

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

**Avaliação do resíduo de cervejaria e outras fontes de
carboidratos para o sistema de bioflocos e o crescimento
do camarão branco, *Litopenaeus vannamei***

FERNANDA ALVES GANDINI



SEROPÉDICA- RJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Avaliação do resíduo de cervejaria e outras fontes de
carboidratos para o sistema de bioflocos e o crescimento
do camarão branco, *Litopenaeus vannamei***

FERNANDA ALVES GANDINI

Sob a orientação da Professora
Lidia Miyako Yoshii Oshiro

E Co-orientação do professor
Nivaldo de Faria Sant'Ana

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal

Seropédica
2013

639.68

G195a Gandini, Fernanda Alves, 1985-

T Avaliação do resíduo de cervejaria e outras fontes de carboidratos para o sistema de bioflocos e o crescimento do camarão branco, *Litopenaeus vannamei* / Fernanda Alves Gandini - 2013.

38 f.: il.

Orientador: Lidia Miyako Yoshii Oshiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

Bibliografia: f. 30-38.

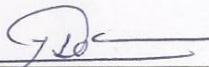
1. Camarão-pata-branca - Alimentação e rações - Teses. 2. Camarão-pata-branca - Criação - Teses. 3. Resíduos de cervejaria - Teses. 4. Água - Análise - Teses. I. Oshiro, Lídia Miyako Yoshii, 1955- II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

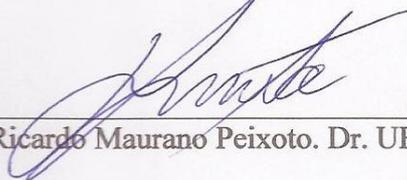
FERNANDA ALVES GANDINI

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

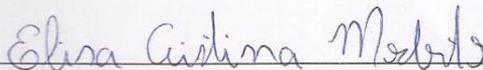
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/2013



Lídia Miyako Yoshii Oshiro. Dr.^a. UFRRJ
(Orientadora)



Sílvio Ricardo Maurano Peixoto. Dr. UFRPE



Elisa Cristina Modesto. Dr.^a. UFRRJ

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar em todos os momentos da minha vida;

Aos meus pais, Marli e Evaristo, pelo amor, exemplo e incentivo na vida, sempre me dando força para continuar. Amo muito!

À toda minha família pelo apoio;

À professora Lidia Miyako Yoshii Oshiro pela oportunidade, orientação e apoio para realizar meu experimento e dissertação;

Ao professor Nivaldo, pela ajuda fundamental em minha estatística;

À Capes pela concessão da bolsa;

À Luzia e Ricardo Martino pela grande ajuda nas análises dos meus dados;

Ao meu amor, Diogo, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos de alegria e tristeza, pela paciência que precisou ter durante esses anos. Amo muito você!

Aos amigos da graduação que tornaram essa caminhada mais fácil, muitas saudades! Ao Douglas e Marcos pelo otimismo e ajuda, e em especial à Carol pelos divertidos almoços e amizade, te adoro demais!

Ao Paulo Henrique, pela amizade e por sempre estar nos ajudando nesses dois anos;

Ao Sr. Casseiro e dona Cristiane por me ajudarem nas horas de sufoco na EBM, pessoas fundamentais para a realização do meu experimento, em especial à dona Cristiane por toda amizade, longas conversas, as quais me ajudaram muito durante os dois meses;

À Michelle e Manu, pela grande ajuda, transmitindo seus conhecimentos para o desenvolvimento do meu experimento, e à Cássia, pela ótima companhia na EBM;

Ao José Ricardo pela grande ajuda no experimento e amizade;

À minha amiga Cataline pela grande amizade ao longo desses anos, por sempre ter as palavras certas que eu preciso e disposição para me ajudar. Por possuir esse coração lindo e ser uma

ótima companhia, você é muito especial pra mim e a distância não mudará em nada a nossa amizade!

À minha amiga Franciny, a irmã que Deus colocou no meu caminho pra tornar minha vida mais fácil e divertida na Rural, pessoa que sei que posso contar sempre, meu porto seguro na universidade e que vai estar para sempre na minha vida, obrigada por tudo, todas as alegrias e tristezas que passamos juntas só fortaleceram nossa amizade. E obrigada por ter me emprestado a minha outra irmã Flávia, muito especial pra mim. Amo vocês para sempre!

Às minhas companheiras de alojamento da Pós, pessoas lindas que mais uma vez a Rural me proporcionou conhecer. Luciana, Tatiana, Paula, Daniela, Beth, Laís, Cláudia, excelentes companhias que, com certeza, tornaram mais leve essa trajetória. Todas estarão em meu coração pra sempre!

RESUMO

GANDINI, Fernanda Alves. **Avaliação do resíduo de cervejaria e outras fontes de carboidratos para o sistema de bioflocos e o crescimento do camarão branco, *Litopenaeus vannamei***. 2013. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Uma alternativa eficiente para solucionar o problema da intensificação da carcinicultura e a poluição das águas pelos efluentes produzidos está no sistema sem renovação de água, que transforma compostos nitrogenados tóxicos em biomassa bacteriana, o sistema heterotrófico. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o resíduo de cervejaria e outras diferentes fontes de carboidratos para o sistema de bioflocos e diferentes densidades para o crescimento do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*. O experimento foi realizado durante o período de 55 dias entre Dezembro/2011 a Fevereiro/12, utilizando 6 tratamentos com 3 repetições cada, com duas densidades de estocagem (300 e 500 camarões/m²) e três substratos (resíduo de cervejaria, melão e farinha de mandioca). Os parâmetros abióticos foram monitorados diariamente e as biometrias ocorreram semanalmente, para a avaliação do desempenho. Os parâmetros físico-químicos da água encontraram-se adequados para a espécie, entretanto os compostos nitrogenados alcançaram níveis pouco elevados, porém os índices zootécnicos foram satisfatórios, apresentando médias de sobrevivência, ganho de peso e peso final entre 74-82%; 3,5-5,0g e 4,2-5,7g, respectivamente. Verificou-se que tratamentos com o resíduo de cervejaria apresentaram parâmetros zootécnicos superiores e também, uma maior formação de flocos microbianos. Os tratamentos com densidade de 300 camarões/m² apresentaram melhores índices zootécnicos. Os resultados demonstraram que a produtividade dos flocos nos diferentes tratamentos foi eficiente como complemento alimentar para o crescimento de *L. vannamei* e para a manutenção da qualidade da água, e que entre os substratos avaliados, o resíduo de cervejaria revelou-se como excelente composto orgânico para a formação do bioflocos.

Palavras-chave: Resíduo de cervejaria. Sistema heterotrófico. Produtividade.

ABSTRACT

GANDINI, Fernanda Alves. **Evaluation of brewery residue and other sources of carbohydrates for the biofloc system and the growth of white shrimp *Litopenaeus vannamei***. 2013. 38p. Dissertation (Master Science in Animal Science. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

An efficient alternative to solve the problem of intensification of shrimp farming and water pollution effluent produced by the system is without water renovation that transforms toxic nitrogen compounds in bacterial biomass, heterotrophic system. This study aimed to evaluate brewery residue and other sources of carbohydrates for the biofloc system different densities and for the growth of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. The experiment was conducted during the period of 55 days between the December/2011 - February /12 using 6 treatments with 3 repetitions each, with two stocking densities (300 and 500 shrimp / m²) and three substrates (residue brewery, sugar cane molasses and manioc flour). The abiotic parameters were monitored daily and weekly biometrics occurred for performance evaluation. The physico-chemical parameters of water were found suitable for the species, however the nitrogen compounds reached low levels, but the indexes were satisfactory, with average survival, weight gain and final body weight between 74-82; 3,5-5,0 and 4,2-5,7 , respectively. It was found that treatment with the residue brewery zootechnical parameters presented above and also further microbial flakes formation. Treatments with density of 300 shrimp / m² had better indexes. The results demonstrate that the productivity of flake in the different treatments was effective as a food supplement for growing *L. vannamei* and for maintaining water quality, and that between the substrates, the residue brewery proved to be excellent organic compound for the bioflocs forming.

Key words: Brewery residue. Heterotrophic system. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias semanais de temperatura (°C) para os tratamentos ao longo do período experimental	26
Figura 2. Médias semanais de pH para os tratamentos ao longo do período experimental.....	27
Figura 3. Médias semanais de oxigênio (mg/l) dissolvido para os tratamentos ao longo do período experimental.....	27
Figura 4. Médias semanais de salinidade para os tratamentos ao longo do período experimental	28
Figura 5. Médias semanais de amônia (mg/L)para os tratamentos ao longo do período experimental.....	28
Figura 6. Valores semanais de nitrito (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.....	29
Figura 7. Valores semanais de nitrato (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.....	30
Figura 8. Valores semanais de volume do biofoco (mL) para os tratamentos ao longo do período experimental.....	31
Figura 9. Valores semanais de transparência (cm) para os tratamentos ao longo do período experimental.....	32
Figura 10. Quantidade de microalgas <i>Tetraselmis chuii</i> (células/mL) para os tratamentos ao longo do período experimental.....	32
Figura 11. Quantidade de nematódeos/mL para os tratamentos ao longo do período experimental.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Percentual de carbono e nitrogênio dos fertilizantes e ração, utilizados no cultivo de <i>Litopenaeus vannamei</i> em sistema de bioflocos.....	27
Tabela 2. Composição proximal (%) dos flocos formados durante o cultivo em sistema de bioflocos com os compostos orgânicos (resíduo de cervejaria, farinha de mandioca e melão).....	32
Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão para composição proximal (%) dos camarões <i>L. vannamei</i> nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.....	33
Tabela 4. Valores médios \pm desvio padrão de fator de conversão alimentar dos camarões <i>L. vannamei</i> nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.....	35
Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão para peso médio final, taxa de sobrevivência, biomassa final e ganho de peso dos camarões <i>L. vannamei</i> nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1. Local do experimento	7
3.2. Origem e manutenção dos animais	7
3.3. Delineamento experimental.....	7
3.4. Fertilização orgânica	8
3.5. Alimentação	9
3.6. Parâmetros de qualidade da água.....	9
3.7. Análise estatística	9
4. RESULTADOS.....	10
4.1. Concentração de carbono e nitrogênio.....	10
4.2. Parâmetros abióticos	10
4.3. Análise dos microrganismos.....	15
4.4. Análise proximal dos flocos microbianos.....	17
4.5. Análise proximal dos animais	17
4.6. Conversão alimentar aparente.....	19
4.7. Ganho de peso	20
4.8. Sobrevivência	20
4.9. Peso médio final.....	21
4.10. Biomassa final.....	21
5. DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

O esgotamento dos recursos pesqueiros naturais no mundo aumenta a importância da aquicultura, como uma alternativa de produção de proteína animal para o consumo humano (FAO, 2008).

O cultivo de camarões marinhos no Brasil é uma atividade, que vem apresentando grande expansão nos últimos anos, sendo considerado um dos principais produtores de camarão das Américas. Entretanto, com esse crescimento surgem problemas relacionados à poluição de águas, através do lançamento de efluentes, os quais são produzidos através da intensificação do sistema de cultivo, que utiliza altas densidades de animais e rações altamente proteicas (BOYD, 2003).

O sistema de cultivo sem renovação de água ou em meio ao bioflocos surge como uma alternativa para a resolução desses problemas, por não ocorrer renovação de água, e tendo uma produção de biomassa bacteriana oriunda da transformação de compostos nitrogenados através de uma manipulação da relação carbono-nitrogênio do sistema (SCHVEITZER et al., 2008).

A maior vantagem deste sistema, segundo Wasielesky et al. (2006), está no menor uso de água, acarretando em significativa redução na emissão de efluentes no ambiente. Entretanto, a complementação alimentar dos animais através da produtividade natural formada, representa enorme vantagem para a produção (MCINTOSH et al., 2000), pois utiliza menor quantidade de alimentos, com menor impacto ambiental, sendo uma alternativa eficaz para se alcançar um desenvolvimento mais sustentável da aquicultura.

A fonte de carbono orgânico escolhida irá influenciar na composição do bioflocos produzido, principalmente com relação ao tipo e quantidade de polímeros armazenados (HOLLENDER et al., 2002; OEHMEN et al., 2004). Um dos procedimentos importantes no cultivo em meio ao bioflocos é a escolha da fonte de carbono orgânico e para isso deve ser considerado os produtos com baixo valor econômico como resíduos de produção industrial (DUBE et al., 2007).

Vários estudos sobre o sistema de cultivo em meio ao bioflocos sem renovação de água comprovam a eficiência de diferentes compostos orgânicos utilizados além do melão, como a alfafa, farinha de mandioca, dextrose, glicerol, entre outros, favorecendo a formação de uma comunidade microbiana (AVNIMELECH 1988; 1999; SUITA 2009, CRAB et al., 2010). Para a escolha dessa fonte de carbono deve-se levar em consideração seu baixo custo, portanto uma alternativa seria a utilização de resíduos industriais.

Dentre os subprodutos gerados pela indústria cervejeira, o bagaço de cevada representa 85% do total, apresentando alto potencial de uso como ingrediente em ração animal e um dos mais importantes subprodutos desse processo (COSTA et al. 2006).

Segundo Geron e Zeoula (2005), o bagaço de cevada possui 23,45% de matéria seca, 34,69% de proteína bruta, 8,38% de extrato etéreo, 60,22% de carboidratos totais e 59,66% de fibra em detergente neutro. Portanto, esse subproduto possui potencial para ser utilizado como fonte de carbono no sistema heterotrófico. Este subproduto é usado tradicionalmente na alimentação de gado bovino, ou de forma experimental, em diversas criações animais, como aves, suínos e peixes, o bagaço de cevada tem demonstrado potencial na forma de aumento de produção, redução de custos e consequente aumento nos lucros.

Por ser menos comum no mercado, a cevada não tem sido empregada no arraçoamento de organismos aquáticos, porém, o seu subproduto, mostra-se como ótima fonte de energia,

podendo compor em média, 50% da fração energética da ração, desde que a espécie a ser cultivada aceite níveis maiores de fibra bruta (GRAEFF et al, 2001).

