

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**INFLUÊNCIA DO USO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA
CRIAÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*.**

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
MARÇO – 2010**

**INFLUÊNCIA DO USO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA
CRIAÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei***

CESAR ANTUNES ROCHA NUNES

Zootecnista

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2003

Dissertação submetida ao colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e, como requisito parcial para obtenção do Grau Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

Co-Orientador: Prof. Dr. Clovis Matheus Pereira

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA

MARÇO – 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

N972

Nunes, Cesar Antunes Rocha.

Influência do uso de substratos artificiais na criação do camarão *Litopenaeus vannamei*/ Cesar Antunes Rocha Nunes. - Cruz das Almas, BA, 2010.

60- f.: il.

Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.

Co-Orientador: Clovis Matheus Pereira

Dissertação (Mestrado) – . Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo
da Bahia.

1. Camarão – criação. 2. Camarão – nutrição. I. Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,
Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD 639.543

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
CÉSAR ANTUNES ROCHA NUNES**

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo
EMBRAPA
(Orientador)

Prof. Dr. Carla Fernandes Macedo
UFRB

Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati
UFBA

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
MARÇO – 2010**

DEDICATÓRIA

Dedico com carinho e admiração aos meus pais, que sempre me apoiaram.

Dedico a todos os amigos e familiares que estiveram juntos neste sonho mantendo a energia positiva e acreditando que tinha capacidade para ser um mestre.

Dedico a família Miranda Reis pela receptividade, paciência e extrema ajuda nos momentos de dificuldade financeira.

Aos meus primos Carol, Fred e Raquel por conviverem comigo nos encontros em Salvador, obrigado pela confiança e apoio moral que sempre dedicaram.

A minha irmã, meu cunhado Cláudio e meus sobrinhos Caio e Bruno, obrigado pela existência e a eterna vontade de minha presença.

A minha esposa Ivana, pela paciência, compreensão, dedicação e carinho durante esta nossa convivência, respeitando o caminho que decidi percorrer e entendendo as responsabilidades e as ausências que exigem uma dissertação de mestrado.

Dedico principalmente este trabalho ao meu filho Chicão, uma luz na minha vida, a minha motivação e força nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e pela força de vontade.

Agradeço aos meus pais e irmãs que me fizeram mudar sensivelmente a forma de encarar as dificuldades da vida, tendo sempre convicção das responsabilidades e otimismo e vontade de viver.

Ao meu orientador pelo aprendizado, orientação, apoio e paciência.

Ao meu co-orientador Prof. Clóvis Matheus, pela ajuda, convivência sadia, risadas, conhecimento técnico e de vida, extrema confiança no meu potencial, confiança no trabalho realizado e alto astral nas nossas atividades. Com esta relação que estabeleceu entre nós a dissertação e todo trabalho do mestrado ficou muito mais fácil.

Agradeço a Bahia Pesca, que disponibilizou a estrutura de viveiros e material para realização do experimento além de liberação do horário de trabalho para assistir as aulas do mestrado.

Ao Gerente da Fazenda Oruabo, unidade da Bahia Pesca, o biólogo José Jerônimo, que no início me incentivou a fazer a seleção do mestrado e durante as aulas e experimento não mediu esforços para atender as necessidades que um mestrado exige. Obrigado pelas conversas e conselhos que vindo de um grande homem e pesquisador, foram muito importantes.

Aos Funcionários da Fazenda Oruabo, Beijinho, Íris, Boy, Pintor, Siri, Roque, Pin, ET, D. Lúcia, D. Ivone, ET, Pintor, Seu Bargada, Mongol e Deco que ajudaram, de forma direta ou indireta na condução do experimento. Agradeço especialmente a Welington, mais conhecido por Gago, pela amizade que foi construída com trabalho e respeito, surgindo logo após uma cumplicidade e admiração que me orgulho todos os dias. Gago possui uma qualidade que poucas pessoas possuem, ele possui alma limpa e não tem maldade, faz tudo de coração aberto. Foi com esta pessoa e neste clima que ele ajudou de forma intensa nas pesquisas.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e ao curso de Mestrado em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso.

A professora Carla Macedo pela ajuda nas análises do biofilme.

A José dos Santos que com sua dedicação e seriedade nos proporcionou solucionar problemas eventuais das práticas de biometria e da rotina do experimento, obrigado por tudo.

Aos alunos de Engenharia de Pesca da UFRB, Felipe e Leandro pela acolhida na república Sereia.

Ao colega de trabalho e de Mestrado Júnior pela força companheirismo.

Ao meu querido e recente amigo Helder, pela convivência e sua eterna e incansável qualidade de querer ajudar as pessoas, muito obrigado.

A minha amiga, amante, companheira de sete anos, Ivana Miranda Reis que neste momento me presenteou com um filho maravilhoso, muito obrigado por tudo.

INFLUÊNCIA DO USO DE SUBSTRATOS ARTIFICIAIS NA CRIAÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*

Autor: César Antunes Rocha Nunes

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos substratos artificiais sobre as variáveis físico-químicas da água, o consumo do biofilme e o desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei*. As unidades experimentais eram compostas de cercados de 4 m² com 120 camarões juvenis de 2,8 g continham substratos artificiais com 25% da área do cercado. As análises da qualidade da água foram feitas diariamente e a coleta do biofilme foi realizada no último dia do experimento (49 dias). O tratamento testemunha não continha substratos artificiais nem fornecimento de ração, os demais tratamentos apresentavam substratos artificiais e taxas crescentes de arraçoamento: 0%, 2%, 4% e 6% da biomassa total de camarões. Semanalmente os camarões foram pesados e medidos. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os substratos artificiais não influenciaram a temperatura, salinidade, transparência, amônia e pH. O peso médio final no tratamento sem ração foi igual havendo ou não substratos artificiais. O peso médio final, o comprimento médio final, biomassa final e produtividade apresentaram influência positiva da taxa de arraçoamento. Na análise de regressão a taxa ideal de arraçoamento foi de 5,54% para o peso médio final, 5,37% para o comprimento médio final, e de 5,15% para a biomassa final, e de 5,13% para a produtividade. Os resultados mostram que para o percentual de 25% de área de substrato artificial existe um ótimo percentual de taxa de arraçoamento entre 5,13% e 5,54% da biomassa total dos camarões.

Palavras-chave: biofilme, substratos artificiais, alimento natural, camarões, ração

INFLUENCE OF ARTIFICIAL SUBSTRATES IN SHRIMP CULTURE

Litopenaeus vannamei

Author: César Antunes Rocha Nunes

Adviser: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the influence of the artificial substrates on physical-chemical parameters of the water and the consumption of Biofilm and performance in shrimp *Litopenaeus vannamei*. The experimental unities were composed of 4sq meters, with 120 young shrimps weighting 2.8 grams and artificial substrates containing 25% of the area from the enclosed. The water quality analysis parameters were made daily and the swab of the biofilm was realized and the swab of the biofilm was realized in the last day of the experiment (49th day). The testimony treatment did not have artificial substrates nor ration supplied, the other treatments presented artificial substrates and growing rate of division into rations 0%,2%,4% e 6%; of total shrimp biomass. Were used randomized blocks experiment, with five treatments and four repetitions. The artificial substrates did not influence the temperature transparency, ammonia and ph. The final average weigh in the treatment without ration was equal existing or not artificial substrates. The final average weigh final average length final biomass and productivity presented positive influence on division into rations. The ideal rate of divisions into rations in the regression analysis was 5,54% for final average weigh, 5,37% for the final average length,5,15% final biomass and 5,13% productivity. The experiment results show that with 25% of substrated artificial area there is an excellent percentage in the rate of divisions into rations between 5,13% and 5.54% of the total biomass in these shrimps.

Key words: Biofilm, artificial substrates, shrimps, ratio

SUMÁRIO

Página

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO..... 1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 7

Capítulo 1

TAXA DE ARRAÇOAMENTO, PRODUÇÃO DO BIOFILME E QUALIDADE DA
ÁGUA DA CARCINICULTURA MARINHA..... 11

Capítulo 2

AVALIAÇÃO DA TAXA DE ARRAÇOAMENTO NA PRODUÇÃO DO CAMARÃO
Litopenaeus *vannamei* UTILIZANDO SUBSTRATOS
ARTIFICIAIS..... 32

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 55

INTRODUÇÃO

Em 1982 houve a implantação de grandes projetos na região Nordeste do país com a introdução da espécie *Marsupenaeus japonicus*. Devido às condições climáticas e hidrobiológicas favoráveis, disponibilidade de áreas apropriadas, mão-de-obra mais barata e baixo custo operacional (Barbieri e Ostrensky, 2002). Nesse período alguns fatores foram obstáculos para o desenvolvimento da atividade: o desconhecimento da tecnologia de criação; inexperiência no manejo; falta de ração comercial; deficiência nos projetos de engenharia e a escolha de *Marsupenaeus japonicus* como pré-requisito para a liberação de recursos financeiros na elaboração de projetos.

A partir de 1987 houve maior desenvolvimento na tecnologia de produção de camarões marinhos no Brasil, principalmente com a criação de *Litopenaeus vannamei*, espécie exótica com capacidade de adaptação às mais variadas condições de criação, o que contribuiu para elevá-la à condição de principal espécie da carcinicultura brasileira (ABCC, 2004). O recorde mundial de produtividade foi de 6.084 kg/ha/ano, no Brasil em 2003 (ABCC, 2004). Esta altíssima produtividade provocou o surgimento de doenças como a Síndrome de Taura, Mancha Branca e Mionecrose Infecciosa.

As pesquisas em biossegurança mudaram as tecnologias aplicadas na carcinicultura e ao mesmo tempo buscaram a viabilidade econômica e ambiental, surgindo nos EUA (Browdy et al., 2001) e na França (Burford et al., 2003) novas concepções que adotaram sistemas fechados de produção de camarões, que reduzem emissão de efluentes e aumentam o controle sobre a saúde dos animais. O volume e a composição dos efluentes liberados pelas fazendas de cultivo de camarão marinho é um assunto controverso e foco de debates. Por um lado as fazendas de camarão tentam se afastar da poluição orgânica e

química de mananciais geradas por atividades industriais, domésticas e agropecuárias. Por outro lado, os órgãos ambientais e as organizações não governamentais (ONGs) advertem sobre os riscos de enriquecimento, com nutrientes minerais e orgânicos (eutrofização), dos ecossistemas naturais receptores dos efluentes das fazendas de camarão.

Apesar de trabalhos indicarem que mesmo no seu estado natural, os efluentes da carcinicultura apresentam melhor qualidade físico-química quando comparado às descargas domésticas tratadas e aos efluentes de outras atividades antropogênicas produtivas, as leis brasileiras tendem a adotar cada vez mais rigor em relação aos resíduos líquidos liberados pelas fazendas de camarão.

Esta nova tecnologia para reduzir a quantidade de metabólitos na água, aumentou a disponibilidade de alimento natural e ainda reduziu o consumo de ração, parece ser apropriada para o atual momento da carcinicultura, adotando conceitos de sustentabilidade no setor produtivo de camarões.

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Novas tecnologias de criação

Os substratos artificiais são uma espécie de “cortina” colocada no interior do viveiro, em posição que não atrapalhe o manejo do viveiro (Barbieri e Ostrensky, 2002). O biofilme que coloniza os substratos artificiais é uma associação de microorganismos e de seus produtos extracelulares, que se encontram aderidos a superfície biótica e abiótica (Bratvold e Browdy, 2001).

Os sistemas de criação de camarões em meio heterotrófico, em sistema fechado, proporciona maior biossegurança e redução de efluentes, pois a comunidade heterotrófica bacteriana que a compõe é responsável pela decomposição da matéria orgânica presente no sistema (Schneider et al., 2006).

Na criação de camarões marinhos a ração necessita ter alta estabilidade na água e por isso tem custo mais elevado que rações comerciais de outras espécies animais, com isso o gasto com a ração pode representar até 60% dos custos de produção, exigindo do produtor o uso racional deste insumo, evitando arrastamento excessivo e substituição parcial da ração por alimento natural, de baixo custo (Sedgwick 1979, Martinez-Cordova et al., 1998, Velasco et al., 1999, Smith et al., 2002, Tacon et al., 2002, Cuzon et al., 2004).

