UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DO PESCADO

RELATÓRIO FINAL

CULTIVO INTENSIVO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO SEM RENOVAÇÃO DE ÁGUA

Aluna: Aline Telles Lima – CNPq

MANAUS
2011

CULTIVO INTENSIVO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO SEM RENOVAÇÃO DE ÁGUA

MANAUS/AM

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
LABORATORIO DE TECNOLOGIA DO PESCADO

RELATÓRIO FINAL
PIB – A/029/2010

CULTIVO INTENSIVO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA MACROBRACHIUM AMAZONICUM (HELLER, 1862) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO SEM RENOVAÇÃO DE ÁGUA

Aluna: Aline Telles Lima

Orientador: Profº Drº. Bruno Adan Sagratzki Cavero

MANAUS/AM
2011

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 06

2. OBJETIVOS 08

2.1 Objetivo geral 08

2.2 Objetivo específico 08

3. REVISÃO DE LITERATURA 09

3.1 A Aquicultura 09

3.2 A Carcinicultura 09

3.3 Alimentação Natural 10

3.4 Manejo de Àgua no Cultivo de Camarão 11

3.5 Sistema Heterotrófico 14

4. METODOLOGIA 17

4.1 Local do Experimento 17

4.2 Delineamento experimental 17

4.3 análise Estatística 21

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 18

5.1.Desempenho Zootécnico do *M. amazonicum* 20

6. CONCLUSÃO 24

7. REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 25

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES 32

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos substratos artificiais de superfície de aderência o desempenho do cultivo *camarão Macrobrachium amazonicum* sem renovação de água. As unidades experimentais eram compostas de caixas de fibra com um volume útil de 500L e densidade de estocagem de 1500m$^{3.}$ Foram testadas diferentes coberturas de superfície de aderência (25,50 e 100%), compondo 4 tratamentos (T1, T2, T3 e T4). As análises da qualidade da água foram feitas semanalmente e a coleta do bioflocos foi realizada no último dia do experimento (90 dias). O tratamento testemunha não continha substratos artificiais, os demais tratamentos apresentavam substratos artificiais e taxas de arraçoamento igual: 8% da biomassa total de camarões. Mensalmente os camarões foram pesados e medidos. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e três repetições. Os substratos artificiais não influenciaram a temperatura, amônia e pH. A homogeneidade dos lotes não apresentaram diferenças significativas entre T1, T2 e T3, observou-se que T4 apresentou o melhor desempenho. Já no índice de ganho de peso a diferença mostrou-se significativa entre os tratamentos, apresentando um crescimento linear a partir do aumento da superfície de aderência de substrato onde T4 apresentou melhor desempenho. A taxa de crescimento especifico também mostrou que T4 teve um melhor desempenho. Os resultados mostram que para o percentual de 100% de área de substrato artificial existe um ótimo índice de desempenho zootécnico, possibilitando uma grande viabilidade econômica para o cultivo sem renovação de água.

Palavras-chave: bioflocos, substratos artificiais, alimento natural, camarões, sem renovação de água

1.INTRODUÇÃO

O gênero *Macrobrachium* contém mais de 120 espécies e ocorre nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (VALENTI, 1985). Sua localidade típica é a bacia central do rio Amazonas na região de Manaus, onde é muito abundante nas águas brancas, ricas em sedimentos e sais dissolvidos (ODINETZ-COLLART; MOREIRA, 1993). O *Macrobrachium amazonicum* pertence à ordem Decápode (LATREILLER, 1802) e a família Palaemonidae (RAFINESQUE, 1815).

Em várias regiões do Brasil, o *M. amazonicum* (HELLER, 1862) é conhecido popularmente no estado do Amazonas como ”camarão regional”. Esta espécie é utilizada tanto na aqüicultura como explorado através da pesca comercial.

Na Amazônia, o *M. amazonicum* é o único camarão explorado comercialmente pela pesca artesanal nos estados do Amapá e Pará onde há um mercado significativo (ODINETZ-COLLART, 1993).

Desde 1990, a aqüicultura mundial vem apresentando crescimento anual de 8,9%, sendo este muito superior ao crescimento da indústria pesqueira oriunda da captura (1,4%) e aquele dos sistemas de produção de proteína de animais terrestres (2,8%), para o mesmo período. O resultado desse crescimento fica evidenciado na classificação mundial, em que o Brasil se encontrava na 36ª colocação em 1990, passando a ocupar a 19ª posição em 2001 (FAO, 2006).

No Brasil, a aqüicultura também vem despontando como atividade promissora, registrando um crescimento superior à média mundial, passando de 20,5 mil toneladas, em 1990, para 210 mil toneladas, em 2001, com uma receita de US$ 830,3 milhões (SCORVO-FILHO, 2004).

O cultivo de espécies de camarão de água doce é uma das atividades econômicas que mais cresceu nos últimos anos. A produção do camarão-da-malásia, *Macrobrachium rosenbergii,* foi ampliada de 139.500 t, no ano 2000, para 193.000 t em 2004 (FAO, 2006).

