ARAUJO *et al.*, 2011; MATA *et al.*, 2010), tratamento de resíduos (ANSILAGO *et al.*, 2016), na indústria de alimentos (FIGUEIRA *et al.*, 2011), farmacêutica (SENHORINHO *et al.*, 2015) e na aquicultura (LI *et al.*, 2015; SANTOS-BALLARDO *et al.*, 2015).

## **Objetivos da pesquisa realizada na fazenda**

### ***Objetivo Geral***

Analisar os efeitos da aplicação do extrato pirolenhoso na comunidade planctônica e a sua influência nos parâmetros de qualidade da água de cultivo do camarão *Penaeus vannamei*.

### ***Objetivos específicos***

- (1) Quantificar e qualificar o fitoplâncton na água de viveiros de cultivo de camarões com e sem aplicação do extrato pirolenhoso.
- (2) Quantificar e qualificar o zooplâncton na água de viveiros de cultivo de camarões com e sem aplicação do extrato pirolenhoso.
- (3) Analisar a influência do extrato pirolenhoso na comunidade de *Vibrio* spp.
- (4) Avaliar os efeitos do extrato pirolenhoso nos parâmetros de qualidade de água.
- (5) Comparar o desempenho produtivo dos camarões, após o período de cultivo, nos viveiros teste e controle.

## REFERÊNCIAS

- ABCC. Os riscos associados às importações de camarões marinhos de países com histórico de doenças virais e bacterianas. **Revista Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Natal, v. 19, n. 2 p. 26-30, Nov 2017.
- ABREU, M. C. S.; MATTOS, P.; LIMA, P. E. S.; PADULA, A. D. Shrimp farming in coastal Brazil: Reasons for market failure and sustainability challenges. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 9, p.658-667, Sep 2011.
- ALVES, M. **Impactos da utilização de fino de carvão e extrato pirolenhoso na agricultura**. 2006. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2006.
- ANSILAGO, M.; OTTONELLI, F.; CARVALHO, E. M. Cultivo da microalga *Pseudokirchneriella subcapitata* em escala de bancada utilizando meio contaminado com metais pesados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.21, n. 3, Jul/Set. 2016.
- ARAÚJO, G.S.; MATOS L. J. B. L.; GONÇALVES, L. R. B, FERNANDES, F. A. N.; FARIAS, W. R. L. Bioprospecting for oil producing microalgal strains: Evaluation of oil and biomass production for ten microalgal strains. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 8, p. 5248–5250, Apr 2011.
- BERENDONK, T. U.; MANAIA, C. M.; MERLIN, C.; FATTA-KASSINOS, D.; CYTRYN, E.; WALSH, F.; BÜRGMANN, H.; SØRUM, H.; NORSTRÖM, M.; PONS, M. N.; KREUZINGER, N.; HUOVINEN, P.; STEFANI, S.; SCHWARTZ, T.; KISAND, V.; BAQUERO, F.; MARTINEZ, J. L. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. **Nature Reviews Microbiology**, v. 13, n. 5, p. 310-317, May 2015.
- BONECKER, A. C. T.; BONECKER. S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton Marinho. In: PEREIRA, R. C.; SOARES–GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2.ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 631 p, 2009.
- BOYD, Claude E.; TUCKER, Craig S.. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009. Aprovam as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 20, 23 jul. 2009. Seção 1
- BWALA, R. L.; OMOREGIE, E. Organic enrichment of fish ponds: application of pig dung vs. tilapia yield. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 8, n. 9, p. 1373-1379, 2009.
- CAMPOS, A. D. Técnicas para Produção de Extrato Pirolenhoso para Uso Agrícola. EMBRAPA - Embrapa Clima Temperado. **Circular Técnica**, Pelotas, v. 65, p. 1-8, 2007.

CASTELLANI, C. Plankton: A Guide to their Ecology and Monitoring for Water Quality. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 2, p. 261-262, 2010.

CHIAMENTI, L.; FRATTA, L. X. S.; PICOLI, S. U.; KREUTZ, O. C.; MORISSO, F. D. P.; MOURA, A. B. D. Ação antibacteriana do licor pirolenhoso sobre coliformes. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 2, p. 47-54, 2016.

COSTA, A. F.; SILVA, G. F.; ESCUDERO, M. C. Estudo Comparativo entre produtos químicos preservantes e licores pirolenhosos na inibição de fungos emboloradores. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, n. 75, p. 23-30, 2003.

CUNHA, E. de A. P. **Metodologia para gestão do risco da Síndrome de Taura no Brasil devido à importação de pós-larvas de camarão**. 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal) Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

DEB, A. K. Fake blue revolution: environmental and socio-economic impacts of shrimp culture in the coastal areas of Bangladesh. **Ocean & Coastal Management**, v. 41, p. 63-88, 1998.

ENCARNAÇÃO, F. Redução do impacto ambiental na produção de carvão vegetal e obtenção do ácido pirolenhoso como alternativa para proteção de plantas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, p. 20-23, 2001.

FALKOWSKI, P. Ocean Science: The power of plankton. **Nature**, n. 483. p. S17-S20, February 2012.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Fishery and Aquaculture Statistics**. 2016/FAO annuaire, 2018.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M. M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, Out/Dez 2011.

FINKEL, Z. V.; BEARDALL, J.; FLYNN, K. J.; QUIGG, A.; REES, T. A. V.; RAVEN, J. A. Phytoplankton in a changing world: Cell size and elemental stoichiometry. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 1, p. 119–137, 2010.

FIORIN, J. E.; VOGEL, P. T.; BORTOLOTTI, R. P. Métodos de aplicação e fontes de fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.11, n.2, p.92-97, 2016.

FONTELES-FILHO, A.A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica. 464p, 2011.

GUZMÁN, M.C.; BISTONI, M.A.; TAMAGNINI, L.M.; GONZÁLEZ, R.D. Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*. **Water Research**, v.38, p.2368-2374, 2004.

HANSEL, F. D.; AMADO, T. J. C.; BORTOLOTTI, R. P.; TRINDADE, B. S.; HANSEL, D. S. S. Influence of different phosphorus sources on fertilization efficiency. **Applied Research & Agrotecnology**, v.7, n.1, p.103-111, 2014.

HAYS, G.C.; RICHARDSON, A. J.; ROBINSON, C. Climate change and marine plankton. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 6, p. 337–344, June 2005.

HU, C.Q.; SHEN, Q.; ZHANG, L.P.; REN, C.H.; DU, S.B. Present status and prospect of the Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in China. **China/FAO/NACA workshop on healthy safe and environmentally sound shrimp farming**. p. 72–82, 2004.

JESUS, M. S. **Balanco de massa e energia na pirólise da madeira de Eucalyptus em escala macro**. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, 2016.

LAVORANTE, B. R. B. de O.; SANTOS, P. N. dos; MENDES, P. T. S.; MENDES, E. S.. Método de determinação e avaliação da depleção de oxitetraciclina em camarão marinho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.738-745, 2009.

LI, Y.; XIAO, G.; MANGOTT, A.; KENT, M.; PIROZZI, I. 2016. Nutrient efficacy of microalgae as aquafeed additives for the adult black tiger prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 11, p. 3625-3635, 2015.

LIU, C. H.; CHIU, C. S.; HO, P. L.; WANG, S. W. Improvement in the growth performance of White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by a protease-producing probiotic, *Bacillus subtilis* E20, from natto. **Journal Of Applied Microbiology**, v.107, n.3 p. 1031-1041, 2009.

LORENZON, C.S.; GATTI JUNIOR, P.; NUNES, A.P.; PINTO, F.R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S.N.; AMARAL, L.A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do Estado de São Paulo. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4 p. 617-624, 2010.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.2, p.149-163, 2010.

MAEKAWA, K. **Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura**. São Paulo: APAN (Associação dos Produtores de Agricultura Natural), Apostila. 2002.

MATA, T.M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 1, p. 217–232, January, 2010.

MIYASAKA, S.; OHKAWRA, T.; UTSUMI, B. **Boletim Agro-Ecológico: O ponto de encontro da Agroecologia**. São Paulo: n. 14, p.17, 1999.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso do Fimo de Carvão e Licor Pirolenhoso. In: **Encontro de processos de proteção de plantas**. Controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu: APAN, p.161-176, 2001.

MOLLERKE, R.O.; WIEST, J.M.; CARVALHO, H.H.C. Colimetrias como indicadores de qualidade de pescado artesanal do lago Guaíba, em Porto Alegre, RS. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 99, p. 102-106, 2002.

MOLES, P.; BUNGE, J. Shrimp Farming in Brazil: An Industry Overview. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. 26 p. 2002.

MORALES-COVARRUBIAS, MARÍA SOLEDAD; LOZANO-OLVERA, R.; HERNÁNDEZ-SILVA, A. J. Necrotizing hepatopancreatitis in cultured shrimp caused by extracellular and intracellular bacteria. **Tilapia & Camarones**, Ecuador, n. 5., p. 33-39, 2010.

MUANGKEOW, B.; IKEJIMA, K.; POWTONGSOOK, S.; YI, Y. Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. **Aquaculture**, v. 269, p. 363–376, 2007.

NAIR, V. M. S.; MOHAN. R.; WILLIAMS, E.S. Effect of different levels of cow dung on plankton productivity in aquaculture tank. **International Journal Pure Applied Bioscience**. n. 2, p. 38-41, 2014.

NETO, M. E.; SILVA, W. O.; RAMEIRO, F. C.; NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. S. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n.3, p. 397-403, 2012.

NEWAJ-FYZUL, A. H.; AL-HARBI, B.; AUSTIN, B. Review: Developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. **Aquaculture**, v.431, p.1-11, 2014.

NUNES, A. J. P.; FEIJO, R.G. Convivência com o vírus da macha branca no cultivo de camarão marinho no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 27, n.162, p.36-47. Julho/Agosto, 2017.

OSTRENSKY, A. N., Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. **XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**. Anais. p. 4-10, 2002.

PACHECO, C.; CALOURO, F.; VIEIRA, S.; SANTOS, F.; NEVES, N.; FRANCO, J.; RODRIGUES, S.; ANTUNES, D. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and fruit quality in kiwifruit. **Internacional Journal of Energy and Environment**. v. 2. P. 9-15, 2008.

PAYNE, A. I. **The ecology of tropical lakes and rivers**. John-Wiley and Sons, New York, 301p, 1986.

PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V. PEREIRA, F. N. SILVA, J. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1144-1150, 2008.

PORTO, P. R.; SAKITA, A. E. N.; NAKAOKA SAKITA, M. Efeito da aplicação do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento de mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n. 31, p. 15-19, 2007.

RAPATSA, M. M.; MOYO, N.A.G. Performance evaluation of chicken, cow and pig manure in the production of natural fish food in aquadams stocked with *Oreochromismossambicus*. **Physics and Chemistry of the Earth**. n. 66, p. 68-74, 2013.

RABIA, M. D. S.; BAOBAO, J. G.; TUTOR, G. P.; RULIDA, E. C. Periodic Fertilization Using Urea and Chicken Manure as Source of Natural Productivity in a Biofloc System during the Nursery of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. **International Journal of Environmental and Rural Development**. v. 6, n. 2, p. 121-127, 2015.

ROCHA, I. P. **Carcinicultura Brasileira: Processos Tecnológicos, Impactos Sócio - Econômicos, Sustentabilidade Ambiental, Entraves e Oportunidades**. 2011.

ROEL, A. R.; LEONEL, L. A. K.; FAVAROF, S. P.; ZATARIM, M.; SOARES, M. V. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo Grande, MS. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 325-329, 2007.

ROMANO, N. Aquamimicry: A revolutionary concept for shrimp farming. **Global Aquaculture Advocate**. February, 2017. [www.aquaculturealliance.org](http://www.aquaculturealliance.org).

ROMANO, N.; KUMAR, V. Vegetarian Shrimp: Pellet-free Shrimp Farming. **World Aquaculture**, v. 48, p. 36-39, 2017.

SANTOS-BALLARDO, D. U.; ROSSI, S.; HERNÁNDEZ, V.; GOMES, R. V.; RENDÓN-UNCETA, M. C.; CARO-CORRALES, J.; VALDEZ-ORTIZ, A. A simple spectrophotometric method for biomass measurement of important microalgae species in aquaculture. **Aquaculture**, v. 448, p. 87-92, Nov 2015.

SANTOS, E. C. B. **Desempenho produtivo do camarão cinza *Litopenaeus vannamei*, utilizando técnicas de povoamento direto e indireto**. 2009. 47 f. Dissertação. (Mestrado em Aquicultura e Recursos Pesqueiros) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul - Uma introdução às ciências marinhas**. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 202 p, 2004.

SCHNITZER, J. A.; SU, M. J.; VENTURA, M. U.; FARIA, R.T. Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.1, p. 101-106, 2015.

SCHRADER, K.K.; GREEN, B.W.; PERSCHBACHER, P.W. Development of phytoplankton communities and common off-flavors in a biofloc technology system used for the culture of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 45, p. 118-126, 2011.

SENHORINHO, G. N. A.; ROSS, G. M.; SCOTT, J. A. Cyanobacteria and eukaryotic microalgae as potential sources of antibiotics. **Phycologia**, v. 54, n. 3, p. 271-282, 2015.

SHANG, Y. C.; LEUNG, P.; LING, B. Comparative economics of shrimp farming in Asia. **Aquaculture**, v. 164, n. 1-4, p.183-200, 1998.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B.; MARANHÃO, T. C. F. Alimentação natural de larvas do cascudo preto *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes - Loricariidae) em tanques de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, n. 24, p.109-117, 1997.

SOMMER, U. Plankton ecology: the past two decades of progress. **Naturwissenschaften**, n. 83, p. 293-301, 1996.

SOUZA-SILVA, A.; ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; MENDONÇA, L. A. Qualidade de mudas de eucalipto tratadas com extrato pirolenhoso. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 19- 26, 2006.

TSUZUKI, E.; MORIMTSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plants. **Japanese Journal Crop Science**, v. 66, p. 15-16, 2000.

XU, W.J.; PAN, L.Q. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 412-413, p. 117-124, 2013.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em Limoeiro 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 26, p. 529-533, 2004.