Portanto, tendo em vista a quantidade de carboidrato, o bagaço de cevada originada do resíduo da cervejaria, pode vir a ser uma potencial fonte de carbono orgânico em cultivo heterotrófico de camarões marinhos. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a utilização de resíduo de cervejaria como fonte de carbono orgânico no cultivo heterotrófico, comparando o efeito deste produto, com outras fontes de carbono como o melaço e a farinha de mandioca, que já se encontram em uso neste tipo de cultivo, através da avaliação da qualidade de água e dos índices zootécnicos dos camarões juvenis de *Litopenaeus vannamei*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A história da carcinicultura brasileira foi marcada por insucessos iniciais com a implantação da espécie *Metapenaeus japonicus* na década de 80, e problemas climatológicos durante sua adaptação foram as causas maiores de seu fracasso. Contudo, este fato permitiu que atitudes fossem tomadas, como o começo de cultivo com espécies nativas (*Farfantepenaeus subtilis*, *F. paulensis* e *Litopenaeus schmitti*) no nordeste, mas seu desenvolvimento foi prejudicado devido à falta de alimentos, que atendessem às suas exigências nutricionais e também, às poucas pesquisas voltadas para as referidas espécies, apesar de apresentarem bom potencial para o cultivo (ABCC, 2011).

A solução foi a adoção do camarão branco do pacífico, a qual já era cultivada com bons resultados no Equador e Panamá, com adaptação satisfatória a diversas condições e entre 1996 e 2003, o Brasil alcançou excelentes índices de produtividade com esta espécie (ABCC, 2011).

Essa espécie, originada da costa sul-americana do Pacífico, tornou-se a mais cultivada atualmente no país, e esse camarão branco demonstrou grande viabilidade para o cultivo por possuir ótimo potencial de adaptação às variações ambientais do Brasil, alcançando altas taxas de sobrevivência, crescimento e produtividade, resultando em forte aceitação no mercado nacional (OSTRENSKY, 2002).

Nunes et al. (2011) relatam que a carcinicultura brasileira atingiu alto crescimento com adoção de novas tecnologias, novos empreendimentos e infra-estrutura mais moderna e um maior domínio sobre o cultivo do camarão entre 1998 e 2003, alcançando um recorde histórico. Contudo, segundo o mesmo autor, a partir de 2004, teve início uma forte crise econômica e sanitária, envolvendo doenças, baixos preços dos camarões internacionalmente, o antidumping americano, entre outros.

Segundo Rocha (2008), a ação para reverter esse quadro da carcinicultura no Brasil, foi o investimento no mercado interno, que apresentou um aumento a partir de 2005 com uma absorção do camarão produzido de 34,5%, atingindo 76% em 2007, valores altos quando comparado com o ano de 2003 onde a participação era de apenas 20%.

No ano de 2009, o consumo interno foi de 102% a mais de camarões em comparação a 2002. Porém, mesmo com um mercado nacional bem desenvolvido, torna-se necessário que as exportações ocorram novamente para assegurar contínuo crescimento da produção de camarões (NUNES, 2011).

A domesticação da espécie exótica *L. vannamei* possibilitou um vasto crescimento da carcinicultura mundial e esse fato resultou em preocupações quanto à biossegurança da atividade. Assim, em 1990, o conceito SPF (Specific Pathogen Free) foi introduzido na carcinicultura e hoje, países estão adotando as boas práticas de manejo e o uso de reprodutores de *L. vannamei* SPF, assim como o Brasil (GUERRELHAS et al., 2007).

Litopenaeus vannamei é a espécie de camarão mais cultivada no mundo (FAO, 2010). Esta espécie garante grande vantagem em seu cultivo por ser economicamente viável, apresentando pacote tecnológico bem estabelecido, com rações que atendem às suas necessidades, sistema de cultivos adequados, entre outros. Assim, o cultivo dessa espécie contribui cada vez mais para um maior desenvolvimento da carcinicultura no Brasil.

A aquicultura é apontada como uma alternativa bastante viável nos dias de hoje devido à elevada demanda mundial por pescados, e tendendo os recursos naturais à um limite de exploração muito próximo.

A busca pela sustentabilidade da atividade nem sempre foi o alvo da carcinicultura mundial, buscando cada vez mais uma forte intensificação da produção. Com tecnologias avançadas e uma infra-estrutura apropriada para o cultivo de camarões, ocorreu uma forte intensificação desse setor no Brasil, que apresentava crescente demanda por seu produto no mercado internacional (NUNES et al., 2011).

O sistema de cultivo intensivo de camarões sem renovação de água ou sistema de bioflocos vem sendo apontado, como uma eficiente alternativa ao sistema convencional de engorda de camarões (AVNIMELECH, 1999), aparecendo como um novo modelo na aquicultura mundial (EMERENCIANO et al., 2007).

Esta tecnologia foi primeiramente estudada experimentalmente nos EUA no início da década de 90 (HOPKINS et al., 1993; SANDIFER E HOPKINS, 1996), e em Belize ela foi melhorada em escala comercial (BROWDY et al., 2001). No Brasil, iniciou-se em 2004 os estudos com as espécies *L. vannamei*, *F. paulensis* e *F. brasiliensis*, pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e a Universidade de Santa Catarina (UFSC) (EMERENCIANO, 2008).

O bioflocos é formado quando ocorre o estabelecimento de uma relação C:N favorável ao desenvolvimento de bactérias heterotróficas, através do fornecimento de compostos ricos em carbono. Com uma sucessão de organismos decorrentes dessa mudança, há a formação dos flocos e conseqüentemente, consegue-se remover de forma eficiente os compostos tóxicos contidos na água, provenientes do sistema de cultivo (AVNIMELECH, 1999; SAMPAIO et al., 2010).

Hargreaves (2006) alega que a retirada da amônia tóxica, pela comunidade microbiana formada seria mais eficiente que a nitrificação, por acontecer de forma mais rápida. A demanda por oxigênio torna-se extremamente elevada nesse sistema, devido à necessidade das bactérias heterotróficas por esse elemento, para transformação do nitrogênio em proteína e também, para a manutenção dos flocos em suspensão de modo a evitar o acúmulo de matéria orgânica nos viveiros (SCHRYVER et al., 2008).

A composição dos flocos formados é descrita por Sampaio et al. (2010) como um aglomerado constituído principalmente por bactérias, excretas de animais, exoesqueletos, microalgas, resquícios de animais mortos, protozoários, e outros.

Um aspecto bastante relevante desse sistema de cultivo é o fato da produtividade natural gerada apresentar alto valor nutricional para os animais, contribuindo para uma significativa redução no teor de proteína bruta das rações, melhorando a conversão alimentar e reduzindo os custos da produção. Segundo Avnimelech (1999), a proteína microbiana desse cultivo confere enorme potencial como suplemento proteico para peixes e camarões, diminuindo pela metade a quantidade de ração comercial para tilápias (AVNIMELECH et al., 2007).

Burford et al. (2004) relatam em seus estudos que a biota natural floculada foi essencial para a alimentação da espécie *L. vannamei*, possuindo quantidades satisfatórias de proteínas e aminoácidos. A comunidade microbiana também foi responsável pela contribuição nutricional adequada para a espécie *F. paulensis*, confirmando a importância dos microrganismos como fonte nutricional (BALLESTER et al., 2010).

Além da reciclagem e menor demanda por fontes altamente proteicas, como a farinha de peixe, promovidas por esse sistema, outra vantagem está na menor propagação de doenças, quando comparado aos sistemas convencionais, pois segundo Scryver et al. (2008) é necessário vários metros cúbicos diários de água para a constante renovação, que exige esse tipo de cultivo. Portanto, o cultivo em meio ao bioflocos supri a necessidade de alta produtividade, que o mercado exige e ainda reduz consideravelmente o volume de efluentes

descartados para o ambiente natural, sendo necessário cerca de 160L de água para uma produção de 1kg de camarão como o *L. vannamei* (MCINTOSH et al., 2000).

Wasielisky et al. (2006) afirmam que maiores produtividades de camarões são obtidas através de sistemas que utilizam baixas ou nenhuma troca de água, atingindo sobrevivências maiores que 70% e crescimentos de 1,5 g por semana em altas densidades. Observou-se em Belize, que algo em torno de 29% do alimento consumido pela espécie *L. vannamei* foi devido ao biofloco formado no ambiente de cultivo, sustentando a idéia de que o sistema é altamente eficiente e viável (BURFORD et al., 2003).

Contudo, algumas desvantagens dessa tecnologia são apontadas por Nunes et al. (2010), como os custos operacionais, que necessitam de uma maior atenção para confirmar a viabilidade desse sistema, tanto no aspecto econômico como tecnológico. O manejo mostra-se extremamente rigoroso devido à necessidade de eficiente controle de aeração e dos parâmetros da água, tendo grande gasto com energia por ser a demanda por oxigênio elevada nesse sistema e também o alto custo com as instalações, sendo esses alguns dos entraves para a produção em sistema de bioflocos (SAMPAIO et al., 2010).

Essas desvantagens são facilmente justificadas pelas altas densidades de camarões utilizadas nesse tipo de cultivo, resultando em ótimos índices zootécnicos comprovados em diversos estudos e também, a utilização de menores áreas de cultivo e desenvolvimento de unidades de produção próximas à mercados consumidores, o que seria vantajoso para ambos, pois haveria fornecimento de camarão fresco durante todo o ano, como alega SAMOCHA et al. (2011).

A maioria dos resultados experimentais em sistema heterotrófico são de estudos com a espécie exótica *L. vannamei*, por esta espécie suportar grandes variações ambientais e sobreviverem em altas densidades de estocagem. Wasielisky et al. (2006) encontraram uma taxa de sobrevivência de 98% utilizando densidade de 300 camarões/m², confirmando que essa espécie possui alta tolerância em cultivos superintensivos. Diversos trabalhos em diferentes países reportam índices zootécnicos satisfatórios em sistemas de bioflocos, utilizando a espécie *L. vannamei* em várias condições e densidades (BURFORD et al., 2003; BURFORD et al., 2004; MCINTOSH et al., 2000; SAMOCHA et al., 2007; VELASCO et al., 1999).

Vários estudos estão sendo desenvolvidos no Brasil, sobre o cultivo em meio ao bioflocos, com as espécies *L. vannamei* e *F. paulensis*, e vem sendo realizadas nos Estados do Rio Grande do Sul (FERREIRA, 2008; SILVA, 2009; BALLESTER et al., 2010; EMERENCIANO et al., 2007; EMERENCIANO, 2012, LOUREIRO, 2012) e Pernambuco (CARVALHO, 2010; KRUMMENAUER, 2011; FERREIRA, 2009; MONTEIRO, 2008; SILVA et al., 2009).

Estudos com bioflocos no Rio Grande do Sul têm sido realizados para o desenvolvimento de técnicas para cultivo em raceways, pois o Brasil apresenta condições e elementos importantes para esse sistema, como pós larvas livre de patógenos, desenvolvimento genético, tecnologia de cultivo, fontes de carbono de baixo custo e outros (SAMPAIO, 2010).

Diferentes fontes de carbono orgânico já foram utilizadas em cultivo heterotrófico com resultados satisfatórios, como o melão estudado por Silva et al. (2009) e testaram diferentes relações C:N na formação dos flocos e, também, por Burford et al. (2004) que alcançaram excelentes índices zootécnicos com essa mesma fonte de carbono.

Hari et al. (2004), em estudos com a espécie *Penaeus monodon*, alcançaram taxas eficientes de crescimento e conversão alimentar através da adição de farinha de mandioca como composto orgânico em cultivo semi-intensivo. Outros compostos foram avaliados

quanto à formação do bioflocos como a dextrose, que permitiu maior disponibilidade de microalgas devido a maior transparência, por ser a dextrose um composto de rápida dissolução na água, resultando em melhores taxas de conversão alimentar dos animais (SUITA, 2009).

Segundo Avnimelech (1999), a adição de celulose como fonte orgânica favoreceu o desenvolvimento de bactérias, as quais serviram de alimento para tilápias, melhorando o crescimento destes peixes. Santana et al. (2008), utilizando diferentes fertilizações em estudos com a espécie *Farfantepenaeus subtilis*, observaram que o farelo de arroz, assim como o melaço e o farelo de trigo, promove excelente indução ao alimento natural, verificando-se composição diversificada de organismos nesse meio.

O Brasil possui grande variedade de resíduos agrícolas e agroindustriais e várias pesquisas são feitas com objetivo de utilizar subprodutos alternativos em função dos altos custos das fontes proteicas usadas atualmente na produção de rações (STEFFENS, 1994; SOUZA, 2004; TEIXEIRA et al., 2006).

Muitos subprodutos originados da cevada são utilizados na alimentação animal, alguns deles obtidos diretamente do processo de fabricação como o bagaço de cevada, outros, que passam ainda por alguma outra etapa de processamento, como a polpa seca de cervejaria proveniente da desidratação da polpa úmida de cervejaria (PEREIRA et al., 1999).

A cevada é uma gramínealífera e um dos cereais mais cultivados, representando a quinta maior colheita, sendo uma das principais fontes de alimento para animais (VIEIRA, 2009).

De acordo com Santos (2005), com o crescimento das agroindústrias as indústrias produziram muitos subprodutos e resíduos, estes inutilizados e descartados, oferecem grande potencial de contaminação ao meio ambiente. Desse modo, os subprodutos são utilizados como fontes de matéria-prima para outros setores (COELHO e FIGUEIREDO, 2005). Sendo assim, os pecuaristas possuem interesse econômico na utilização de resíduos de cervejaria para alimentação de ruminantes, já o interesse das indústrias cervejeiras é ambiental (ISHIWAKI et al., 2000).

Um grande benefício da utilização do resíduo de cervejaria seria a fácil obtenção, pois segundo profissionais de indústrias de cervejarias afirmam ser possível o fornecimento do resíduo úmido de cervejaria a uma distância de aproximadamente 300 Km (MENDONÇA, 2012). Outra vantagem seria o baixo custo desse resíduo para o produtor, em torno de R\$ 150,00 por tonelada (MF RURAL, 2013).