O uso de espécies nativas em cultivos comerciais é uma opção que tem despertado interesse em vários países. Miao & Ge (2002) estimaram que na China, a criação do *Macrobrachium nipponense* poderia, em pouco tempo, ultrapassar a criação de *M. rosenbergii*. Recentemente, os dados da FAO (2006) demonstram que esse fato foi concretizado, confirmando a tendência mundial do cultivo de espécies nativas para a carcinicultura. Na Índia, é crescente o interesse no cultivo do

Macrobrachium malcolmsonii, na América Central, do *Macrobrachium carcinus* e na América do Sul do *Macrobrachium amazonicum* (KUTTY . *et al*, 2000). Entre as espécies que ocorrem no Brasil, *M. amazonicum* é a mais indicada para o cultivo pois apresentam uma maior preferência por possuírem características adequadas ao cultivo, sendo que a maior parte da carcinicultura de água doce está focalizada em *Macrobrachium rosenbergii* (VALENTI, 1998). No entanto, a espécie *M. amazonicum* vem despertando interesse crescente para o cultivo comercial, devido ao rápido crescimento, fácil manutenção em cativeiro e rusticidade (GUEST, 1979; BARRETO; SOARES, 1982; VALENTI, 1985).

Nos sistemas de cultivo tradicionalmente adotados, a manutenção da qualidade da água é realizada com o emprego de intensa renovação de água. Para produzir um quilo de camarão em viveiros de engorda, utiliza-se uma quantidade que varia de 39 a 199 toneladas de água (HOPIKINS e VILLALÓN, 1992). Normalmente essa água é rica em nutrientes, e despejada no ambiente natural sem tratamento prévio, causando alterações nos ecossistemas adjacentes às áreas de cultivo (HOPKINS *et al.,* 1995; BAIRD. *et al*, 1996).

Sistemas de troca zero de água consistem em estimular a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico (açúcar, melaço, etc.) e aeração constante do ambiente de cultivo (WASIELESKY *et al*., 2006).

A prática da adubação ou fertilização tem sido utilizada como uma importante ferramenta no cultivo de organismos aquáticos. Adicionam-se nutrientes à água a fim de estimular a abundância do fitoplâncton, a proliferação bentônica e a formação de agregados microbianos, incrementando a produtividade natural dos viveiros e o crescimento dos camarões (COLMAN e EDWARDS, 1987; SCHROEDER *et al.,* 1990; BOYD e TUCKER, 1998; CORREIA, 1998; BOYD, 2001; HARI *et al*., 2004; WASIELESKY *et al.,* 2006b; SILVA *et al*., 2008).

As contribuições do alimento natural em sistemas de cultivo sem renovação de água e suas técnicas de cultivo sendo bastante difundida nas fazendas de camarão, a partir da produção de camarões com mínima ou nenhuma troca de água garantindo incremento de biossegurança, diminuição dos efluentes nas fazendas, redução da quantidade de proteína na ração e mínimo impacto ambiental (HOPKINS *et al*., 1993; SANDIFER e HOPKINS, 1996; BROWDY *et al.,* 2001a; TACON *et al*., 2002; BURFORD *et al*., 2003; WASIELESKY *et al*., 2006b).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da variação da área de superfície de aderência de substrato no cultivo intensivo do camarão-da-Amazônia *Macrobrachium amazonicum* em sistema sem renovação de água.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Avaliar o desempenho zootécnico do cultivo de *M. amazonicum* em sistema intensivo com diferentes tamanhos de áreas de aderência de substrato;
- ✓ Avaliar a viabilidade técnica e econômica do cultivo de *M. amazonicum* no sistema proposto.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Aquicultura

A aqüicultura é conceituada como o processo de produção em cativeiro de organismos com habitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos (RANA, 1997). A aqüicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social (VALENTI 2000, 2002a).

Entre os organismos cultivados, os crustáceos aparecem com destaque. Em 2001, o grupo ocupou o quarto lugar em termos de produção mundial, com 1,9 milhões de toneladas, porém, esteve em terceiro lugar em relação às receitas geradas com US$ 11,5 bilhões (BORGHETTI ET AL., 2003). Aproximadamente, 1,7 milhões de toneladas foram produzidas na Ásia. A América do Sul produziu 120,4 mil toneladas, seguida da América do Norte e Central com 91,4 mil toneladas, a África com 5,8 mil toneladas, e a Oceania com 5,1 mil toneladas (BORGHETTI ET AL., 2003).

A aqüicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida (VALENTI, 2000; ASSAD & BURSZTYN, 2000). Estes devem permanecer equilibrados para possibilitar a manutenção da sua atividade. A preservação ambiental é parte do processo produtivo. Não se concebe o desenvolvimento de técnicas de manejo para aumentar a produtividade sem se avaliarem os impactos ambientais produzidos (VALENTI, 2000).

3.2 A Carcinicultura

Entre os organismos cultivados, os crustáceos aparecem com destaque. Em 2001, o grupo ocupou o quarto lugar em termos de produção mundial, com 1,9 milhões de toneladas, porém, esteve em terceiro lugar em relação às receitas geradas com US$ 11,5 bilhões (BORGHETTI ET AL., 2003). Aproximadamente, 1,7 milhões de toneladas foram produzidas na Ásia. A América do Sul produziu 120,4 mil toneladas, seguida da América do Norte e Central com 91,4 mil toneladas, a África com 5,8 mil toneladas, e a Oceania com 5,1 mil toneladas (BORGHETTI ET AL., 2003).

O cultivo de camarões de água doce é um dos setores da aqüicultura que mais cresce no mundo (VALENTI, 2000). Conforme Valenti (2002b), a produção mundial de camarões de água doce, seguramente, ultrapassou 240.000 t em 2000, e cresceu mais de 1.000% na última década, movimentando mais de US$ 1 bilhão. De acordo com os dados da FAO (2002), entre 1990 e 2000, o volume de *Macrobrachium rosenbergii* produzido passou de 21.000 para 118.500 toneladas, correspondendo a um crescimento de quase 500%. No Brasil, na última década foi estimada produção de cerca de 500 t anuais (FAO, 2002), e o grupo GTCAD estimou em aproximadamente 400 t em 2001 (VALENTI, 2003). Contudo, sabe-se que existe um potencial de espécies nativas, e, entre elas, a mais importante é o camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (MORAES-RIODADES & VALENTI, 2004A). Esta espécie vem sendo explorada pela pesca artesanal em açudes (GURGEL & MATOS, 1984) e rios (COLLART & MOREIRA, 1993; VALENTI & MORAES-RIODADES, 2004; NEW, 2005).