## **2 EFEITO DO EXTRATO PIROLENHOSO NA COMUNIDADE PLANCTÔNICA E DE *Vibrio* spp. EM CULTIVO DE *Penaeus Vannamei***

### **RESUMO**

No cultivo de camarões em viveiros são realizados diversos tipos de manejos, tendo como objetivo principal ou secundário estimular o desenvolvimento do plâncton. A qualidade dos organismos constituintes de uma comunidade planctônica natural pode influenciar para o fracasso ou sucesso no final do ciclo de produção. O extrato pirolenhoso é comumente empregado como fertilizante orgânico em áreas agrícolas para o cultivo de muitas culturas vegetais, esse produto apresenta supostas propriedades que torna o processo de mineralização da matéria orgânica mais eficiente. O presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da aplicação do extrato pirolenhoso na comunidade fitoplanctônica, de zooplâncton e *Vibrio* spp. em cultivo de *Penaeus vannamei*. Foram utilizados seis viveiros no experimento, metade dos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso (CEP) e a outra metade sem o extrato (SEP). O extrato foi diluído na água e aplicado diretamente no solo seco e após algumas horas de reação os viveiros foram abastecidos. As amostras de água para qualificação e quantificação do plâncton foram coletadas dos viveiros SEP e CEP e do canal de abastecimento, foram identificados quarenta e nove gêneros fitoplanctônicos, as divisões cyanophyta e chlorophyta foram as mais dominantes tanto em diversidade quanto em quantidade. A microalga com maior densidade média foi a do gênero *Nostocales*, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na qualidade e quantidade do plâncton entre os viveiros SEP e CEP, entretanto houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os viveiros e o canal de abastecimento para cyanophyta *Geitlerinema* sp. Para o zooplâncton não ocorreu diferença significativa ( $p > 0,05$ ), foram observados doze grupos distintos distribuídos nos pontos de coleta, como maior diversidade na divisão Rotífera com seis representantes, entretanto a divisão com maior densidade foi a Crustacea. Não foram constatadas mudanças na comunidade planctônica no cultivo de *Penaeus vannamei* com o uso do extrato pirolenhoso. Em relação às análises de *Vibrio* spp. não foi verificada a presença desse micro-organismo em nenhuma das amostras coletadas nos viveiros SEP e CEP.

**Palavras-chave:** Extrato pirolenhoso. *Penaeus vannamei*. Fitoplâncton. Zooplâncton. *Vibrio* spp.

## ABSTRACT

In the cultivation of shrimp in ponds are carried out several types of management, having as main or secondary objective to stimulate the development of plankton. The quality of the constituent organisms of a natural planktonic community can influence to failure or success at the end of the production cycle. The pyroligneous extract is commonly used as an organic fertilizer in agricultural areas for the cultivation of many crops. This product has supposed properties that make the organic matter mineralization process more efficient. The present work had as objective to analyze the effects of the application of the extract pirolenhoso in the phytoplankton community, of zooplankton and *Vibrio* spp. in *Penaeus vannamei* cultivation. Six ponds were used in the experiment, half of the ponds with application of the pyroligneous extract (CEP) and the other half without the extract (SEP). The extract was diluted in water and applied directly to the dry soil and after a few hours of reaction the ponds were to filled with water. Samples of water for qualification and quantification of plankton were collected from SEP and CEP ponds and from the supply channel, forty - nine phytoplankton genera were identified, the cyanophyta and chlorophyta divisions were the most dominant in both diversity and quantity. The microalgae with the highest average density was of the genus *Nostocales*; there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) in the quality and quantity of the plankton between the SEP and CEP ponds, however there was a difference ( $p < 0.05$ ) between ponds and the supply channel for cyanophyta *Geitlerinema* sp. For zooplankton, there was no significant difference ( $p > 0.05$ ), twelve distinct groups were observed at the collection points, with a greater diversity in the Rotifera division with six representatives. however the division with greater density was Crustacea. No changes were observed in the planktonic community in the cultivation of *Penaeus vannamei* with the use of the pyroligneous extract. Regarding the analysis of *Vibrio* spp. the presence of this microorganism was not verified in any of the samples collected in the SEP and SEP ponds.

**Key words:** Pyroligneous extract. *Penaeus vannamei*. Phytoplankton. Zooplankton. *Vibrio* spp.

## Introdução

A qualidade dos organismos constituintes de uma comunidade planctônica natural, em sistemas de cultivos aquícolas, pode influenciar para o fracasso ou sucesso em empreendimentos de cultivo de peixes e camarões, essa biota natural serve de alimento, contribuindo para o desenvolvimento dos animais cultivados (BRITO *et al.*, 2017). No cultivo de *Penaeus vannamei* à abundância principalmente de diatomáceas e zooplâncton é de fundamental importância, pois esses micro-organismos participam da dieta dos camarões, fornecendo compostos nutricionais como os ácidos graxos que são primordiais na nutrição, crescimento e sobrevivência dos camarões (ESPARZA-LEAL *et al.*, 2016; MAIA *et al.*, 2009).

No cultivo de peixes e camarões em viveiros ou tanques são realizados diversos tipos de manejos, tendo como objetivo principal ou secundário estimular o desenvolvimento do plâncton. Esses organismos planctônicos são essenciais aos cultivos, pois servem de alimento natural para os animais de interesse aquícola, e são responsáveis pela maior parte do oxigênio dissolvido na água, por meio da fotossíntese, e absorvem amônia e nitrito que são substâncias tóxicas para animais cultivados (BRITO *et al.*, 2009; SÁ, 2012).

Um dos manejos mais simples utilizados nos cultivos consiste em deixar o solo exposto aos raios solares, após a despesca, para que a matéria orgânica sofra processos de foto-oxidação, mineralização e eliminação de agentes patogênicos, dessa forma a camada superficial do solo oxidada impede a difusão de metabolitos tóxicos produzidos por micro-organismos anaeróbios, além disso, esse simples manejo acelera a decomposição da matéria orgânica liberando nutrientes para a água de cultivo, que posteriormente serão aproveitados pelo fitoplâncton para o seu desenvolvimento (BOYD *et al.*, 2002; NIMRAT *et al.*, 2008; OSTRENSKI; BOEGER, 1998).

Segundo Sá (2012), outro manejo que beneficia o desenvolvimento de fito e zooplâncton na água de cultivo é a calagem, essa prática adiciona carbonatos no solo e água que posteriormente serão convertidos naturalmente em bicarbonatos que são fontes de carbono inorgânico para o processo de fotossíntese. Entretanto a fertilização é o principal manejo utilizado para impulsionar um rápido desenvolvimento do alimento natural para os animais cultivados, promovendo o crescimento do fitoplâncton e conseqüentemente toda a cadeia alimentar no ambiente de cultivo, possibilitando assim um aumento na produtividade aquícola (BRITO *et al.*, 2009).

O extrato pirolenhoso é um produto obtido a partir da condensação dos gases produzidos da combustão parcial de madeira para a produção do carvão vegetal (MIYASAKA *et al.*, 1999), apresenta em sua composição várias substâncias solúveis em água, tais como ácidos de baixo peso molecular, álcoois, aldeídos, cetonas e açúcares (STEINER *et al.*, 2008), por conter alta concentração de ácidos o pH do extrato exibe valores abaixo de 3, essa característica combinada com formaldeído presente na sua composição concede ao extrato pirolenhoso propriedades antifúngicas e no controle de pragas (DEIBOLD, 2000), e bactericidas (MELO *et al.*, 2007). Entretanto segundo Steiner *et al.* (2008), a aplicação de baixas concentrações desse produto no solo ocasionou um crescimento rápido da população de micro-organismos decompositores da matéria orgânica.

A comunidade microbiológica presente em cultivos de camarões é o reflexo da microbiota existente na água de abastecimento, bem como do próprio solo no qual foi instalado os viveiros de cultivo. Essa atividade econômica vem sofrendo perdas consideráveis ocasionadas por enfermidades (REBOUÇAS *et al.*, 2017), essas doenças são causadas principalmente por vírus e bactérias, tendo como destaque as bactérias do gênero *Vibrio* (BOONCHUEN *et al.*, 2018), esse é um dos problemas que a carcinicultura tem sido afetada e o uso de novos manejos e produtos pode ser uma das soluções para amenizar os prejuízos causados por enfermidades.

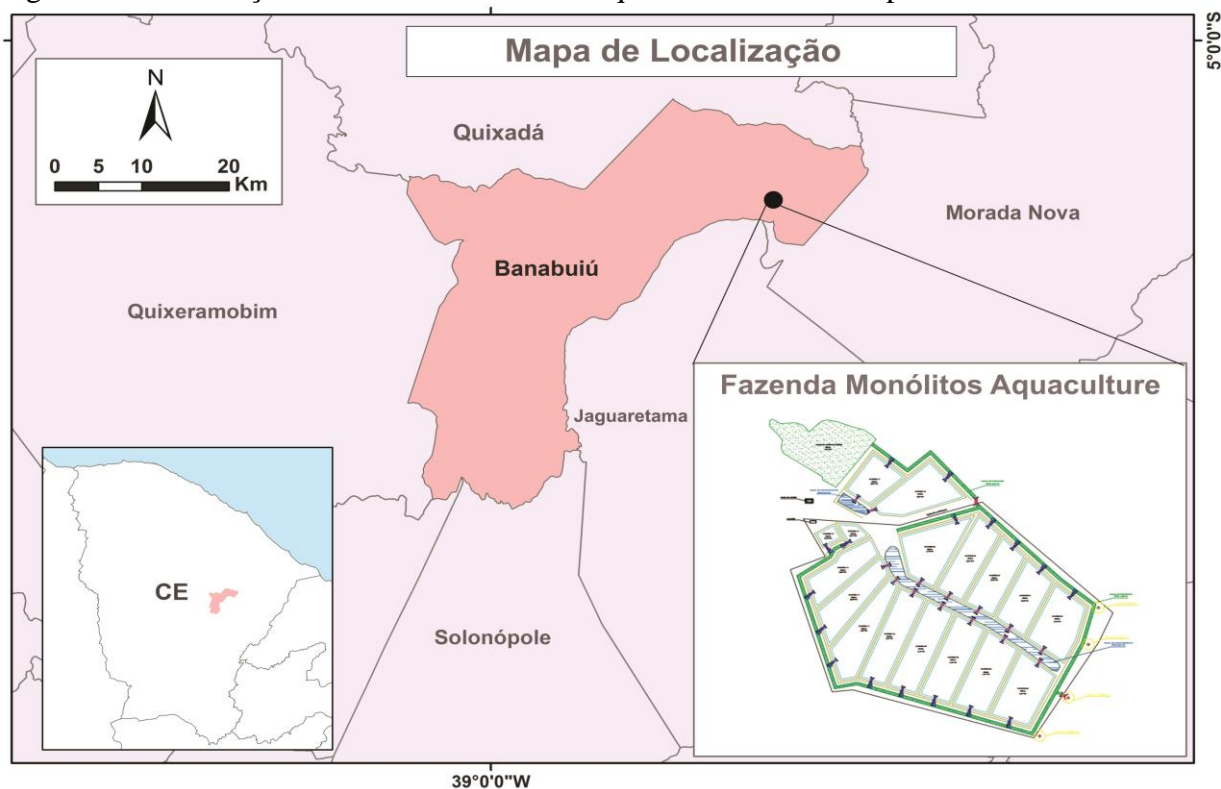
No meio rural o extrato pirolenhoso é comumente empregado como fertilizante orgânico em áreas agrícolas para o cultivo de muitas culturas vegetais (ZANETTI *et al.*, 2004), por ser um produto orgânico e por apresentar supostas propriedades que torna o processo de mineralização da matéria orgânica mais eficiente, disponibilizando nutrientes inorgânicos, além de supostas propriedades antibacterianas, o presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da aplicação do extrato pirolenhoso na comunidade fitoplanctônica, de zooplâncton e em *Vibrio* spp. no cultivo de *Penaeus vannamei*.

## Material e Métodos

### *Local do experimento*

O experimento foi realizado na fazenda Monólitos Aquacultura localizada no Município de Banabuiú, Ceará, distando 215 km da capital do Estado (Figura 2), pertencente à mesorregião dos Sertões cearenses e apresenta clima semiárido.

Figura 2 – Localização da fazenda Monólitos Aquacultura no Município de Banabuiú - Ceará.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A fazenda de cultivo de camarões possui 15,15 hectares de lâmina d'água, dispostos em 17 viveiros de terminação "engorda", a propriedade trabalha com sistema de recirculação, cuja fonte de água é proveniente de quatro poços artesianos, com quatro bombas submersas que bombeiam e lançam a água para o canal de abastecimento, que por meio da diferença de nível abastecem os viveiros. Como a fazenda utiliza sistema de recirculação de água, todo efluente lançado após as despesas nos canais de drenagem é transferido para uma bacia de sedimentação de 1,83 ha por uma bomba centrífuga de 50 CV, toda a água oriunda das despesas passa por um tratamento natural para depois ser utilizada novamente para abastecer os viveiros.

A propriedade não adota o sistema tradicional de cultivo com o uso de ração comercial, em vez disso utiliza o conceito conhecido como aquamimicry que se baseia na aplicação de uma fonte de carbono que passa por um processo de fermentação (farelo de arroz e/ou soja) nos viveiros de cultivo, a fim de estimular o desenvolvimento do zooplâncton simulando as condições de um ecossistema aquático natural (ROMANO, 2017). A salinidade média verificada na água de cultivo dos camarões foi de 1 ppt. A densidade média utilizada na fazenda foi em torno de 60 camarões/m<sup>2</sup>, com uso de aeradores de pá de acordo com o desenvolvimento dos animais. Os camarões foram alimentados quatro vezes ao dia (7:00, 10:00, 13:00 e 16:00h) com farelo de soja fermentado, distribuídos em 60 bandejas/ha seguindo a metodologia adotada na fazenda conhecida como aquamimicry.

Para a realização do experimento foram utilizados seis viveiros cada um com área média de aproximadamente 1 hectare, sendo aplicado o extrato pirolenhoso em metade dos viveiros e a outra metade utilizada para fins de comparação.