Na aquicultura a farinha de bagaço de cevada foi utilizada em dietas para engorda de camarões marinhos, com a espécie *L. vannamei* por Gadelha et al. (2010), os quais concluíram que o alimento teve aceitabilidade pelos animais, não ocorrendo desequilíbrio nutricional, podendo substituir a farinha de milho em 25%. Já na alimentação de carpa-comum, o resíduo de cevada pode substituir em até 66% o farelo de soja, não prejudicando o ganho de peso (GRAEFF et al., 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no período entre 20 de Dezembro de 2011 e 12 de Fevereiro de 2012, na Estação de Biologia Marinha (EBM) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Itacuruçá, Mangaratiba/RJ.

3.2. Origem e manutenção dos animais

Os camarões utilizados no experimento foram juvenis de *Litopenaeus vannamei*, obtidos do laboratório comercial da empresa Larvi, localizada no município de Macau, RN. Os animais foram mantidos em tanques de polietileno com cerca de 300L de água do mar filtrada (salinidade 33) e aeração constante, durante uma semana, e durante essa fase os animais foram alimentados com ração comercial (Guabi ®) com 38% de PB.

Após esse período de aclimação, os juvenis foram pesados em balança digital com precisão de 0,001 g e distribuídos nas unidades experimentais.

3.3. Delineamento experimental

O sistema de cultivo utilizado foi o meio com bioflocos, sem renovação e com recirculação de água nos tanques, com aeração constante, regime de fotoperíodo natural e temperatura controlada (em torno de 28°C).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo 2 densidades: 69 e 115 animais por tanque (300 e 500 camarões.m⁻² respectivamente) e 3 substratos : polpa seca de cervejaria, melação de cana-de-açúcar e farinha de mandioca. Os 6 tratamentos foram:

- CE300 (substrato bagaço de cevada e densidade de 300 camarões.m⁻²);
- CE500 (substrato bagaço de cevada e densidade de 500 camarões.m⁻²);
- MA300 (substrato farinha de mandioca e densidade de 300 camarões.m⁻²);
- MA500 (substrato f. de mandioca e densidade de 500 camarões.m⁻²);
- ME300 (substrato melação e densidade de 300 camarões.m⁻²);
- ME500 (substrato melação e densidade de 500 camarões.m⁻²).

Cada tratamento consistiu de 3 repetições, totalizando 18 unidades experimentais.

Três tanques matrizes, com capacidade de 2000L, foram utilizados para a formação do bioflocos. Esses tanques foram preenchidos com aproximadamente 1200L de água a salinidade de 33, providos de forte aeração.

Cada unidade experimental, tanques de polietileno com volume útil de 80 L, receberam água do tanque matriz de 2000 L, onde foi estabelecida a formação de flocos microbianos. A recirculação de água entre os tanques e o tanque matriz foi feita por bomba submersa com vazão de 2000L/h e efeito da gravidade, com uma taxa de recirculação diária de aproximadamente 50%. A circulação e aeração constante foram necessárias para garantir os níveis adequados de oxigênio dissolvido e manter os flocos microbianos em suspensão na coluna d'água.

Quando necessário foi adicionada água doce desclorada para reposição das perdas por evaporação.

Inicialmente foi feita uma fertilização da água, adicionando-se nos tanques matrizes: sulfato de amônia, superfosfato simples e silicato, nas quantidades de 0,8; 0,15; e 0,015g, respectivamente, para cada 10L de água. Esses fertilizantes foram adicionados novamente a cada 3 dias, dependendo das condições ambientais.

Após essa fertilização inicial, foi realizada a inoculação com as microalgas diatomáceas *Nannochloropsis sp* e *Tetraselmis chuii*, em concentração aproximada de 3×10^4 células/ml em cada tanque matriz e o crescimento foi observado através de contagens feitas diariamente até o crescimento exponencial, que foi verificado no 5º. dia. Essas microalgas foram produzidas no laboratório de algologia da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), em Pedra de Guaratiba (RJ).

Com a adição das microalgas, imediatamente os animais foram estocados nas unidades experimentais, nas densidades de 300 e 500 animais por m².

As diferentes fontes de carbono e ração também foram analisadas para determinação da composição bromatológica pela empresa de pesquisa brasileira agropecuária do Rio de Janeiro (EMBRAPA), com as metodologias adequadas, anteriormente ao início do experimento para estimar a quantidade de Carbono (C) presente, possibilitando a fertilização orgânica adequada durante o cultivo. Ao final do experimento, foi avaliada também a composição bromatológica dos flocos microbianos, os quais foram secos em estufa a 60 °C após filtragem de toda água.

Após 60 dias foi realizada a contagem e registro dos pesos dos animais de cada unidade experimental.

3.4. Fertilização orgânica

As diferentes fontes de carbono foram adicionados durante os três primeiros dias, de acordo com os tratamentos, de forma a obter uma relação Carbono: Nitrogênio de 20:1 (AVNIMELECH, 1999), com o objetivo de fornecer substrato inicial para o crescimento de bactérias heterotróficas. Para manter essa relação, a quantidade dos fertilizantes orgânicos foi calculada com base na quantidade de nitrogênio e carbono da ração fornecida, do melão, resíduo de cervejaria, farinha de mandioca e do farelo de trigo. Foi adicionado o farelo de trigo numa proporção de 5% dos fertilizantes orgânicos fornecidos.

Do quarto dia em diante, quando necessário, foi realizada a correção do nível de amônia (N - AT) da água do cultivo experimental, e quando verificado esse nível igual ou acima de 1mg/l, foi adicionado a fonte de carbono na proporção de 6g de carbono para cada 1g de amônia (N - AT). Desse modo, foram necessários 6g de carbono para a conversão de 1g de amônia (N - AT) em biomassa bacteriana (EBELING et al., 2006; AVINIMELECH, 1999).

Através das seguintes fórmulas, calculou-se a quantidade de fertilizantes adicionados para correta mobilização do nitrogênio amoniacal:

$$\text{N-AT (g)} = \text{Volume do Tanque (L)} * \text{N-AT (mg/L)} / 1000.$$

$$\text{Carbono (g)} = (x) * \text{carbono (g)}.$$

Fertilizante (g) = (x) * carbono (g), (x) é a quantidade existente por grama de fertilizante.

3.5. Alimentação

Os animais foram alimentados com ração extrusada 38% de PB (Guabi®), três vezes ao dia (08:00, 14:00 e 20:00 h). A quantidade de ração fornecida foi numa taxa de 10% da biomassa total de camarões do tanque (JORY et al., 2001), sendo reajustada em virtude da observação do consumo e biometrias que foram realizadas semanalmente. Essa ração foi fornecida em bandejas de alimentação (WASIELESKY et al., 2006).

Semanalmente, retirou-se uma amostragem de 30 animais de cada unidade experimental para registro individual do peso dos camarões, que posteriormente foram colocados nos respectivos tanques.

3.6. Parâmetros de qualidade da água

Diariamente, foram registradas a temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH, com um aparelho multiparâmetro e salinidade, com salinômetro. A temperatura e o pH foram verificados nos períodos da manhã e tarde.

Semanalmente foram analisados os níveis de nitrato ($N - NO_2^-$), nitrito ($N - NO_3^-$), e a cada três dias a análise de nitrogênio amoníaco total (N - AT). Estes parâmetros foram quantificados com auxílio do Kit colorimétrico da Alfakit. Semanalmente também foi observado o volume de flocos microbianos (ml/L) através de amostras da água de cultivo com auxílio de um cone graduado (Inhoff) e, também, foi verificada a transparência através do Disco de Secchi.

Durante o experimento, quando constatadas baixas temperaturas, foram utilizados aquecedores para manter uma temperatura em torno de 28 °C, adequada para os animais.

3.7. Análise estatística

Foram calculados os seguintes índices zootécnicos: sobrevivência, ganho de peso final, conversão alimentar e biomassa de cada unidade experimental para posterior análise estatística.

A sobrevivência foi transformada em arco seno. Os resultados foram analisados quanto à homogeneidade e normalidade. Posteriormente, realizou-se análise de variância (ANOVA). As diferenças entre as médias dos tratamentos foram analisadas e identificadas através do teste de Tukey, e consideradas significativas em nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS (SAS, 1996).

4. RESULTADOS

4.1. Concentração de carbono e nitrogênio

As concentrações (%) de carbono e nitrogênio dos fertilizantes obtidos após análises realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro (EMBRAPA) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Percentual de carbono e nitrogênio dos fertilizantes e ração, utilizados em cultivo de *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos.

Fontes de carbono	% C	% N
Resíduo de Cervejaria	45,8	3,1
Farinha de Mandioca	41,8	0,17
Melaço	30	0,79
Farelo de Trigo	42	2,83
Ração	41	6,9

4.2. Parâmetros abióticos

A temperatura manteve-se constante ao longo do cultivo, apresentando valores semelhantes entre os tratamentos. Observou-se uma queda na temperatura durante alguns dias da última semana de janeiro, mas foi controlada com a ajuda de aquecedores elétricos. A média de temperatura durante os dois meses foi de 27,6°C, alcançando valores máximos de 28°C pela manhã e 32°C à tarde, e valores mínimos de 24,5°C pela manhã e 25°C à tarde. As médias semanais de temperatura para os tratamentos estão apresentados na Figura 1, onde os tratamentos com o resíduo de cervejaria, farinha de mandioca e melaço demonstraram uma diferença mínima entre a semana final de dezembro ao começo de janeiro e final de janeiro ao início de fevereiro.

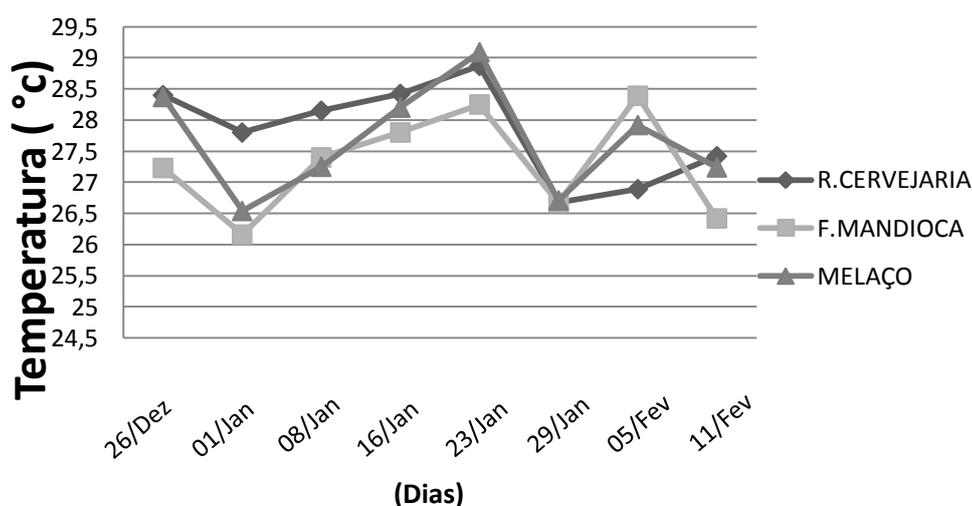


Figura 1- Médias semanais de temperatura (°C) para os tratamentos ao longo do período experimental.

Durante o período experimental a faixa de pH não apresentou diferenças em seus valores, permanecendo entre 6,4 e 7,7 entre todos os tratamentos. Contudo, foi observado o pH maior no começo do experimento e um declínio a partir da metade de janeiro para todos os tratamentos (Figura 2).

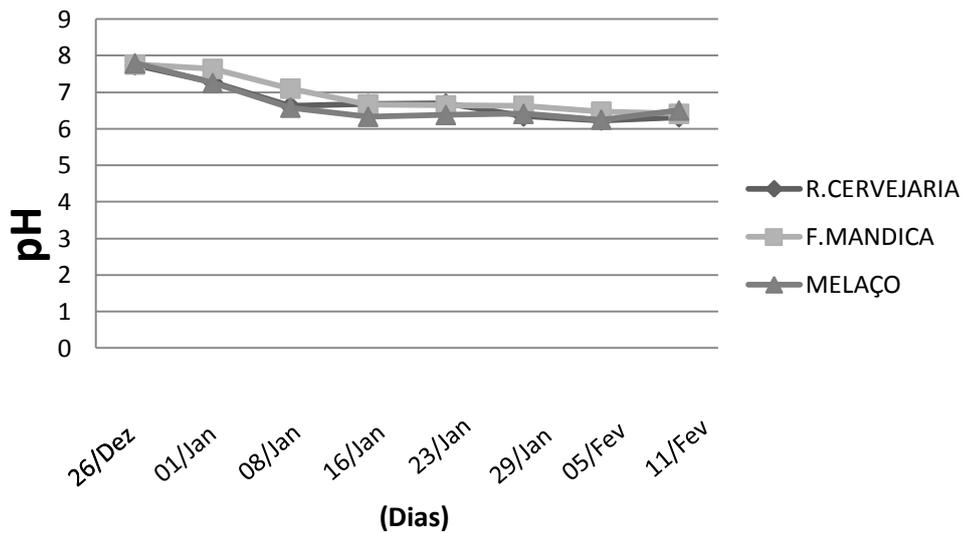


Figura 2- Médias semanais de pH para os tratamentos ao longo do período experimental.

Para as concentrações de oxigênio dissolvido foram constatadas variações muito pequenas entre os tratamentos, variando entre 5,5 e 5,9 mg/L durante todo o período experimental (Figura 3).