A carcinicultura de água doce tem sido reconhecida como uma forma de produzir crustáceos com baixo impacto ambiental (NEW ET AL., 2000). Adapta-se muito bem aos sistemas familiares de produção e atende aos preceitos da aqüicultura sustentável. Os índices econômicos obtidos até o presente atestam de forma inequívoca a viabilidade econômica da atividade. Com as novas tecnologias, pode-se dobrar ou triplicar a produtividade tradicionalmente obtida e possivelmente melhorar ainda mais a rentabilidade dos empreendimentos. No entanto, é essencial garantir que o aumento de produtividade não prejudique a sustentabilidade dos sistemas de carcinicultura de água doce. As pesquisas visando o aumento da produtividade devem considerar sempre os impactos ambientais e sociais, que podem estar atrelados.

3.3. Alimentação Natural

A alimentação é um fator de extrema importância para um sistema de cultivo, pois influencia diretamente na sobrevivência e no crescimento dos organismos aquáticos, bem como a viabilidade econômica do cultivo, visto que pode representar até mais de 60% dos custos de produção.

O alimento natural (especialmente organismos zooplanctônicos e bentônicos) é de suma importância para a nutrição dos camarões cultivados (MARTINEZ-

CORDOVA et al., 2003). Segundo Jory apud Martinez-Cordova et al. (2003), a utilização de dietas com níveis elevados de proteína é desnecessária quando há uma grande abundância de alimento natural no sistema de cultivo.

Entre os organismos componentes do alimento natural disponíveis aos animais cultivados em viveiros destacam-se as microalgas, representadas principalmente pelas diatomáceas e clorofíceas; e o zooplâncton, representado pelos rotíferos, cladóceros e copépodos (SILVA, 2004). A comunidade bentônica é representada por organismos microbianos (bactérias e fungos), micro-invertebrados e fitobentos, anelídeos e insetos aquáticos que vivem sob os detritos do fundo do viveiro (CORREIA, 1998).

A intensificação dos cultivos de camarão requer o estabelecimento de uma comunidade planctônica bem desenvolvida, uma vez que esta é utilizada pelos camarões como complemento alimentar, fornecendo-lhes importantes compostos nutricionais como ácidos graxos, que são essenciais à sobrevivência e crescimento dos camarões (MAIA et al., 2003).

Os microrganismos (plâncton, bactérias, etc.) são de grande importância para os sistemas aqüícolas, particularmente com respeito à produtividade primária, ciclagem dos nutrientes, nutrição dos animais cultivados, qualidade da água, controle de doenças e do impacto dos efluentes ao meio ambiente (MORIARTY, 1997).

Moss et al. (1992), sugerem que, em cultivo semi-intensivo, a fauna bêntica é capaz de dar suporte ao crescimento dos camarões nas quatro primeiras semanas de cultivo. A importância da meio fauna para o crescimento dos camarões está no fato destes organismos servirem de elo entre as bactérias e os camarões.

Atualmente, a utilização de sistemas sem renovação de água tem despertado o interesse dos pesquisadores quanto às propriedades nutricionais dos flocos bacterianos (agregados microbianos ou bacterianos). Flocos bacterianos são formados durante o ciclo de produção e são constituídos principalmente de bactérias, microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, cianobactérias, protozoários, pequenos metazoários e formas larvais de invertebrados, entre outros (BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006).

Partículas floculadas possuem elevados níveis de proteínas, aminoácidos e outros elementos alimentares essenciais em níveis satisfatórios (TACON et al., 2002; DECAMP et al., 2003; BURFORD et al., 2004). Contêm também vitaminas e

minerais em bons níveis, sendo desnecessária a adição destes fatores de crescimento na ração, reduzindo em 30% os custos destes insumos (CHAMBERLAIN et al., 2001b). Segundo Avnimelech (2006), uma alimentação baseada em microrganismos é de alta qualidade. Entretanto, a utilização da proteína microbiana vai depender da habilidade do animal em capturar a bactéria e de digerir a proteína (KOCHBA et al., 1994).

3.4 Manejo de Água no Cultivo de Camarão

O cultivo de camarão tornou-se uma importante indústria em áreas tropicais e subtropicais ao redor do mundo (BURFORD et al., 2003), contando, em 2004, com uma produção mundial de 1.908.000 t, o que representou um incremento de 10,7% em relação ao ano anterior (ROCHA, 2005).

Nos últimos anos, apesar dos incrementos de produção, o surgimento de enfermidades tem se tornado um problema para os cultivos de camarão em muitos países no Sul da Ásia, e Américas do Sul e Central. Muitas dessas doenças têm origem viral (BROCK et al., 1997; LIGHTNER, 1999; LIGTHTNER e PANTOJA, 2004; NUNES et al., 2004; GARCIA e OLMOS, 2007) e são exacerbadas pela má qualidade da água de cultivo e pelos elevados níveis de trocas de água (LeMOULLAC, 2000).