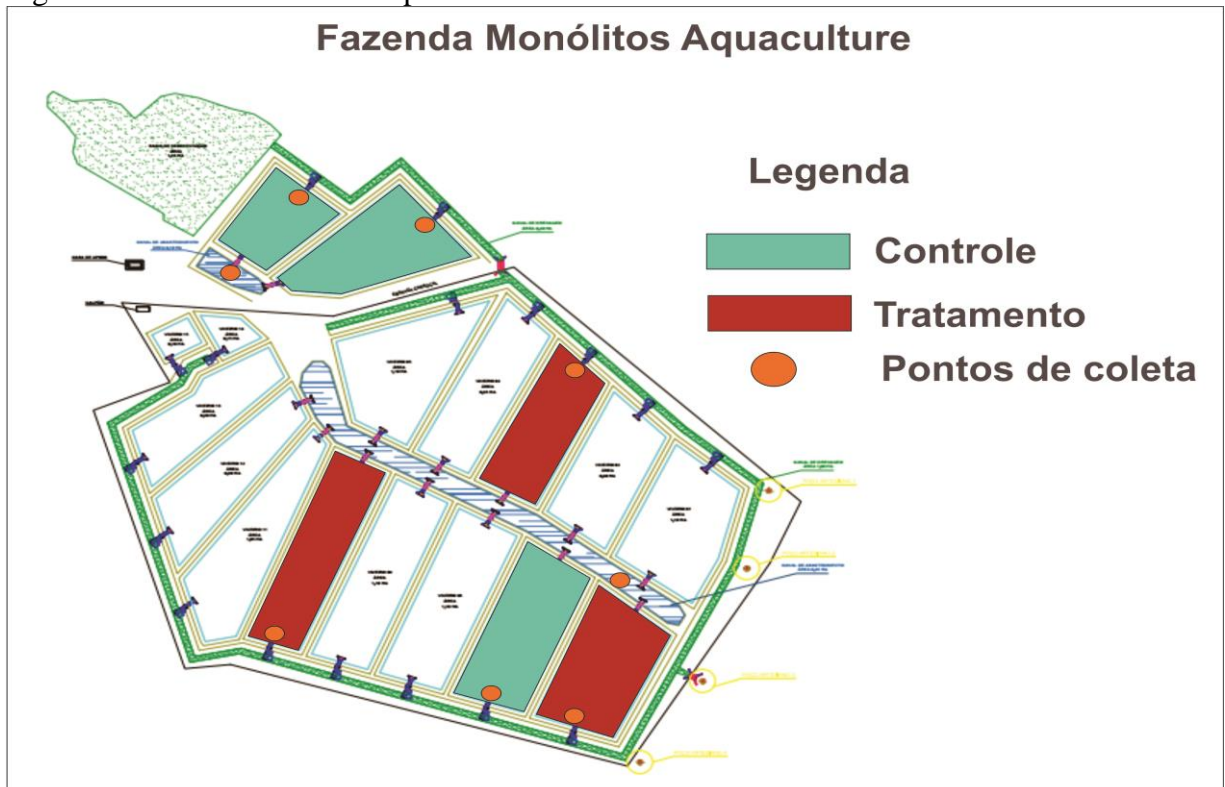
### ***Aplicação do Extrato Pirolenhoso***

Foram diluídos 5 L do extrato pirolenhoso (Agro Pirolenhoso) em 15 L de água, seguindo a dose de aplicação para 1 ha recomendada pelo fabricante para grande parte das culturas vegetais, com o auxílio de um borrifador manual foram aplicados em cada um dos três viveiros teste vinte litros da mistura. O extrato foi aplicado diretamente no solo, após todos os manejos de rotina de tratamento do solo depois das despescas. O produto foi espalhado nas seções entre as estacas de fixação das bandejas de alimentação dos camarões no sentido paralelo as comportas de abastecimento e drenagem de maneira alternada. O extrato pirolenhoso foi aplicado às 9:00h da manhã e ficou reagindo no solo até às 17:00h, horário em que os viveiros começaram a serem abastecidos.

### ***Pontos de coleta do plâncton***

A coleta do plâncton foi realizada no início e após noventa e nove dias de cultivo, por volta de 10:00 h da manhã, em oito diferentes pontos da fazenda, um ponto de coleta em cada um dos seis viveiros utilizados no experimento, três viveiros que foram aplicados o extrato pirolenhoso, três viveiros controle (coletas próximo às compostas de drenagem) e mais dois pontos no canal de abastecimento (Figura 3).

Figura 3 – Pontos de coleta do plâncton na fazenda de cultivo de *Penaeus vannamei*.



Fonte: Elaborada pelo autor.

### *Procedimentos de amostragem e análise do plâncton*

#### **Procedimento de amostragem**

##### *Análise qualitativa*

Foram coletados aproximadamente 200 mL de amostra concentrada com auxílio de uma rede de plâncton de 20 $\mu$ m, e posteriormente acondicionada em frascos e fixada com formalina tamponada com tetraborato de sódio.

##### *Análise quantitativa*

Foram coletados 1.000 mL de amostra em garrafa de vidro âmbar, fixadas com lugol acético, na proporção de 5 mL/L para amostras de fitoplâncton. Para amostragem de zooplâncton foram filtrados um volume de 60L de amostra em rede de plâncton com 60  $\mu$ m, coletando ao final da filtragem o material retido no copo coletor e anotando posteriormente o volume final.

## **Procedimentos de análise**

### *Análise qualitativa*

A identificação foi realizada através de microscopia óptica de campo claro em microscópio binocular, utilizando as seguintes chaves de classificação: ANAGNOSTIDIS; KOMÁREK, 1986, 1988, 1998; BOURRELLY, 1985; BICUDO; MENEZES, 2006.

### *Análise quantitativa*

A contagem do fitoplâncton foi executada pelo método da microscopia invertida, a partir do sedimento, com câmara de Sedgewick-Rafter, utilizando faixas de campo segundo a distribuição de Poisson, com intervalo de confiança de  $95\% \pm 20\%$ , após concentração das amostras por sedimentação em proveta de 1000 mL por 24 horas. Já o zooplâncton foi quantificado pela metodologia de varredura com o uso da câmara de Sedgewick-Rafter em microscópio invertido.

Foram comparadas a quantidade e a qualidade da comunidade planctônica durante os dias de cultivo entre os diferentes pontos de coleta, com a finalidade de observar possíveis mudanças entre os grupos analisados. Todas as análises foram realizadas no laboratório Ambiental Análises e Consultoria LTDA, localizada na cidade de Fortaleza - Ceará.

### ***Pontos de coleta de água para análises de Vibrios totais***

As coletas de água para a realização das análises de *Vibrio* foram feitas nas fases inicial e final do cultivo dos camarões em três pontos distintos em cada um dos viveiros utilizados no experimento, um ponto próximo à comporta de abastecimento, outro na comporta de drenagem e o terceiro ponto nas imediações da área central dos viveiros, e mais três pontos no canal de abastecimento.

### ***Procedimentos de análise de Vibrios totais***

Para cada coleta, foram utilizados vinte e um frascos esterilizados de 200 mL, três frascos para cada um dos seis viveiros utilizados no experimento e mais três frascos para o canal de abastecimento. As amostras de água foram coletadas pela manhã e após a coleta os

frascos foram armazenados em uma caixa isotérmica com gelo e transportados para o laboratório BIOTRENDS-Soluções Biotecnológicas LTDA, localizado na cidade de Fortaleza, Ceará. A análise de contagem de *Vibrio* spp. total foi realizada pela técnica de contagem por espalhamento em placa (*spread plate*), utilizando meio específico *Thiosulfate-citrate-bile saltssucrose agar* (TCBS).

Neste procedimento, as amostras líquidas foram diluídas seriadamente em soluções esterilizadas de NaCl 2,5% (m/v). Em seguida, alíquotas da amostra bruta e de suas respectivas diluições foram inoculadas na superfície do meio de cultura e distribuídas uniformemente para contagem das colônias bacterianas. Cada análise foi realizada utilizando três repetições. As placas foram incubadas a 30°C por 24 h. Em seguida, as colônias foram contadas e os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por mL.

Todos os procedimentos de amostragens e análises do fitoplâncton e do zooplâncton foram realizados pela metodologia descrita por “Standard methods for the examination of water and wastewater” (APHA, 2005). Os dados de qualidade e quantidade do plâncton são apresentados em porcentagem de abundância em gráficos, como também em média  $\pm$  desvio padrão, que foram submetidos à análise de variância (ANOVA) simples, e as médias quando mostraram diferença significativa foram comparadas com o teste de Tukey com o nível de significância estabelecido em  $p < 0,05$ , ou seja, 5%. Para a realização de todos os testes foram utilizados os softwares PAST 3.20 e Excel 2010.

## **Resultados e Discussão**

No presente estudo foram encontrados quarenta e nove gêneros de fitoplâncton (Tabela 3), sendo observado maior predomínio de cyanophytas e chlorophytas em todos os pontos de coleta, viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso (CEP) e sem o extrato (SEP) e canal de abastecimento (Figura 4). Esses grupos fitoplanctônicos também foram observados com maior predominância por Mcintosh *et al.* (2006) e Brito *et al.* (2009), em cultivo de camarões em águas com baixa salinidade.

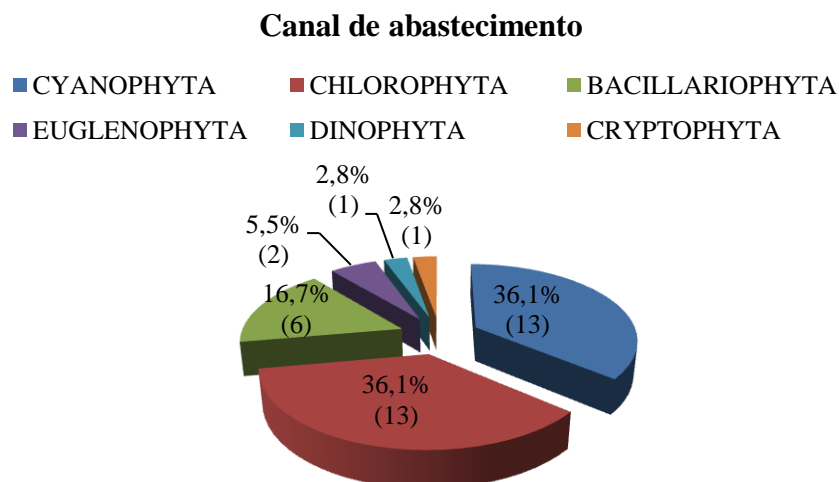
Os grupos mais abundantes foram das cyanophytas e chlorophytas com dezenove gêneros cada, seguidas pelas bacillariophytas com seis, euglenophita com seis e dinophyta e cryptophyta cada uma com um representante, não houve grande diferença em relação à qualidade do fitoplâncton entre os diferentes pontos de coleta, independente do período amostral (Tabela 3).

A floração de cyanophytas pode causar mudanças indesejadas aos ambientes de cultivo de camarões, essa classe de fitoplâncton em grandes concentrações geram toxinas que afetam no desenvolvimento dos animais e em casos mais extremos ocasionando mortandades em massa, causando prejuízo aos produtores (ZIMBA *et al.*, 2006; MORALES-COVARRUBIAS *et al.*, 2016). Segundo Maia *et al.* (2013) os principais grupos fitoplanctônicos desejáveis para o cultivo de camarões são chlorophytas e bacillariophytas pois participam da dieta do zooplâncton e dos camarões, sendo uma excelente fonte nutricional para esses animais.

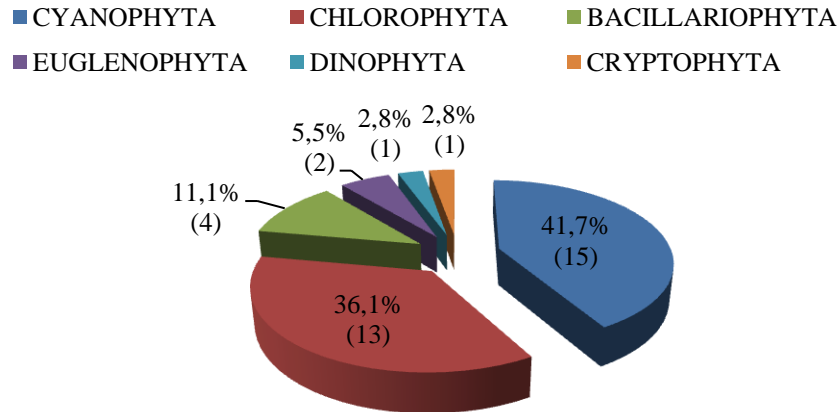
Dentro da divisão cyanophyta, os gêneros que apresentaram maiores densidades médias nos viveiros SEP, CEP e no canal de abastecimento foram *Chroococcales*, *Cylindrospermopsis* sp, *Pseudanabaenaceae*, *Nostocales*, *Geitlerinema* sp. Na divisão chlorophyta os gêneros *Chlorococcales* e *Scenedesmus* sp1, na bacillariophyta se destacaram os *Cyclotella* sp e *Nitzschia* sp (Tabela 1), os gêneros das outras divisões não apresentaram valores representativos.

O gênero que foi observado maior densidade foi o *Nostocales* com valor médio de 264.975 células/mL no canal de abastecimento, 992.085 células/mL nos viveiros SEP e 828.120 células/mL nos CEP. O único gênero que apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação à densidade fitoplanctônica entre os locais de coleta foi o *Geitlerinema* sp pertencente a divisão cyanophyta, essa diferença quantitativa foi observada entre as amostras do canal de abastecimento em relação as amostras dos viveiros SEP e CEP (Tabela 1).

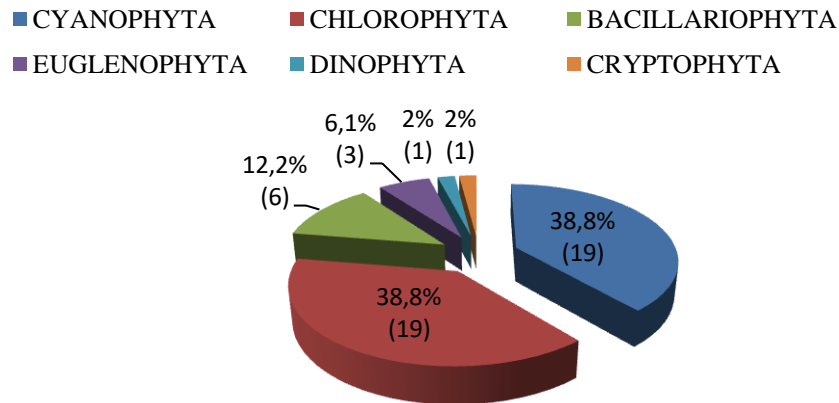
Figura 4 – Percentual de cada divisão e quantidade de gêneros fitoplanctônicos encontrados nos diferentes locais de coleta na fazenda.



### Viveiros Sem Extrato Pirolenhoso (SEP)



### Viveiros Com Extrato Pirolenhoso (CEP)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Segundo Banerjee *et al.* (2015) a *Geitlerinema* sp se comparada com outros gêneros de cyanophytas é mais eficiente na remoção de compostos nitrogenados como nitrito e nitrogênio amoniacal total, que são substâncias prejudiciais aos camarões cultivados, e reduz a concentração de compostos fosfatados, além de não apresentar toxicidade quando testado em náuplios de artêmia. As observações realizadas não constataram influência do extrato pirolenhoso na comunidade fitoplanctônica nos viveiros de cultivo de *Penaeus vannamei*.

Tabela 1 – Densidade média fitoplanctônica dos grupos mais representativos em diferentes pontos em uma fazenda de cultivo do camarão *Penaeus vannamei*. Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).