Foi observado em sistemas de criação intensivo e semi-intensivo, de camarões, que os substratos artificiais aumentam a sobrevivência e ganho de peso e melhoram a conversão alimentar de pós-larvas e juvenis criadas em cativeiro. Esta nova dieta dos camarões fornece maior variedade de alimentos pertencentes a sua cadeia alimentar e proporciona um ambiente mais equilibrado

e próximo das condições ideais dos ambientes naturais dos camarões reduzindo o estresse.

O investimento em substratos artificiais em 10% da área de um viveiro pode ser recuperado após o primeiro ano (Vinatea, 1999). Dependendo do tempo de durabilidade do material, a economia no custeio da produção é alcançada nos subseqüentes. O uso de substratos artificiais diminui os resíduos de ração que se acumulam no fundo dos viveiros causando problemas de falta de oxigênio, aumento da concentração de amônia tóxica, redução do pH, etc. Economia ambiental relativa à menor acumulação de matéria orgânica no fundo, com conseqüente menor demanda de aeração (Vinatea, 1999).

O uso dos substratos artificiais e o cultivo de camarões em meio heterotrófico, pode possibilitar sensíveis melhoras dos efeitos gerados pela incidência de doenças. Atualmente no Piauí, Norte do Ceará e Norte do Rio Grande do Norte os níveis de sobrevivências são similares aos obtidos em 2003, a Mionecrose Infecciosa, está sob controle. A diminuição da incidência de doenças viróticas, em todo o mundo, se deve a combinação de redução do estresse ambiental, aumento da resistência dos camarões e manejo responsável fundamentais para a sustentabilidade da carcinicultura (Domingos, 2003).

1.2 Crescimento de comunidades microbianas

Os substratos submersos fornecem condições de desenvolvimento de uma comunidade microbiana composta por microrganismos autotróficos e heterotróficos que utilizam nutrientes disponíveis na água e luz solar para se reproduzirem. Estes organismos servem como alimento para os camarões, diminuindo o uso de ração e retirando o excesso de nutrientes da água, N-amônia (Langis et al., 1988; Ramesh et al., 1999; Thompson et al., 2002).

Arbazua e Jakubowshi (1995) descreveram os eventos físicos, químicos e biológicos que influenciaram materiais submersos em água do mar e resultaram na formação de uma complexa camada de organismos aderidos, o biofilme. O incremento artificial de substratos possibilita o desenvolvimento dessas comunidades em viveiros simulam o ambiente natural encontrado pelos juvenis de camarão – as enseadas estuarinas rasas com pradarias de fanerógramas submersas e raízes do mangue (Primavera e Leбата, 1995).

O biofilme com a comunidade de microrganismos apresenta uma clara heterogeneidade espacial e temporal, apresentando variações em sua composição de biomassa e produtividade (Stervenson, 1997). O entendimento dessa heterogeneidade do biofilme é importante porque seus componentes são a base da cadeia alimentar em muitos sistemas aquáticos (Campeau et al., 1994; Lamberti, 1996), atuam como redutores e transformadores de nutrientes (Lock et al., 1984; Wetzel, 1996), promovendo um habitat para a biodiversidade de organismos (Dudley et al., 1986). Os organismos perifíticos possuem tempo de regeneração curto e ciclo de vida relativamente simples propiciando alta produtividade (Dickerson & Robinson, 1985).

1.3 Benefícios na qualidade do ambiente

Dentre os benefícios que o biofilme traz ao sistema de produção aquática está a otimização do fluxo de nutrientes e energia (Azim et al., 2001), que aumenta a capacidade de carga do sistema. O uso de substratos artificiais é uma prática de manejo que tem o potencial de tornar mais eficiente o sistema de cultivo. O biofilme, ou perifiton, que se desenvolve sobre os substratos artificiais aumenta a produtividade fito e zoobêntica de viveiros em um espaço tridimensional, beneficiando diretamente organismos onívoros de hábitos bênticos, como camarões, e indiretamente por favorecer níveis mais adequados de qualidade de água ao longo do cultivo.

A utilização de substratos artificiais na aqüicultura tem a capacidade de proporcionar: aumento da disponibilidade de alimento natural (Thompson et al., 2002) e conseqüente melhora na taxa de conversão alimentar das rações (Tidwell et al., 1999; Bratvold e Browdy 2001); reciclagem *in situ* de compostos tóxicos como amônia, fosfato e nitrito em produtos de baixa toxicidade (Bratvold e Browdy 2001; Thompson et al., 2002), com conseqüente minimização nas necessidades de trocas de água e redução de efluentes; promoção do desenvolvimento da comunidade microbiana autóctone com ação probiótica sobre os organismos cultivados (Azim et al., 2001); diminuição do risco de doenças através da exclusão competitiva de patógenos (Abreu et al., 1998) e melhora dos índices zootécnicos (Azim et al., 2001).

As teorias de Darwin e Elton citados por Maltchik (1999) sugerem que a diversidade aumenta a produtividade e estabilidade das comunidades, respectivamente.

A manutenção de um ambiente equilibrado e com boa qualidade de água são fundamentais para obtenção de bom desempenho no crescimento e sobrevivência dos camarões, refletindo nos custos de produção.

1.4 O Biofilme como alimento natural da dieta do camarão

Dall (1992) afirma que o camarão é herbívoro nas primeiras fases larvais e modifica sua alimentação à medida que se desenvolve. Na fase juvenil e adulta o camarão é onívoro, alimentando-se principalmente de microinvertebrados aquáticos e matéria vegetal. Além disso, estes animais também apresentam comportamento detritívoro, alimentando-se de material orgânico presente no substrato rico em carboidratos e proteínas, influenciando na eficiência energética e garantindo maior crescimento corporal (Rosas et al., 2001).

Mesmo havendo um sinergismo dos aspectos físicos e biológicos relacionados com a utilização de substratos artificiais, o papel nutricional do biofilme é provavelmente o aspecto mais importante na criação de camarões. Este efeito ocorre porque o biofilme está disponível 24 horas por dia e possui boa qualidade nutricional.

O biofilme como alimento pertencente à cadeia natural de alimentação dos camarões, que está presente nos substratos artificiais, pode influenciar de forma positiva a criação de camarões marinhos.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo testar a quantidade de ração que pode ser reduzida com o aumento da área de alimento natural disponível para o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. As metodologias e os resultados são apresentados nos capítulos a seguir:

Capítulo 1: Taxa de arraçoamento, biomassa do biofilme e qualidade da água na carcinicultura marinha.

Capítulo 2: Avaliação da taxa de arraçoamento na produção do camarão *Litopenaeus vannamei* utilizando substratos artificiais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC, Associação Brasileira de Criadores de Camarão.2004. Ano 6, Nº 4.

ABREU, P.C., THOMPSON, F.L. WASIELESKY, W.Jr., CAVALLI, R.O., 1998. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. Anais do I Congresso Sul-americano de Aqüicultura, 2:703-712.

ARBAZUA, S., JAKUBOWSHI, 1995, Biotechnological Investigation for the Prevention of Biofouling. I. Biological and Biochemical Principles for the Prevention of Biofouling. Mar.Ecol Prog. Series 123, 301-312.

AZIM, M.E., VERDEGEM, M.C.J., WAHAB, M.A., VAN DAM, A.A., BEVERIDGE, M.C.M., 2001. Periphyton boots production in pond aquaculture systems. World Aquaculture 32:57-61.

BARBIERI, R. C. Jr; NETO, ANTÔNIO OSTRENSKY. 2002. Camarões Marinhos – Engorda. Viçosa: Aprenda Fácil,. 2v.:il.

BRATVOLD, D., BROWDY, C.L. (2001). Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive, *Litopenaeus vannamei* culture system. Aquaculture, 195: 81-94.

BROWDY, C.L., BRATVOLD, D., STOKES, A.D., and MCLINTOSH, R.P. 2001. 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 2001. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, USA, PP 20-34.

BURFORD. M.A., THOMPSON, P.J., MCLINTOSH, R.P., BAUMAN, R.H., and Pearson, D.C. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. Aquaculture 219: 393-411.

CAMPEAU, S.; MURKIN, H.R.; TITMAN, R.D. 1994. Relative importance of algae and emergent plant litter to freshwater marsh invertebrates. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 51, p. 681-692.

CUZON, G.; A. LAWRENCE; G. GAXIOLA; C. ROSAS & J. GUILLAUME. 2004. Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or in ponds. *Aquaculture*, Amsterdam, 235: 513-551.

DALL, W. (1992). Feeding digestion and assimilation in Penaeidae. In: G.L. Allan and W. Dall (Editors), *Proceeding Aquaculture Nutrition Workshop*: 57-63, Salamander Bay. Australia.

DICKERSON, J. E.; ROBINSON, J. V. 1985. Microcosms as islands: a test of the MacArthur-Wilson equilibrium theory. *ecology*, v. 66, p. 966-980.

DUDLEY, T. L.; Cooper, S. D.; Hemphill. 1986. Effects of macroalgae on a stream invertebrate community. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 5, p. 93-106.

DOMINGOS, J.A.S. 2003. Efeito do Uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em um sistema de cultivo semi-intensivo. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina.

LAMBERTI, G. A. 1996. The role of periphyton in benthic food webs. In: STEVENSON, R. J.; BOTHWELL, M. L.; LOWE, R. L. (Ed.). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press, p. 533-564.

LANGIS, R., PROULX, D., NOUË, J., COUTURE, P., 1988. Effects of bacterial biofilm on intensive *Daphnia* culture. *Aquacult. Eng.* 7, 21–38.

LOCK, M. A.; WALLACE, R. R.; COSTERTON, J. W.; VENTULLO, R. M.; CHARLTON, E. 1984. River epilithon: toward a structural-functional model. *Oikos*, v. 42, p. 10-22.

MALTCHIK, L & PEDRO, F. 1999. A influencia da biodiversidade na produtividade e na estabilidade de comunidades em lagoas intermitentes do semi-árido brasileiro. VII CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA. Julho de 1999. Florianópolis - SC. Caderno de resumos vol 2 p. 441

MARTINEZ-CORDOVA, L.R.; A. PORCHAS-CORNEJO; H. VILARREAL-COLEMINARES; J.A. CALDERON-PEREZ & J.N. Naranjo-Paramo. 1998. Evaluation of Three Feeding Strategies on the Culture of White Shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. *Aquacultural Engineering*, Amsterdam, 17: 21-28.

PRIMAVERA, J.H., LEBATA, J., 1995. Diel activity patterns in *Metapenaeus* and *Penaeus* Juvenilis. *Hidrologia* 295, 295-302.

RAMESH, M.R., SHANKAR, K.M., MOHAN, C.V., VARGHESE, T.J., 1999. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. *Aquacult. Eng.* 19, 119–131.

ROSAS. C., CUZON, G., TABOADA, G., PASCUAL, C., GAXIOLA, G. e VAN WORMHOUDT, A. (2001). Effect of dietary protein and energy levels on growth, oxygen consumption, haemolymph and digestive gland carbohydrates, nitrogen excretion and osmotic pressure of *Litopenaeus vannamei* (Boone) and *L. setiferus* (Linne) juvenilis (Crustacea, Decapoda; Penaeidae). *Aquaculture Research*, 32:531-547.

SEDGWICK, R.W. 1979. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* De Man. *Aquaculture*, Amsterdam, 16: 279-298.

SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, E. H.; VERRETH, J. A. J. 2006. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. *Aquaculture*, 261, p. 1239-1248.

SMITH, D.M.; M.A. BURFORD; S.J. TABRETT; S.J. IRVIN & L. WARD. 2002. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture*, Amsterdam, 207: 125-136.

STERVESON, J. R. N. 1997. A introduction to algal ecology in freshwater benthic habitats. In:Jan Stevenson, R. Bothwell, M. L.; Lowe, r. L. (eds) *Algal ecology freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, California, p.3-30.