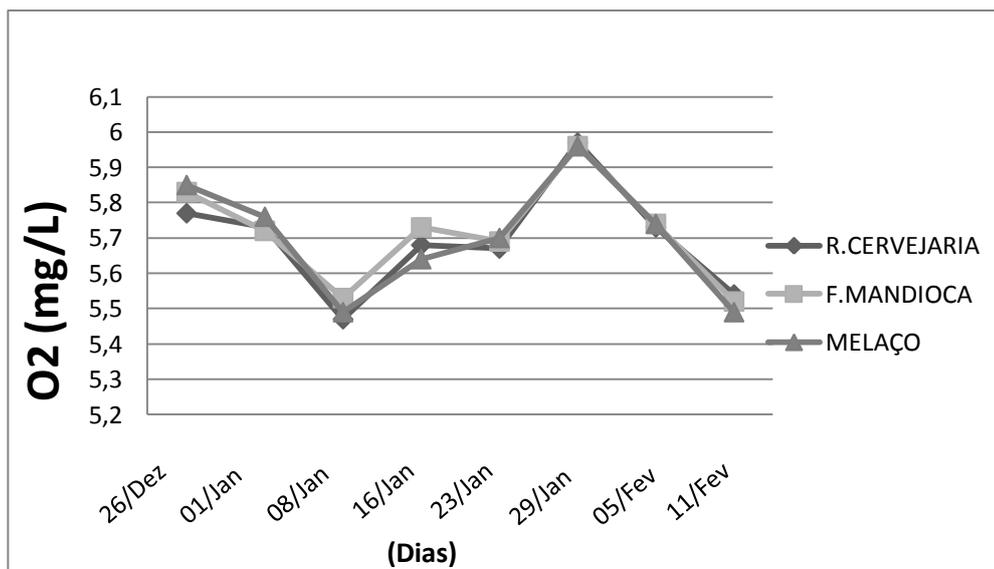


Figura 3- Médias semanais de oxigênio dissolvido (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.

A salinidade manteve-se praticamente constante durante todo o experimento numa média de 35 para todos os tratamentos, variando de 33 a 36 (Figura 4).

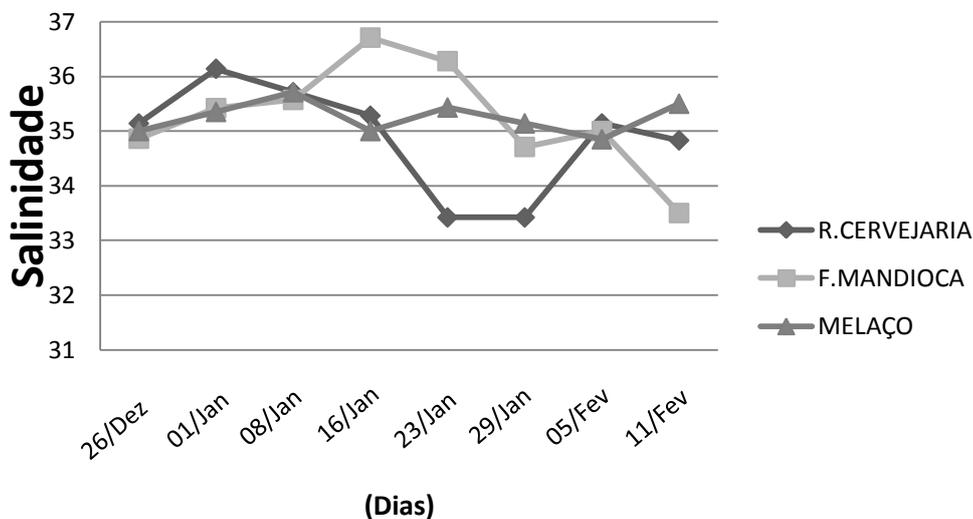


Figura 4- Médias semanais de salinidade para os tratamentos ao longo do período experimental.

As concentrações de amônia variaram de 1,8 a 6 mg/L durante todo o cultivo. Para ambos os tratamentos, a concentração de amônia foi constante durante o meio do experimento e aumentou mais para o fim do período experimental (Figura 5).

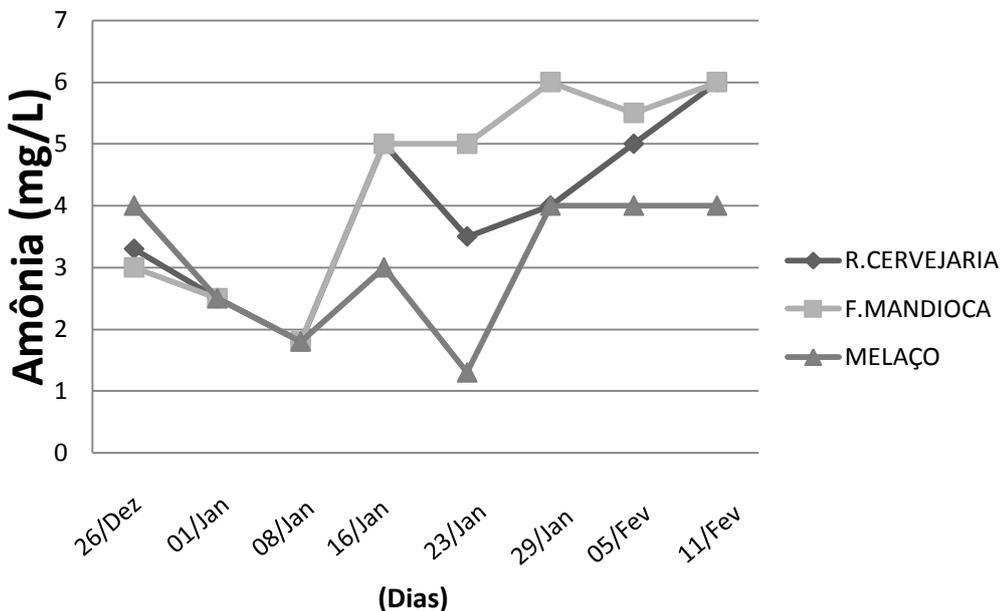


Figura 5- Médias semanais de amônia (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.

Para as concentrações de nitrito todos os tratamentos obtiveram níveis semelhantes entre 1 mg/L e 1,8 mg/L, porém ocorreram algumas variações ao longo do período

experimental, sendo verificado maior valor para esse parâmetro nos tratamentos com o resíduo de cervejaria, onde alcançaram 2,8 mg/L (Figura 6).

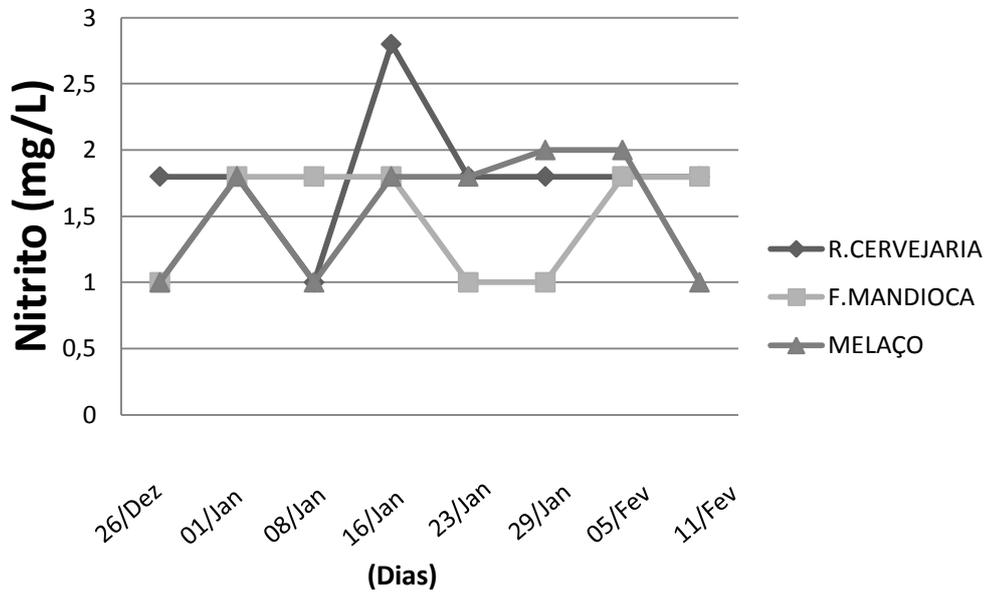


Figura 6- Valores semanais de nitrito (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.

A concentração de nitrato sofreu variações entre 1mg/L e 5mg/L durante o andamento do experimento, observando maiores valores para os tratamentos com a farinha de mandioca e melão, alcançando níveis de 5mg/L enquanto os tratamentos com resíduo de cervejaria manteve a concentração de 1mg/L durante o mesmo período de tempo (Figura 7).

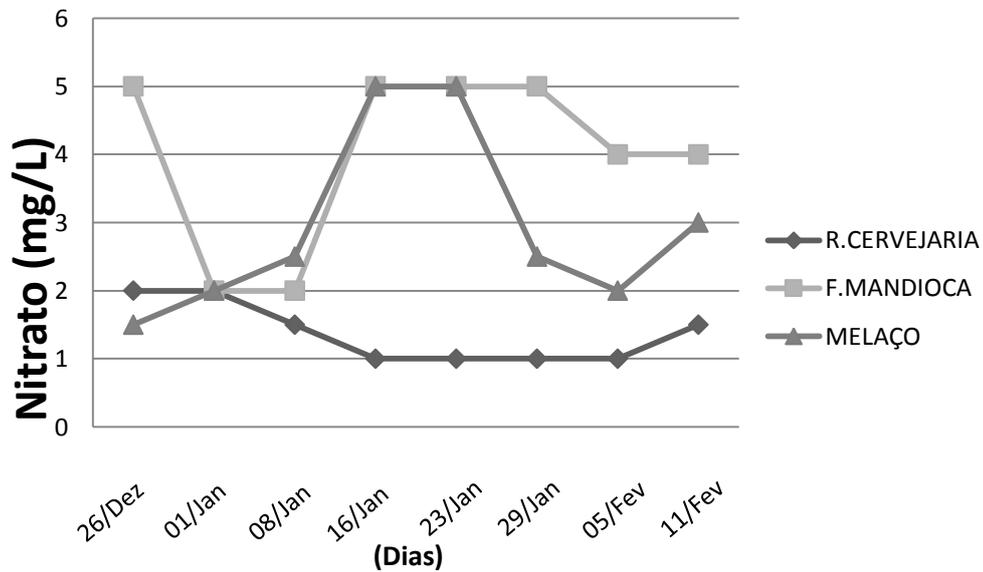


Figura 7- Valores semanais de nitrato (mg/L) para os tratamentos ao longo do período experimental.

O volumes dos flocos avaliados através do cone graduado de Inhoff, indicaram o início de formação do floco a partir da 3^a. semana experimental (Figura 8). Valores máximos foram observados na 5^a. semana, alcançando volumes de 30 e 40 mL para tratamentos fertilizados com resíduo de cervejaria e melação, respectivamente, e no tratamento com farinha de mandioca, atingiu valor máximo na 7^a. semana. Da 5^a. semana em diante constatou-se uma estabilidade no volume dos flocos.

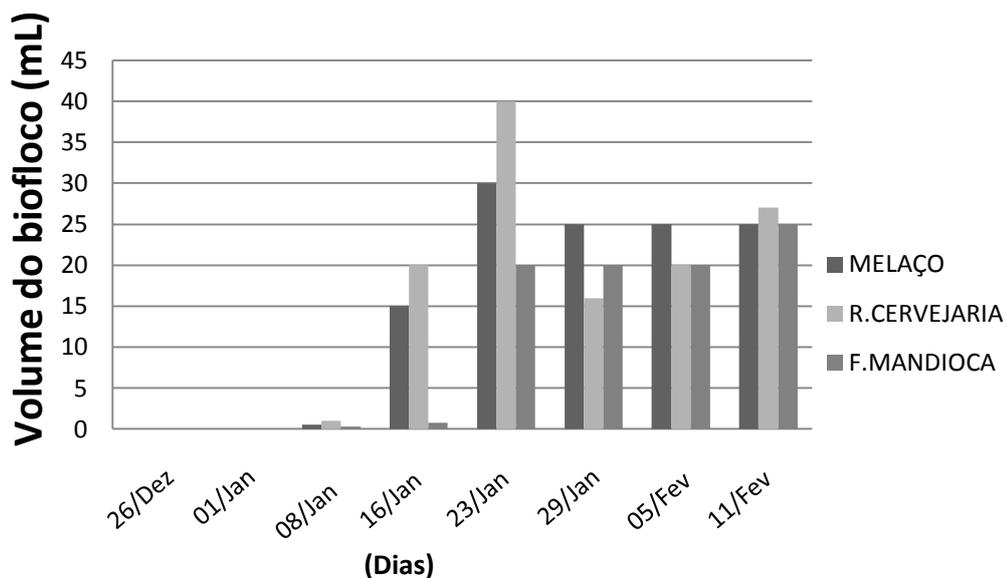


Figura 8- Valores semanais de volume do biofloc (mL) para os tratamentos ao longo do período experimental.

A transparência da água se apresentou decrescente com o decorrer do período experimental, em todos os tratamentos (Tabela 9), alcançando no início valor superior de 22 cm e inferior no final, com 9 cm, apresentando médias de 16,4, 16,6 e 14,6 cm para os tratamentos com o resíduo de cervejaria, farinha de mandioca e melação, respectivamente.

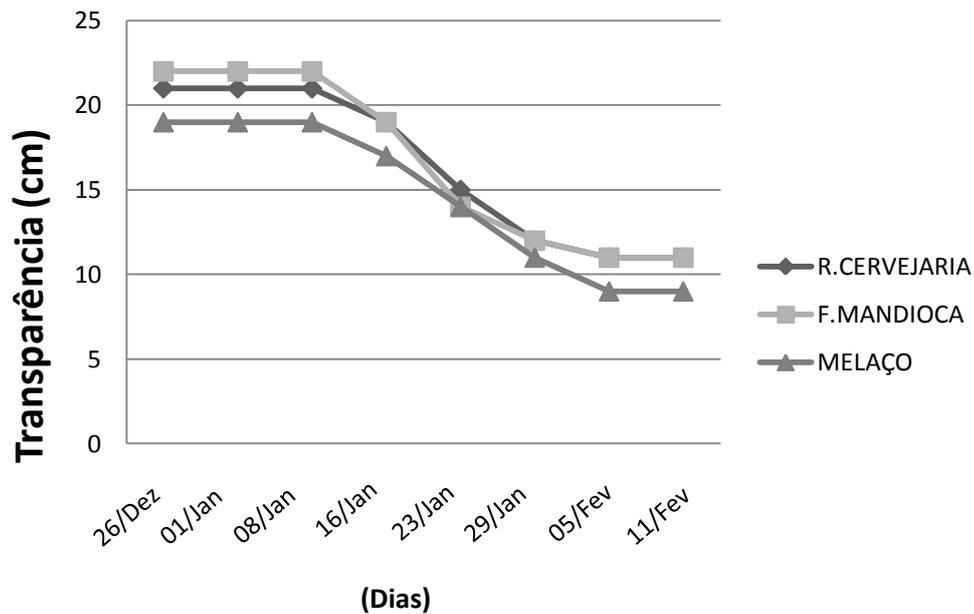


Figura 9- Valores semanais de transparência (cm) para os tratamentos ao longo do período experimental.