Grupos	Densidade média do fitoplâncton (cél.mL <sup>-1</sup> )			ANOVA P
	Locais de coleta			
	CANAL	SEP	CEP	
<b>CYANOPHYTA</b>				
<i>Chroococcales</i>	20.580 ± 18.779	64.118 ± 66.125	48.553 ± 52.795	0,586
<i>Cylindrospermopsis</i> sp	64.500 ± 53.580	53.715 ± 8.684	151.234 ± 103.539	0,232
<i>Geitlerinema</i> sp	29.156 ± 20.043b	98.352 ± 21.057a	116.556 ± 20.442a	0,004
<i>Nostocales</i>	264.975 ± 229.485	992.085 ± 649.575	828.120 ± 79.766	0,144
<i>Pseudanabaenaceae</i>	58.100 ± 10.780	78.349 ± 59.701	155.388 ± 32.595	0,052
<b>CHLOROPHYTA</b>				
<i>Chlorococcales</i>	4.896 ± 1.254	7.674 ± 7.003	7.838 ± 3.588	0,694
<i>Scenedesmus</i> sp1	10.977 ± 8.702	24.671 ± 25.814	12.562 ± 4.308	0,548
<b>BACILLARIOPHYTA</b>				
<i>Cyclotella</i> sp	6.712 ± 3128	10.415 ± 5.827	5.322 ± 640	0,314
<i>Nitzschia</i> sp	2.595 ± 153	3.610 ± 1.030	6.107 ± 5.583	0,451

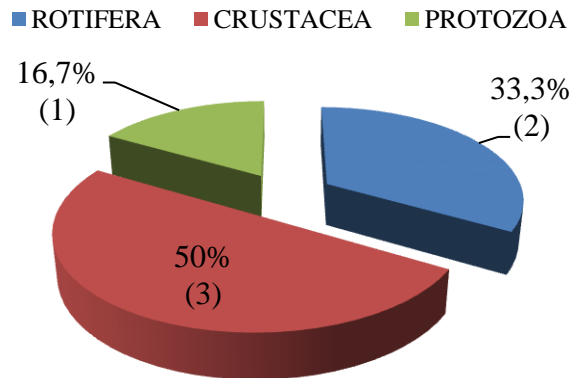
Para a densidade fitoplanctônica, diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (P<0,05); ausência de letras, na mesma linha indica ausência de significância estatística entre as médias (P>0,05).

No geral foram encontrados doze diferentes representantes na comunidade zooplanctônica nas amostras coletadas nos diferentes pontos da fazenda, sendo o grupo Rotífera o que apresentou maior número de táxons com seis exemplares, seguido dos grupos Crustácea e Protozoa com três representantes cada (Tabela 3). Nos pontos coletados no canal de abastecimento foi observada maior frequência de indivíduos do grupo Crustacea, já nos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso (CEP), houve maior predominância dos organismos do grupo Rotífera e nos viveiros (SEP) ocorreu uma equivalência entre os grupos Rotífera e Crustacea (Figura 5).

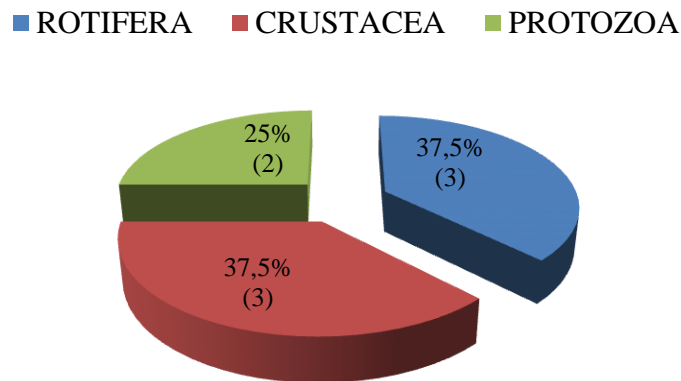
Segundo Porchas-Cornejo *et al.* (2013) os copépodes pertencentes ao grupo Crustacea ocorrem com maior predominância na comunidade zooplanctônica em cultivo de camarões, esses organismos tem grande importância pois são ricos em nutrientes lipídicos e proteicos que serão assimilados quando forem predados pelos camarões cultivados (MARTÍNEZ-CÓRDOVA, 2011). Na presente pesquisa os copépodos foi o grupo de zooplâncton, juntamente com uma espécie de náuplio não identificada, os organismos mais representativos e que apresentaram as maiores densidades em todos os locais de coleta (Tabela 2).

Figura 5 – Percentual de cada divisão e quantidade de representantes zooplanctônicos encontrados nos diferentes pontos de coleta na fazenda.

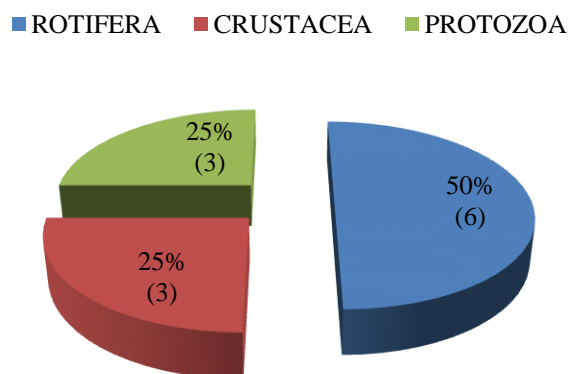
### Canal de abastecimento



### Viveiros Sem Extrato Pirolenhoso (SEP)



### Viveiros Com Extrato Pirolenhoso (CEP)



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Densidade média zooplancônica dos grupos mais representativos em diferentes pontos em uma fazenda de cultivo do camarão *Penaeus vannamei*. Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).

Grupos	Densidade média do zooplâncton (org. L <sup>-1</sup> )			ANOVA P
	CANAL	Locais de coleta SEP	CEP	
ROTIFERA				
<i>Brachionus sp1</i>	101 ± 74	30 ± 52	90 ± 65	0,408
CRUSTACEA				
<i>Copépodo</i>	245 ± 109	259 ± 269	191 ± 71	0,880
<i>Náuplio</i>	106 ± 184	386 ± 279	308 ± 144	0,313
PROTOZOA				
<i>Ciliado 1</i>	80 ± 36	35 ± 9	284 ± 401	0,428

Para a densidade zooplancônica, diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey (P<0,05); ausência de letras, na mesma linha indica ausência de significância estatística entre as médias (P>0,05).

Os grupos de zooplâncton com maiores representatividades estão expostos na tabela 2, a maior densidade celular foi observada na espécie não identificada de náuplio, com valores absolutos acima de 600 org.L<sup>-1</sup>, a maior densidade média desses organismos foi registrada nos viveiros SEP apresentando 386 org.L<sup>-1</sup> e a menor no canal de abastecimento com 106 org.L<sup>-1</sup>, para copépodo foi observado maior densidade também nos viveiros SEP com 259 org.L<sup>-1</sup>, valores esses bem superiores ao recomendado por Nunes (2001), para cultivo de camarões.

Tabela 3 – Ocorrência dos táxons de fitoplâncton e zooplâncton nos diferentes locais de coleta.

Táxons	Canal de Abastecimento	Viveiros SEP	Viveiros CEP
	1 2	1 2 3	1 2 3
<b>FITOPLÂNCTON</b>			
<b>CYANOPHYTA</b>			
<i>Anabaenopsis sp</i>	++	+++	+++
<i>Aphanocapsa sp</i>	++	+-	+++
<i>Aphanizomenon sp</i>	--	-++	+ - +
<i>Chroococcales</i>	++	+++	+++
<i>Chroococcus sp</i>	--	+-	+++
<i>Coelomoron sp</i>	+-	+++	+++
<i>Cylindrospermopsis sp</i>	++	+++	+++
<i>Eucapsa sp</i>	--	---	+ - -
<i>Geitlerinema sp</i>	++	+++	+++
<i>Merismopedia sp</i>	++	+++	+++

<i>Microcystis sp</i>	++	-++	+++
<i>Nostocales</i>	++	+++	+++
<i>Oscillatoria sp</i>	++	+++	+++
<i>Phormidium sp</i>	--	---	--+
<i>Planktothrix sp</i>	--	---	--+
<i>Pseudanabaena sp</i>	++	+++	+++
<i>Pseudanabaenaceae</i>	++	+++	+++
<i>Spirulina sp</i>	--	---	+--
<i>Synechocystis sp</i>	++	+++	+++
<b>CHLOROPHYTA</b>			
<i>Actinastrum sp</i>	++	+ - +	+++
<i>Chlorococcales</i>	++	+++	+++
<i>Coelastrum sp</i>	--	+ - +	+++
<i>Crucigeniella sp</i>	++	+++	- + +
<i>Desmodesmus sp1</i>	++	+++	+++
<i>Desmodesmus sp2</i>	++	+++	+++
<i>Desmodesmus sp3</i>	- +	---	+++
<i>Desmodesmus sp4</i>	--	---	--+
<i>Dictyosphaerium sp</i>	++	+++	+++
<i>Kirchneriella sp</i>	--	---	+ --
<i>Monoraphidium sp</i>	++	+++	+++
<i>Oocystis sp</i>	--	---	+ --
<i>Pediastrum sp</i>	- +	---	+ + -
<i>Scenedesmus sp1</i>	++	+++	+++
<i>Scenedesmus sp2</i>	+ -	+++	+++
<i>Scenedesmus sp3</i>	+ -	- + -	- + +
<i>Scenedesmus sp4</i>	--	---	- + +
<i>Tetradriella sp</i>	--	+ - +	- + +
<i>Tetraedron sp</i>	+ -	+ + -	+++
<b>BACILLARIOPHYTA</b>			
<i>Cyclotella sp</i>	++	+ - +	+++
<i>Navicula sp</i>	++	+++	+++
<i>Naviculaceae 1</i>	+ -	+ --	+++
<i>Naviculaceae 2</i>	+ -	---	+++
<i>Naviculaceae 3</i>	+ -	---	+ + -
<i>Nitzschia sp</i>	++	+++	+++
<b>EUGLENOPHYTA</b>			
<i>Chlamydomonas sp</i>	--	---	--+
<i>Euglena sp</i>	+ -	+++	+++
<i>Trachelomonas sp</i>	++	+ --	+++
<b>DINOPHYTA</b>			
<i>Peridinales</i>	+ -	+ + -	+++
<b>CRYPTOPHYTA</b>			
Táxon não identificado	+ -	- + +	+++

## ZOOPLÂNCTON

### ROTIFERA

<i>Brachionus sp1</i>	++	--+	+++
<i>Brachionus sp2</i>	--	---	+-
<i>Filinia sp</i>	--	-+-	+++
<i>Lecane sp</i>	+-	---	++-
<i>Polyarthra sp</i>	--	---	+++
Táxon não identificado	--	+++	+++

### CRUSTACEA

Cladocera	+-	--+	+++
Copépodo	++	+++	+++
Náuplio	+-	+++	+++

### PROTOZOA

Ciliado 1	++	+++	+++
Ciliado 2	--	-++	+++
Ciliado 3	--	---	-+-

Canal de abastecimento: 2 pontos de coleta; SEP - Viveiros sem aplicação do extrato pirolenhoso: 3 viveiros um ponto de coleta para cada; CEP - Viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso: 3 viveiros um ponto de coleta para cada; Visualizar na Figura 3.

(+) presença; (-) ausência

Em relação às análises microbiológicas para *Vibrio*, não foram detectadas nenhuma presença desse grupo de bactérias em todas as amostras de água coletadas nos viveiros com e sem extrato pirolenhoso, bem como nas amostras coletas no canal de abastecimento, tanto no início como no final do experimento (Tabela 4). No plaqueamento das amostras não ocorreu o crescimento de colônias bacterianas típicas de *Vibrio* spp. em meio de cultura TCBS (Figura 6).

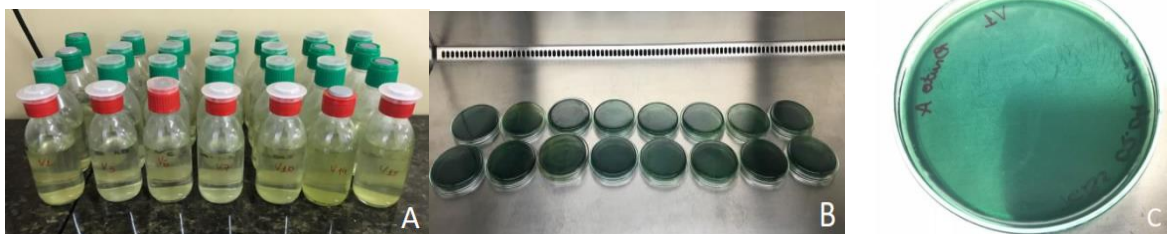
Tabela 4 – Valores médios das análises de contagens de *Vibrio* spp. expressos em Unidades Formadoras de Colônias (UFC) por mL de água. Canal de abastecimento, viveiros com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP).

Pontos	Contagem de <i>Vibrio</i> spp. UFC/mL		
	Locais de coleta		
	CANAL	SEP	CEP
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0

Canal de abastecimento: 3 pontos de coleta; SEP - Viveiros sem aplicação do extrato pirolenhoso: 3 viveiros três pontos de coleta para cada; CEP - Viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso: 3 viveiros três pontos de coleta para cada.

As bactérias do gênero *Vibrio* são micro-organismos que apresentam uma larga faixa de distribuição, principalmente em ambientes marinhos e em áreas influenciadas pelo mar, como estuários e lagunas litorâneas (KEEN, MENDE *et al.*, 2012).

Figura 6 – Frascos de coleta das amostras (A), placas de Petri com meio de cultura TCBS sem presença de colônias de *Vibrio* ssp. após cultivo com as diferentes amostras (B e C).



Fonte: Biotrends

Segundo Paiva-Maia *et al.* (2013), a presença de bactérias halofílicas, que se desenvolvem em ambientes com alta salinidade, em cultivo de camarões está ligado a microbiota de áreas estuarinas. Como os *Vibrios* são bactérias que apresentam essa característica relacionada à salinidade, esse deve ser a provável causa pela qual esses micro-organismos não foram detectados em nenhuma das amostras coletadas na fazenda. Essas observações também foram identificadas por Rocha (2016) que constatou a influência da salinidade na quantificação de *Vibrios* em fazendas de cultivo de camarões marinhos.

## Conclusão

Não houve diferença significativa em relação à qualidade e quantidade de fitoplâncton e zooplâncton nos viveiros que foram aplicados o extrato pirolenhoso em comparação aos viveiros controle sem a presença do extrato. A única diferença observada foi na densidade da cyanophyta *Geitlerinema sp* que apresentou maior desenvolvimento nos viveiros e menor densidade no canal de abastecimento.