TACON, A.J.G.; J.J. CODY; L.D. Conquest; S. Divakaran; I.P. Forster & O.E. Decamp. 2002. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquaculture Nutrition*, Oxford, 8: 121-137.

THOMPSON, F.L., ABREUS, P.C, WASIELESKY Jr, W.J., 2002. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. *Aquaculture* 203, 263-278.

TIDWELL, J.H., COYLE, S.D., WEIBEL,C., EVANS, J 1999. Effects and interactions of stocking density and added substrates on production and population structure of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. *J. of World Aquaculture. Soc.*30: 174-179.

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

VINATEA, L.A. 1999. Aquacultura e Desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira. Florianópolis: Ed. UFSC,310p.

WETZEL, R.G., LIKENS, G.E., 1996. Limnological Analysis, 2nd ed. Verlag, New York. 391 pp.

CAPÍTULO 1

TAXA DE ARRAÇOAMENTO, BIOMASSA DO BIOFILME E QUALIDADE DA ÁGUA DA CARCINICULTURA MARINHA¹

¹ Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico Pesquisa Agropecuária Brasileira

Taxa de arraçoamento, biomassa do biofilme e qualidade da água da carcinicultura marinha

César Antunes Rocha Nunes⁽¹⁾, José dos Santos⁽¹⁾, Carlos Alberto da Silva Ledo⁽²⁾
e Clóvis Matheus Pereira⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura, Campus Universitário, Rua Rui Barbosa, s/n, Centro, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: cesar@zootecnista.com.br, josepescadorufrb@hotmail.com, , clovismatheuspereira@hotmail.com

⁽²⁾EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. Rua Embrapa, s/n Embrapa 44380-000 - Cruz das Almas, BA – Brasil. led@cnpmf.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos substratos artificiais sobre os parâmetros físico-químicos da água e o consumo do biofilme pelo camarão marinho *Litopenaeus vannamei*. As unidades experimentais compostas de cercados de 4 m², com 120 camarões juvenis de 2,8 g, contendo substratos artificiais com 25% da área do cercado. As análises dos parâmetros de qualidade água foram feitas diariamente e a coleta do biofilme foi realizada no último dia do experimento (49 dias). O tratamento testemunha não continha substratos artificiais nem fornecimento de ração, os demais tratamentos apresentavam substratos artificiais e taxas crescentes de arraçoamento: 0%, 2%, 4% e 6%; da biomassa total de camarões. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os substratos artificiais não influenciaram a temperatura, salinidade, transparência, amônia e pH. O aumento da taxa de arraçoamento influenciou no oxigênio dissolvido em todos os tratamentos. O aumento da taxa de arraçoamento diminuiu o consumo do biofilme, os camarões deram preferência em consumir a ração em detrimento ao biofilme. O tratamento com a taxa de arraçoamento 4% apresentou melhor relação consumo do biofilme e biomassa final.

Termos para indexação: substratos artificiais, camarões, alimento natural, *Litopenaeus vannamei*.

Rate of divisions into rations, biomass of the biofilm and water quality in the sea shrimp culture

Abstract - The aim of this work was to evaluate the influence of the artificial substrates on physical-chemical parameters of the water and the consumption of Biofilm for the Sea – shrimp *Litopenaeus vannamei*. The experimental units were composed of 4sq meters, with 120 young shrimps weighing 2.8 g and artificial substrates containing 25% of the area from the enclosed. The water quality analysis parameters were made daily and the swab of the biofilm was realized in the last day of the experiment (49th day). The testimony treatment did not have artificial substrates nor ration supplied, the other treatments presented artificial substrates and growing rate of division into rations; 0%, 2%, 4% e 6%; of total shrimp biomass. Randomized blocks experiment, with five treatments and four repetitions. The artificial substrates did not influence the temperature, transparency, ammonia and pH. The increase in the rate of divisions of rations influenced on dissolved oxygen in all treatments and the consumption of biofilm was decreased. The shrimps preferred the ratio. The treatment with 4% of rate of divisions of ratio presented better consumption of the biofilm and final biomass.

Key words: artificial substrates, shrimps, natural feed, *Litopenaeus vannamei*

Introdução

A aquicultura apresenta alguns fatores de poluição, por exemplo, ração, fertilizantes e medicamentos que promovem a eutrofização e conseqüente florações de cianobactérias (Arana, 2004; Buford, 1997). Fósforo e nitrogênio provenientes da ração não assimilada foram identificados como principais fontes de nutrientes que deterioram a qualidade da água, tanto em criações como no ambiente natural (Boyd, 2003).

A utilização de substratos artificiais pode diminuir os efeitos negativos causados pelo aumento da densidade de estocagem, fato já documentado por Wasielesky et al., (2001); Preto et al (2005).

O biofilme pode contribuir na alimentação de crustáceos através do fornecimento de ácidos graxos poliinsaturados, vitaminas e minerais essenciais, presentes na composição dos microrganismos da comunidade do biofilme (Ramesh et al., 1999; Azim et al., 2001; Bratvold & Browdy, 2001), além de colaborar para manutenção da qualidade da água, pois bactérias e microalgas nele presentes são capazes de aproveitar compostos tóxicos como amônia, excretada pelos peixes e camarões, e transformá-los em biomassa posteriormente consumida pelos mesmos animais, que realiza uma biofiltração in situ e colaboram para a nutrição dos animais confinados (Ramesh et al., 1999; Azim et al., 2001; Bratvold & Browdy, 2001).

A matéria orgânica e a energia são fixadas no biofilme e transferidas por microrganismos para vários níveis tróficos, onde o carbono orgânico dissolvido se torna disponível por meio das bactérias (Pomeroy, 1994; Azim et al., 2001).

Dentre os vários processos e aportes, nos quais o fitoplâncton está envolvido, destacam-se: (a) a produção de oxigênio dissolvido através da fotossíntese (Boyd, 1991; Piedrahita, 1991); (b) a assimilação de nutrientes, incluindo amônia e outros metabólitos tóxicos para o camarão, seqüestrados da água e convertidos em compostos orgânicos, (Boyd, 1995), e; (c) o aporte de nutrientes essenciais que funcionam como fonte alimentar indireta para os camarões cultivados (Stahl, 1979; Hunter et al., 1987; Allan & Maguire, 1995).

A dinâmica de funcionamento dos substratos artificiais pode ajudar na produção de *L. vannamei* pode ser um estímulo nos procedimentos de manejo e criação desta espécie. O presente estudo objetivou determinar influência dos substratos artificiais sobre os parâmetros físico-químicos da água e o consumo do biofilme pelo camarão.

Material e Métodos

Localização do experimento

O trabalho foi desenvolvido no período de 09 de novembro a 26 de dezembro de 2008, na Fazenda Experimental Oruabo, Bahia Pesca S.A., localizada no distrito de Acupe, distante 12 km da cidade sede do seu município Santo Amaro da Purificação, BA (012° 40' 28" S e 038° 44' 9" W). A fazenda fica às margens da Baía de Todos os Santos, próximo ao município de Saubara. O experimento foi realizado no viveiro do setor de engorda, com área de 1 hectare (200m x 50m), apresentando profundidade média de 1,5 m.

Descrição do Experimento

O experimento teve duração de 49 dias e os camarões utilizados no experimento foram produzidos no laboratório de carcinicultura da fazenda Oruabo. As pós-larvas foram transportadas para um viveiro de engorda, onde

permaneceram neste regime recebendo ração fina de 40% de proteína bruta por um período de 30 dias, atingindo peso médio de 2,8 g. Posteriormente, os juvenis foram transferidos para o viveiro experimental onde estavam as unidades experimentais.

Os camarões foram estocados nas unidades experimentais em densidades de 30 camarões/m², em cercados de 4 m², onde cada parcela experimental foi povoada com 120 camarões. Os substratos artificiais foram confeccionados com tela preta de polietileno de tamanho de malha 1 mm (100%), altura de 1,5 m, fixados por quatro estacas de madeira no interior do viveiro. As telas fixadas às estacas e suas extremidades ficaram enterradas a 20 cm de profundidade, aproximadamente. Os cercados ficaram distantes 3 metros entre os blocos. Os blocos ficaram distantes 20 m da comporta de saída e 70 m da entrada de água, mantendo-se ainda uma distância de 20 m em relação aos diques laterais do viveiro. O experimento foi montado em blocos casualizados com 4 blocos e 5 tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais (Tabela 1). Para efeito de comparação entre o biofilme das parcelas experimentais, em contato com os camarões, foi montado no viveiro experimental três substratos artificiais em pontos aleatórios, sem contato com camarões, para determinar a matéria seca do biofilme, que funcionaram como testemunha. Os cercados ficaram paralelos à largura do viveiro, próximos a saída de água, onde o viveiro é mais profundo.

Os substratos artificiais foram confeccionados com a mesma tela dos cercados, amarrada com fio de nylon em estacas imersas na água no centro do tanque, com distância do fundo do viveiro de 5 cm, ocupando 25% (1m²) da área de fundo do cercado (Domingos, 2003). A tela do substrato artificial foi instalada 21 dias antes do início do povoamento do experimento, tempo necessário para

assentamento e colonização do filme orgânico (proteínas e colóides orgânicos) e dos colonizadores primários (bactérias e diatomáceas), secundários (protozoários e macroalgas) e terciários (crustáceos, briozoários, poliquetas, etc.) (Arbazua & Jakubowshi, 1995).

Tabela1. Porcentagem de arraçoamento de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	% de Uso de ração/Biomassa
T ₁	0 % Sem Substratos Artificiais
T ₂	0 % Com Substratos Artificiais
T ₃	2% Com Substratos Artificiais
T ₄	4% Com Substratos Artificiais
T ₅	6% Com Substratos Artificiais

Alimentação

Os camarões foram alimentados com ração Camaronina 30, da Purina, peletizada, com mínimo de proteína bruta de 30%. A ração foi fornecida em uma bandeja por parcela experimental. A quantidade total diária foi relativa ao tratamento experimental, dividida em duas refeições, uma no início da manhã e a outra no início da tarde. O desperdício de ração foi desta forma controlado com o esquema alimentar adotado, recolhendo e congelando o material não consumido pelos camarões nos comedouros, com posterior secagem em estufa a 60°C e pesagem com o objetivo de obter os valores de taxa de consumo de diária.

Análises físico-químicas da água

Durante o período experimental foi realizado o controle diário da qualidade da água das parcelas experimentais de 05h00min a 06h00min da manhã. Foram

analisadas: salinidade (Refratômetro Atago TM óptico), com precisão de 1ppt, oxigênio dissolvido (Oxímetro microprocessado AT 150, Alfakit) com precisão de 0 – 20 mg L⁻¹, $\pm 2\%$ da leitura, pH e temperatura (pH metro AT 300, Alfakit) com precisão de $\pm 0,1\%$ e transparência (Disco de Secchi). A análise da amônia foi feita uma vez por semana (CARD KIT AMONIA-INDOTEST). As coletas das amostras de água foram realizadas em cada uma das parcelas experimentais e também em um ponto aleatório fixo, dentro dos limites do viveiro e distante, no mínimo, vinte metros das parcelas experimentais para caracterizar a qualidade da água do viveiro sem influência dos cercados experimentais.

Coleta do Biofilme

O material para análise do biofilme foi retirado dos substratos artificiais dos cercados. As amostras foram cortadas em tamanho padrão de 10x10cm (10 cm²), com auxílio de uma tesoura, a uma profundidade de 10 cm da superfície dos substratos, 45 cm da borda direita e 45 cm da borda esquerda, totalizando 19 amostras (quatro amostras por tratamento, nos quatro tratamentos com biofilme e três amostras do viveiro). As amostras foram pesadas e envoltas em papel alumínio, identificados de acordo com o tratamento e repetição, e secadas em estufa de circulação forçada de ar, 65^o C durante 24h. Após este período, esperou-se trinta minutos, para resfriamento das amostras e processou-se a pesagem. Uma amostra da tela de polietileno utilizada para confecção do biofilme foi pesada igualmente para determinação da matéria seca da tela.