4.3. Análise dos microrganismos

As análises microscópicas das amostras dos dias 10/01/12, 20/01/12 e 10/02/12 dos tratamentos, demonstrou a presença de diferentes microrganismos.

A análise quantitativa apresentou um crescimento do número de células de *Tetraselmis chuii* para os tratamentos com o resíduo de cervejaria e melaço e uma quantidade decrescente para o tratamento com a farinha de mandioca (Figura 10). Entretanto, a quantidade de nematóides apresentou-se de forma crescente para os tratamentos com a farinha de mandioca e decrescente para os tratamentos com o resíduo de cervejaria, e os tratamentos com o melaço indicaram um aumento na metade do período experimental, decrescendo no final (Figura 11).

As análises qualitativas mostraram a presença de *Chlorella* sp., Ciliados, Nematódeos, *Tetraselmis chuii*, *Chaetoceros* sp e *Nitzschia* sp no meio com o melaço. Para o meio com a farinha de mandioca verificou-se a presença de nematódeos, *Tetraselmis chuii*, ciliados e cianobactérias, e no meio com o resíduo de cervejaria constatou-se a presença de nematódeos e *Tetraselmis chuii*.

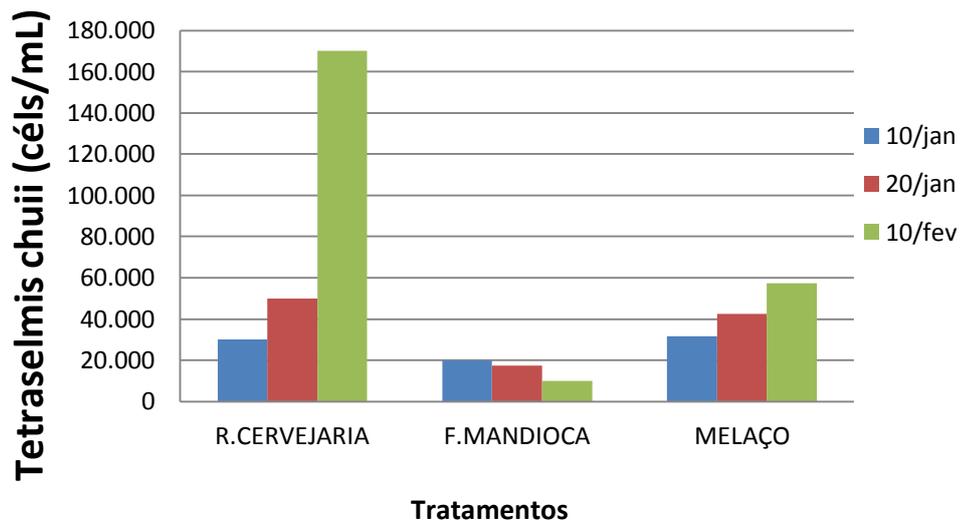


Figura 10- Quantidade de microalgas *Tetraselmis chuii* (células/mL) para os tratamentos ao longo do período experimental.

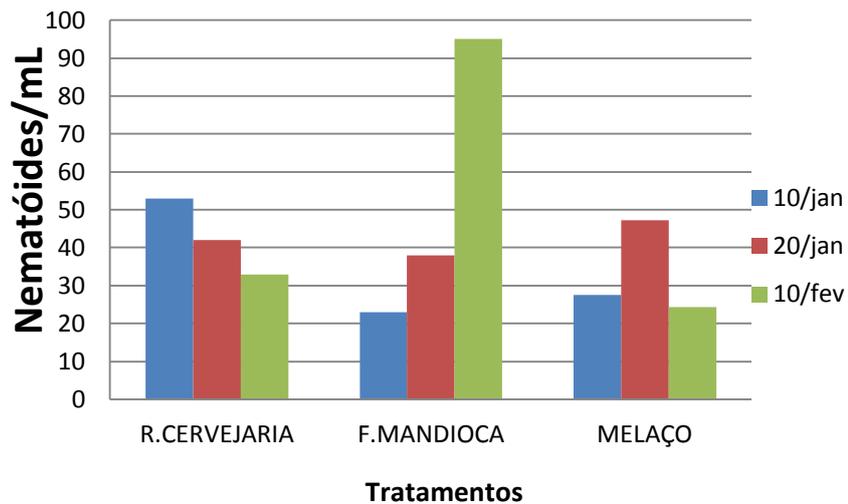


Figura 11- Quantidade de nematódeos/mL para os tratamentos ao longo do período experimental.

4.4. Análise proximal dos flocos microbianos

Na tabela 2 estão expressos os valores médios para composição proximal dos flocos formados nas matrizes para os diferentes compostos orgânicos.

Tabela 2- Composição proximal (%) dos flocos formados durante o cultivo em sistema de bioflocos com os compostos orgânicos (resíduo de cervejaria, farinha de mandioca e melação).

SUBSTRATOS	UMIDADE	LIPÍDIOS	CINZAS	PROTEÍNA
MELAÇO	18,96	1,44	46,14	14,56
F.MANDIOCA	2,29	3,09	39,4	14,1
R.CERVEJ.	5,71	4,45	45,15	20,82

4.5. Análise proximal dos animais

De acordo com a análise dos camarões (Tabela 3), os resultados mostram que não ocorreu diferença estatística para proteína bruta ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Para cinzas, foram observadas maiores médias para os tratamentos com o melação (1,58%) e para os tratamentos com a farinha de mandioca (1,35%), ambos não apresentaram diferença significativa entre si, porém os tratamentos com o melação apresentaram diferença significativa em relação aos tratamentos com o resíduo de cervejaria (1,23%) ($p=0,0132$), já estes não diferiram dos tratamentos com a farinha de mandioca, contudo, para a média das densidades não ocorreram diferença significativa entre os tratamentos com densidade de 300 e 500 camarões.m².

Os valores das médias de umidade dos tratamentos com o resíduo de cervejaria (75,85%) e com a farinha de mandioca (76,72%) não apresentaram diferença significativa entre si, mas ambos mostraram diferença significativa em relação aos tratamentos com melação (75,25%) ($p=0,0117$) os quais obtiveram menores valores para umidade (tabela 3).

Tratamentos com melação mostraram médias superiores (2,09%) para teor de lipídios em relação aos outros substratos, apresentando diferença significativa ($p=0,0001$). Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos CE300, MA300 E ME300 e o tratamento MA500 foi diferente significativamente ($p=0,0023$) dos tratamentos CE500 E ME500.

Tabela 3- Valores médios \pm desvio padrão para composição proximal (%) dos camarões *L. vannamei* nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.

Densidade	SUBSTRATO			Média
	R. Cervejaria	F. Mandioca	Melaço	
	UMIDADE (%)			
300	75,78 \pm 0,46	76,41 \pm 0,46	75,19 \pm 0,46	75,79 \pm 0,26 a
500	75,93 \pm 0,46	77,03 \pm 0,56	75,32 \pm 0,46	76,09 \pm 0,28 a
Média	75,85 \pm 0,32 A	76,72 \pm 0,36 A	75,25 \pm 0,32 B	
	LIPÍDIOS (%)			
300	1,22 \pm 0,09 Aa	1,57 \pm 0,09 Ca	2,13 \pm 0,09 Ba	1,64 \pm 0,05 a
500	1,85 \pm 0,09 Ab	1,47 \pm 0,11 Ba	2,05 \pm 0,09 Aa	1,79 \pm 0,06 a
Média	1,54 \pm 0,06 A	1,52 \pm 0,07 A	2,09 \pm 0,06 B	
	CINZAS (%)			
300	1,26 \pm 0,12	1,47 \pm 0,12	1,68 \pm 0,12	1,47 \pm 0,07 a
500	1,19 \pm 0,12	1,24 \pm 0,14	1,47 \pm 0,12	1,30 \pm 0,07 a
Média	1,23 \pm 0,08 A	1,35 \pm 0,09 AB	1,58 \pm 0,08 B	
	PROTEÍNA BRUTA (%)			
300	16,56 \pm 0,43	16,74 \pm 0,43	17,26 \pm 0,43	16,85 \pm 0,25 a
500	17,64 \pm 0,43	16,48 \pm 0,53	17,06 \pm 0,43	17,06 \pm 0,27 a
Média	17,10 \pm 0,30 A	16,51 \pm 0,34 A	17,15 \pm 0,30 A	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste Tukey a 5%

Desempenhos dos camarões

4.6. Conversão alimentar aparente

A análise dos índices zootécnicos demonstrou interação entre o substrato e densidade de estocagem em relação à conversão alimentar (Tabela 4). Os tratamentos CE300 e ME300 apresentaram taxas de conversão semelhantes entre si (1,83 e 1,75), diferindo significativamente do tratamento MA300 (2,47) ($p=0,0011$), o qual obteve maior taxa de conversão. Entre os tratamentos CE500 e ME500 (1,77 e 1,87) não ocorreu diferença estatística, apresentando diferença quando comparados com o tratamento MA500 (3,16) ($p=0,0001$).

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos CE300 e CE500 (1,83 e 1,77) e entre os tratamentos ME300 e ME500 (1,75 e 1,87). Já entre os tratamentos MA300 e MA500 (2,47 e 3,16), constatou-se diferença significativa ($p=0,0032$), com maior conversão alimentar.

As médias entre os substratos demonstraram que os tratamentos utilizando o resíduo de cervejaria (1,80) e os tratamentos utilizando o melaço (1,81), apresentaram melhores médias de taxa de conversão alimentar aparente, não diferindo entre si, mas apresentando significativa diferença ($p=0,0001$) em relação aos tratamentos que utilizaram a farinha de mandioca (2,82) como composto orgânico. Comparando as médias entre tratamentos de diferentes densidades, verificou-se uma diferença significativa entre as densidades de 300 e de 500 camarões.m² ($p=0,0289$), sendo que os tratamentos de 300 camarões.m² apresentaram melhor conversão alimentar.

Tabela 4- Valores médios \pm desvio padrão de fator de conversão alimentar dos camarões *L. vannamei* nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.

Densidade	SUBSTRATO			Média
	R. Cervejaria	F. Mandioca	Melaço	
	CONVERSÃO ALIMENTAR			
300	1,83 \pm 0,12 Aa	2,47 \pm 0,12 Ba	1,75 \pm 0,12 Aa	2,02 \pm 0,07 a
500	1,77 \pm 0,12 Aa	3,16 \pm 0,14 Bb	1,87 \pm 0,12 Aa	2,27 \pm 0,07 b
Média	1,80 \pm 0,08 A	2,82 \pm 0,09 B	1,81 \pm 0,08 A	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste Tukey a 5%

4.7. Ganho de peso

O ganho de peso dos camarões dos tratamentos com o resíduo de cervejaria foi superior, quando comparado aos tratamentos que utilizaram os outros dois compostos orgânicos, obtendo melhores médias (5,05g), apresentando diferença significativa em relação às médias dos tratamentos com farinha de mandioca (3,46g) ($p=0,0001$) e com o melaço (3,93g) ($p=0,0006$), os quais não apresentaram diferenças entre si, apesar dos tratamentos com melaço demonstrarem uma média um pouco melhor que os tratamentos com a farinha de mandioca (Tabela 5). Nos tratamentos de diferentes densidades, houve diferença significativa entre as médias das duas densidades ($p=0,0166$), onde os tratamentos envolvendo densidade de 300 camarões.m². demonstraram melhor desempenho em relação aos de 500 camarões.m².

4.8. Sobrevivência

As médias das taxas de sobrevivências foram significativamente maiores para os tratamentos com resíduo de cervejaria (81,93%) ($p=0,0103$) e com melaço (82,24%) ($p=0,0083$) em relação aos tratamentos com a farinha de mandioca (74,13%). Entretanto, as médias das taxas de sobrevivência para as densidades de 300 e 500 camarões.m², não apresentaram diferença significativa ($p=0,6744$) (Tabela 5).

4.9. Peso médio final

O melhor peso médio final foi observado nos tratamentos com resíduo de cervejaria (5,74g), que apresentou diferença significativa em relação às médias dos tratamentos com outros compostos orgânicos ($p=0,0001$), porém estes não apresentaram diferença significativa entre si, embora o tratamento com melão (4,60g) tenha demonstrado média um pouco maior que os tratamentos com farinha de mandioca (4,18g). Com o aumento da densidade ocorreu uma redução no peso médio final, onde foi observada uma melhor média nos tratamentos com densidades de 300 camarões.m², quando comparado com os de 500 camarões.m², resultando em diferença significativa ($p=0,0173$) (Tabela 5).

4.10. Biomassa final

Ao final do cultivo foi obtida uma maior média final de biomassa para os tratamentos que utilizaram o resíduo de cervejaria (427,36g), sendo significativamente diferente dos tratamentos com a farinha de mandioca (278,27g) ($p=0,0001$) e com o melão (345,12g) ($p=0,0039$), e estes diferentes entre si ($p=0,0177$), sendo os tratamentos com farinha de mandioca com média inferior aos tratamentos com o melão. Observou-se diferença significativa entre as médias dos tratamentos com diferentes densidades ($p=0,0001$), constatando-se uma maior média de biomassa final para os tratamentos com densidades de 500 camarões.m² (Tabela 5).

Tabela 5- Valores médios \pm desvio padrão para ganho de peso, sobrevivência, peso médio final e biomassa final dos camarões *L. vannamei* nos diferentes tratamentos em cultivo em meio ao bioflocos.