No presente estudo não foram evidenciadas mudanças na comunidade planctônica entre os viveiros utilizados no experimento, e não foram observadas a presença de *Vibrios* spp., apesar disso, novos estudos com diferentes dosagem do produto seria de grande valia para saber mais claramente os seus efeitos.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>a</sup>ed. Washington, APHA/WEF/AWWA, 2005.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Choococcales**. Archiv für Hydrobiologie, suppl. 73, Algological Studies 43:157-226. 1986.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Modern approach to the classification system of cyanophytes 3 – Oscillatoriales**. Arch. Hydrobiol./suppl. 80: 1-4, Algo. Studies, 50-53: 327-472. Stuttgart. 1988.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Cyanoprokariota I. Teil Chroococcales**. – In: Ettl, H., et al. (Ed). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jene: J. Fischer, 19 (1): 1-548. 1998.
- BANERJEE, S.; KHATOON, H.; M. SHARIFF, M.; F.M. YUSOFF, F. M. Immobilized periphytic cyanobacteria for removal of nitrogenous compounds and phosphorus from shrimp farm wastewater. **Turkish Journal of Biology**, v. 39, n.1, p. 388-395, 2015.
- BICUDO, C.E.M., MENEZES, M. **Gêneros de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)**. 2 ed. RiMa, São Carlos. Brasil, 502p. 2006.
- BOONCHUEN, P.; JAREE, P.; TASSANAKAJON, A.; SOMBOONWIWAT, K. Hemocyanin of *Litopenaeus vannamei* agglutinates *Vibrio parahaemolyticus* AHPND (VP AHPND) and neutralizes its toxin. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 84, p. 371-381, July 2018.
- BOYD, C. E.; WOOD, C.W.; TUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, 2002. 41 p.
- BOURRELLY, P. **Les Algues D'eau Douce-Initiation à la Systématique. Tome III: Les Algues Bleues Et Rouges**. Éditions M. Boubée & Cie. Paris. 509p, 1985.
- BRITO, L. O.; SIMÃO, B. R.; PEREIRA-NETO, J. B.; SOARES, R.; CEMIRAMES, G.; AZEVEDO, C. M. S. B. Densidade Planctônica do Policultivo de *Litopenaeus vannamei* e *Oreochromis niloticus*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.18, p.1-11, 2016.
- BRITO, L. O.; DANTAS, D. M. M.; PEREIRA-NETO, J. B.; SOARES, R.; OLIVEIRA, A. Efeito de duas estratégias de fertilização na composição do fitoplâncton no cultivo de *Litopenaeus vannamei*. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.42, n.1, p.30-35, 2009.
- DIEBOLD, J.P. A Review of the Chemical and Physical Mechanisms of the Storage Stability of Fast Pyrolysis Bio-Oils. **National Renewable Energy Laboratory (NREL)**. Colorado (United States). 51 p, 2000.
- ESPARZA-LEAL, H. M.; PONCE-PALAFOX, J. T.; LARA-ANGUINO, G. F.; VALENZUELA-QUIÑÓNEZ, W.; ÁLVAREZ-RUIZ, P.; LÓPEZ-ÁLVAREZ, E. S. Use of organic and inorganic fertilization in zero-discharge tanks and ponds and its effects on plankton and

shrimp *Litopenaeus vannamei* performance. **Revista de Biología marina y Oceanografía**, v. 51, n. 3, p. 681-687, 2016.

KEEN, E. F. *et al.* Evaluation of Potential Environmental Contamination Sources for the Presence of Multidrug-Resistant Bacteria Linked to Wound Infections in Combat Casualties. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 905-911, Sep 2012.

MAIA, E. P.; LEAL, A.; CORREIA, E. S.; PEREIRA, A. L.; OLIVERA, A. Caracterização planctônica de cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, v.5, n.2, p.60-62, 2003.

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; CAMPAÑA-TORRES, A.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M. Efecto del suministro de cuatro densidades de copépodos (*Acartia* sp. y *Calanus pacificus*) en la respuesta productiva de *Litopenaeus vannamei* preengordado intensivamente a nivel microcosmos. **Ciencias Marina**, v. 37, n. 4, p. 415-423, 2011.

MCINTOSH, D.; FITZSIMMONS, K.; COLLINS, C.; STEPHENS, C. Phytoplankton community composition and chlorophyll-a levels of inland, low salinity shrimp ponds. **World aquaculture**. Baton Rouge, v. 37, n. 1, p.58- 61. 2006.

MELO, R. M.; SILVA, R. M.; BARROS, R. O. M.; MAZORCHE, R. M.; QUEIROZ, V. T.; POVOA, H. C. C. Estudo da atividade antimicrobiana do licor pirolenhoso em bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Serratia*. **Revista Científica da Faminas**, Muriaé, v. 3, n.1, p. 47, 2007.

MIYASAKA, S.; OHKAWRA, T.; UTSUMI, B. **Boletim Agro-Ecológico**: O ponto de encontro da Agroecologia. São Paulo: n. 14, p.17, 1999.

NIMRAT, S.; SUKSAWAT, S.; MALEEWEACH, P.; VUTHIPHANDCHAI, V. Effect of different shrimp pond bottom soil treatments on the change of physical characteristics and pathogenic bacteria in pond bottom soil. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 285, n. 1-4, p. 123-129, 2008.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos - Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.63, p.13-23. 2001.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.

PORCHAS-CORNEJO, M. A.; MARTINEZ-CÓRDOVA, L. R.; MARTÍNEZ-PORCHA, M.; BARRAZA-GUARDADO, R.; RAMOS-TRUJILLO, L. Study of zooplankton communities in shrimp earthen ponds, with and without organic nutrientenriched substrates. **Aquaculture International**, v. 21, n. 1, p. 65-73, Feb 2013.

ROCHA, R. S. **Caracterização polifásica da comunidade bacteriana heterotrófica de ambiente de carcinicultura frente às tetraciclinas**. 2016. 105 f. Tese. (Tese em Biotecnologia de Recursos Aquáticos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

REBOUÇAS, R. H.; MENEZES, F. G. R.; VIEIRA, R. H. S. F.; SOUSA, O. V. *Vibrio* spp. como patógenos na carcinicultura: alternativas de controle. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 50, n. 1, p. 163-179, jan./jul. 2017.

ROMANO, N. Aquamimicry: A revolutionary concept for shrimp farming. **Global Aquaculture Advocate**. February, 2017. [www. aquaculturealliance.org](http://www.aquaculturealliance.org).

SÁ, M.V.C. **Limnocultura – Limnologia para aquicultura**. 1ª Edição, Ed. UFC, Fortaleza, 2012. 218 p.

STEINER, C.; DAS, K.C.; GARCIA, M.; FÖRSTER, B.; ZECH, W. Charcoal and Smoke Extract Stimulate the Soil Microbial Community in a Highly Weathered Xanthic Ferralsol. **Pedobiologia**, v. 51, n 5-6, p. 359-366, 2008.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 508-512, 2003.

### **3 INFLUÊNCIA DO EXTRATO PIROLENHOSO NA QUALIDADE DE ÁGUA E NO DESEMPENHO PRODUTIVO DO CAMARÃO *Penaeus vannamei***

#### **RESUMO**

A água é o principal insumo utilizado na carcinicultura, a boa qualidade desse bem natural no cultivo de camarões é de essencial importância para o bem estar dos animais cultivados e para uma boa lucratividade no final do ciclo de cultivo das espécies de interesse aquícola. O extrato pirolenhoso (EP) é um líquido de cor amarelo à marrom avermelhado obtido da condensação dos gases produzidos da combustão parcial de madeira, esse composto tem sido usado para diversas finalidades em diferentes áreas, como na fertilização de várias culturas vegetais e no condicionamento do solo. O objetivo do presente trabalho de pesquisa foi avaliar os possíveis benefícios da aplicação do extrato pirolenhoso na qualidade de água e as suas consequências no desempenho produtivo do cultivo do *Penaeus vannamei*. Foram utilizados seis viveiros no experimento, metade dos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso (CEP) e a outra metade sem o extrato (SEP) para fins de comparação. O extrato foi diluído na água e aplicado diretamente no solo seco e após algumas horas de reação os viveiros foram abastecidos. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os viveiros (CEP) e (SEP) nos seguintes parâmetros de qualidade de água: oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total, dureza total, magnésio e sílica, entretanto os valores encontrados estavam dentro da faixa recomendável para cultivo de camarões. Em relação ao desempenho produtivo não foram constatadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) nos parâmetros analisados.

**Palavras-chave:** Extrato pirolenhoso. *Penaeus vannamei* . Qualidade de água. Desempenho produtivo.

#### **ABSTRACT**

Water is the main input used in shrimp farming, the good quality of this natural good in shrimp farming is of essential importance for the well-being of farmed animals and for good profitability at the end of the cultivation cycle of species of aquaculture interest. The pyroligneous extract (EP) is a yellow to reddish brown liquid obtained from the condensation of the gases produced from the partial combustion of wood, this compound has been used for several purposes in different areas, such as in the fertilization of several vegetable crops and

in the conditioning of the soil. The objective of the present research was to evaluate the possible benefits of the application of pirolenhoso extract in water quality and its consequences on the productive performance of *Penaeus vannamei* cultivation. Six ponds were used in the experiment, half of the ponds with application of the pirolenous extract (CEP) and the other half without the extract (SEP) for comparison purposes. The extract was diluted in water and applied directly to the dry soil and after a few hours of reaction the ponds were to filled. There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the ponds (CEP) and (SEP) in the following water quality parameters: dissolved oxygen, pH, total alkalinity, total hardness, magnesium and silica; however the values found were within the recommended range for shrimp farming. Regarding the productive performance, no significant differences were observed ( $p > 0.05$ ) in the parameters analyzed.

**Key words:** Pyroligneous extract. *Penaeus vannamei*. Water quality. Productive performance.

## **Introdução**

O cultivo de camarões se tornou uma das atividades econômicas de grande relevância em diversos países (FAO 2016), o desenvolvimento da carcinicultura com instalações desses empreendimentos em regiões propícias para a realização dessa atividade gera inúmeros empregos contribuindo com a renda de muitas famílias fortalecendo a economia local.

O principal insumo utilizado na aquicultura é a água, a boa qualidade desse bem natural em cultivo de peixes e camarões é de essencial importância para o bem estar dos animais cultivados e para uma boa lucratividade no final do ciclo de cultivo das espécies de interesse aquícola. Por esse motivo o monitoramento e manutenção dos principais parâmetros de qualidade de água são fatores imprescindíveis nos empreendimentos de cultivo de organismos aquáticos. Uma água de boa qualidade para a aquicultura refere-se aquela que permite um rápido desenvolvimento dos animais cultivados, com excelentes índices de crescimento e produção (ZAFAR *et al.*, 2015).

Segundo Boyd. (2001) os principais parâmetros de qualidade de água em cultivos de camarões a serem monitorados periodicamente são: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, salinidade, turbidez, matéria orgânica e compostos nitrogenados e fosfatados. Esse acompanhamento tem como objetivo manter a boa qualidade da água ou corrigir algum problema que venha ocorrer, de forma a oferecer aos camarões condições ambientais

adequadas nos viveiros de cultivo promovendo melhores taxas de sobrevivência, conversão alimentar e produção (BOYD; TUCKER 1998).

Alteração indesejada nos parâmetros físicos e químicos na água de cultivo traz consigo vários problemas que resultam em grandes perdas econômicas (AJIN *et al.*, 2016). A má qualidade da água ocasionada principalmente por altas densidades de estocagem, que por consequência gera excesso nas concentrações de metabólitos e matéria orgânica, resulta na floração de cianobactérias e depleção de oxigênio dissolvido na água, esses fenômenos expõem os camarões a condições estressantes e posteriormente a mudanças no sistema imunológico dos animais tornando-os vulneráveis as enfermidades (COSTA *et al.*, 2010; TENDENCIA *et al.*, 2011; SÁ, 2012).

Para evitar ou corrigir problemas já instalados na qualidade de água de uma fazenda, recomendações práticas de manejos são adotadas com intuito de prevenir e/ou amenizar perdas econômicas (QUEIROZ; SILVEIRA, 2006). Segundo Cruz *et al.* (2012) uma das práticas que podem ser empregadas é o uso de probióticos, pois a aplicação desse produto estimula o desenvolvimento de micro-organismos mais eficientes na decomposição da matéria orgânica, equilibra a propagação do fitoplâncton e também age na inibição de patógenos evitando enfermidades nos animais cultivados (GRAM *et al.*, 1999; BALCAZAR *et al.*, 2006).

O excesso de matéria orgânica em viveiros causa deterioração na qualidade da água de cultivo reduzindo o suprimento de oxigênio dissolvido que por consequência provoca o desenvolvimento de condições anaeróbias no fundo dos viveiros resultando na produção de compostos tóxicos que são agentes causadores de estresse e nos casos mais extremos ocasiona mortalidades nos animais cultivados (SURYAKUMAR; AVNIMELECH, 2017).

A mineralização da matéria orgânica presente no solo é um processo responsável por disponibilizar micronutrientes e assim melhorar a sua qualidade (QAYYUM *et al.*, 2017), alguns produtos possuem propriedades de estimular o desenvolvimento de micro-organismos que atacam e transformam a matéria orgânica através de reações bioquímicas liberando elementos como potássio, cálcio, magnésio, nitrogênio e fósforo que antes estavam imobilizados em compostos orgânicos e passaram para a forma de nutrientes minerais (MENECALE *et al.*, 2012).

De acordo com Steiner *et al.*, (2008) o extrato pirolenhoso possui características que estimula o desenvolvimento de micro-organismos potencializando a decomposição da matéria orgânica. O presente experimento teve como objetivo avaliar os possíveis benefícios

da aplicação do extrato pirolenhoso na qualidade de água e as suas consequências no desempenho produtivo do cultivo do *Penaeus vannamei*.

## **Material e Métodos**

### ***Local da pesquisa e procedimento experimental***

A pesquisa foi realizada na fazenda Monólitos Aquacultura, situada no Município de Banabuiú – Ceará, localizada a sul da capital do Estado, pertencente à microrregião do sertão de Quixeramobim.

A propriedade dispõe de 15,15 ha de espelho d'água distribuídos em 17 viveiros, o empreendimento está instalado em uma região de clima semiárido e o uso racional da água é importante, por isso a fazenda adota o sistema de recirculação, e para isso conta com uma bacia de sedimentação de 1,83 ha para onde os efluentes das despescas são lançados e posteriormente passam por um processo de tratamento natural.

Para a aplicação do extrato pirolenhoso foram diluídos 5 L do produto (Agro Pirolenhoso) em 15 L de água, seguindo a dose de aplicação para 1 ha recomendada pelo fabricante para grande parte das culturas vegetais, com o auxílio de um borrifador manual foram aplicados vinte litros da mistura em três dos seis viveiros utilizados na pesquisa. O extrato foi aplicado diretamente no solo, após todos os manejos de rotina de tratamento do solo depois das despescas, e espalhado nas seções entre as estacas de fixação das bandejas de alimentação dos camarões no sentido paralelo as comportas de abastecimento e drenagem de maneira alternada. O extrato pirolenhoso foi aplicado às 9h da manhã e ficou reagindo no solo até às 17h, horário em que os viveiros começaram a serem abastecidos e após alguns dias de descanso os viveiros foram povoados.

Foram utilizados para a realização do experimento seis viveiros, metade dos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso, cada um com área de aproximadamente de 1 ha e densidade média de estocagem de 40 camarões/m<sup>2</sup> e peso corporal inicial médio estimado em 0,02g, obtidos da Compescal Comércio de Pescado Aracatiense LTDA, localizada na cidade de Aracati - Ceará . As pós-larvas adquiridas (PL15) passaram por um processo de aclimação, transferindo a água dos viveiros para as caixas de transporte das pós-larvas com a finalidade de adaptar as PLs aos parâmetros de qualidade de água dos viveiros, após esse procedimento os viveiros foram povoados. Os camarões cultivados foram

alimentados quatro vezes ao dia (7:00, 10:00, 13:00 e 16:00h) com farelo de trigo fermentado seguindo a metodologia adotada na fazenda conhecida como aquamimicry.