Análises estatísticas dos dados

Os dados referentes aos parâmetros físico-químicos e matéria seca do biofilme foram submetidos à Análise de Variância. Para a comparação da média do tratamento testemunha (T₁) com os demais tratamentos foi utilizado o teste de

Dunnett a 5% de probabilidade. Para as médias dos tratamentos com substratos artificiais (T₂ a T₅) foram ajustadas equações de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e Discussão

1. Qualidade da água

As análises dos parâmetros de qualidade da água determinaram estabelecer a influência dos substratos artificiais na qualidade da água para os camarões. Com exceção do oxigênio dissolvido, os parâmetros físico-químicos das parcelas experimentais não apresentaram variação entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água nos tratamentos (Desvio padrão).

Tratamento s	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	Transparência (m)	Amônia (ppm)	pH	Oxigênio (mg/l)
T ₁	28,9 (± 0,05)	39,4 (± 0,98)	0,38 (± 0,05)	0,03 (± 0,003)	8,5	4,6 (± 0,175)
T ₂	28,9 (± 0,025)	39,3 (± 0,15)	0,37 (± 0,003)	0,03 (± 0,0)	8,5	4,4 (± 0,125)
T ₃	28,8 (± 0,2)	39,4 (± 0,2)	0,36 (± 0,015)	0,03 (± 0,003)	8,5	4,4 (± 0,125)
T ₄	29,0 (± 2,025)	39,4 (± 0,125)	0,37 (± 0,005)	0,04 (± 0,005)	8,5	4,1 (± 0,15)
T ₅	29,0 (± 2,05)	39,6 (± 0,15)	0,37 (± 0,005)	0,04 (± 0,005)	8,5	3,7 (± 0,4)

1.1 Temperatura

Faltou variação ao longo do experimento em relação a variável temperatura. As temperaturas registradas (26,5^oC e 30,8^oC) estão dentro da faixa ideal (22^oC e 33^oC) para criação do *L. vannamei* (Pillay, 1990).

1.2 Salinidade

Na presente pesquisa, a salinidade encontrada esteve dentro da faixa que a espécie suporta, segundo Pillay (1990). A espécie *L. vannamei* suporta salinidade de 0‰ a 50‰, no entanto a faixa ideal de salinidade para o cultivo varia entre 15‰ e 25‰ (Pillay, 1990; Vinatea, 1997).

1.3 Transparência

Durante o período experimental a transparência esteve entre 0,3m e 0,47m. Para Sipaúba-Tavares et al., (2003) o ideal é manter a visibilidade do disco de Secchi (transparência) de viveiros de aquicultura entre 0,25m e 0,70m. Para, Quando a transparência for menor que 0,40m, recomenda-se redução do arraçoamento e fertilização Mercadante et al., (2006).

1.4 Amônia

Durante o período experimental a concentração máxima encontrada de amônia total foi de 0,1ppm. O limite de amônia total (N-(NH₃+NH₄)) para produção de camarões *L. vannamei*, é 1,0 ppm (Barbieri & Ostrensky, 2002).

1.5 Oxigênio Dissolvido

Houve diferença significativa entre todos os tratamentos (1% de probabilidade pelo teste de F), como por exemplo entre o tratamento T₅ e o tratamento testemunha T₁ 4,6 mg/l (D.P ± 0,175) a 5% de significância pelo teste t de Dunnett.

Na figura 1 é apresentada a relação entre oxigênio dissolvido e as taxas de arraçamento. Observa-se uma relação quadrática em que há um decréscimo da quantidade de oxigênio dissolvido à medida que se aumenta a taxa de arraçamento, como nos tratamentos T₄ e T₅.

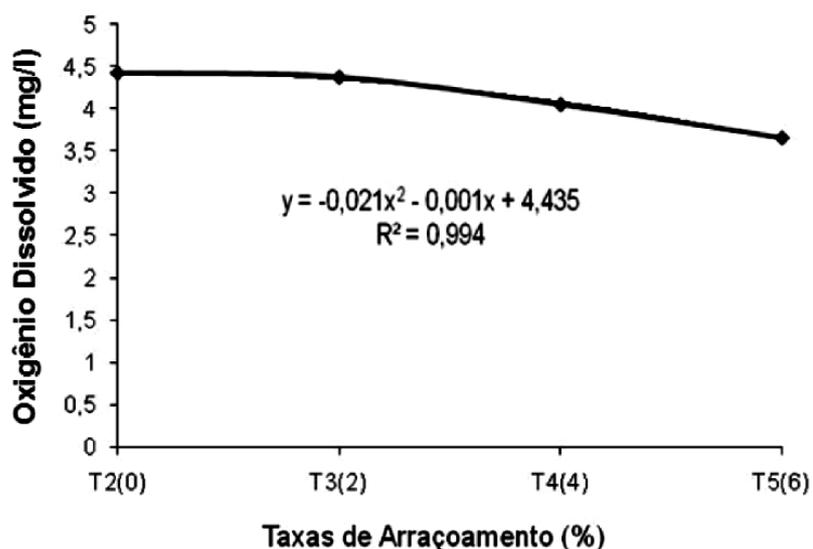


Figura 1. Concentração de oxigênio em função das taxas de arraçamento.

O tratamento T₅ (uso de 6% de ração da biomassa total de camarões com substratos artificiais), foi influenciado pela maior carga de ração disponível no tratamento, com maior quantidade de resíduo da ração e conseqüente consumo de oxigênio.

No período experimental, as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido foram percebidas durante o horário da coleta, caracterizado pela visualização dos camarões na superfície do cercado do tratamento T₅, e o menor índice de oxigênio dissolvido (1,99 mg/l) entre as parcelas durante o período experimental. A concentração mais alta encontrada no período experimental foi 6,75 mg/l.

O excesso de alimentação artificial e os metabólitos (excreção) originados do próprio camarão causam eutrofização da água do viveiro. À medida que há aumento da carga de nutrientes a quantidade de fitoplâncton aumenta, levando a eutrofização, então o ciclo diário do oxigênio dissolvido apresenta grandes variações com baixas concentrações na madrugada e altas concentrações no período da tarde. Taxas de alimentação acima de 40 a 50 kg/ha por dia ocasionarão inaceitáveis níveis de oxigênio dissolvido (Boyd, 2000).

No programa de Aqüicultura Responsável da Global Aquaculture Alliance (GAA), a concentração mínima de oxigênio nos efluentes da carcinicultura marinha é 3 mg.L^{-1} , com uma meta de 4 mg.L^{-1} (Boyd, 1992), portanto a menor média de oxigênio dissolvido dos tratamentos ($3,7 \text{ mg/l T}_5$) ficou acima do mínimo estabelecido para produção de camarões em cativeiro.

1.6 pH

Durante o período experimental os valores de pH encontrados estiveram entre 7,88 e 8,91. A faixa ideal do pH para cultivo de *L. vannamei* varia entre 8,1 e 9,0 (Hernandez & Nunes, 2001).

1 Matéria Seca do Biofilme

A tabela 3 mostra a quantidade da matéria seca em relação aos tratamentos e a testemunha, indicando que o consumo do biofilme foi determinado pela taxa de arraçoamento dos tratamentos.

Tabela.3. Relação da biomassa do biofilme nos tratamentos com diferentes taxas de arraçoamento.

Tratamentos	Matéria seca do Biofilme Total(g)	Média do Desvio Padrão
T ₁	-	-
T ₂	22,5	± 13,75
T ₃	25,0	± 10,00
T ₄	50,0	± 20,00
T ₅	72,5	± 12,50
VIVEIRO 06	106,7	± 21,70

O tratamento com 6% de ração não apresentou diferença significativa em relação a testemunha, de acordo com o teste t de Dunnett a 5% de probabilidade. Os demais tratamentos apresentaram diferença significativa em relação à testemunha.

Pela Figura 2 observa-se uma relação linear crescente entre as taxas de arraçoamento e a matéria seca do biofilme.

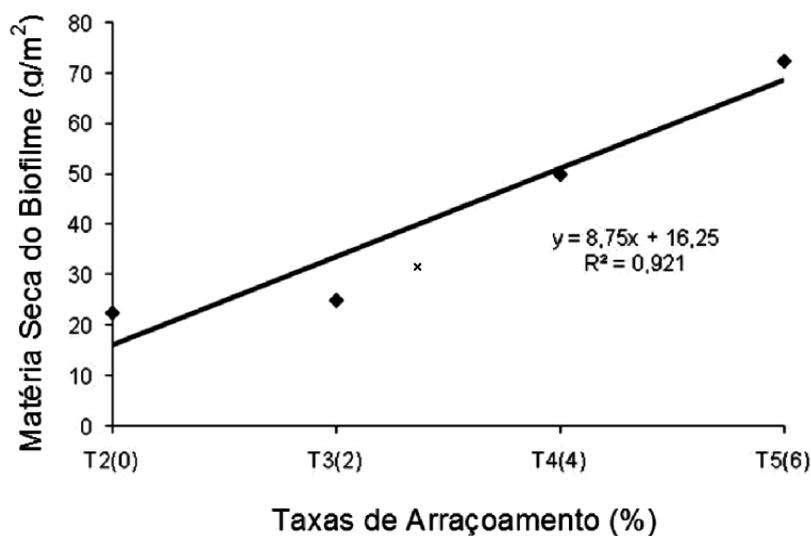


Figura 2. Conteúdo médio da matéria seca do biofilme (g) nas diferentes taxas de arraçoamento.

Todos os tratamentos tiveram pesos, em matéria seca de biofilme, menores que os substratos artificiais do viveiro (testemunha), que não tiveram predação pelos camarões (Tabela 3). Isso indica que houve consumo do biofilme em todos os tratamentos e no caso do tratamento com 6% de ração os camarões deram preferência em consumir a ração, consumindo menos biofilme.

O biofilme possibilita taxas menores de arraçoamento às praticadas nos cultivos comerciais, complementando a dieta com nutrientes naturais de baixo custo à alimentação dos camarões. O alimento natural disponível em viveiros de cultivo semi-intensivo é constantemente consumido pelos camarões (Nunes, et al., 1996).

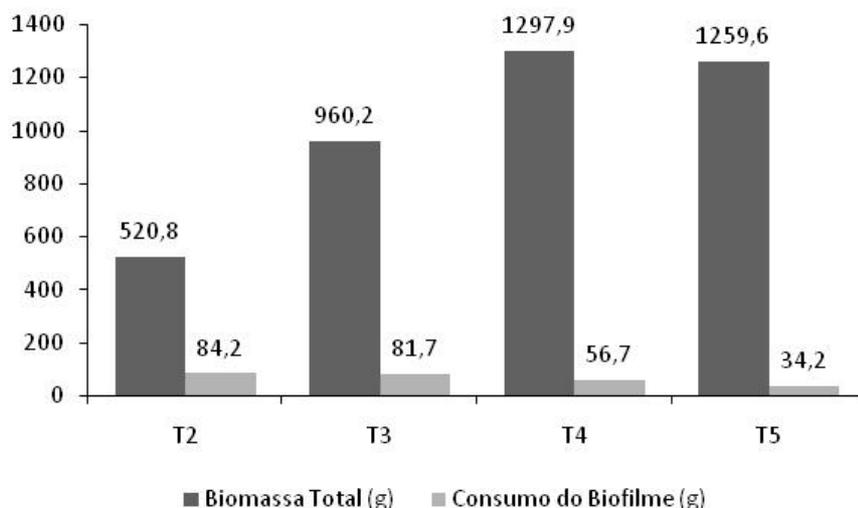


Figura 3. Peso final do biofilme em relação a biomassa final de camarões.

A relação entre a biomassa de camarões e consumo do biofilme não foi proporcional, nos tratamentos onde houve consumo do biofilme sem uso da ração e com pouca oferta de ração ocorreu grande consumo do biofilme, mas produziram pouca biomassa com relação aos outros tratamentos (Figura 3). Cercados com 4% e 6% de ração consumiram menos biofilme e produziram uma biomassa maior. No entanto, ocorreu a maior biomassa com 4% de ração, indicando a importância nutricional do biofilme tendo em vista os resultados obtidos com 6% de ração.