O crescimento acelerado da carcinicultura, em conjunto com o surgimento de enfermidades e a descarga direta de efluentes no meio ambiente, têm despertado a preocupação de vários grupos ambientalistas quanto à sustentabilidade ecológica desta atividade (NAYLOR et al., 2000; PÁES-OSUNA, 2001; BURFORD et al. 2003; HARI et al., 2006).

A renovação de água é uma técnica de manejo comum em cultivos de camarão, sendo bastante utilizada para manter níveis adequados de qualidade da água de cultivo (CHIEN, 1992; BURFORD et al., 2003; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005). A troca de água também é utilizada para ajustes de temperatura e salinidade (AVAULT JR., 1996).

Viveiros de cultivo no sistema intensivo adotam taxas de renovação de água de 5 a 30% do volume do viveiro por dia (HOPKINS et al., 1993; MONTOYA et al., 1999; McINTOSH et al., 2001; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005), enquanto que, em viveiros com baixa densidade de estocagem, utilizam-se taxas de 1 a 5% apenas

para compensar as perdas por infiltração e evaporação (CHIEN, 1992; AVAULT JR., 1996). HOPKINS et al. (1993) estimam que para produzir 1 kg de camarão são necessárias 39 a 199 t de água.

Segundo Boyd (1997a), rotinas diárias de troca de água são ineficientes e desnecessárias, extrapolando-se os custos com bombeamento de água. Ainda segundo o mesmo autor, a renovação de água nos viveiros deve ser adotada apenas em casos específicos como ajuste da salinidade, remoção de produtos metabólicos tóxicos ou para conter blooms de algas. ALONSO-RODRIGUEZ e PÁES-OSUNA (2003) relatam que blooms de algas produzem alterações nos níveis de oxigênio dissolvido podendo causar a mortalidade dos camarões.

A liberação de efluentes sem tratamento representa uma perda econômica de nutrientes valiosos, reduzindo a rentabilidade dos cultivos. Um dos maiores desafios encarados pelos produtores de camarão está no desenvolvimento de estratégias que reduzam os resíduos nutrientes dos viveiros (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2006).

Os efluentes dos viveiros de camarão contêm partículas mortas e vivas de matéria orgânica, matéria orgânica dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, partículas sólidas suspensas e outras substâncias consideradas como potenciais poluentes (HARGREAVES, 1998; PÁES-OSUNA, 2001).

Tentativas para melhorar a sustentabilidade e a biosseguridade na aqüicultura têm sido adotadas desde os anos 90, como a utilização de sistemas de recirculação – Recirculating Aquaculture Systems (RAS) com baixa renovação de água, aproveitando os efluentes após decantação e oxidação biológica da matéria orgânica (HOROWITZ e HOROWITZ, 2000; VELASCO e LAWRENCE, 2001; GROSS et al., 2003; HOLL et al., 2006; MICHAUD et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2006); e sistemas de cultivo sem renovação de água – Zero Water Exchange Systems (HOPKINS et al., 1993; SANDIFER e HOPKINS, 1996; AVNIMELECH, 1998; McINTOSH, 1999; BROWDY et al., 2001a; CHAMBERLAIN et al., 2001a; PÁES-OSUNA, 2001; BOYD e CLAY, 2002; TACON et al., 2002; DECAMP et al., 2003; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005; EBELING et al., 2006).

Sistemas sem renovação de água demandam altos níveis de aeração e mistura da água, necessários para conter a crescente demanda por oxigênio, resultado da intensa atividade bacteriana (ERLER et al., 2005). A intensificação da densidade de estocagem tornou-se requisito básico para a viabilidade econômica

deste tipo de cultivo (McNEIL, 2000; WASIELESKY et al., 2006).

Atualmente, sistemas sem renovação de água trabalham com densidades de estocagem acima de 60 pós-larvas/m³, com alguns empreendimentos chegando a utilizar 500 pós-larvas/m³. Cultivos intensivos de camarão são definidos por produções de 0,5 a 1,0 kg/m³ (5 a 10 t/ha), super-intensivo de 1 a 5 kg/m³ (10 a 50 t/ha) e hiper-intensivo com produções acima de 5 kg/m³ (MCNEIL, 2000). Hopkins et al. (1995) e Velasco et al. (1998) relataram boa sobrevivência e crescimento em cultivo de camarão marinho em alta densidade e sem renovação de água.

Em Belize Aquaculture Ltda (BAL), na América Central, é utilizado com sucesso o sistema de produção sem renovação de água visando à redução dos efluentes, incremento da biossegurança e aumento das produções (McINTOSH, 1999; McNEIL, 2000; McINTOSH, 2001; ERLER et al., 2005). BAL desenvolveu uma abordagem integrada para o cultivo de camarão, utilizando estoques de pós-larvas selecionadas, ração com baixo nível protéico (~ 20%), elevadas densidades de estocagem (~120 animais/m²) em viveiros revestidos com lona plástica e sob constante aeração, sistema de recirculação e tratamento completo da água após a despesca. Estas técnicas de manejo resultaram em níveis de produção em torno de 15 t/ha/ciclo (McINTOSH, 1999; BOYD e CLAY, 2002; BURFORD et al., 2003).

3.5 Sistema heterotrófico

Nos últimos anos vêm-se desenvolvendo pesquisas em cultivos intensivos que combinam o tratamento de água com a reciclagem de alimento artificial não consumido, utilizando-se viveiros de suspensão ativa – Active Suspension Ponds (ASP) (AVNIMELECH et al., 1994; CHAMBERLAIN e HOPKINS, 1994; AVNIMELECH, 2003; BURFORD et al., 2003; AVNIMELECH, 2006) ou sistemas de cultivo sem renovação de água através de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica – Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems (ZEAH) (McINTOSH, 1999; McNEIL, 2000; CHAMBERLAIN et al., 2001c; McGRAW, 2002; ERLER et al., 2005; WASIELESKY et al., 2006). Estes sistemas têm em comum a predominância de bactérias aeróbicas heterotróficas que colonizam partículas de resíduos orgânicos e absorvem o nitrogênio, fósforo e outros nutrientes da água (CHAMBERLAIN et al., 2001a).