Durante os noventa e nove dias de estudo foram medidas diariamente as concentrações de oxigênio dissolvido com o auxílio de uma sonda multiparâmetro AK87 e os outros parâmetros de qualidade de água (pH, salinidade, alcalinidade total, dureza total, cálcio, magnésio, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal total, fosfato, sílica, cor aparente e clorofila “a”) foram determinados três vezes durante o período do experimento, as amostras de água de cada um dos seis viveiros utilizados na pesquisa foram coletadas, transportadas para o Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada, pertencente ao Departamento de Geologia, do Centro de Ciências, da Universidade Federal do Ceará, localizado no Campus do Pici na cidade de Fortaleza, Ceará, seguindo as metodologias descritas por Aminot; Kérouel, 2004; Alpha, 2012.

Em relação ao desempenho produtivo dos camarões, foram coletadas amostras de camarões com uma tarrafa em diferentes pontos dos viveiros, onde foram feitas as biometrias para determinar o peso médio dos camarões em cada viveiro e depois foram determinados os seguintes parâmetros produtivos:

1. Peso Médio Final (g) = Peso final (g) – Peso inicial (g);
2. Sobrevivência (%) = (número final de camarões ÷ número inicial de camarões) x 100;
3. Produtividade (g/m<sup>2</sup>) = biomassa ganha (g) ÷ área do viveiro (m<sup>2</sup>).
4. Ganho de peso corporal semanal (GPS, g/semana) = ((peso corporal final – peso corporal inicial) ÷ dias de cultivo) x 7;
5. Taxa de Crescimento Diário (TCD, g/dia) = [(peso corporal final - peso corporal inicial) ÷ dias de cultivo];
6. Taxa de crescimento específico (TCE, %/dia) = [(ln do peso corporal final - ln do peso corporal inicial) ÷ dias de cultivo] × 100;
7. Fator de conversão alimentar (FCA) = consumo de soja aparente por tanque ÷ biomassa estimada por viveiro;

Todos os dados de qualidade de água e do desempenho produtivo dos camarões são apresentados em média ± desvio padrão, para verificar diferenças significativas entre as médias dos dois grupos analisados, os dados foram submetidos ao teste t de Student, com nível de significância p<0,05. Para a realização dos testes foram utilizados os softwares PAST 3.20 e Excel 2010.

## Resultados e Discussão

### *Qualidade de água*

Os seguintes parâmetros, nitrato, nitrito e fosfato, em todos os viveiros utilizados na pesquisa, e nitrogênio amoniacal total (NAT) nos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso apresentaram níveis de concentração inferiores ao limite de detecção das análises laboratoriais, esses resultados obtidos tem como provável causa a pouca produção de excretas pelos camarões, a densidade adotada pela fazenda, a baixa concentração de matéria orgânica nos viveiros e ao bom manejo de troca de água. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os viveiros sem e com aplicação do extrato pirolenhoso nos referidos parâmetros de qualidade de água: salinidade, cálcio, turbidez e clorofila “a” (Tabela 4). Os valores dos parâmetros apresentados anteriormente de qualidade de água estão dentro dos padrões de aceitação para águas salobras classe 1 de acordo com a resolução N° 357/2005 do CONAMA, exceto para o valor médio de NAT nos viveiros sem aplicação do extrato, um pouco acima de 0,4 mg/L (CONAMA, 2005; QUEIROZ; SILVEIRA, 2006), e para turbidez com valores médios, nos viveiros com e sem aplicação do produto, fora das concentrações desejadas na água de cultivo, que apresentam faixa aceitável entre 25 a 50 UNT (BOYD; TUCKER 1998).

Os valores de oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade total, dureza total, magnésio e sílica apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com e sem o extrato ( $p < 0,05$ ), no entanto todos os valores encontrados para esses parâmetros estavam dentro da faixa ótima para o cultivo (BOYD; TUCKER 1998; SÁ, 2012). A maior concentração média de oxigênio nos viveiros sem extrato pirolenhoso deve está relacionada com a água de abastecimento, pois dois dos três viveiros receberam água rica em fitoplâncton da bacia de sedimentação, diferentemente dos outros viveiros com aplicação do extrato que são abastecidos com água oriunda dos poços artesianos (Figura 3).

O extrato pirolenhoso aplicado apresentou pH de 2,5 determinado por um pHmetro portátil, em contraste com a característica desse produto a sua aplicação não reduziu o pH da água de cultivo, e se comparar com os resultados dos viveiros sem o extrato ocorreu um aumento, isso se deu provavelmente pelo grande volume de água no abastecimento que diluiu bastante o produto e a reação de neutralização com calcário utilizado para a realização da calagem.

Tabela 5 – Qualidade de água no cultivo de *Penaeus vannamei* durante 99 dias em viveiros de 1 ha. Com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP) apresentados em (média  $\pm$  desvio padrão).

Parâmetros	Tratamentos experimentais		Teste t P
	SEP	CEP	
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	8,30 $\pm$ 0,17a	6,81 $\pm$ 0,46b	0,007
pH	7,85 $\pm$ 0,37b	8,45 $\pm$ 0,23a	0,048
Salinidade (g/L)	1,74 $\pm$ 0,31	1,26 $\pm$ 0,02	0,059
Alcalinidade total (mg L <sup>-1</sup> eq.CaCO <sub>3</sub> )	88,90 $\pm$ 2,00a	81,46 $\pm$ 4,16b	0,034
Dureza total (mg L <sup>-1</sup> eq.CaCO <sub>3</sub> )	406,66 $\pm$ 51,31a	298,66 $\pm$ 8,32b	0,034
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	50,93 $\pm$ 2,57	49,60 $\pm$ 1,60	0,250
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	67,20 $\pm$ 13,36a	41,90 $\pm$ 1,47b	0,041
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	<0,001	<0,001	-
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	<0,001	<0,001	-
NAT <sup>1</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	0,46 $\pm$ 0,33	<0,01	-
Fosfato (mg L <sup>-1</sup> )	<0,001	<0,001	-
Sílica (mg L <sup>-1</sup> )	5,63 $\pm$ 3,86b	16,16 $\pm$ 3,93a	0,015
Turbidez (UNT)	90,00 $\pm$ 29,05	121,00 $\pm$ 19,16	0,110
Clorofila “a” ( $\mu$ L <sup>-1</sup> )	196,46 $\pm$ 112,42	244,26 $\pm$ 104,97	0,302

Nitrogênio Amoniacal Total (NAT)<sup>1</sup>. Para cada variável de qualidade de água, diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de t de Student (P<0,05); ausência de letras, na mesma linha indica ausência de significância estatística entre as médias (P>0,05). <Inferior ao limite de detecção.

A Sílica é um constituinte importante para o desenvolvimento das diatomáceas, essas microalgas utilizam esse mineral para formar sua carapaça pelo processo de biomineralização (VIEIRA, 2011). O uso de diatomáceas no cultivo de juvenis de *Litopenaeus vannamei* apresentou bons resultados na qualidade na água de cultivo como também nos parâmetros de desempenho produtivo dos camarões (MARTINS *et al.*, 2016). De acordo com Menegale *et al.* (2012) a aplicação do extrato pirolenhoso no solo disponibilizou os micronutrientes antes aprisionado em compostos orgânicos, isso foi verificado nos viveiros com o extrato em comparação com os que não foram aplicado o produto.

A alcalinidade da água de todos os viveiros utilizados na pesquisa apresentaram valores entre 60 e 120 mg L<sup>-1</sup> de eq.CaCO<sub>3</sub> recomendado para cultivo de camarões (SÁ, 2012), para dureza total e magnésio os resultados encontrados foram satisfatórios com valores acima de 150 mg L<sup>-1</sup> de eq.CaCO<sub>3</sub> e entre 3 e 64 mg L<sup>-1</sup> Mg<sup>2+</sup> para os respectivos parâmetros (VAN WYK; SCARPA, 1999; BOYD *et al.*, 2002). A provável causa das diferenças significativas constatadas nos parâmetros citados anteriormente entre os viveiros CEP e SEP (Tabela 4), deve está relacionado com a localização dos viveiros na fazenda, pois dois dos viveiros apresentaram valores bem superiores desses parâmetros, esses viveiros foram construídos em uma área com a predominância de rochas que possivelmente influência na quantidade de íons na água.

### **Desempenho produtivo dos camarões**

Todos os parâmetros de desempenho produtivo dos camarões não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os viveiros CEP e SEP (Tabela 5). A sobrevivência estimada foi de 100% nos primeiros trinta e dois dias de cultivo, já que não tem como determinar a mortalidade dos camarões no início de cultivo em uma fazenda, e também não foram observadas mortandades em massa constatando que a dose de aplicação do extrato pirolenhoso não é tóxica para os animais cultivados, no final do cultivo foi observada sobrevivência média de 71,51% nos viveiros SEP e 73,44% para os CEP.

Os resultados encontrados para o peso médio final e ganho de peso semanal (GPS) foram bem próximos aos observados por Vilani (2011), usando farelo de arroz para fertilizar a água no cultivo de *Litopenaeus vannamei* durante 39 dias. As taxas de crescimento, a conversão alimentar e os maiores índices de eficiência na digestibilidade em camarões peneídeos apresentam um decréscimo com o ganho de massa corpórea dos camarões no decorrer do cultivo (NUNES, 2000).

Tabela 6 – Desempenho produtivo do camarão *Penaeus vannamei* com peso corporal inicial estimado em 0,02g, cultivado durante 99 dias na densidade de 40 camarões/m<sup>2</sup> em viveiros de 1 ha. Com aplicação do Extrato Pirolenhoso (CEP) e Sem o Extrato Pirolenhoso (SEP) apresentados em (média ± desvio padrão).

Parâmetros de Desempenho	Tratamentos experimentais		Teste t
	SEP	CEP	P
Peso médio (g)	10,23 ± 0,83	10,83 ± 0,45	0,177
Sobrevivência (%)	71,51 ± 9,19	73,44 ± 6,10	0,390
Produtividade (g/m <sup>2</sup> )	290,83 ± 18,93	317,66 ± 17,71	0,073
GPS <sup>1</sup> (g/semana)	0,72 ± 0,06	0,76 ± 0,03	0,167
TCD <sup>2</sup> (g/dia)	0,103 ± 0,008	0,109 ± 0,004	0,167
TCE <sup>3</sup> (%/dia)	6,30 ± 0,08	6,36 ± 0,04	0,172
FCA <sup>4</sup>	1,68 ± 0,18	1,64 ± 0,06	0,356

Ganho de peso semanal (GPS)<sup>1</sup>; Taxa de crescimento diário (TCD)<sup>2</sup>; Taxa de crescimento específico (TCE)<sup>3</sup>; Fator de conversão alimentar (FCA)<sup>4</sup>. Para cada variável de desempenho produtivo, diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias pelo teste de t de Student (P<0,05); ausência de letras, na mesma linha indica ausência de significância estatística entre as médias (P>0,05).

Os resultados para a taxa de crescimento específico (TCE) e fator de conversão alimentar (FCA) encontradas no presente trabalho estão de acordo com Nunes (2000), constando bons resultados para esses parâmetros nas fases iniciais de cultivo. Todos os valores obtidos após os noventa e nove dias de cultivo estão próximos à faixa recomendadas para cultivo de camarões marinhos (NUNES, 2011). Mesmo não havendo diferenças significativas entre os dados zootécnicos obtidos para os camarões, os resultados foram melhores nos viveiros com aplicação do extrato pirolenhoso.

## Conclusão

Não há provas suficientes que evidenciem que as diferenças encontradas na qualidade de água no cultivo de *Penaeus vannamei* sejam motivadas pela aplicação do extrato pirolenhoso. Uma hipótese plausível para essas diferenças encontradas devem está relacionada ao ambiente de cultivo em viveiros, mesmo estando em uma mesma área de produção apresentam características distintas nos parâmetros de qualidade de água.

Apesar do tratamento CEP apresentar diferenças em relação ao SEP em alguns parâmetros na qualidade de água, não foi constado discrepância no desempenho produtivo dos camarões cultivados.

## REFERÊNCIAS

- AJIN, A.M.; SILVESTER, R.; ALEXANDER, D.; NASHAD, M.; ABDULLA, M.H. Characterization of blooming algae and bloom-associated changes in the water quality parameters of traditional pokkali cum prawn fields along the South West coast of India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, n. 3, p.1-10, Mar 2016.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22<sup>a</sup>ed. Washington DC, APHA/WEF/AWWA, 2012.
- AMINOT, A.; KÉROUEL, R. **Hydrologie des écosystèmes marins**. Paramètres et analyses. Edition Ifremer, p. 336, 2004.
- BALCAZAR, J. L.; BLAS, I. D.; RUIZ-Z, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MUZQUIZ, J. L. The role of probiotics in aquaculture. **Veterinary Microbiology**, v. 114, n. 3-4, p. 173–186, May 2006.
- BOYD, C.E. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. In: HAWS, M.C.; BOYD, C.E. (Ed.). **Métodos para mejorar la camaronicultura em Centroamérica**. Managua: Imprenta UCA, p.1-30, 2001.
- BOYD, C.E.; THUNJAI, T.; BOONYARATPALIN, M. Dissolved salts for inland, low salinity shrimp culture. **Global Aquaculture Advocate**. St. Louis, v. 5, n. 3, p. 40-45, 2002.
- BOYD, Claude E.; TUCKER, Craig S. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005. Brasília: **Diário Oficial da União - D.O.U.**, 2005. Alterada pelas Resoluções n° 370, de 2006, n° 397, de 2008, n° 410, de 2009, e n° 430, de 2011. Complementada pela Resolução n° 393, de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso: 29 Mai 2018.
- COSTA, S. W.; VICENTE, L. R. M.; DE SOUZA, T. M.; ANDREATTA, E. R.; MARQUES, M. R. F. Parâmetros de cultivo e a enfermidade da mancha-branca em fazendas de camarões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1521-1530, Dez 2010.
- CRUZ, P. M.; IBANEZ, A. L.; MONROY-HERMOSILLO, O. A.; RAMIREZ-SAAD, H. C. Review Article: Use of probiotics in aquaculture. **ISRN Microbiology**, v. 1, p. 1-13, Jan 2012.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Fishery and Aquaculture Statistics**. 2014/FAO annuaire, 2016.
- GRAM, L.; MELCHIORSEN, J.; SPANGGAARD, B.; HUBER, I.; NIELSEN, T. F. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a possible probiotic treatment of fish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 3, p. 969–973, Mar 1999.

MARTINS, T. G., ODEBRECHT, C., JENSEN, L. V., D'OCA, M. G., & WASIELESKY, W. The contribution of diatoms to bioflocs lipid content and the performance of juvenile *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a BFT culture system. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 4, p 1315-1326, Apr 2016.