Thompson et al., (2002) verificaram que os camarões ocuparam constantemente os substratos e consumiam biofilme, comprovando que esta espécie foi atraída pela alimentação disponível nos substratos artificiais.

Pisseti (2005) observou que um incremento na taxa de crescimento dos camarões entre o 9^a e 10^a semana, concomitante com a diminuição do peso seco do biofilme neste mesmo período, indicando consumo do biofilme.

Com 4% de ração foi obtida maior biomassa total de camarões, o que demonstra a importância do biofilme e do controle do arraçoamento, proporcionando economia de ração com uso de Substratos Artificiais.

Os resultados obtidos neste trabalho nos levam a sugerir outros estudos com relação ao percentual da área de substratos artificiais para o cultivo de camarões.

Conclusões

1. A presença dos substratos artificiais não influenciou na qualidade da água para o cultivo de camarões.

3. Na presença do biofilme e de uma quantidade de ração maior que 4% os camarões tiveram preferência alimentar pela ração aumentando os custos com ração e perdendo desempenho produtivo.

Agradecimentos

À Bahia Pesca, pela concessão da estrutura, material biológico e pela flexibilidade nos horários de trabalho; à UFRB, pela possibilidade de realização de um curso de pós-graduação; à Carlos Ledo pela orientação; à Clovis Matheus pela co-orientação e boa convivência; à José da Silva, pelo suporte na fase experimental.

Referências

- ABREU, PC, THOMPSON, FL, WASIELESKY, W, CAVALLI, RO. 1998. New perspectives in the use of microorganisms in shrimp culture: food source, water quality and diseases control. **Anais do Aquacultura Brasil 98**. Pernambuco. Nov, 2-6, P. 703-709.
- ALLAN, G.L. e MAGUIRE, G.B., 1995. Effect of sediment on growth and acute ammonia toxicity for the school prawn, *Metapenaeus macleayi* (Haswell). **Aquaculture**. 131, 59–71.
- ARANA, L.V. 2004. **Fundamentos de Aqüicultura**. Florianópolis: EDUFSC.
- ARBAZUA, S., JAKUBOWSHI, 1995, Biotechnological Investigation for the Prevention of Biofouling. I. Biological and Biochemical Principles for the Prevention of Biofouling. **Mar.Ecol Prog. Series** 123, 301-312.
- AZIM, M.E.; M.A. WAHAB, A.A. VAN DAM, M.C.M. BEVERIDGE, and M.C.J. VERDEGEM. 2001. The potential of periphyton-based culture of two Indian major carps, rohu *Labeo rohita* (Hamilton) and gonia *Labeo gonius* (Linnaeus). **Aquaculture Research** 32: 209-216.
- BARBIERI, R. C. Jr; NETO, ANTONIO OSTRENSKY. 2002. **Camarões Marinhos – Engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil,. 2v.:il.
- BOYD, C. E. 1991. Empirical modeling of phytoplankton growth and oxygen production in aquaculture ponds. p. 363-395. In: Brine, D. E. & Tommasso, J. R. (Eds). **Advances in World Aquaculture, World Aquaculture Society**. 606 p.
- BOYD, C. E.; TEICHERT-CODDINGTON, D. 1992. Relationship between wind speed and reaeration in small aquaculture ponds. **Aquacultural Engineering**, Amsterdam, v. 11, p. 121-131.

BOYD, C. E. 1995. Potential of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**. v.26, p. 38-40.

BOYD, C. E. 2000. **Manejo da qualidade de água na aqüicultura e no cultivo do camarão marinho**. 1. ed. Recife: ABCC.

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

BRATVOLD, D., BROWDY, C.L. (2001). Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive, *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture**, 195: 81-94.

BUFORD, M. 1997. Phytoplankton Dynamics in shrimp ponds. **Aquaculture Research**. 28:351-360.

DOMINGOS, JOSÉ ANTÔNIO SANTOS. **Efeito do Uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931), em um sistema de cultivo semi-intensivo**. Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. São Carlos. Programas e Resumos... São Carlos: UFSCar, Julho de 2000. p.255-258.

HERNÁNDEZ, J. Z.; NUNES, A J. P. 2001. Biossegurança no cultivo de camarão marinho: qualidade da água e fatores ambientais. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 2, p. 55-59.

HUNTER, B.; PRUDER, G.; WYBAN, J. 1987. Biochemical Composition of Pond Biota, Shrimp Ingesta, and Relative Growth of *Penaeus vannamei* in Earthen Ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**. v.18, p. 162-174.

MERCADANTE, C. T. J., SILVA, D., COSTA, S. V. 2006. Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo por meio de uso de variáveis abióticas e clorofila. **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. (Organizado: Katharina Eichbaum Esteves e Cecília Leite Sant`Anna). São Carlos: RiMa.240p.

NUNES, A.J.P., GODDARD, S., GESTEIRA, T,C.V. 1996. Feeding activity patterns of the Southern Brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture** 144, 371-386.

PIEDRAHITA, R. H. 1991. Simulation of Short-Term Management Actions to Prevent Oxygen Depletion in Ponds. **Journal World Aquaculture Society**. v. 22, p. 157-166.

PILLAY, T. V. R. 1990. **Aquaculture: principles and practices**. 1th. Oxford: Fishing News Books.

PISSETI, T.L. 2005. **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.

POMEROY, LR. 1994. The ocean's food web, a changing paradigm. **Bioscience**, 24: 499-504.

PRETO, A.L.; R.O. CAVALLI, T.L. PISSETI, P.C. ABREU, W. WASIELESKY Jr. 2005. Efeito da densidade de estocagem sobre o biofilme e o desempenho de

pós-larvas do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* cultivadas em gaiolas.

Ciência Rural (in press)

RAMESH, M.R.; K.M. SHANKAR, C.V. MOHAN, and T.J. VARGHESE. 1999. Comparison of three plant substrates for enhancing carp growth through bacterial biofilm. **Aquacultural Engineering** 19: 119-131.

SIPAÚBA-TAVARES. L. H., GOMES, J. P. F. dos S., & BRAGA, F. M. de S. 2003. Effect of liming management on the water quality in *Colossoma macropomum* ("Tambaqui"), ponds. **Acta Limnologica Brasiliensia**. 15(3): 95-103.

STAHL, M. S. 1979. The role of natural productivity and applied feeds in the growth of *Macrobrachium rosenbergii*. **Proceedings World Mariculture Society** v. 10, p. 92- 109.

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

WASIELESKY Jr., W.; L.H. PERSH, L. JENSEN, and A. BIANCHINI. 2001. **Effect of stocking density on pen reared pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) (Decapoda, Penaeidae)**. *Nauplius* 9: 163-167.

VINATEA, L. A. 1997. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 1. ed. Florianópolis: UFSC.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA TAXA DE ARRAÇOAMENTO NA PRODUÇÃO DO CAMARÃO *Litopenaeus vannamei* UTILIZANDO SUBSTRATOS ARTIFICIAIS¹

¹ Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico Revista Brasileira de Zootecnia

Avaliação da taxa de arraçoamento na produção do camarão *Litopenaeus vannamei* utilizando substratos artificiais

César Antunes Rocha Nunes¹, José dos Santos¹, Carlos Alberto a Silva Ledo² e Clóvis Matheus Pereira¹

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura, Campus Universitário, Rua Rui Barbosa, s/n, Centro, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA. E-mail: cesar@zootecnista.com.br

²EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. Rua Embrapa, s/n Embrapa 44380-000 - Cruz das Almas, BA - Brasil

Resumo – O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a influência dos substratos artificiais no peso médio final, comprimento médio final, sobrevivência, biomassa final, produtividade e conversão alimentar da produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, com arraçoamento de 0%, sem substratos artificiais e os demais tratamentos com substratos artificiais e 0%, 2%, 4% e 6% da taxa de arraçoamento da biomassa total, em 49 dias de experimento. Foram utilizados juvenis de camarões, com peso inicial de 2,8 g povoados em cercados de 4m², com área de substratos de 25% da área do cercado. O delineamento foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Semanalmente os camarões foram pesados e medidos. Não houve diferença de sobrevivência entre os tratamentos. O peso médio final no tratamento sem ração foi igual havendo ou não substratos artificiais. O peso médio final, o comprimento médio final, biomassa final e produtividade apresentaram influência positiva da taxa de arraçoamento. Na análise de regressão a taxa ideal de arraçoamento foi 5,54% para o peso médio final, 5,37% para o comprimento médio final, 5,15% para a biomassa final e 5,13% para a produtividade. O uso da taxa de arraçoamento de 2% proporcionou a menor taxa de conversão alimentar e produção. O tratamento com taxa de arraçoamento de 4% apresentou o melhor resultado produtivo. Os resultados mostram que para o percentual de 25% de área de substrato artificial existe um ótimo percentual de taxa de arraçoamento entre 5,13% e 5,54% da biomassa total dos camarões.

Palavras-chave: biofilme, alimento natural, produção, ração

Evaluation of the ration in the production of shrimp *Litopenaeus vannamei* using artificial substrates

Abstract - The objective of this study was to evaluate the influence of the artificial substrates on final average weight, final average length, survival, final biomass, productivity and feed conversion of the production of *Litopenaeus vannamei*, with 0% rate of division into rations, without artificial substrates and the other treatments with artificial substrates of 0%, 2%, 4% e 6%, of the rate of division into rations on total biomass in 49 days of experiment. Were used young shrimps, with 2.8 grams initial weight and placed in inclosed areas with 4 sq mts, and 25% of inclosed substrated area. Randomized blocks experiment was used with five treatments and four repetitions. Weekly the shrimps were weighed and measured there was no difference of survival among the treatments. The final average weigh in the treatment without ration was equal existing or not artificial substrates. The final average weigh, final average length, final biomass and productivity presented positive influence on division into rations. The ideal rate of divisions into rations in the regression analisys was 5,54% for final average weigh, 5,37% for the final average length, 5,15% final biomass and 5,13% productivity. The rate of divisions into rations in 2% presented lower rate of feed conversion and production. The treatment with 4% rate of divisions into rations presented the best productive result. The experiment results show that with 25% of substrated artificial area there is an excellent percentage in the rate of divisions into rations between 5,13% and 5,54% of the total biomass in these shrimps.

Key words: Biofilm, natural feed, production, ration

Introdução

No Brasil, predomina o cultivo semi-intensivo e intensivo do camarão branco do pacífico, *Litopenaeus vannamei*. No ano de 2002, a produção nacional em cultivos com esta espécie alcançou um volume de 60.128 toneladas, um incremento da ordem de 50% em relação ao ano anterior. A produtividade média anual passou de 4.706 kg/ha/ciclo para 5.458 kg/ha/ciclo ano (Rocha & Rodrigues, 2003).

Os camarões peneídeos são onívoros escavadores que se alimentam de uma grande variedade de organismos bentônicos e detritos. Estes camarões apresentam hábito alimentar contínuo ou freqüente durante períodos de atividade alimentar (Robertson et al., 1993). A quantidade relativa de cada item consumido depende da sua disponibilidade no ambiente, além do estágio de crescimento e da espécie de camarão cultivada (Nunes & Parsons, 2000).

A variabilidade no comportamento e hábito alimentar dos camarões peneídeos em viveiros é ainda pouco compreendida. Nos cultivos semi-intensivos, as rações formuladas são utilizadas para aumentar produção além dos níveis suportados pela produtividade natural do viveiro, que pode alcançar até 85% da dieta dos camarões (Nunes *et al*, 1997). Contudo, torna-se relevante definir quanto deste alimento deve ser ofertado e quanto estas taxas de arraçoamento podem influenciar na sobrevivência, crescimento, ganho de peso, biomassa total e produtividade por hectare.

O biofilme que é definido como uma comunidade de microrganismos associados a uma matriz orgânica de origem microbiana que se forma naturalmente em qualquer superfície em contato com a água. A matriz orgânica

apresenta na sua composição polissacarídeos, proteínas, ácidos nucleicos, entre outros polímeros (Davey & O`Toole, 2000).