As bactérias desempenham importante papel nos sistemas de produção aqüícola (MORIARTY, 1997; BROWDY et al., 2001a), tornando-se imprescindível

uma compreensão adequada das diferenças entre bactérias autotróficas e heterotróficas para o desenho e manejo de muitas operações aqüícolas (McGRAW, 2002). As bactérias heterotróficas obtêm carbono e energia para crescimento a partir de compostos orgânicos que existem na natureza, ao contrário das autotróficas que obtêm energia a partir da luz (fotoautotróficas) e a partir da oxidação de compostos inorgânicos, tais como a amônia (quimioautotróficos).

O ecossistema microbiano em ambientes aqüícolas é geralmente dominado por organismos heterotróficos competindo por substratos orgânicos como fontes de carbono e energia (VERSCHUERE et al., 2000). No entanto, sistemas de cultivo autotróficos e heterotróficos são complementares. As bactérias heterotróficas produzem dióxido de carbono (CO2) como produto final do seu metabolismo, o qual provê uma fonte de carbono para as autotróficas que, ao crescer, produzem biomassa que será consumida eventualmente pelas heterotróficas (MORIARTY, 1997; McGRAW, 2002).

O manejo da qualidade da água é uma importante ferramenta para o sucesso dos sistemas de cultivo, pois tem influência direta na reprodução, crescimento e sobrevivência dos organismos aquáticos, especialmente em sistemas semi-intensivos e intensivos (CHIEN, 1992). As águas e efluentes de viveiros de camarão geralmente são ricos em sólidos suspensos, matéria orgânica e outros nutrientes, e a concentração destes elementos está estritamente ligada ao manejo adotado e ao sistema de cultivo (ALONSO-RODRIGUEZ e PAEZ-OSUNA, 2003).

O alimento não consumido, as fezes e outros resíduos excretados, como a amônia, tornam-se disponíveis favorecendo o rápido crescimento do fitoplâncton e dos organismos heterotróficos (NUNES e PARSONS, 1998; TOOKWINAS e SONGSANGJINDA, 1999). A mineralização da matéria orgânica acumulada, em condições anaeróbicas, também leva à formação de produtos metabólicos tóxicos como a amônia e o nitrito, deteriorando a qualidade da água no ambiente de cultivo (AVNIMELECH e RITVO, 2003).

Um dos maiores problemas de qualidade da água em sistemas aqüícolas intensivos é o acúmulo de formas tóxicas de nitrogênio inorgânico na água (AVNIMELECH, 1999). Animais aquáticos, assim como peixes e camarões, excretam amônia, que pode se acumular no viveiro. Mesmo em baixas concentrações, a amônia e o nitrito (NH3 e NO2-) são altamente tóxicos para os camarões e, portanto, devem ser removidos do sistema (CHIEN, 1992; BOYD e

TUCKER, 1998; GROSS et al., 2003).

Vários processos microbianos podem ser utilizados para reduzir os níveis de amônia nos ambientes de cultivo. Estes processos incluem a nitrificação, denitrificação, mineralização, fotossíntese e o crescimento de bactérias heterotróficas (BRUNE et al., 2003).

A habilidade para o controle das concentrações de nitrogênio está na manipulação da relação entre a quantidade de carbono orgânico e nitrogênio inorgânico (C:N), e tem sido utilizada com freqüência para indicar a qualidade dos substratos orgânicos de viveiros de aqüicultura (AVNIMELECH, 1999). A importância da relação C:N do viveiro se deve ao fato da deficiência de qualquer nutriente exigido pelas bactérias heterotróficas poder limitar a taxa de decomposição da matéria orgânica e, com isso, o desenvolvimento e a formação dos flocos bacterianos.

Para aperfeiçoar a produção e, conseqüentemente, a retenção dos nutrientes na biomassa bacteriana, Burford et al. (2003) informam que a relação C:N deve situar-se acima de 10:1. Schneider et al. (2005) sugerem que a relação C:N requerida no substrato é de aproximadamente 15 g C/g N. Segundo Wasielesky et al. (2006), a relação C:N ideal para formação do floco microbiano, com predomínio de bactérias heterotróficas, deve situar-se entre 14 e 30:1. No entanto, misturas balanceadas de carbono e nitrogênio numa relação de 20:1 são, aparentemente, mais facilmente assimiladas (CHAMBERLAIN et al., 2001a).

Goldman et al. apud Jana et al. (2001) mostraram que a eficiência de crescimento das bactérias diminui com o incremento da relação C:N e C:P no substrato. Um crescimento balanceado de bactérias requer substratos com carbono, nitrogênio e fósforo em uma relação atômica de 106:12:1, embora algumas bactérias tenham capacidade de variar estes requerimentos (JANA et al., 2001).

A relação C:N na água está vinculada à disponibilidade e competição por carbono orgânico e amônia. Para uma alta relação C:N, bactérias heterotróficas competem com as autotróficas por oxigênio dissolvido e espaço. Quando há uma baixa relação C:N, as bactérias autotróficas são privilegiadas (MICHAUD et al., 2006). Portanto, informações sobre uma ótima relação C:N e N:P são pré-requisitos para se entender as atividades microbianas e para o desenvolvimento de um protocolo racional de fertilização de ambientes para cultivo de organismos aquáticos (JANA et al., 2001).