Densidade	SUBSTRATO			Média
	R. Cervejaria	F. Mandioca	Melaço	
	GANHO DE PESO (g)			
300	5,52 \pm 0,24	3,67 \pm 0,24	4,11 \pm 0,24	4,43 \pm 0,14 a
500	4,57 \pm 0,24	3,26 \pm 0,29	3,75 \pm 0,24	3,86 \pm 0,15 b
Média	5,05 \pm 0,17 A	3,46 \pm 0,19 B	3,93 \pm 0,17 B	
	SOBREVIVÊNCIA (%)			
300	79,23 \pm 2,38	78,26 \pm 2,38	82,13 \pm 2,38	79,87 \pm 1,37 a
500	84,64 \pm 2,38	70,00 \pm 2,92	82,35 \pm 2,38	79,00 \pm 1,48 a
Média	81,93 \pm 1,68 A	74,13 \pm 1,88 B	82,24 \pm 1,68 A	
	PESO FINAL (g)			
300	6,20 \pm 0,23	4,38 \pm 0,23	4,78 \pm 0,23	5,12 \pm 0,13 a
500	5,29 \pm 0,23	3,98 \pm 0,29	4,42 \pm 0,23	4,56 \pm 0,14 b
Média	5,74 \pm 0,16 A	4,18 \pm 0,18 B	4,60 \pm 0,16 B	
	BIOMASSA FINAL (g)			
300	339,20 \pm 22,63	236,54 \pm 22,63	270,72 \pm 22,63	282,15 \pm 13,06 a
500	515,52 \pm 22,63	320,00 \pm 27,72	419,52 \pm 22,63	418,35 \pm 14,11 b
Média	427,36 \pm 16,00 A	278,27 \pm 17,89 C	345,12 \pm 16,00 B	

¹Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas diferem pelo teste Tukey a 5%

5. DISCUSSÃO

O controle da qualidade da água é essencial para a produção de animais aquáticos, sendo realizado através do monitoramento de alguns parâmetros físicos e químicos da água. As condições da água interferem diretamente sobre o rendimento dos animais (MCINTOSH et al., 2000).

Sistemas intensivos de criação de camarões resultam em eliminação de alta quantidade de compostos tóxicos. Na busca pela sustentabilidade da produção e por uma maior biossegurança, sistemas sem troca de água foram desenvolvidos (BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006).

Uma das variáveis mais importantes para aquicultura é a temperatura, que pode afetar negativamente os animais, quando estes se encontram em condições fora das ideais ou, também, possibilitar um crescimento satisfatório do camarão, podendo às vezes acelerar seu desenvolvimento.

Segundo Ponce-Palafox et al. (1997), a faixa ideal de temperatura para a espécie *L. vannamei* estaria entre 25 a 30°C. A temperatura média para os tratamentos nesse estudo demonstrou estar dentro dos valores normais para o cultivo da espécie *L. vannamei*, conforme Samocha et al. (2007) e Ponce-Palafox et al. (1997). Contudo, durante o período experimental a temperatura das unidades experimentais alcançou valores acima de 30°C, podendo atribuir ao forte calor do verão, época em que o experimento foi executado.

Oxigênio dissolvido é a variável mais importante para a sobrevivência dos camarões e está diretamente relacionado à temperatura, pois quanto maior a temperatura da água, menor será a quantidade de oxigênio dissolvido (BARBIERI et al., 2002). Com o aumento da fertilização com compostos ricos em carbono é necessário que a quantidade de oxigênio dissolvido seja alta para atender às exigências da comunidade microbiana, desse modo, a faixa de oxigênio entre 5,5 e 5,9 mg/L verificada nos tratamentos desse experimento foi satisfatória, de acordo com Boyd (2002) e Velasco (2001), que indicam uma faixa de 6 a 9 mg/L para *L. vannamei*.

A salinidade variou pouco em todos os tratamentos, permanecendo entre 33 e 35 e a ocorrência de pequenas elevações foi devido ao processo de evaporação dos tanques. Por ser o camarão branco uma espécie bem tolerante às diversas condições, este consegue se manter em ambientes com variações de salinidade de 0,5 a 40 (BRAY et al., 1994; SAOUD et al., 2003). Decamp et al. (2003), relataram um melhor ganho de peso dos camarões da espécie *L. vannamei* na salinidade de 36 em sistema heterotrófico, verificando-se assim, que a salinidade nesse estudo foi adequada para o cultivo dessa espécie.

Van Wyk (2002) afirmou que a faixa de pH considerada adequada para o cultivo de *L. vannamei* encontra-se entre 7,0 a 9,0. Segundo Boyd (2001), a faixa de pH abaixo de 7 prejudicaria o crescimento do *L. vannamei* em sistemas sem renovação de água, entretanto, para um crescimento ideal dos camarões o pH deve estar entre 6 a 9. No presente estudo, o pH médio dos tratamentos variou entre 6,4 e 7,8, que é uma faixa considerada normal para o cultivo (BOYD, 2002). Entretanto ocorreu queda de pH do meio ao final do período experimental, mas isto não demonstrou ser prejudicial ao desenvolvimento dos camarões em todos os tratamentos, pois esta pode ser devido à intensa respiração dos organismos heterotróficos no sistema de bioflocos (WASIELESKY et al., 2006). Essa diminuição do pH pode ser atribuída também à alta densidade de estocagem de 300 e 500 camarões.m², ato observado por Decamp et al. (2007), que registrou queda no pH em alta densidade (50 - 100 camarões. M²) por ser a entrada de alimentos maior, ocasionando um acúmulo de material orgânico e metabólitos nesse sistema.

Segundo McIntosh et al. (2000), atualmente grandes fazendas de carcinicultura precisam ter alta produtividade, sem causar danos ao meio ambiente, melhorando a qualidade de seus efluentes e, ao mesmo tempo, reduzindo sua descarga. O mesmo autor sugere que o sistema com limitada troca de água é uma alternativa bastante viável no momento, para atender a essas exigências.

Resíduos tóxicos, resultado da intensificação do cultivo, como a amônia e o nitrito, tornam-se uma das principais dificuldades para a busca de um ambiente adequado, em relação à qualidade de água para os animais (AVNIMELECH, 1999).

De acordo com Avnimelech (1999), a retirada da amônia com a adição de compostos ricos em carbono, através de sua assimilação por bactérias, é uma forma de reduzir eficientemente sua concentração em cultivos intensivos. Esse fato foi confirmado em estudos experimentais, onde níveis de amônia e nitrito diminuíram após a adição desses compostos (HARI et al., 2004).

Hargreaves (2006) alega que a retirada da amônia tóxica pela comunidade microbiana formada, seria mais eficiente que a nitrificação, por ocorrer de forma mais rápida. A comunidade microbiana, além de assimilar eficientemente compostos nitrogenados tóxicos, mostra-se como uma ótima fonte de proteína para os camarões (BURFORD et al., 2004).

Em todos os tratamentos, a concentração de amônia foi constante durante o experimento, aumentando no final, mas verificou-se alta sobrevivência e bom crescimento dos camarões nos tratamentos. Os níveis altos de amônia pode ser consequência de restos de ração não consumida, alta biomassa e acúmulo de matéria orgânica (BOYD, 1992). Moss et al. (2002) obtiveram valores de amônia acima de 15 mg/L no 16º. dia com camarões peneídeos, mas sem afetar negativamente os animais.

Os valores obtidos nesse trabalho para nitrito (1 – 1,8mg/L) são considerados adequados para a espécie, segundo Lin & Chen (2003), os quais alegam valores satisfatórios em até 25mg/L. Em determinados momentos do estudo alcançou-se a concentração máxima de 2,8 mg/L, isto pode ser devido à crescente quantidade de ração empregada e comunidade de bactérias nitrificantes ainda em formação. Portanto, os animais desse estudo poderiam ter atingido maiores valores para os parâmetros zootécnicos, caso os níveis de nitrito estivessem em concentração mais baixa.

Apesar dos altos valores para amônia em determinados períodos, observou-se uma rápida diminuição desses valores algumas horas após a adição dos compostos orgânicos na água de cultivo. Avnimelech (1999) constatou experimentalmente, que em cerca de duas horas a quantidade de amônia diminuiu quase que totalmente do ambiente, após a adição de melão.

Já o nitrato é o composto nitrogenado, que apresenta menor efeito negativo, pois este só torna-se tóxico em concentrações acima de 60mg/L de acordo com Nunes et al. (2005). No presente estudo, registrou-se níveis de nitrato entre 1 e 5mg/L, conferindo aos tratamentos com a farinha de mandioca e melão, maiores valores quando comparado aos tratamentos com o resíduo de cervejaria, sugerindo uma melhor conversão do nitrito à nitrato. Desse modo, os valores desse estudo encontraram-se em conformidade com Boyd (2000), que cita como faixa aceitável para nitrato seria entre 0,2 a 10 mg/L.

A formação de flocos microbianos ocorreu de forma lenta, como visto nesse estudo, indicando que somente a partir da 4ª. semana, teve início a formação de uma comunidade microbiana consistente. Valores para volume de flocos encontrados nesse trabalho, entre 20 e 40 mg/L podem ser considerados satisfatórios, pois confirmou-se o papel das bactérias heterotróficas na formação destes aglomerados microbianos. Avnimelech (2007) e Schweitzer

et al (2008) relataram, volumes altos de flocos, entre 30 e 80 mg/L, respectivamente, em experimentos com tilápias e camarões.

Em relação à transparência da água desse estudo, obteve-se valores superiores no início, confirmando a formação lenta do bioflocos, e somente a partir da 4^a. semana ocorreu o aumento significativo da turbidez da água, que foi proporcional ao desenvolvimento da comunidade microbiana heterotrófica.

McIntosh et al. (2000) e Ballester et al. (2010), verificaram variações semelhantes de transparência em seus trabalhos, utilizando as espécies *L. vannamei* e *F. paulensis*, respectivamente, comprovando o aumento de turbidez em consequência da produtividade natural.

A taxa de conversão alimentar mostra-se de extrema importância para criação de animais, especialmente para cultivos de organismos aquáticos, os quais possuem alta demanda por rações altamente proteicas, o que acarreta em altos custos para o produtor. Diversos autores confirmam uma melhoria no ganho de peso, crescimento, sobrevivência e conversão alimentar através do consumo de flocos microbianos (WASIELESKY et al., 2006; MOSS e MOSS, 2004), esse fato se explica pela qualidade do alimento natural, ou seja, macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, esteróis, aminoácidos e ácidos graxos (THOMPSON et al., 2002; MOSS et al., 2006).

Densidades elevadas podem resultar em piores índices de desempenho, como observado por Decamp et al. (2007), que obtiveram resultados inferiores de peso final, sobrevivência, ganho de peso e pior conversão alimentar para *L. vannamei* em alta densidade (100 camarões/m²), quando comparado com animais em densidade menor (50 camarões/m²) em sistema heterotrófico.

Este trabalho demonstrou que taxas de conversão alimentar aparente para tratamentos de densidades de 300 e 500 camarões.m² com resíduo de cervejaria e melão como substrato, apresentaram melhores taxas em relação ao tratamento com a farinha de mandioca de mesma densidade. Foram observadas melhores médias de conversão para os tratamentos de menores densidades, provavelmente por ocorrer uma menor competição por alimento e espaço, fatores comumente associados à alta densidade de estocagem (ARNOLD et al. 2006).

No presente estudo, as piores taxas de conversão foram verificadas para os tratamentos com a farinha de mandioca, sendo os únicos com interferência da densidade, fato que pode ser explicado por menores taxas de sobrevivência nestes tratamentos, acarretando em uma biomassa inferior, elevando assim, as taxas de conversão. Silva et al. (2009) alegaram que a alta conversão alimentar encontrada em um dos tratamentos com *L. vannamei* foi em razão da baixa sobrevivência e biomassa final.

Segundo Ballester et al. (2010), microrganismos são muito importantes na aquicultura, reciclando nutrientes, fornecendo alimento aos animais e sendo responsáveis pela produção primária no ambiente de cultivo.

Flocos bacterianos possuem alto teor de proteína e outros nutrientes importantes para camarões (JORY, 2001; TACON et al., 2002), além de apresentarem vitaminas, minerais, conteúdo lipídico e enzimas importantes na digestão (SILVA et al., 2008; THOMPSON et al., 2002).

Protozoários são predadores de bactérias, algas, fungos e, também, são fontes de alimentos para larvas de peixes e camarões, sintetizam ácidos graxos poliinsaturados (NAGANO & DECAMP, 2004; ZHUKOVA & KHARLAMENKO, 1999). De acordo com Olvera-nova et al. (1998), microalgas também fornecem ácidos graxos poliinsaturados para camarões, melhorando a qualidade dos flocos.

Wasielesky et al (2006) recomendam a criação de camarões peneídeos em sistemas que trabalham com cultivos em meio ao bioflocos devido à produtividade natural originada nesse cultivo. Burford et al. (2004) comprovaram a alimentação e assimilação de componentes nutricionais importantes pelo camarão branco do Pacífico, *L. vannamei*, provenientes dos flocos microbianos.

A conversão alimentar, ganho de peso e peso final dos animais no presente estudo, confirmam a qualidade nutricional dos flocos microbianos, visto que, estes possuem microalgas, protozoários, nematóides e cianobactérias e, sabe-se que microrganismos em viveiros são presas naturais para camarões.

Os resultados de conversão alimentar aparente do presente estudo são semelhantes aos registrados por Samocha et al (2007), que avaliaram o melaço como fonte de carbono em sistema heterotrófico com a espécie *L. vannamei*. Esses dados quando comparados com Baloi et al. (2012) e Mcintosh et al. (2000) demonstraram valores superiores para a conversão alimentar, pois esses autores verificaram índices entre 1,9 - 2,6 e 2,15 - 2,19 respectivamente, utilizando a mesma espécie.

Foram observadas melhores taxas de conversão alimentar aparente para os tratamentos que tinham como substratos o melaço e o resíduo de cervejaria, fato este que pode ser associado ao consumo dos flocos microbianos pelos camarões, os quais mostraram preferência aos nematóides, que diminuíram consideravelmente suas quantidades durante o período experimental.