O biofilme traz benefício como aumento da sobrevivência e do crescimento, melhoria da sanidade dos organismos cultiváveis, da qualidade da água de cultivo e da distribuição espacial dos animais, diminui a taxa de conversão alimentar. Em geral, promovem aumento da produtividade do sistema de cultivo (Azim et al., 2001 e 4004; Miridula et al., 2003; Ballester, 2003).

O objetivo deste trabalho foi obter informações sobre os parâmetros zootécnicos na produção de *L. vannamei* criado em diferentes taxas de arraçoamento com substratos artificiais.

Material e Métodos

Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido no Viveiro 06, que possui área de 1 hectare (50m x 200m) com profundidade média de 1,5 m, da Fazenda Oruabo (12^o 47`S – 38^o 46`W), da Bahia Pesca S.A, empresa do Governo do Estado da Bahia, localizada no município de Santo Amaro.

Descrição do Experimento

O experimento teve duração de 49 dias, os camarões utilizados no experimento foram produzidos no laboratório de carcinicultura da fazenda Oruabo. As larvas foram transportadas para o viveiro de engorda, onde permaneceram neste regime recebendo ração fina de 40% de proteína bruta por um período de 30 dias, atingindo peso médio de 2,8 g. Posteriormente, os juvenis foram transferidos para as unidades experimentais.

Os camarões foram estocados nas unidades experimentais em densidades de 30 camarões/m², em cercados de 4 m², totalizando 120 camarões por parcela experimental, confeccionados com telas de tamanho de malha 1 mm de Polietileno (100%), da cor preta, com altura de 1,5 m, fixados por quatro estacas de madeira no interior do viveiro. As telas fixadas às estacas e suas extremidades ficaram enterradas a 20 cm de profundidade, aproximadamente. Os cercados ficaram distantes 3 metros entre os blocos. O experimento foi montado em blocos casualizados com 4 blocos e 5 tratamentos, totalizando 20 parcelas experimentais (Tabela 1). Os blocos ficaram distantes 20 m da comporta de saída e 70 m da entrada de água, mantendo-se ainda uma distância de 20 m em relação aos diques laterais do viveiro. Os cercados estavam paralelos à largura do viveiro, próximos a saída de água, onde o viveiro é mais profundo (Figuras A e B).



Figura A. Montagem dos cercados experimentais



Figura B. Experimento no viveiro de engorda da Fazenda Oruabo

Os substratos artificiais foram confeccionados com a mesma tela dos cercados, amarrados com fio de nylon em estacas imersa na água no centro do tanque, com distância do fundo do viveiro de 5 cm e ocupando 25% (1 m²) da área de fundo do cercado (Domingos, 2003). A tela do substrato artificial foi instalada 21 dias antes do início do experimento, tempo necessário para

assentamento e colonização do filme orgânico (proteínas e colóides orgânicos) e dos colonizadores primários (bactérias e diatomáceas), secundários (protozoários e macroalgas) e terciários (crustáceos, briozoários, poliquetas, etc.) (Arbazua & Jakubowshi, 1995).

Tabela 1. Porcentagem de arraçoamento de acordo com os tratamentos.

Tratamentos	% de Uso de ração/Biomassa
T ₁	0 % Sem Substratos Artificiais
T ₂	0 % Com Substratos Artificiais
T ₃	2% Com Substratos Artificiais
T ₄	4% Com Substratos Artificiais
T ₅	6% Com Substratos Artificiais

Alimentação

Os camarões foram alimentados com ração comercial com mínimo de 30% de proteína bruta. A ração foi fornecida em uma bandeja por parcela experimental. A quantidade total diária foi relativa ao tratamento experimental, dividida em duas refeições, uma no início da manhã e outra no início da tarde. O desperdício de ração foi controlado através do recolhimento e congelamento do material não consumido pelos camarões nos comedouros, com posterior secagem em estufa a 60°C, pesagem e obtenção da taxa de consumo diária.

Biometrias

As biometrias foram semanais, coletando 10% dos camarões de cada parcela dos tratamentos com um puçá com malha 10, de nó, usado na rotina de produção de camarões. Os camarões foram pesados (peso úmido) em balança eletrônica de precisão (0,01g) e medidos com paquímetro. Logo após a biometria os camarões foram devolvidos ao cercado de origem.

Índices zootécnicos

Para avaliar os diferentes parâmetros foram utilizadas as seguintes fórmulas: sobrevivência ($Sob\% = \frac{\text{Número final de camarões} \times 100}{\text{Número inicial de juvenis}}$), Peso médio ($PM = \frac{\text{peso total dos camarões}}{n^\circ \text{ total de camarões}}$); comprimento médio ($CM = \frac{\text{comprimento total dos camarões}}{n^\circ \text{ total de camarões}}$); biomassa total ($BT = \text{Peso médio tratamento} \times N^\circ \text{ camarões}$), e produtividade ($Prod. = \text{kg camarão/ha}$), conversão alimentar ($CA = \frac{\text{Kg de ração consumida}}{\text{Biomassa total}}$).

Estimativa de receita da produção

Para determinar a receita líquida parcial da produção de camarões no experimento foi aplicado a fórmula: receita = produtividade x R\$ camarão – custo da ração.

Despesca

Após 49 dias, o viveiro foi drenado e os camarões retirados com puçá, contados, pesados (peso úmido), medidos, ensacados, identificados de acordo com o tratamento e repetição e congelados.

Análises estatísticas dos dados

Os dados referentes ao Peso Final, Sobrevivência, Conversão alimentar, Ganho de Peso, Consumo Médio Diário, Biomassa Total e Produtividade foram submetidos à Análise de Variância. Para a comparação da média do tratamento testemunha com os demais tratamentos foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para as médias dos tratamentos com substrato artificial foram ajustadas equações de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000).

Resultados e Discussão

1. Índices Zootécnicos

Os resultados demonstram a influência dos substratos artificiais no desempenho dos camarões como técnica de melhorar as condições de produção. Com exceção da sobrevivência, os demais índices zootécnicos apresentaram variação entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Índices zootécnicos dos camarões nos tratamentos (desvio padrão).

Tratamentos	Sobrevivência (%)	Peso Médio (g)	Comp. Médio (cm)	Biomassa Total (kg)	Produtividade (kg/ha)	C.A
T ₁	94,1 (± 1,5)	4,6 (± 0,3)	8,0 (± 0,3)	0,52 (± 0,05)	1.297,3 (± 105,5)	-
T ₂	92,6 (± 2,6)	4,7 (± 0,5)	8,1 (± 0,3)	0,52 (± 0,06)	1.302,1 (± 165,44)	-
T ₃	95,1 (± 2,5)	8,4 (± 0,3)	9,9 (± 0,15)	0,96 (± 0,04)	2.400,4 (± 97,9)	0,6 (± 0,06)
T ₄	98,2 (± 1,6)	11,0 (± 0,125)	10,8 (± 0,13)	1,3 (± 0,04)	3.244,6 (± 87,8)	1,1 (± 0,05)
T ₅	93,6 (± 3,7b)	11,3 (± 0,5)	11,0 (± 0,25)	1,26 (± 0,01)	3.145,3 (± 19,0)	1,5 (± 0,16)

1.1 Sobrevivência

As médias de sobrevivência não apresentaram diferenças entre todos os tratamentos. No estudo desenvolvido por Domingos (2003), nos tratamentos com substratos artificiais os camarões apresentaram sobrevivência significativamente superior, porém Ballester et al., (2003), não encontraram diferença significativa

entre as taxas médias de sobrevivência dos tratamentos com e sem substratos artificiais.

1.2 Peso médio final

Houve diferença significativa entre os pesos médios dos tratamentos a 1% de significância pelo teste de F. Não foi encontrada diferença significativa das médias entre o tratamento sem substratos artificiais (testemunha), 0% de ração com 4,6g (D.P \pm 0,3) e as médias dos tratamentos em que existia a presença dos substratos artificiais 0% de ração com 4,7g (D.P \pm 0,5). Porém, houve diferença significativa entre as médias do tratamento com 2% de ração e 8,4g (D.P \pm 0,3), com 4% de ração e 11,0g (D.P \pm 0,4) e 6% de ração 11,3g (D.P \pm 0,5) quando comparadas ao tratamento sem ração e sem substratos artificiais a 5% pelo teste t de Dunnett. Para determinar a melhor taxa de arraçoamento, as médias de ganho de peso dos tratamentos foram ajustadas a equações de regressão polinomial (Figura1).

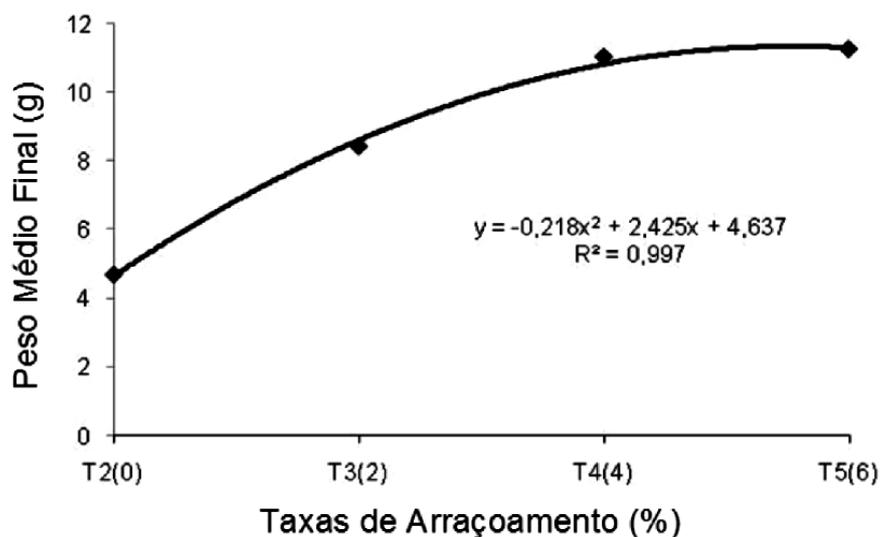


Figura 1. Peso médio final com taxas de arraçoamento de 0% (T₂), 2% (T₃), 4% (T₄) e 6% (T₅) nos tratamentos com substratos artificiais.

A análise de regressão polinomial apresentada na Figura 1 indica a taxa ideal de arraçoamento, com substratos artificiais, obtendo maior desempenho em peso médio de 5,54% da biomassa total dos camarões.

O fornecimento de ração deve ser racionalizado sem prejudicar o ganho de peso, para não redução do peso médio. Pra isso o advento do biofilme entra como um componente da dieta. Segundo Boyd (2003), apenas entre 15 a 30% da ração é convertida em biomassa pelos camarões em confinamento; o restante acaba sendo perdido para o sedimento, efluente e a atmosfera.

A racionalização no uso de ração é importante e se faz necessária na carcinicultura, tanto pelos aspectos econômicos, como também ambiental, pois restos de ração contêm fósforo e nitrogênio identificados como as principais fontes de nutrientes que deterioram a qualidade da água, tanto em criações como no ambiente natural (Boyd, 2003).

Martinez-Cordova et al (1998) observaram que a alimentação de *L. vannamei* com uma complementação de alimento natural constituída de copépodos, poliquetas, anfípodos, isópodos, larvas de insetos e moluscos e outros anelídeos proporcionou, desde a fase de berçário até a despesca, os melhores resultados de crescimento em peso e comprimento.

O tratamento com a maior taxa de arraçoamento (6% da biomassa total) não foi considerado o melhor na análise de regressão polinomial, embora fosse muito próximo do ideal.

O incremento dos substratos artificiais e a utilização de quantidades adequadas de ração podem tornar o ambiente de cultivo equilibrado e manter

taxas de ganho de peso médio dentro dos valores apresentados pela carcinicultura convencional economizando ração.