4. METODOLOGIA

4.1 Local do experimento

O experimento inicialmente seria realizado na Fazenda Agroindustrial Tambaqui Ltda., km 142 da Rodovia AM 010 Manaus-Itacoatiara, Amazonas, Brasil, no entanto devido a problemas logísticos o experimento teve que ser realizado no município de Iranduba, na Comunidade Nossa Senhora de Aparecida no Lago do Catalão, a 5 km do porto fluvial da Ceasa de Manaus, próximo a uma área de confluência do Rio Negro e Rio Solimões (03° 09`33`` S e 59° 54' 34,7" W) (Fig. 1).

Figura 1. Distribuição da área de estudo indicando pontos de coleta de *M. amazonicum*. 1. Canal Xiboreno, 2. Flutuante do projeto Piaba, 3. Ilha do Catalão, 4. e 5. Lago do Catalão. Fonte: Google earth (período da seca de 2010).

4.2 Delineamento Experimental

Devido à dificuldade de obtenção de camarões da mesma idade para a realização de um experimento totalmente casualizado, optou-se por um delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos, cada um com três

repetições totalizando 12 unidades experimentais. O período experimental foi de noventa (90) dias. Os tratamentos foram os seguintes: T1 = 0% de aumento de superfície de fixação de substrato; T2 = 25% de aumento de superfície de fixação de substrato; T3 = 50% de aumento de superfície de fixação de substrato e T4 = 100% de aumento de superfície de fixação de substrato. Nos tanques foram instaladas telas com $2m^2$, $4m^2$ e $8m^2$ de tela.

a. Descrição das Unidades Experimentais

Foram utilizadas 12 tanques circulares de PVC com capacidade total de 500L cada**.** Para aumentar a superfície de aderência de substrato nos tanques, serão utilizadas telas de sombrite 50% com armação lateral de PVC de ½" preenchidos com areia, para evitar a flutuação.

A aeração no sistema foi realizada por um aerador tipo Blower, posicionado na tomada d' água do viveiro de abastecimento, sendo impulsionado por um motor de 0,5 cv. onde as caixas eram providas de pedras porosas e taxa de recirculação total diária de aproximadamente 150%/dia. Para tal recirculação, nos 4 tratamentos em meio aos flocos a água foi bombeada de um tanque matriz de 1000L onde ocorreu cultivo intensivo de camarões em meio heterotrófico e troca zero, por meio de bomba submersa e retornou por gravidade, baseando-se no estudo de Wasielesky et al. (2006).

b. Manejo dos animais

Os camarões juvenis foram adquiridos com os pescadores locais e estocados em tanques-rede para que posteriormente fossem confinados nas unidades experimentais. Utilizou-se gradeamento que consiste em um processo para selecionar camarões juvenis por tamanho antes do povoamento das Uexs. A densidade de estocagem foi de 1.500 camarões/m3, os quais eram alimentados duas vezes ao dia a 8% da biomassa com ração comercial com 34% PB. A ração foi moída, umedecida e conduzida até o fundo do tanque através de um tubo de 50mm evitando agitação da coluna d'água.

c. Índices de desempenho zootécnico

Para avaliar os diferentes parâmetros foram utilizadas as seguintes fórmulas: sobrevivência (Sob%= Número final de camarões x 100/Número inicial de juvenis), Peso médio (PM= peso total dos camarões / no total de camarões);

comprimento médio (CM= comprimento total dos camarões/ no total de camarões); biomassa total (BT= Peso médio tratamento x No camarões), e produtividade (Prod.= kg camarão/ha), conversão alimentar (CA = Kg de ração consumida/Biomassa total).

Tabela 1. Biometria final dos T1, T2, T3, T4. CT= Comprimento Total (cm), Peso (g)