Os nematóides apresentaram-se em maior número no início do período experimental, no cultivo em meio ao resíduo de cervejaria e em menor quantidade em meio ao melaço como composto orgânico. Desse modo, infere-se que esses organismos encontraram no meio com resíduo de cervejaria, condições favoráveis para um rápido crescimento.

No presente estudo foi registrado o aparecimento de grande número de nematóides nos primeiros 20 dias, estando presente durante todo o período experimental. Ballester et al. (2010) verificaram que esses organismos apareceram somente a partir de um mês de cultivo em sistema de bioflocos, com a adição de melaço e utilizando a espécie *Farfantepenaeus paulensis*.

Através da análise bromatológica em nematóides foram encontradas valores satisfatórios de proteína, lipídio e carboidrato, sendo de 48,3%, 17,3% e 31,3% respectivamente (BIEDENBACH et al., 1989; FOCKEN et al., 2006). Estes valores comprovam, um alto valor nutricional desses organismos para alimentação de camarões.

Mcintosh et al. (2000) estudando o sistema sem renovação de água com *L. vannamei*, registraram pesos médios finais entre 11,7 e 12,2 g para esta espécie em 14 semanas e com peso inicial de 1,69 g. Desse modo, os resultados para ganhos de peso e pesos finais no presente estudo apresentam-se próximos a estes, tendo como diferença somente o tempo e pesos iniciais menores, de 8 semanas e 0,7 g, respectivamente. Wasielesky et al. (2006) encontraram valores para ganho de peso um pouco superiores (3,61 g) em 20 dias, utilizando animais com pesos iniciais de 1,82 g e densidade de 300 camarões.m⁻².

Com os dados obtidos nesse trabalho, observam-se ganhos de peso satisfatórios em todos os tratamentos, porém os tratamentos com o resíduo de cervejaria registraram melhores médias, fato explicado provavelmente pela ação predatória dos flocos pelos camarões, sendo superior nestes tratamentos. Portanto, o resíduo de cervejaria possivelmente foi o meio em que os nematóides se desenvolveram melhor, possuindo desse modo, maiores conteúdos proteicos, lipídico e energético, níveis estes que irão variar dependendo da qualidade do substrato empregado no cultivo (BIEDENBACH et al., 1989; FOCKEN et al., 2006).

Os tratamentos com o resíduo de cervejaria e o melaço apresentaram melhores índices de conversão alimentar, refletindo em maiores ganhos de peso e, desse modo, maiores pesos finais. Contudo, mesmo com um maior índice de conversão alimentar, os tratamentos com a farinha de mandioca mostraram valores satisfatórios de crescimento, com ganhos de peso um pouco inferiores em relação aos tratamentos com melaço. Assim sendo, conclui-se que os animais desses tratamentos exerceram fraca pressão predatória sobre os flocos microbianos, tendo crescimento devido à ração fornecida e, possivelmente também aos flocos, entretanto em menor quantidade. Tal fato foi confirmado pelo crescimento mais acelerado dos camarões.

Provavelmente os nematóides foram as principais presas alimentares dos camarões, mas nos resultados desse estudo, a presença em grande número de microalgas, clorofíceas e diatomáceas, forneceram excelentes nutrientes essenciais aos camarões, melhorando a conversão alimentar e ganho de peso. Segundo Nunes (1997), nematóides, bactérias, ciliados e diatomáceas são organismos bem atrativos para camarões peneídeos, fornecendo alto valor nutricional. Entretanto maiores taxas de crescimento de camarões *F. paulensis* foi devido ao consumo de nematóides presentes no ambiente de cultivo (PISSETI 2005). O meio heterotrófico permitiu excelente desenvolvimento e alta sobrevivência de camarões, relatados em diversos estudos (BALOI et al., 2013; WASIELESKY et al., 2006).

A alta densidade utilizada nesse experimento não acarretou em baixa sobrevivência, comprovando a eficiência do cultivo em meio ao bioflocos. Os tratamentos contendo o resíduo de cervejaria e melaço como fonte de carbono foram favoráveis ao desenvolvimento dos animais, apresentando sobrevivências superiores, quando comparados aos tratamentos com a farinha de mandioca. Isto possivelmente foi ocasionado por níveis elevados de amônia em determinados momentos nos tratamentos com farinha de mandioca, afetando os animais contidos nesse meio. Elevadas concentrações de amônia afetam o desenvolvimento dos animais, podendo causar até mortalidade desses camarões (LIN & CHEN, 2003; LI et al., 2007).

Valores de sobrevivência encontrados no presente trabalho (74-82%) corroboram com taxas verificadas por Otoshi et al. (2007), que utilizando densidades de 200 e 400 camarões/m² obtiveram 80,9 e 73,3%, respectivamente, e também por Krummenauer et al. (2011), relatando 81 e 75% em densidades de 300 e 450 camarões/m², respectivamente. Estes autores atribuem valores inferiores de sobrevivência à alta densidade nos tanques, entretanto isso não ocorreu no presente trabalho.

As biomassas finais registradas nesse trabalho apontaram valores superiores para os tratamentos com o resíduo de cervejaria, seguido dos tratamentos com o melaço, isto provavelmente ocorreu devido às maiores sobrevivências e ganhos de peso dos animais destes tratamentos em relação aos tratamentos com a farinha de mandioca que obtiveram valores inferiores.

Nesse estudo foram alcançadas para os tratamentos com o resíduo de cervejaria, melaço e farinha de mandioca, produtividades de 1,86 kg/m², 1,50kg/m² e 1,21kg/m², respectivamente. Wasielesky et al. (2006) verificaram valores de produtividade semelhantes ao presente estudo, mas com uma duração menor, porém o peso inicial foi superior quando comparado a esse estudo. Já Krummenauer et al. (2011), utilizando as mesmas densidades do presente trabalho, relataram valores um pouco superiores de produtividade, que pode ser explicado pela maior duração do experimento, alcançando assim, pesos finais superiores.

Em relação à qualidade nutricional dos flocos, as análises constataram maiores valores para o conteúdo proteico do meio de cultivo, que utilizou o resíduo de cervejaria como composto orgânico, provavelmente devido às microalgas e nematóides, presentes nos flocos

de todos os tratamentos, os quais alcançaram um melhor desenvolvimento no meio com o resíduo de cervejaria.

Os teores de proteína bruta para o bioflocos encontrados no presente estudo estiveram abaixo dos relatados por McIntosh et al. (2000) e Wasielesky et al. (2006), porém o essencial para os animais está relacionado com a digestibilidade e qualidade dessa proteína (D'ABRAMO et al., 1997) e, além disso, os flocos colaboraram somente como um complemento alimentar, não podendo ser o único tipo de alimento para os camarões, devido à alta exigência proteica.

O teor lipídico obtido para o floco microbiano nesse trabalho apresentou-se bem acima daqueles relatados por Emerenciano et al. (2007) e Wasielesky et al. (2006), com 0,47% e 0,49%, respectivamente. Esse teor demonstrou grande variação entre os meios testados, conferindo aos flocos originados pelo resíduo de cervejaria, uma maior quantidade lipídica, provavelmente por ter sido o meio mais favorável ao crescimento das microalgas e dos nematódeos, os quais fornecem lipídios além de proteína.

Silva et al. (2008) observaram que nematóides, juntamente com as diatomáceas, são responsáveis pela maior parte das proteínas e dos lipídios que compõe o biofilme. A maior quantidade de microalgas (170.000 células/ mL) nos tratamentos com o resíduo de cervejaria indicou uma menor pressão de predação sobre as mesmas, contribuindo para um aumento no teor lipídico destes flocos (4,45%).

Foi observado no presente estudo, que a quantidade de microalgas foi inferior nos flocos com a farinha de mandioca (10.000 células/mL), porém a quantidade de nematódeos mostrou-se bem acima dos demais tratamentos (95 indivíduos/mL), sugerindo que os animais deste meio não predaram bastante o floco, possibilitando uma quantidade grande de lipídios (3,09%).

A boa quantidade, porém menor de lipídios (1,44%) dos flocos de melação, pode ser explicada pela maior diversidade de microalgas diatomáceas e cianobactérias, que possivelmente foi mais predada no início, e os nematóides um pouco menos.

Os níveis elevados para cinzas do bioflocos foram relatados por Wasielesky et al. (2006) e Emerenciano et al. (2012), corroborando os valores encontrados no presente estudo, comprovando que os flocos microbianos fornecem composição mineral bastante enriquecida.

Os resultados de composição proximal dos animais utilizados no experimento indicaram que os animais em meio ao melação apresentaram teor de cinzas um pouco acima, quando comparado aos outros tratamentos, permitindo uma maior deposição de minerais na carne dos animais, possivelmente devido a uma maior disponibilidade de minerais que o meio forneceu aos animais dos tratamentos com melação. De acordo com Furuya et al. (2006), diferenças entre valores de composição dos camarões dependem do tipo e disponibilidade do alimento ingeridos. O teor de umidade dos animais experimentais apresentaram conformidade com valores verificados por Araujo et al. (2012) para *L. vannamei* e por Santos et al. (2007) para o camarão da malásia, *Macrobrachium rosenbergii*. Furuya et al. (2006) e Araujo et al. (2012) relataram valores semelhantes ao do presente trabalho, para teor de cinzas em estudos com camarão de água doce e camarão de água salgada, respectivamente. Kuhn et al. (2007), afirmam que valores abaixo do ideal para minerais podem causar mortalidade dos camarões.

Os animais em meio ao melação apresentaram teor de lipídio na carne um pouco acima em relação aos outros tratamentos, fato que pode ser atribuído ao grande percentual lipídico nos flocos microbianos, conferindo uma boa assimilação deste elemento pelos camarões, o mesmo ocorrendo entre os tratamentos com o resíduo de cervejaria, onde tratamentos de densidade de 500 camarões/m² alcançaram maiores valores, indicando melhor aproveitamento lipídico.

Furuya et al. (2006) analisando a carne de *Macrobrachium amazonicum* capturados encontraram um teor de 1,50% de lipídios para esta espécie e Sriket et al. (2007) revelaram para *L. vannamei*, obtidos de fazendas, um percentual de 1,30%, valores estes abaixo dos encontrados no presente estudo.

O bom desempenho dos animais deste estudo confirma os benefícios oriundos da produtividade natural formada pelo sistema de bioflocos utilizados como complemento alimentar, onde todos os tratamentos forneceram condições favoráveis ao desenvolvimento dos camarões da espécie *L. vannamei*.

6. Conclusões e considerações finais

O resíduo de cervejaria apresentou melhores índices zootécnicos, comprovando que este composto pode ser largamente utilizado como fonte de carboidrato para os sistemas sem renovação de água, assim como o melaço.

O melaço tem seu uso bem estabelecido, entretanto o resíduo de cervejaria demonstrou ser um composto excelente para a formação do bioflocos, embora necessite de maiores cuidados no seu manejo quanto à qualidade de água.

A vantagem da utilização do resíduo de cervejaria para o produtor seria a diminuição dos custos por ser um produto barato e de fácil obtenção, geralmente descartado pela indústria cervejeira.

Os resultados favoráveis ao emprego do resíduo de cervejaria, sugerem a realização de estudos com maior duração, para melhores observações dos animais, da qualidade da água, da comunidade microbiana e, também, da produção em maior escala, para confirmar o benefício do sistema para o produtor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. **História da carcinicultura no Brasil**. 2011. Disponível em <<http://www.abccam.com.br>> acesso em: 10 Jan. 2012.
- ARAUJO, D. F. S.; SILVESTRE, D. D.; DAMASCENO, K. S. F. S. C. D.; PEDROSA, L. F. C.; SEABRAL, L. M. J. Composição centesimal e teor de colesterol do camarão branco do Pacífico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.6, p.1130-1133, 2012.
- ARNOLD, S. J.; SELLARS, M. J.; CROCOS, P. J.; COMAN, G. J. An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*). **Aquaculture**, v. 256, p.174-179, 2006.
- AVNIMELECH, Y.; MOKADY, S. Protein biosynthesis in circulated ponds. In: **The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture Proceedings** (ed. by R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai & J.L. Maclean). Department of Fisheries of Thailand and ICLARM, Manila, Philippines, pp 301-309, 1988.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, n. 3/4, p. 227- 235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. **Aquaculture**, v.264, p.140-147, 2007.
- BALLESTER, E. L. C.; ABREU, P. C.; CAVALLI, R. O.; EMERENCIANO, M.; ABREU, L.; WASIELESKY, W. Effect of practical diets with diferente protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p. 163-172, 2010.
- BALOI, M.; ARANTES, R.; SCHVEITZER, R.; MAGNOTTIC, C.; VINATEA, L. Performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* raised in biofloc systems with varying levels of light exposure. **Aquacultural Engineering**, v.52, p.39-54, 2013.
- BARBIERI JÚNIOR, R.C.; OSTRENSKY NETO, A. **Camarões Marinho – Engorda**. Viçosa – MG: Aprenda Fácil Editora, 351p. 2002.
- BIEDENBACH, J. M., SMITH, L. L., THOMSEN, T. K. & LAWRENCE. A. L. Use of the Nematode *Panagrellus redivivus* as an *Artemia* replacement in a larval penaeid diet. **Journal World Aquaculture Society**, v.20, p.61-71, 1989.
- BOYD, C. E.; TEICHERT-CODDINGTON, D. Relationship between wind speed and reaeration in small aquaculture ponds. **Aquacultural Engineering**, v. 11, p. 121-131, 1992.
- BOYD, C.E. **Manejo da Qualidade de Água na Aqüicultura e no cultivo do Camarão Marinho**. Tradução: Josemar Rodrigues, 2000. 157p.
- BOYD, C. E. Manejo da qualidade de água na aqüicultura e no cultivo do camarão marinho. Tradução Josemar Rodrigues. **Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC)**. Recife, 2001.

BOYD, C. E.; CLAY, J. W. **Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Super intensive Shrimp Aquaculture System.** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium. p. 17, 2002.

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

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. L.; LEUNG-TRUJILLO. The effect of salinity on growth and survival of *L. vannamei* with observations on the interaction of IHVN virus and salinity. **Aquaculture**,v. 22, p.136-146, 1994.