1.3 Comprimento médio final

Houve diferença estatística significativa pelo teste de F a 1% e 5% de significância, entre as médias dos tratamentos, com arraçoamento e substratos artificiais. Não houve diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos com 05 de ração e sem substratos artificiais, 8 cm (D.P \pm 0,3) e o tratamento com 0% de ração e com substratos artificiais, 8,1cm (D.P \pm 0,3). Foi observada diferença significativa a 5% de significância pelo teste t de Dunnett entre a média do tratamento com 0% de ração, sem substratos artificiais e os tratamentos com substratos artificiais com 2% de ração, 9,9cm (D.P \pm 0,15), 4% de ração, 10,8cm (D.P \pm 0,13) e 6% de ração, 11,0cm (D.P \pm 0,25).

De acordo com a regressão polinomial, a melhor taxa de arraçoamento que proporcionou o maior crescimento médio dos camarões foi 5,37% da biomassa total dos camarões. No entanto, os tratamentos que incluíram os substratos artificiais, independentemente da quantidade de ração acrescida, foram superiores aos tratamentos com ou sem substratos artificiais e sem arraçoamento. Tais resultados refletiram no melhor desempenho dos camarões ração e biofilme.

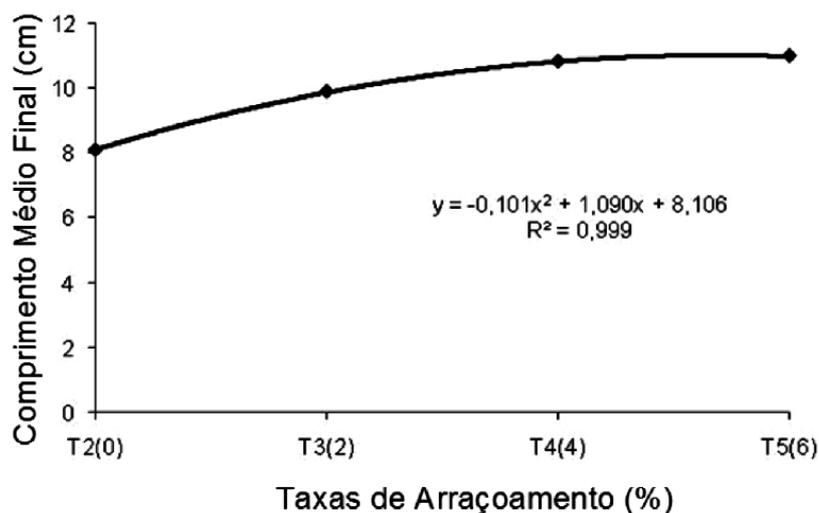


Figura 2. Comprimento médio final com taxas de arraçoamento de 0% (T₂), 2% (T₃), 4% (T₄) e 6% (T₅) nos tratamentos com substratos artificiais.

Thompson et al., (2002) também demonstraram que o maior crescimento de pós-larvas de camarão em tanques era resultado da contribuição nutricional do consumo de biofilme.

1.4 Biomassa total

Foi verificada diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste de F das médias da biomassa total entre os tratamentos. Não houve diferença estatística significativa entre as médias dos tratamentos com 0% de ração e sem substratos artificiais, 0,52 kg (D.P ± 0,05) e com 0% de ração com substratos artificiais, 0,52 kg (D.P ± 0,06). Foi observada diferença significativa a 5% pelo teste t de Dunnett entre as médias de 0% de ração sem substratos artificiais e os tratamentos com substratos artificiais com 2% de ração, 0,96 kg (D.P ± 0,04), 4% de ração, 1,3 kg (D.P ± 0,04) e 6% de ração, 1,26 kg (D.P ± 0,01). Para determinar a melhor taxa de arraçoamento, as médias de biomassa total dos

tratamentos com substratos artificiais foram ajustadas a equações de regressão polinomial (Figura3).

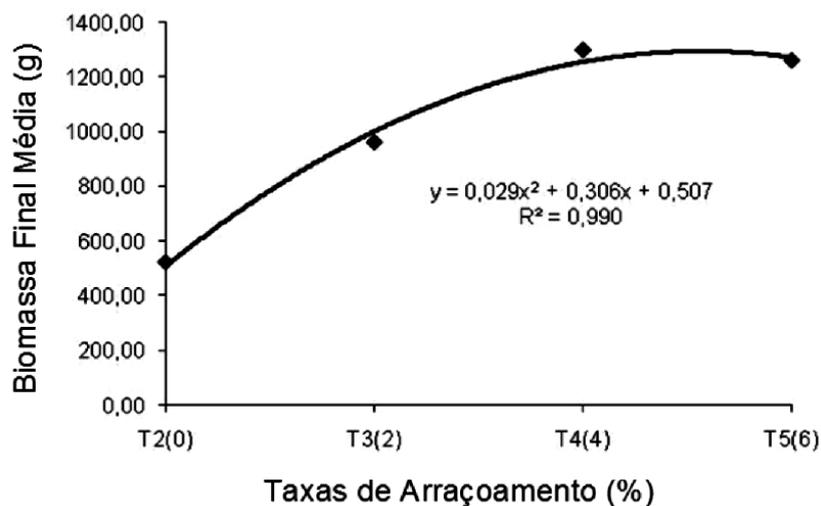


Figura 3. Biomassa final média dos camarões com taxas de arraçoamento e substratos artificiais.

De acordo com a regressão polinomial a melhor taxa de arraçoamento que proporcionou a maior biomassa total foi 5,15%. Entre os tratamentos experimentais o tratamento com 4% da biomassa total e com substratos artificiais apresentou os melhores resultados.

Domingos (2003) afirma que os tratamentos com substratos artificiais proporcionaram o aumento na sobrevivência que refletiu na biomassa final, significativamente superior ao controle nos tratamentos sem substratos ($P < 0,05$). No mesmo estudo, o consumo de ração manteve-se proporcional à biomassa cultivada. Contrapondo aos resultados citados, nas condições do experimento, foi obtida uma taxa ótima de arraçoamento que não apresentou resultados proporcionais em relação à biomassa final.

1.5 Produtividade

Na análise de produtividade (kg/ha/49 dias) observou-se que existiu diferença significativa entre as médias dos tratamentos a 1% de significância pelo teste de F. As médias dos tratamentos com 2% de ração, 2.400,4 kg/ha/49 dias (D.P \pm 97,9), 4% de ração, 3.244,6 kg/ha/49 dias (D.P \pm 87,8) e 6% de ração, 3.145,3 kg/ha/49 dias (D.P \pm 19,0), comparados com 0% de ração, sem substratos artificiais, 1.297,3 kg/ha/49 dias (D.P \pm 105,5), apresentaram diferença significativa. A média do tratamento com 0% de ração e com substratos artificiais, 1.302,1kg/ha/49 dias (D.P \pm 165,44), não apresentou diferença significativa em relação a testemunha. Todos estes testes foram feitos a 5% de probabilidade pelo teste t de Dunnett. Todos os tratamentos do presente estudo apresentaram médias equivalentes com as citadas nas bibliografias.

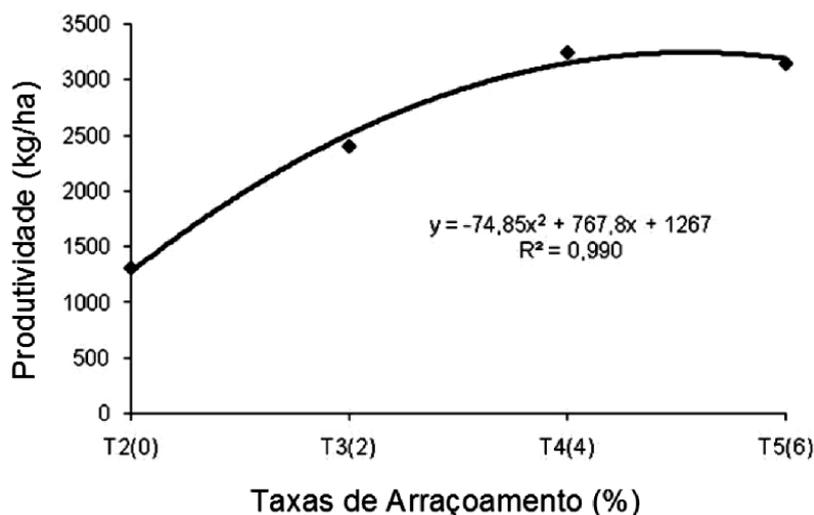


Figura 4. Produtividade (kg/ha/49 dias) de acordo com a taxa de arraçamento com substratos artificiais.

O tratamento com 4% de ração apresentou a melhor produtividade, porém com a análise de regressão polinomial a taxa ideal de arraçoamento foi 5,13% da biomassa total dos camarões com substratos artificiais.

Segundo Vinatea (2004), a produtividade dentro de sistemas semi-intensivos pode ir de 700 kg/ha/ano até 10 t/ha/ano ou mais. Barbieri & Onstrensky (2002) afirmam que é comum a obtenção de produtividade média de 1.200-1.500 kg/ha/safra.

1.6 Conversão alimentar

A conversão alimentar é a relação entre a ração consumida e a produção em quilos de camarão, levando-se em consideração a redução das sobras em relação à ração fornecida.

Verificou-se diferença significativa entre os tratamentos com substratos artificiais e arraçoamento a 1% pelo teste de F. O tratamento com 2% de ração, 0,6 (D.P \pm 0,06), 4% de ração, 1,1 (D.P \pm 0,05) e 6% de ração, 1,5 (D.P \pm 0,16), tiveram proporcionalidade dos substratos artificiais na conversão alimentar.

Segundo Barbieri & Ostrensky (2002), as taxas de conversão alimentar para a espécie *L. vannamei* consideradas satisfatórias costumam variar entre 0,9-1,5:1,0, com isso o resultado das médias dos tratamentos com 4% e 6% de ração são equivalentes aos resultados utilizados na carcinicultura comercial.

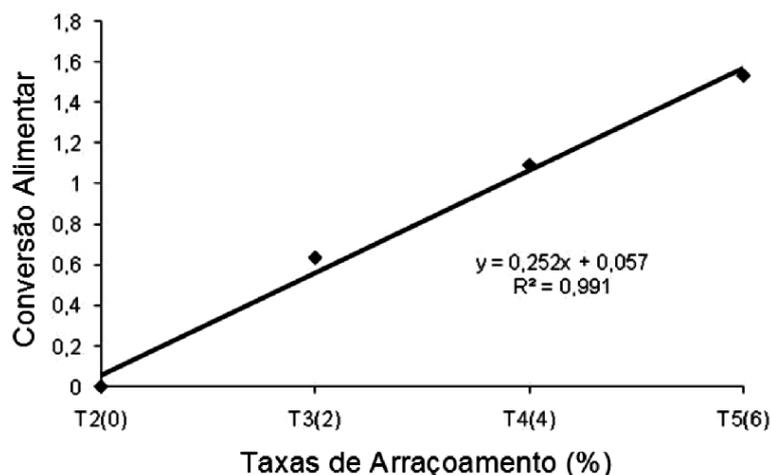


Figura 5. Conversão alimentar dos tratamentos de acordo com a taxa de arraçamento.

A melhor conversão alimentar do tratamento com 2% de ração (Figura 5) não refletiu em uma biomassa e produtividade maior. Portanto, mesmo com todos os tratamentos apresentando boa conversão alimentar, o tratamento com 4% de ração está mais perto da realidade para produção de camarões, necessitando um estudo sobre os custos da ração e preço do camarão para melhor viabilidade econômica da criação.

Segundo Langis et al., (1988), Thompson et al., (2002) e Santos (2003), a relação entre presença de biofilme e maiores taxas de crescimento e sobrevivência, vinculadas à diminuição da conversão alimentar, deve-se às qualidades nutricionais atribuídas ao biofilme devido à presença de micro e macronutrientes (e.g. vitaminas, ácidos graxos poliinsaturados, esteróis, aminoácidos e carotenóides), considerando que o biofilme é um ótimo complemento alimentar.