	Tratamento 1		Tratamento 2		Tratamento 3		Tratamento 4	
Nº.	**CT(cm)**	**Peso (g)**	**CT (cm)**	**Peso (g)**	**CT (cm)**	**Peso (g)**	**CT (cm)**	**Peso (g)**
1	6,6	6,70	6,4	6,15	6,4	6,68	6,3	6,48
2	6,4	6,30	6,3	6,10	6,1	6,47	6,5	6,58
3	5,8	6,70	6,2	6,00	6,6	6,68	6,4	6,48
4	5,4	4,90	6,4	6,14	6,6	6,58	6,2	6,28
5	6,9	6,50	6,5	6,25	6,8	6,78	6,1	6,18
6	5,5	5,20	6,1	6,70	6,4	6,48	6,4	6,48
7	5,1	5,20	6,8	5,98	6,9	6,68	6,2	6,28
8	6,3	5,90	6,1	6,45	6,8	6,92	6,7	6,78
9	6,7	6,90	6,5	6,12	6,7	6,88	5,9	6,10
10	5,9	6,40	6	5,90	6,2	6,37	5,8	6,98
11	5,2	4,80	6,3	6,27	6,3	6,65	5,9	6,19
12	4,1	3,77	6,1	5,91	6,4	6,88	6,7	6,78
13	4,8	4,42	6,4	6,12	6,9	6,78	6,3	6,38
14	5	4,60	5,9	6,10	5,9	6,67	6,4	6,48
15	4,9	4,95	5,8	5,60	5,9	6,77	6,6	6,68
16	4,8	4,70	5,9	5,40	5,8	6,77	6,4	6,69
17	5,4	5,39	5,7	5,62	7,1	7,30	6,2	6,29
18	5,2	4,95	5,7	5,54	7,2	7,10	6,3	6,37
19	5,9	4,75	5,3	5,05	7,3	7,39	6,8	6,89
20	6,3	5,80	5,6	6,00	7,3	7,15	6,9	7,10
21	6,1	5,80	5,8	5,65	7,9	7,79	7,5	7,76
22	6,8	6,10	7,1	6,31	6,9	6,88	7,4	7,70
23	5,2	5,10	8	7,20	6,6	6,78	7,6	7,75
24	5,6	5,90	7,8	7,62	7,8	7,79	7,9	8,90
25	7,1	6,39	7,9	7,14	7,6	7,75	7,6	7,76
26	7,6	7,12	7,8	7,30	7,2	7,39	7,4	7,60
27	6,9	6,70	6,4	6,19	7,3	7,45	7,2	7,40
28	6,1	5,10	5,3	5,31	6,9	6,95	6,8	6,95
29	6	6,20	5,2	5,21	6,4	6,48	6,4	5,65
30	6,3	5,90	5,6	5,14	6,8	6,98	6,2	6,38
31	5,2	5,70	5,7	5,41	6,7	6,79	6,3	6,35
32	5,8	5,23	5,9	5,59	6,4	6,65	5,7	5,78
33	5,4	5,19	5,7	5,41	6,3	6,45	6,9	6,98
34	7,1	6,89	5,4	5,12	6,1	6,20	7,9	7,98
35	7,6	7,38	5,8	5,50	6,7	6,78	7,1	7,18
36	7,4	7,18	5,9	5,59	6,5	6,75	6,7	6,78
37	7,2	6,99	5,8	5,50	6,8	6,98	6,8	6,99
38	7	6,79	6	5,80	7,1	7,20	6,3	6,43
39	6,8	6,60	6,1	5,99	5,9	6,25	6,9	7,20
40	5,9	5,73	6,2	6,09	5,9	6,20	6,7	7,00
41	5,8	5,63	6,8	6,68	5,8	6,10	6,4	6,60
42	5,9	5,73	6,3	6,19	5,8	6,00	6,8	7,00
43	5,1	4,95	6,4	6,29	5,7	5,97	7,1	7,15
44	5,7	5,53	6,1	5,99	6,8	6,78	6,8	6,98
45	6,2	6,02	6,5	6,39	5,9	5,87	7,6	7,78
46	6,4	6,21	5,9	5,80	6,3	6,38	6,48	6,58
47	6,9	6,70	5,8	5,70	6,4	6,38	6,48	6,67
48	6,5	6,31	5,7	5,60	6,8	6,98	7,4	7,62
49	6,1	5,92	5,9	5,80	6,4	6,68	6,8	7,00
50	6,4	6,21	6,5	6,39	6,4	6,58	6,1	6,28
51	6,8	6,60	6,9	6,78	6,7	6,78	6,8	6,98
média	6,06	5,86	6,20	6,00	6,60	6,76	6,69	6,86
Desv.pad	0,80	0,82	0,64	0,57	0,53	0,44	0,54	0,61

d. Qualidade da água

As medições das variáveis físicas e químicas tiveram como finalidade monitorar as condições da água semanalmente. Foram tomadas as medidas dos seguintes parâmetros: temperatura (°C) com termômetro digital, oxigênio dissolvido mg/l (com oxímetro digital marca Milwaukee, modelo SM600), pH (com pHmetro digital marca Hanna, modelo HI99104), condutividade (µs/cm). Estes dados foram coletados in loco dentro dos tanques pela manhã.

4.3 Análise Estatística

No início do experimento, para garantir a homogeneidade do lote, os animais foram pesados e as biometrias avaliadas através do Teste T a 5% de probabilidade. Para determinar o melhor tratamento, os resultados do desempenho zootécnico foram submetidos a uma ANOVA e suas médias comparadas pelo Teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. As médias dos fatores físico-químicos também foram comparadas através do Teste de Tukey a 5 % (MENDES, 1999).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Desempenho zootécnico do *Macrobrachium amazonicum*

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. Conforme exposto na tabela a seguir:

Índices zootécnicos	T1	T2	T3	T4
Sobrevivência (%)	71,1 (± 1,5)	68,6 (± 2,6)	72,01 (± 2,5)	65,2 (± 1,6)
Peso Médio (g)	5,86 ± 0,82	6,00 ± 0,57	6,76 ± 0,44	6,86 ± 0,61
Comp. Médio (cm)	6,06 ± 0,80	6,20± 0,64	6,60 ± 0,53	6,69 ± 0,54
Biomassa Total (kg)	8,79	9	10,14	10,29
Ganho de Peso(g)	2,91	2,46	3,79	4,06
Taxa de Crescimento Especifico	0,71	0,63	0,87	1,04
Produtividade (kg/ha)	87,900	90	101,4	102,9

Tabela 2. Índices zootécnicos do *M. amazonicum*. T1= Tratamento 1; T2= Tratamento 2; T3= Tratamento 3; T4= Tratamento 4.

Wasielesky et al. (2006b), trabalhando em uma densidade de 300 camarões/m2 com juvenis M. rosenberg (portanto maior biomassa quando comparado a este experimento) obtiveram índices de sobrevivência de 99,09%, 76,81%, 99,09% e 38,18%, para tratamentos em águas ricas em agregados com e sem fornecimento de ração e água clara com e sem fornecimento de ração (35% PB), respectivamente. Não foram encontrados estudos na literatura trabalhos para comparar os resultados obtidos neste.