MENEGALE, V. L. C.; LEÃO, A. L.; GRASSI FILHO, H.; MENEGALE, M. L. C. Resíduos agroindustriais para o enriquecimento de fertilizante orgânico. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n.2, p.113-123, Abr-Jun 2012.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos – parte I. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 63, p. 25-31, 2000.

NUNES, A. J. P. Noções sobre a elaboração de tabelas de alimentação para camarões marinhos. *Revista da ABCC*, Natal, Rio Grande do Norte, p. 37 - 45, 01 mar. 2011.

QAYYUM, M. L.; LIAQUAT, F.; REHMAN, R. A.; GUL, M.; ZAFAR-UL-HYE, M.; RIZWAN, M.; ZIA-UR-REHMAN, M. Effects of co-composting of farm manure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 33, p. 26060-26068, Nov 2017.

QUEIROZ, J. F. DE.; SILVEIRA, M. P. Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes de viveiros de aquicultura. EMBRAPA. **Circular Técnica**, Jaguariúna, v. 12, p. 1-14, Dez 2006.

SÁ, M.V.C. **Limnocultura – Limnologia para aquicultura**. 1ª Edição, Ed. UFC, Fortaleza, 2012. 218 p.

STEINER, C.; DAS, K.C.; GARCIA, M.; FÖRSTER, B.; ZECH, W. Charcoal and Smoke Extract Stimulate the Soil Microbial Community in a Highly Weathered Xanthic Ferralsol. **Pedobiologia**, v. 51, n 5-6, p. 359-366, 2008.

SURYAKUMAR, B.; AVNIMELECH, Y. Adapting Biofloc Technology for Use in Small-scale Ponds with Vertical Substrate. **World Aquaculture**, v. 48, n. 3, p. 54-58, Sep 2017.

TENDENCIA, E. A.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J. A. H. White spot syndrome vírus (WSSV) risk factors associated with shrimp farming practices in polyculture and monoculture farms in the Philippines. **Aquaculture**, v. 311, n. 1-3, p.87-93, Feb 2011.

VAN WYK, P.; SCARPA, J. Water quality requirement and management. In: VAN WYK, P. **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**, Florida: Harbor branch Oceanographic Institution. cap. 8, p. 141-162, 1999.

VIEIRA, C. E. L. Diatomáceas. In CARVALHO, I. S. **Paleontologia Microfósseis Paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência, 3º ed., v. 2, p. 109-138, 2011.

VILANI, F.G. **Uso do farelo de arroz na fertilização da água em sistema de cultivo com bioflocos e seu efeito sobre o desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei***. 2011. 52f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

ZAFAR, M. A.; HAQUE, M. M.; AZIZ, M. S. B.; ALAM, M. M. Study on water and soil quality parameters of shrimp and prawn farming in the southwest region of Bangladesh. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v. 13, n.1, p.153-160, 2015.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados encontrados no presente trabalho mostraram que a quantidade do extrato pirolenhoso utilizada para a aplicação em viveiros de cultivo de camarões, não foi suficiente para apresentar diferenças significativas nos principais parâmetros de desempenho produtivo dos animais em comparação com os viveiros controle, sem uso do extrato.

Entretanto, os viveiros com o extrato pirolenhoso foram os que obtiveram as melhores médias dos parâmetros produtivos determinadas no final do cultivo.

Apesar de não ter sido evidenciada diferenças em relação ao plâncton na água dos viveiros de cultivo, com e sem aplicação do extrato, novos estudos com diferentes quantidades desse produto seria interessante para evidenciar mais claramente os seus efeitos no cultivo de camarões.

## REFERÊNCIAS

- ABCC. Os riscos associados às importações de camarões marinhos de países com histórico de doenças virais e bacterianas. **Revista Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, Natal, v. 19, n. 2 p. 26-30, Nov 2017.
- ABREU, M. C. S.; MATTOS, P.; LIMA, P. E. S.; PADULA, A. D. Shrimp farming in coastal Brazil: Reasons for market failure and sustainability challenges. **Ocean & Coastal Management**, v. 54, n. 9, p.658-667, Sep 2011.
- AJIN, A.M.; SILVESTER, R.; ALEXANDER, D.; NASHAD, M.; ABDULLA, M.H. Characterization of blooming algae and bloom-associated changes in the water quality parameters of traditional pokkali cum prawn fields along the South West coast of India. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, n. 3, p.1-10, Mar 2016.
- ALVES, M. **Impactos da utilização de fino de carvão e extrato pirolenhoso na agricultura**. 2006. 43f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21<sup>a</sup>ed. Washington, APHA/WEF/AWWA,2005.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22<sup>a</sup>ed. Washington DC, APHA/WEF/AWWA, 2012.
- AMINOT, A.; KÉROUEL, R. **Hydrologie des écosystèmes marins**. Paramètres et analyses. Edition Ifremer, p. 336, 2004.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Choococcales**. Archiv für Hydrobiologie, suppl. 73, Algological Studies 43:157-226. 1986.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Modern approach to the classification system of cyanophytes 3 – Oscillatoriales**. Arch. Hydrobiol./suppl. 80: 1-4, Algo.Studies, 50-53: 327-472. Stuttgart. 1988.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. **Cyanoprokariota I. Teil Chroococcales**. – In: Ettl, H., et al. (Ed). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jene: J. Fischer, 19 (1): 1-548. 1998.
- ANSILAGO, M.; OTTONELLI, F.; CARVALHO, E. M. Cultivo da microalga *Pseudokirchneriella subcapitata* em escala de bancada utilizando meio contaminado com metais pesados. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.21, n. 3, Jul/Set. 2016.
- ARAÚJO, G.S.; MATOS L. J. B. L.; GONÇALVES, L. R. B, FERNANDES, F. A. N.; FARIAS, W. R. L. Bioprospecting for oil producing microalgal strains: Evaluation of oil and biomass production for ten microalgal strains. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 8, p. 5248–5250, Apr 2011.

- BALCAZAR, J. L.; BLAS, I. D.; RUIZ-Z, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MUZQUIZ, J. L. The role of probiotics in aquaculture. **Veterinary Microbiology**, v. 114, n. 3-4, p. 173–186, May 2006.
- BANERJEE, S.; KHATOON, H.; M. SHARIFF, M.; F.M. YUSOFF, F. M. Immobilized periphytic cyanobacteria for removal of nitrogenous compounds and phosphorus from shrimp farm wastewater. **Turkish Journal of Biology**, v. 39, n.1, p. 388-395, 2015.
- BERENDONK, T. U.; MANAIA, C. M.; MERLIN, C.; FATTA-KASSINOS, D.; CYTRYN, E.; WALSH, F.; BÜRGMANN, H.; SØRUM, H.; NORSTRÖM, M.; PONS, M. N.; KREUZINGER, N.; HUOVINEN, P.; STEFANI, S.; SCHWARTZ, T.; KISAND, V.; BAQUERO, F.; MARTINEZ, J. L. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. **Nature Reviews Microbiology**, v. 13, n. 5, p. 310-317, May 2015.
- BICUDO, C.E.M., MENEZES, M. **Gêneros de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)**. 2 ed.RiMa, São Carlos. Brasil, 502p. 2006.
- BONECKER, A. C. T.; BONECKER. S. L. C.; BASSANI, C. Plâncton Marinho. In: PEREIRA, R. C.; SOARES–GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2.ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: INTERCIÊNCIA, 631 p, 2009.
- BOONCHUEN, P.; JAREE, P.; TASSANAKAJON, A.; SOMBOONWIWAT, K. Hemocyanin of *Litopenaeus vannamei* agglutinates *Vibrio parahaemolyticus* AHPND (VP AHPND ) and neutralizes its toxin. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 84, p. 371-381, July 2018.
- BOURRELLY, P. **Les Algues D'eau Douce-Initiation à la Systématique. Tome III: Les Algues Bleues Et Rouges**. Éditions M. Boubée & Cie. Paris. 509p, 1985.
- BOYD, C.E. Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón. In: HAWS, M.C.; BOYD, C.E. (Ed.). **Métodos para mejorar la camaronicultura em Centroamérica**. Managua: Imprenta UCA, p.1-30, 2001.
- BOYD, C.E.; THUNJAI, T.; BOONYARATPALIN, M. Dissolved salts for inland, low salinity shrimp culture. **Global Aquaculture. Advocate**. St. Louis, v. 5, n. 3, p. 40-45, 2002.
- BOYD, Claude E.; TUCKER, Craig S.. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- BOYD, C. E.; WOOD, C.W.; TUNJAI, T. **Aquaculture pond bottom soil quality management**. Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program, Oregon State University, 2002. 41 p.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 25, de 23 de Julho de 2009. Aprovam as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 20, 23 jul. 2009. Seção 1

BRITO, L. O.; DANTAS, D. M. M.; PEREIRA-NETO, J. B.; SOARES, R.; OLIVEIRA, A. Efeito de duas estratégias de fertilização na composição do fitoplâncton no cultivo de *Litopenaeus vannamei*. **Arquivo de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.42, n.1, p.30-35, 2009.

BRITO, L. O.; SIMÃO, B. R.; PEREIRA-NETO, J. B.; SOARES, R.; CEMIRAMES, G.; AZEVEDO, C. M. S. B. Densidade Planctônica do Policultivo de *Litopenaeus vannamei* e *Oreochromis niloticus*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.18, p.1-11, 2016.

BWALA, R. L.; OMOREGIE, E. Organic enrichment of fish ponds: application of pig dung vs. tilapia yield. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 8, n. 9, p. 1373-1379, 2009.

CAMPOS, A. D. Técnicas para Produção de Extrato Pirolenhoso para Uso Agrícola. EMBRAPA - Embrapa Clima Temperado. **Circular Técnica**, Pelotas, v. 65, p. 1-8, 2007.

CASTELLANI, C. Plankton: A Guide to their Ecology and Monitoring for Water Quality. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 2, p. 261-262, 2010.

CHIAMENTI, L.; FRATTA, L. X. S.; PICOLI, S. U.; KREUTZ, O. C.; MORISSO, F. D. P.; MOURA, A. B. D. Ação antibacteriana do licor pirolenhoso sobre coliformes. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v. 2, p. 47-54, 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005. Brasília: **Diário Oficial da União - D.O.U.**, 2005. Alterada pelas Resoluções n° 370, de 2006, n° 397, de 2008, n° 410, de 2009, e n° 430, de 2011. Complementada pela Resolução n° 393, de 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso: 29 Mai 2018.

COSTA, A. F.; SILVA, G. F.; ESCUDERO, M. C. Estudo Comparativo entre produtos químicos preservantes e licores pirolenhosos na inibição de fungos emboloradores. **Revista Brasil Florestal**, Brasília, n. 75, p. 23-30, 2003.

COSTA, S. W.; VICENTE, L. R. M.; DE SOUZA, T. M.; ANDREATTA, E. R.; MARQUES, M. R. F. Parâmetros de cultivo e a enfermidade da mancha-branca em fazendas de camarões de Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1521-1530, Dez 2010.

CRUZ, P. M.; IBANEZ, A. L.; MONROY-HERMOSILLO, O. A.; RAMIREZ-SAAD, H. C. Review Article: Use of probiotics in aquaculture. **ISRN Microbiology**, v. 1, p. 1-13, Jan 2012.

CUNHA, E. de A. P. **Metodologia para gestão do risco da Síndrome de Taura no Brasil devido à importação de pós-larvas de camarão**. 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal) Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

DEB, A. K. Fake blue revolution: environmental and socio-economic impacts of shrimp culture in the coastal areas of Bangladesh. **Ocean & Coastal Management**, v. 41, p. 63-88, 1998.

DIEBOLD, J.P. A Review of the Chemical and Physical Mechanisms of the Storage Stability of Fast Pyrolysis Bio-Oils. **National Renewable Energy Laboratory (NREL)**. Colorado (United States). 51 p, 2000.

ENCARNAÇÃO, F. Redução do impacto ambiental na produção de carvão vegetal e obtenção do ácido pirolenhoso como alternativa para proteção de plantas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, p. 20-23, 2001.

ESPARZA-LEAL, H. M.; PONCE-PALAFOX, J. T.; LARA-ANGUINO, G. F.; VALENZUELA-QUIÑÓNEZ, W.; ÁLVAREZ-RUIZ, P.; LÓPEZ-ÁLVAREZ, E. S. Use of organic and inorganic fertilization in zero-discharge tanks and ponds and its effects on plankton and shrimp *Litopenaeus vannamei* performance. **Revista de Biología marina y Oceanografía**, v. 51, n. 3, p. 681-687, 2016.

FALKOWSKI, P. Ocean Science: The power of plankton. **Nature**, n. 483. p. S17-S20, February 2012.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Fishery and Aquaculture Statistics**. 2014/FAO annuaire, 2016.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Fishery and Aquaculture Statistics**. 2016/FAO annuaire, 2018.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M. M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, Out/Dez 2011.

FINKEL, Z. V.; BEARDALL, J.; FLYNN, K. J.; QUIGG, A.; REES, T. A. V.; RAVEN, J. A. Phytoplankton in a changing world: Cell size and elemental stoichiometry. **Journal of Plankton Research**, v. 32, n. 1, p. 119–137, 2010.

FIORIN, J. E.; VOGEL, P. T.; BORTOLOTTI, R. P. Métodos de aplicação e fontes de fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.11, n.2, p.92-97, 2016.

FONTELES-FILHO, A.A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão Gráfica. 464p, 2011.

GRAM, L.; MELCHIORSEN, J.; SPANGGAARD, B.; HUBER, I.; NIELSEN, T. F. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a possible probiotic treatment of fish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, n. 3, p. 969–973, Mar 1999.

GUZMÁN, M.C.; BISTONI, M.A.; TAMAGNINI, L.M.; GONZÁLEZ, R.D. Recovery of *Escherichia coli* in fresh water fish, *Jenynsia multidentata* and *Bryconamericus iheringi*. **Water Research**, v.38, p.2368-2374, 2004.

HANSEL, F. D.; AMADO, T. J. C.; BORTOLOTTI, R. P.; TRINDADE, B. S.; HANSEL, D. S. S. Influence of different phosphorus sources on fertilization efficiency. **Applied Research & Agrotechnology**, v.7, n.1, p.103-111, 2014.

HAYS, G.C.; RICHARDSON, A. J.; ROBINSON, C. Climate change and marine plankton. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 20, n. 6, p. 337–344, June 2005.

HU, C.Q.; SHEN, Q.; ZHANG, L.P.; REN, C.H.; DU, S.B. Present status and prospect of the Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* culture in China. **China/FAO/NACA workshop on healthy safe and environmentally sound shrimp farming**. p. 72–82, 2004.

JESUS, M. S. **Balanco de massa e energia na pirólise da madeira de Eucalyptus em escala macro**. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, 2016.

KEEN, E. F. *et al.* Evaluation of Potential Environmental Contamination Sources for the Presence of Multidrug-Resistant Bacteria Linked to Wound Infections in Combat Casualties. **Infection Control and Hospital Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 905-911, Sep 2012.