Avnimelech (2000) determinou que a presença de microrganismos nos tanques de cultivo aumenta a eficiência da conversão protéica de 20-25% para

cerca de 45% pela conversão do nitrogênio inorgânico e disponibilização na forma de proteína microbiana ingerida pelos organismos cultivados. Assim, a disponibilidade de alimento natural sobre os substratos favoreceria uma menor demanda de ração e conversão alimentar (Bratvold & Browdy, 2001).

Domingos (2003), que trabalhou com os efeitos do uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do *L. vannamei*, em sistemas semi-intensivos, encontrou em seus estudos ausência de diferenças estatísticas nos resultados de conversão alimentar e de crescimento entre tratamentos e sugere que a flora e fauna bêntica disponível nos substratos não foi capaz de atender à demanda protéica e/ou energética dos juvenis de *L. vannamei* (> 4g) na densidade de cultivo empregada (30 camarões/m²).

Apesar de apresentar a menor conversão alimentar, conseguindo o melhor aproveitamento da ração, o tratamento com 2% de ração apresentou uma receita estimada inferior aos demais tratamentos, refletindo a deficiência de ração na alimentação dos camarões no tratamento. O tratamento com 4% de ração apresentou a melhor receita estimada em relação a todos os tratamentos. O custo da ração do tratamento com 6% de ração e o menor desempenho com relação ao tratamento com 4% de ração demonstram a importância nutricional do biofilme no resultado da receita da criação (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados da estimativa de receita dos tratamentos experimentais.

Tratamentos	Produtividade (kg/ha/49 dias)	Preço do camarão R\$	Custo da ração R\$ 2,65	Receita (R\$)
T ₁	1.297,30	5,00	0,0	6.486,50
T ₂	1.302,10	5,00	0,0	6.510,50
T ₃	2.400,4	7,00	3.816,64	12.827,80
T ₄	3.244,60	9,00	9.458,01	21.913,90
T ₅	3.145,30	9,00	12.502,56	18.370,20

Desta maneira o estudo demonstrou que os substratos artificiais podem ser uma ferramenta importante no processo produtivo de engorda de camarões em sistemas semi-intensivos. As qualidades nutritivas do biofilme podem ser um excelente acompanhante das rações na dieta do camarão *Litopenaeus vannamei*.

Conclusões

A taxa de arraçoamento possui um valor ideal que resulta na máxima produção podendo variar entre 5,13% a 5,54%. A quantidade de área de substratos artificiais deve ser melhor estudada, pois os estudos podem determinar a necessidade de aumento das áreas de produção de biofilme, com influência nos índices produtivos dos camarões.

Assim, utilizando a produtividade natural à carcinicultura poderá ser uma atividade mais sustentável.

Agradecimentos

À Bahia Pesca, pela concessão da estrutura, material biológico e pela flexibilidade nos horários de trabalho; à UFRB, pela possibilidade de realização de um curso de pós-graduação; à Carlos Ledo pela orientação; à Clovis Matheus pela co-orientação e boa convivência; à José da Silva, pelo suporte na fase experimental.

Literatura Citada

- ARBAZUA, S.; JAKUBOWSKI, 1995. Biotechnological Investigation for the Prevention of Biofouling. **I. Biological and Biochemical Principles for the Prevention of Biofouling. Mar.Ecol Prog. Series** 123, 301-312.
- AVNIMELECH, Y., 2000. **Protein Utilization in Aquaculture Systems**. Inter. Conf. Aqua 2000, Nice, France, May 2-6, 2000.41p.
- AZIM, M.E.; RAHAMAN, M.M.; WAHAB, M.A.; ASAEDA, T.; LITTLE, D.C.; VERDEGEM, M.C.J., 2004. Periphyton-based pond polyculture systems: a bio-economic comparison of on-farm and on-station trials. **Aquaculture** 242, 381–396.
- AZIM, M.E.; WAHAD, M.A.; VAN DAN, A.A; BEVERIDGE, M.C.M.; VERDEGEM, M.C.J., 2001. The potencial of Periphyton-Base Culture of, two Indian Major Carcs, Rohv Labeo Hohita (Hamilton) and Gonia *Labeo gonius (Linnaeus)*. **Aquaculture Research**, 32: 209-216.
- BALLESTER, E.L.C.; WASIELESKY, W.J.; CAVALLI, R.O.; SANTOS, M.H.S.; ABREU, P.C., 2003. **Influência do Biofilme no Crescimento do Camarão-Rosa *Farfantepenaeus paulensis* em Sistemas de Berçários**. Atlântica, Rio Grande, 25(2): 117-122, 2003.
- BARBIERI, R. C. Jr; NETO, A. O. **Camarões Marinhos – Engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 2v.:il.
- BOYD, C.E., 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm level. **Aquaculture** 226: 101-112.
- BRATVOLD, D. & BROWDY, C., 2001. Effects of sand sediment and vertical surfaces (Aquamats™) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture** 195, 81-84.
- CHRISTENSEN, P.B.; RYSGAARD, S.; SLOTH, N.P.; DALSGAARD, T.; SCHWAERTER, S., 2000. Sediment mineralization, nutrient fluxes, denitrification and dissimilatory nitrate reduction to ammonium in an estuarine fjord with sea cage trout farms. **Aquat. Microbiol. Ecol.** 21, 73–84.
- DAVEY, M.E.; O`TOOLE,G.A, 2000. **Microbial Biofilms: From Ecology to Molecular Genetics**. Microbiol. Mol.Biol. Ver., 64:847-867.

DOMINGOS, J. A. S.. **Efeito do Uso de diferentes quantidades de substratos artificiais na engorda do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), em um sistema de cultivo semi-intensivo.** Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0.** In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. Programas e Resumos... São Carlos: UFSCar, Julho de 2000. p.255-258.

KESHAVANATH, P.; GANGADHAR, B.; RAMESH, T.J.; VAN ROOIJ, J.M.; BEVERIGDGE, M.; BAIRD, D.; VERDEGEM, M.; VAM DAM, A., 2001 Use of artificial substrates to enhance production of freshwater herbivorous fish in pond culture. **Aquac. Res.**, 32 (3): 189-197.

LANGIS, R.; PROULX, D.; NOÛE, S.; COUTURE, P., 1988. Effects of a bacterial biofilm on intensive *Daphnia* culture. **Aquacultural Engineering**, 21-38.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R. et al. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone 1931 in low water exchange ponds. **Aquaculture Engineering**, v. 17, p. 21-28, 1998.

MIRIDULA, R.M.; MANISSERY, J.K.; KESHAVANATH, P.; SHANKAR, K.M.; NANDEESH, M.C.; RAJESH, R.M. 2003. Water Quality, Biofilm Production and Growth of Fringe-lipped Carp (*Ileopoma fimbriatus*) in Tanks Provided With two Solid Substrats. **Bioresource Technology**, 87: 263-267.

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

NUNES, A.J.P. & PARSONS, G.J., 2000. Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the southern Brown shrimp *Penaeus subtilis*. **Aquaculture**, 187: 133-151.

NUNES, A.J.P.; SANDOVAL, P.F.C. 1997. **Dados de produção e qualidade de água de um cultivo comercial semi-intensivo dos camarões *Penaeus subtilis* e *P. vannamei* com a utilização de bandejas de alimentação.** Boletim do Instituto de Pesca, 24: 221-231.

ROBERTSON, L.; LAWRENCE, A. L. & CASTILLE, F.L., 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boon^o). **Aquaculture and Fisheries Management**, 24: 1-6.

ROCHA, I.P. & RODRIGUES, J., 2003. A carcinicultura brasileira em 2002. **Revista da ABCC**, 5(1): 30-45.

SANTOS, M.H.S., 2003. **Alimentação do camarão-rosa Farfantepenaeus paulensis (Perez Farfante, 1967) (Decapoda-Penaeidae) cultivado**. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. FURG, Rio Grande, RS, 229p.

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

VINATEA, LUIS. **Fundamentos de Aqüicultura**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2004. 349p.:il.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente demanda de alimento implica na necessidade de produzir de forma cada vez mais racional e produtiva. A carcinicultura pode contribuir para diminuir o déficit de proteína da dieta da maioria da população. Os resultados apresentados nesse estudo mostraram que os substratos artificiais não influem na qualidade de água. Porém o aumento da carga de arraçoamento provocou diminuição da qualidade de água. Houve uma taxa ideal de arraçoamento que resultou em melhor desempenho da criação de camarões refletidos nos índices zootécnicos. A produção de camarões utilizando substratos artificiais pode contribuir com o melhor desempenho das rações comerciais, melhorando o retorno do capital investido pelos produtores de camarão. A técnica de uso dos substratos artificiais necessita de pesquisas e ajustes para melhoria de seu desempenho e adequação às circunstâncias tecnológicas e financeiras dos produtores.

Neste contexto, a técnica que utiliza substratos artificiais como estrutura física para colonização do biofilme é uma alternativa simples, barata e de fácil acesso que pode significar a sustentabilidade de pequenos e médios produtores.

ANEXO

ANEXO A

Tabela. 1. Análise de variância do experimento instalado no delineamento de blocos casualizados do capítulo 1.

FV	GL	QM						
		temp	sal	transp	amon	od	ph	biof
Blocos	3	1,4592	5,8538	2,9498*	0,0001*	0,1018	0,0005	564,4444
Trat.	3	2,1906	0,0423	1,8356	0,0001	0,5117**	0,0017	2216,6667**
Test vs. Trat.	1	0,3781	22,7911	2,7011	0,0001	0,6480*	0,0020	10401,6667**
Erro	12(9) ¹	1,4775	5,4388	0,7323	0,0001	0,0798	0,0018	656,6667
Média Geral		29,1750	38,8850	37,0150	0,0345	4,2150	8,5050	52,6316
CV (%)		4,17	6,00	2,31	13,75	6,70	0,49	48,69

**** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ¹ relativo a variável biofilme.**

Tabela 2. Comparação da média do tratamento testemunha com os demais tratamentos.

Comparação	temp	sal	transp	amon	od	ph	biof
0 vs. Test	-0.0250	2.5500	-0.4500	0.0000	-0.1500	-0.0250	-84,17**
2 vs. Test	-0.1000	2.6500	-1.9250**	0.0000	-0.2000	-0.0250	-81,67**
4 vs. Test	1.4500	2.6750	-0.6500	0.0075	-0.5250	0.0000	-56,67**
6 vs. Test	0.0500	2.8000	-0.6500	0.0025	-0.9250**	-0.0500	-34,17

**** significativo a 5% pelo teste t de Dunnett.**

ANEXO B

Tabela. 1. Análise de variância do experimento instalado no delineamento de blocos casualizados do capítulo 2.

FV	GL	QM					
		sob	peso	comp	biomas	prod	ca
Blocos	3	6.1773	0.4253	0.1712	0.0019	11853.5100	0.0054
Trat.	3	23.7408	37.1917**	7.0573**	0.5159**	3218217.2643**	1.7113**
Test vs. Trat.	1	1.9845	57.8000**	12.8801**	0.7705**	4808494.695**	2.1190**
Erro	12	11.3494	0.2091	0.0853	0.0030	18992.3700	0.0110
Média Geral		94.6800	8.0000	9.5550	0.9115	2277.9130	0.6510
CV (%)		3.56	5.72	3.06	6.05	6.05	16.13

**** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F.**

Na tabela 2. Comparação da média do tratamento testemunha com os demais tratamentos.

Comparação	sob	peso	comp	biomas	prod	ca
0 vs. Test	-1.4750	0.1000	0.1500	0.00193	4.8100	0.0000
2 vs. Test	1.0250	3.8250**	1.9500**	0.44125**	1103.1300**	0.6350**
4 vs. Test	4.1000	6.4250**	2.8750**	0.77895**	1947.3800**	1.0900**
6 vs. Test	-0.5000	6.6500**	3.0500**	0.7407**	1848.0000**	1.5300**

**** significativo a 5% pelo teste t de Dunnett.**

ANEXO C



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)



(F)

Fotos: A) Distribuição das parcelas experimentais no viveiro, B) Povoamento, C) Arraçamento, D) Análise de qualidade da água, E) Biometria e F) Despesca.