BROWDY, C. L.; BRATVOLD, D.; STOKES, A. D., MCINTOSH, R. P.; Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture. The World Aquaculture Society*, Baton Rouge, USA, pp. 20– 34, 2001.

BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; McINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. Nutrient and microbial dynamics in highintensity, zeroexchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, n. 1/4, p. 393-411, 2003.

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

CARVALHO, F. V. **Berçário experimental de camarões marinhos em sistema heterotrófico com uso de probiótico.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2010.

COELHO, C.M. e FIGUEIREDO, J. M. A Prevenção dos Resíduos Industriais Ponto da Situação. **Seminário APEMETA “Gestão de Resíduos Industriais”**, Lisboa, 2005.

COSTA, A. D.; MATTOS, E. S.; LIMA, C. A. R.; VIEIRA, A. A.; MATTOS, M. A.; FERREIRA, R. A. D.; SARINHO, V. C.; RAMALHO, H. F. Composição química e energia digestível do bagaço de malte em suínos machos nas fases de crescimento e terminação. **Anais da Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ**, Seropédica, RJ, 2006.

CRAB, R.; CHIELENS, B.; WILLE, M.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for *Macrobrachium rosenbergii* post larvae. **Aquaculture Research**,v. 41, p.559-567, 2010.

D’ABRAMO, L. R, CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. Crustacean Nutrition, **World Aquaculture Society**, 587p, 1997.

DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L et al. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), within experimental zero-water exchange culture systems. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 345-355, 2003.

DECAMP, O. E.; CONQUEST, L.; CODY, J.; FORSTER, I. Effect of shrimp stocking density on size-fractionated phytoplankton and ecological groups of ciliated protozoa within zero-water exchange shrimp culture systems. **Journal World Aquaculture Society**, v.38, p. 395-406, 2007.

DUBE, M. A., TREMBLAY, A. Y., LIU, J. Biodiesel production using a membrane reactor. **Bioresour. Technol.** v. 98 (3), p. 639–647, 2007.

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

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

EMERENCIANO, M. Bio-Floc systems. Os avanços, lições e desafios dos sistemas heterotróficos no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, v. 109, p.54-61, 2008.

EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E. L.C.; CAVALLI, R.; WASIELESKY, W. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817). **Aquaculture Research**, v. 43, p. 447–457, 2012.

FAO (2008). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2008**. Rome, FAO 2008, 196p.

FAO (2010). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2010**. Rome, FAO 2010, 197p.

FERREIRA, L. M. M. H. **Formação de flocos microbianos em cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* e do camarão-branco *Litopenaeus vannamei***. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul. 2008.

FERREIRA, D.A. **Produção de juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei* com diferentes densidades de estocagem em baixa salinidade e meio heterotrófico**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2009.

FOCKHEN, U.; SCHLECHTRIEM, C.; GARC, A.; PUELLO-CRUZ, A.; BECKER, K. *Panagrellus redivivus* mass produced on solid media as live food for *Litopenaeus vannamei* larvae. **Aquaculture Research**, v.37, p.1429-1436, 2006.

FURUYA, W. M. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do camarão d'água doce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4. p.1577-1580, 2006.

GADELHA, R. G. F.; PRADO, J. P. S.; CAVALHEIRO, J. M. O.; Farinha do bagaço de cevada em dietas para a engorda de camarões marinhos. **Ciência Rural**, v.40, p. 170-174, 2010.

GERON, L. J. V. & ZEOULA, L. M. Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas leiteiras. **PUBVET**, v.1, n.8, p.1982-1263, 2005.

GRAEFF, A.; PRUNER, E. N.; SPENGLER, M. M. Efeito da substituição do farelo de soja pelo resíduo de cevada na alimentação da carpa-comum. **Revista Ceres** v.48 (280), p.691-698, 2001.

GUERRELHAS, A. C., TEIXEIRA, A. P., ROCHA, J. L. Primeiros resultados do *vannamei* SPF no Brasil. **Panorama da Aqüicultura**, vol. 17 (103), p. 48-57, 2007.

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

HARI, B.; KURUP, B. M.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M. C. J. Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v. 241, n. 1/4, p. 187-194, 2004.

HOLLENDER, J., KROL, V. D, KORNBERGER, D., GIERDEN, L., DOTT, W.E. Effect of different carbon sources on the enhanced biological phosphorus removal in a sequencing batch reactor. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**. V.18 (4), p.355–360, 2002.

HOPKINS, J. S., HAMILTON, R. D., SANDIFER, P. A., BROWDY, C. L., STOKES, A. D. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. **J. World Aquaculture Society**. v.24, p.304–320, 1993.

ISHIWAKI, N.; MURAYAMA, H.; KANAUCHI, O.; SATO, T. Development of high value uses of spent grain by fractionation technology. **MBAA Technical Quarterly**, v.37, p.261-265, 2000.

JORY, D. E. Feed management practices for a healthy pond environment. In: Browdy, C.L., Jory, D.E. (Eds.), *The New Wave, Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture*. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, USA, pp. 118–143, 2001.

KRUMMENAUER, D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R. O.; POERSCH, L.E.; WASIELESKY, W. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, p. 726-733, 2011.

KUHN, D. D., BOARDMAN, G. D, CRAIG, S. R, FLICK Jr, G. J., MCLEAN, E. Evaluation of Tilapia Effluent with Ion Supplementation for Marine Shrimp Production in a Recirculating Aquaculture System. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38(1), p.74-83, 2007.

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

LI, E., CHEN, L., ZENG, C., CHEN, X., YU, N., LAI, Q., QIN, J.G. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. **Aquaculture**, v.265, p.385–390, 2007.

LOUREIRO, C. K. **Produção de ciliados e nematódeos para utilização como alimento vivo para camarões na fase de berçário cultivados em meio à bioflocos**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande, Rio grande. 2012.

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

MENDONÇA, L. M. **Utilização do resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras anglo nubiana em final de lactação**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Sergipe. Sergipe. 2012.

MFRural. Disponível em <<http://www.mfrural.com.br>> acesso em: 04 Mar. 2013.

MONTEIRO, S. R. R. **Utilização de substrato artificial em cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei*, em água oligohalina e meio heterotrófico**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2008.

MOSS, S. M., OTOSHI, C. A., MONTGOMERY, A. D., MATSUDA, E. M. Recirculating Aquaculture Systems for the Production of Market-Sized Shrimp In: **Proceedings o the 4 International conference Recirculating Aquaculture**. Virginia Tech University, Blacksburg. P. 245-254, 2002.

MOSS, K. K & MOSS. S. M. Effects of artificial substrate and stocking density on the nursery production of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.35, p. 536–542, 2004.

MOSS, S. M., FORSTER, I. P. & TACON, A. G. J. Spring effect of pond water on vitamins in shrimp diets. **Aquaculture**, v.258, p. 388– 395, 2006.

NAGANO, N. & DECAMP, O. Ingestion of a ciliated protozoa by first-feeding larval stage of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone). **Aquaculture Research**, v.35, p. 516-518, 2004.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Food ingestion and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 149, p. 121-136, 1997.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; OLIVEIRA, G. G. et al. **Princípios para boas práticas de manejo na engorda de camarão marinho no Estado do Ceará**. Instituto de Ciências do Mar (Labomar/ UFC). Programa de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará, 109p. 2005.

NUNES, A. J. P.; CASTRO, L. F.; NETO, H. S. Flocos Microbianos: reduzem a dependência de rações com alto teor protéico no cultivo do camarão *L.vannamei*. **Panorama de Aquicultura**, v. 20, p.36-41, 2010.

NUNES, A. J. P.; MADRID, R. M.; ANDRADE, T. P. Carcinicultura Marinha no Brasil: passado, presente e futuro. **Panorama da Aquicultura**, v. 21, p. 26-33, 2011.

OEHMEN, A.; YUAN, Z.; BLACKALL, L. L.; KELLER, J. Short-term effects of carbon source on the competition of polyphosphate accumulating organisms and glycogen accumulating organisms. **Water Science Technology**. V.50 (10), p.139–144, 2004.

OLVERA-NOVOA, M. A.; DOMÍNGUEZ-CEN, L. J.; OLIVERA-CASTILLO, L.; MARTÍNEZ-PALACIOS, C.A. Effect of the use of the microalga *Spirulina maxima* as fish meal replacement in diets for tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Peters), fry. **Aquaculture and Research**, v. 29, p.709–715, 1998.

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

OTOSHI, C. A.; NAGUWA, S. S.; FALESCH, F. C.; MOSS, S.M. Shrimp behavior may affect culture performance at super intensive stocking densities. **Global Aquaculture Advocate**. p. 67-69, 2007.

PEREIRA, J. C.; GONZALÉZ, L.; OLIVEIRA, R. L.; QUEIROZ, A. C. Cinética de degradação ruminal do bagaço de cevada submetido a diferentes temperaturas de secagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.5, p.1125-1132, 1999.

PISSETTI, T.L. **Efeito da densidade de estocagem e do substrato artificial no cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez – Farfante, 1967) em cercados**. Dissertação de mestrado - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 57 pp. 2005.

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

ROCHA, I. P. Desempenho da carcinicultura brasileira em 2007: desafios e oportunidades para 2008. **Revista da ABCC**, Recife, ano 10, 2008.

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

SAMOCHA, T. M.; MORRIS, T. C.; KIM, J. S.; CORREIA, E. S.; ADVENT, B. Avanços recentes na operação de raceways super-intensivos dominados por bioflocos e com renovação zero para a produção do camarão branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei*. **Revista ABCC**, p. 62-67, 2011.

SAMPAIO, L. A.; TESSER, M. B.; WASIELESKY Jr. V. Avanços da maricultura na primeira década do século XXI: piscicultura e carcinocultura marinha. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.102-111, 2010.

SANDIFER, P. A., HOPKINS, J. S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**. v.15, p.41– 52, 1996.

SANTANA, W. M.; LEAL, A.; SANTANA, W. M.; LÚCIO, M. Z.; CASTRO, P. F.; CORREIA, E.S. Respostas planctônica e bentônica a diferentes fertilizações no cultivo do camarão *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967)*. **B. Inst. Pesca**, v.34(1), p. 21 - 27, 2008.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, P58. 2005.

SANTOS, F. L. et al. Efeito do fornecimento de ração complementada com semente de linhaça sobre os macronutrientes e colesterol em tecidos de camarões da Malásia (*Macrobrachium rosenbergii*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.851-855, 2007.

SAOUD, I. P.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Suitability studies of inland well waters for *L. vannamei* culture. **Aquaculture**. v.217, p. 373-383, 2003.

SAS User's guide: Statistics. **SAS Inst.** Inc, Cary, NC. 1996.

SCHRYVER, P; CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; NOON, N.; VERSTRAETE, W. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, p. 125 – 137, 2008.

SCHVEITZER, R.; ANDREATTA, E. R.; SOUZA, J.; ARANTES, R. & SEIFFERT, W. Q. O cultivo com bioflocos. Engorda e formação de matrizes de *Litopenaeus vannamei*. **Panorama da Aqüicultura**, v. 107, p.38-43, 2008.

SILVA, C.F.; BALLESTER, E.; MONSERRAT, J.; GERACITANO, L.; WASIELESKY, W. Jr & ABREU, P.C. Contribution of microorganisms to the biofilm nutritional quality: protein and lipid contents. **Aquaculture Nutrition**., v.14, p.507–514, 2008.

SILVA, U. L.; MELO, F. P.; SOARES, R. B.; SPANGHERO, D. B. N.; CORREIA, E. S. Efeito da adição do melão na relação carbono/nitrogênio no cultivo de camarão *Litopenaeus vannamei* na fase berçário. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 31, n. 4, p. 337-343, 2009.

SILVA, A. F. **Influência da densidade de estocagem sobre o desempenho do camarão branco *Litopenaeus vannamei* durante a fase final de engorda em sistema super-intensivo**. Dissertação de Mestrado-Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul. 2009.

SOUZA, S. R. et al. Diferentes fontes protéicas de origem vegetal para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) durante a reversão sexual. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.1, p.21- 28, 2004.

SRIKET, P. et al. Comparative studies on chemical composition and thermal properties of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) meats. **Food Chemistry**, v.103, n.4, p.1199-1207, 2007.

STEFFENS, W. Replacing fish meal with poultry by product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus*. **Aquaculture**, v.124, p.27-34, 1994.

SUITA, S. M. **O uso da Dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de bioflocos e desempenho do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) cultivado em sistema sem renovação de água**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2009.

TACON, A. G. J.; CODY, J. J.; CONQUEST, L. D.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I. P.; DECAMP, O. E. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.121–137, 2002.

TEIXEIRA, E.A. et al. Substituição de farinhas de peixes em rações para peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.30, n.3/4, p.118-125, 2006.

THOMPSON, F. L.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. **Aquaculture**, v.203, p. 263–278, 2002.

VAN WYK, P. & SCARPA, J. Water Quality and Management. In: Van Wyk, P., et al. (Eds.), *Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, p. 128-138, 1999.

VAN WYK, P. M.; SAMOCHA, T. M.; HAMPER, L.; EMBERSON, C. R.; DAVIS, A. D.; MCINTOSH, D.; LAWRENCE, A.L. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona and Florida. **Journal of Applied Aquaculture**, v.12, p.1-42, 2002.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A.L.; CASTILLE, F. L. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. **Aquaculture**, v.179, p.141-148, 1999.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; NEIL, W. H. Comparison of survival and growth of *Litopenaeus vannamei* (Crustácea: Decápoda) post larvae reared in static and recirculating culture systems. Texas. **The Texas Journal of Science**. v.53(3), p.227-238, 2001.

VIEIRA, A. A. & BRAZ, J. M. Bagaço de cevada na alimentação animal. **Revista eletrônica nitritime**. V.6, n.3, p.973-979, 2009.

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

ZHUKOVA, N. V. & KHARLAMENKO, V. I. Sources of essential fatty acids in the marine microbial loop. **Aquatic Microbial Ecology**, v.17, p.153–157, 1999.