LAVORANTE, B. R. B. de O.; SANTOS, P. N. dos; MENDES, P. T. S.; MENDES, E. S.. Método de determinação e avaliação da depleção de oxitetraciclina em camarão marinho. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.738-745, 2009.

LI, Y.; XIAO, G.; MANGOTT, A.; KENT, M.; PIROZZI, I. 2016. Nutrient efficacy of microalgae as aquafeed additives for the adult black tiger prawn, *Penaeus monodon*. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 11, p. 3625-3635, 2015.

LIU, C. H.; CHIU, C. S.; HO, P. L.; WANG, S. W. Improvement in the growth performance of White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, by a protease-producing probiotic, *Bacillus subtilis* E20, from natto. **Journal Of Applied Microbiology**, v.107, n.3 p. 1031-1041, 2009.

LORENZON, C.S.; GATTI JUNIOR, P.; NUNES, A.P.; PINTO, F.R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S.N.; AMARAL, L.A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do Estado de São Paulo. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4 p. 617-624, 2010.

MACEDO, C.F.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.36, n.2, p.149-163, 2010.

MAEKAWA, K. **Curso sobre produção de carvão, extrato pirolenhoso e seu uso na agricultura**. São Paulo: APAN (Associação dos Produtores de Agricultura Natural), Apostila. 2002.

MAIA, E. P.; LEAL, A.; CORREIA, E. S.; PEREIRA, A. L.; OLIVERA, A. Caracterização planctônica de cultivo super-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, v.5, n.2, p.60-62, 2003.

MARTÍNEZ-CÓRDOVA, L. R.; CAMPAÑA-TORRES, A.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M. Efecto del suministro de cuatro densidades de copépodos (*Acartia* sp. y *Calanus pacificus*) en la respuesta productiva de *Litopenaeus vannamei* preengordado intensivamente a nivel microcosmos. **Ciencias Marina**, v. 37, n. 4, p. 415-423, 2011.

MARTINS, T. G., ODEBRECHT, C., JENSEN, L. V., D'OCA, M. G., & WASIELESKY, W. The contribution of diatoms to bioflocs lipid content and the performance of juvenile

*Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in a BFT culture system. **Aquaculture Research**, v. 47, n. 4, p 1315-1326, Apr 2016.

MCINTOSH, D.; FITZSIMMONS, K.; COLLINS, C.; STEPHENS, C. Phytoplankton community composition and chlorophyll-a levels of inland, low salinity shrimp ponds. **World aquaculture**. Baton Rouge, v. 37, n. 1, p.58- 61. 2006.

MELO, R. M.; SILVA, R. M.; BARROS, R. O. M.; MAZORCHE, R. M.; QUEIROZ, V. T.; POVOA, H. C. C. Estudo da atividade antimicrobiana do licor pirolenhoso em bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Serratia*. **Revista Científica da Faminas**, Muriaé, v. 3, n.1, p. 47, 2007.

MENEGALE, V. L. C.; LEÃO, A. L.; GRASSI FILHO, H.; MENEGALE, M. L. C. Resíduos agroindustriais para o enriquecimento de fertilizante orgânico. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 27, n.2, p.113-123, Abr-Jun 2012.

MATA, T.M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 1, p. 217–232, January, 2010.

MIYASAKA, S.; OHKAWRA, T.; UTSUMI, B. **Boletim Agro-Ecológico: O ponto de encontro da Agroecologia**. São Paulo: n. 14, p.17, 1999.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K.; YAZAKI, H.; SAKITA, M.N. Técnicas de produção e uso do Fino de Carvão e Licor Pirolenhoso. In: **Encontro de processos de proteção de plantas**. Controle ecológico de pragas e doenças. Botucatu: APAN, p.161-176, 2001.

MOLLERKE, R.O.; WIEST, J.M.; CARVALHO, H.H.C. Colimetrias como indicadores de qualidade de pescado artesanal do lago Guaíba, em Porto Alegre, RS. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 99, p. 102-106, 2002.

MOLES, P.; BUNGE, J. Shrimp Farming in Brazil: An Industry Overview. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. 26 p. 2002.

MORALES-COVARRUBIAS, MARÍA SOLEDAD; LOZANO-OLVERA, R.; HERNÁNDEZ-SILVA, A. J. Necrotizing hepatopancreatitis in cultured shrimp caused by extracellular and intracellular bacteria. **Tilapia & Camarones**, Ecuador, n. 5., p. 33-39, 2010.

MUANGKEOW, B.; IKEJIMA, K.; POWTONGSOOK, S.; YI, Y. Effects of white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), and Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., stocking density on growth, nutrient conversion rate and economic return in integrated closed recirculation system. **Aquaculture**, v. 269, p. 363–376, 2007.

NAIR, V. M. S.; MOHAN. R.; WILLIAMS, E.S. Effect of different levels of cow dung on plankton productivity in aquaculture tank. **International Journal Pure Applied Bioscience**. n. 2, p. 38-41, 2014.

- NETO, M. E.; SILVA, W. O.; RAMEIRO, F. C.; NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. S. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n.3, p. 397-403, 2012.
- NEWAJ-FYZUL, A. H.; AL-HARBI, B.; AUSTIN, B. Review: Developments in the use of probiotics for disease control in aquaculture. **Aquaculture**, v.431, p.1-11, 2014.
- NIMRAT, S.; SUKSAWAT, S.; MALEEWEACH, P.; VUTHIPHANDCHAI, V. Effect of different shrimp pond bottom soil treatments on the change of physical characteristics and pathogenic bacteria in pond bottom soil. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 285, n. 1-4, p. 123-129, 2008.
- NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos - parte I. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 63, p. 25-31, 2000.
- NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos -Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v.11, n.63, p.13-23, 2001.
- NUNES, A. J. P.; FEIJO, R.G. Convivência com o vírus da macha branca no cultivo de camarão marinho no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 27, n.162, p.36-47. Julho/Agosto, 2017.
- NUNES, A. J. P. Noções sobre a elaboração de tabelas de alimentação para camarões marinhos. **Revista da ABCC**, Natal, Rio Grande do Norte, p. 37 - 45, 01 mar. 2011.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.
- OSTRENSKY, A. N., Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. **XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**. Anais. p. 4-10, 2002.
- PACHECO, C.; CALOURO, F.; VIEIRA, S.; SANTOS, F.; NEVES, N.; FRANCO, J.; RODRIGUES, S.; ANTUNES, D. Effect of nitrogen and potassium fertilization on yield and fruit quality in kiwifruit. **Internacional Journal of Energy and Environment**. v. 2. P. 9-15, 2008.
- PAYNE, A. I. **The ecology of tropical lakes and rivers**. John-Wiley and Sons, New York, 301p, 1986.
- PEDREIRA, M. M.; SANTOS, J. C. E.; SAMPAIO, E. V. PEREIRA, F. N. SILVA, J. L. Efeito do tamanho da presa e do acréscimo de ração na larvicultura de pacamã. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1144-1150, 2008.
- PORCHAS-CORNEJO, M. A.; MARTINEZ-CÓRDOVA, L. R.; MARTÍNEZ-PORCHA, M.; BARRAZA-GUARDADO, R.; RAMOS-TRUJILLO, L. Study of zooplankton communities in shrimp earthen ponds, with and without organic nutrientenriched substrates. **Aquaculture International**, v. 21, n. 1, p. 65-73, Feb 2013.

PORTO, P. R.; SAKITA, A. E. N.; NAKAOKA SAKITA, M. Efeito da aplicação do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento de mudas de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Instituto Florestal Série Registros**, São Paulo, n. 31, p. 15-19, 2007.

QAYYUM, M. L.; LIAQUAT, F.; REHMAN, R. A.; GUL, M.; ZAFAR-UL-HYE, M.; RIZWAN, M.; ZIA-UR-REHMAN, M. Effects of co-composting of farm manure and biochar on plant growth and carbon mineralization in an alkaline soil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 33, p. 26060-26068, Nov 2017.

QUEIROZ, J. F. DE.; SILVEIRA, M. P. Recomendações práticas para melhorar a qualidade da água e dos efluentes de viveiros de aquicultura. EMBRAPA. **Circular Técnica**, Jaguariúna, v. 12, p. 1-14, Dez 2006.

RAPATSA, M. M.; MOYO, N.A.G. Performance evaluation of chicken, cow and pig manure in the production of natural fish food in aquadams stocked with *Oreochromismossambicus*. **Physics and Chemistry of the Earth**. n. 66, p. 68-74, 2013.

RABIA, M. D. S.; BAOBAO, J. G.; TUTOR, G. P.; RULIDA, E. C. Periodic Fertilization Using Urea and Chicken Manure as Source of Natural Productivity in a Biofloc System during the Nursery of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. **International Journal of Environmental and Rural Development**. v. 6, n. 2, p. 121-127, 2015.

REBOUÇAS, R. H.; MENEZES, F. G. R.; VIEIRA, R. H. S. F.; SOUSA, O. V. *Vibrio* spp. como patógenos na carcinicultura: alternativas de controle. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 50, n. 1, p. 163-179, jan./jul. 2017.

ROCHA, I. P. **Carcinicultura Brasileira: Processos Tecnológicos, Impactos Sócio - Econômicos, Sustentabilidade Ambiental, Entraves e Oportunidades**. 2011.

ROCHA, R. S. **Caracterização polifásica da comunidade bacteriana heterotrófica de ambiente de carcinicultura frente às tetraciclinas**. 2016. 105 f. Tese. (Tese em Biotecnologia de Recursos Aquáticos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ROEL, A. R.; LEONEL, L. A. K.; FAVAROF, S. P.; ZATARIM, M.; SOARES, M. V. Avaliação de fertilizantes orgânicos na produção de alface em Campo Grande, MS. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 325-329, 2007.

ROMANO, N. Aquamimicry: A revolutionary concept for shrimp farming. **Global Aquaculture Advocate**. February, 2017. [www.aquaculturealliance.org](http://www.aquaculturealliance.org).

ROMANO, N.; KUMAR, V. Vegetarian Shrimp: Pellet-free Shrimp Farming. **World Aquaculture**, v. 48, p. 36-39, 2017.

SÁ, M.V.C. **Limnocultura – Limnologia para aquicultura**. 1ª Edição, Ed. UFC, Fortaleza, 2012. 218 p.

SANTOS-BALLARDO, D. U.; ROSSI, S.; HERNÁNDEZ, V.; GOMES, R. V.; RENDÓN-UNCETA, M. C.; CARO-CORRALES, J.; VALDEZ-ORTIZ, A. A simple spectrophotometric method for biomass measurement of important microalgae species in aquaculture. **Aquaculture**, v. 448, p. 87-92, Nov 2015.

- SANTOS, E. C. B. **Desempenho produtivo do camarão cinza *Litopenaeus vannamei*, utilizando técnicas de povoamento direto e indireto**. 2009. 47 f. Dissertação. (Mestrado em Aquicultura e Recursos Pesqueiros) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- SCHMIEGELOW, J. M. M. **O Planeta Azul - Uma introdução às ciências marinhas**. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 202 p, 2004.
- SCHNITZER, J. A.; SU, M. J.; VENTURA, M. U.; FARIA, R.T. Doses de extrato pirolenhoso no cultivo de orquídea. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.1, p. 101-106, 2015.
- SCHRADER, K.K.; GREEN, B.W.; PERSCHBACHER, P.W. Development of phytoplankton communities and common off-flavors in a biofloc technology system used for the culture of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquacultural Engineering**, Essex, v. 45, p. 118-126, 2011.
- SENHORINHO, G. N. A.; ROSS, G. M.; SCOTT, J. A. Cyanobacteria and eukaryotic microalgae as potential sources of antibiotics. **Phycologia**, v. 54, n. 3, p. 271-282, 2015.
- SHANG, Y. C.; LEUNG, P.; LING, B. Comparative economics of shrimp farming in Asia. **Aquaculture**, v. 164, n. 1-4, p.183-200, 1998.
- SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, W. M.; FURUYA, V. R. B.; MARANHÃO, T. C. F. Alimentação natural de larvas do cascudo preto *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes - Loricariidae) em tanques de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, n. 24, p.109-117, 1997.
- SOMMER, U. Plankton ecology: the past two decades of progress. **Naturwissenschaften**, n. 83, p. 293-301, 1996.
- SOUZA-SILVA, A.; ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; MENDONÇA, L. A. Qualidade de mudas de eucalipto tratadas com extrato pirolenhoso. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 19- 26, 2006.
- STEINER, C.; DAS, K.C.; GARCIA, M.; FÖRSTER, B.; ZECH, W. Charcoal and Smoke Extract Stimulate the Soil Microbial Community in a Highly Weathered Xanthic Ferralsol. **Pedobiologia**, v. 51, n 5-6, p. 359-366, 2008.
- SURYAKUMAR, B.; AVNIMELECH, Y. Adapting Biofloc Technology for Use in Small-scale Ponds with Vertical Substrate. **World Aquaculture**, v. 48, n. 3, p. 54-58, Sep 2017.
- TENDENCIA, E. A.; BOSMA, R. H.; VERRETH, J. A. H. White spot syndrome vírus (WSSV) risk factors associated with shrimp farming practices in polyculture and monoculture farms in the Philippines. **Aquaculture**, v. 311, n. 1-3, p.87-93, Feb 2011.
- TSUZUKI, E.; MORIMTSU, T.; MATSUI, T. Effect of chemical compounds in pyroligneous acid on root growth in rice plants. **Japanese Journal Crop Science**, v. 66, p. 15-16, 2000.

VAN WYK, P.; SCARPA, J. Water quality requirement and management. In: VAN WYK, P. **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems**, Florida: Harbor branch Oceanographic Institution. cap. 8, p. 141-162, 1999.

VIEIRA, C. E. L. Diatomáceas. In CARVALHO, I. S. **Paleontologia Microfósseis Paleoinvertebrados**. Rio de Janeiro: Interciência, 3º ed., v. 2, p. 109-138, 2011.

VILANI, F.G. **Uso do farelo de arroz na fertilização da água em sistema de cultivo com bioflocos e seu efeito sobre o desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei***. 2011. 52f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

XU, W.J.; PAN, L.Q. Enhancement of immune response and antioxidant status of *Litopenaeus vannamei* juvenile in biofloc-based culture tanks manipulating high C/N ratio of feed input. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 412-413, p. 117-124, 2013.

ZAFAR, M. A.; HAQUE, M. M.; AZIZ, M. S. B.; ALAM, M. M. Study on water and soil quality parameters of shrimp and prawn farming in the southwest region of Bangladesh. **Journal of the Bangladesh Agricultural University**, v. 13, n.1, p.153-160, 2015.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Influência do extrato pirolenhoso na calda de pulverização sobre o teor foliar de nutrientes em Limoeiro 'Cravo'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 26, p. 529-533, 2004.

ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JUNIOR, D.; CARVALHO, S. A. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro 'Cravo' em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n.3, p. 508-512, 2003.