Todos os tratamentos observou-se a formação de flocos microbianos. Isso indica que houve consumo da biota em todos os tratamentos (T2,T3 e T4) e no caso do tratamento testa os camarões dera preferência em consumir a ração. O bioflocos 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). Observou-se que os camarões ocuparam constantemente os substratos e consumiam bioflocos, comprovando que esta espécie foi atraída pela alimentação disponível nos substratos artificiais. O T4 apresentou maiores e melhores índices zootécnicos,

quando comparado aos outros tratamentos, mostrando que a maior cobertura de superfície de aderência otimizou o desempenho dos animais.

A homogeneidade dos lotes não apresentaram diferenças significativas entre T1, T2 e T3, observou-se que T4 apresentou o melhor desempenho. Já no índice de ganho de peso a diferença mostrou-se significativa entre os tratamentos, apresentando um crescimento linear a partir do aumento da superfície de aderência de substrato, onde T4 apresentou melhor desempenho. A taxa de crescimento especifico também mostrou que T4 teve um melhor desempenho

Quanto às amostras d'água para analise de determinação da Amônia (NH4 – mg/l), Nitritos, Nitrato em laboratório, foram coletados em frascos de polietileno com capacidade de 500 ml, transportado para o laboratório de limnologia do Departamento de Ciências Pesqueira da UFAM uma vez por mês. Os resultados estão apresentados na tabela 3.

Meses	pH	µS/cm²	Temp. °C	Oxigênio Dissolvido mg/L	Amônia mg/L	Nitrato mg/L
				Sup. 50cm		
Jan	4,57	42,8	30,36	4,88	0,044	0,0546
Fev	5,07	20,75	31,525	4,8	0,0273	0,0503
Mar	5,75	36,75	30,675	4,375	0,0332	0,0465
Abr	5,76	46,6	30,52	4,38	0,0602	0,0676
Mai	6,59	93	29,675	3,525	0,058	0,06
Jun	6,61	113,2	28,38	3,68	0,0564	0,0574
Média	**5,725**	**58,85**	**30,19**	**4,27**	**0,0465**	**0,056**
DesvP	**0,812**	**35,966**	**1,067**	**0,562**	**0,014**	**0,007**

Tabela 3. Variáveis limnológicas do tanque de abastecimento dos tanques de cultivo em meio heterotrófico sem renovação, em sistema de recirculação

As características físicas e químicas da água nos tanques no período do experimento (Tabela 2), sofrem influência direta do encontro dos rios Negro e Solimões, apresentaram os seguintes valores médios de pH (5,725 ± 0,812), condutividade (58,85 ± 35,966 µs/cm), temperatura (30,19ºC ± 1,067), oxigênio dissolvido na superfície (4,27 mg/l ± 0,562).

Esta região apresenta uma grande variação nas suas características limnológicas na saída do lago, refletindo as mudanças do tipo de água predominante no local ao longo do ano, que depende de uma maior o menor influencia sazonal dos Rios Solimões e Negro. Sendo que de agosto a novembro predomina a água preta,

no mês de dezembro a água branca, voltando a predominar a água preta nos meses de janeiro e fevereiro. Nos meses de março a julho predomina a água branca, isto ocorre devido ao processo de barramento natural, provocado pelo aumento do fluxo de água do rio Solimões sobre o rio Negro.

.

6. Conclusão

Dentro do contexto exposto neste trabalho, a presença dos flocos microbianos realmente contribuiu para um melhor crescimento e sobrevivência dos camarões. Este fato Substrato Microrganismos aderidos pode ser atribuído a uma enorme gama de microrganismos presente no meio, sendo esta rica fonte de aminoácidos essenciais, vitaminas, entre outros, além de anular a emissão de efluentes em ambientes adjacentes, contribuindo para um cultivo mais racional**.**

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

Neste trabalho os resultados obtidos nos levaram a concluir que a maior superfície de aderência de substrato otimizou o desempenho zootécnico dos animais, mostrando a viabilidade econômica do cultivo em sistema fechado.

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.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVAULT, J.W. JR., 1996. **Fundamentals of aquaculture: a step-by-step guide to commercial aquaculture**. AVA Publishing Company Inc, Baton Rouge, LA, 889 pp.

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

AVNIMELECH, Y., 2006. **Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. Aquacultural Engineering** 34, 172-178.

ALONSO-RODRÍGUEZ, R.; PÁEZ-OSUNA, F. **Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California**. Aquaculture, v.219, p. 317-336, 2003.

ABRAHAM, T. J.; GHOSH, S.; NAGESH, T. S.; SASMAL, D. **Distribution of bacteria involved in nitrogen and sulphur cycles in shrimp culture systems of West Bengal, India. Aquaculture,** v.239, p. 275-288, 2004.

BAIRD D.J., BEVERIDGE M. C.M., KELLY L.A., MUIR J. (1996). **Aquaculture and wates resource management. Blackwell Science, London 219p.**

BACEN, Banco Central do Brasil. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/pre/portalCidadao/indecon/index.asp?idpai=PORTALINDECON&id=portalindecon. Acessado em: 31/03/2010

BROWNDY C .L., BTATVOLD D., STOKES A.D. E MCINTOSH R.P. (2001) **Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: The New Wave, Proceeedings of the Special Session on sustainable Shrimp Culture, aquaculture 2001**. (ed. By Browdy C.L. e D.E.) pp. 20-34. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA.

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

BOYD, C. E., 1997. **Pond bottom soil and water quality management for pond aquaculture. Alabama, USA**, 55 pp.

BRUNE, D. E.; SCHWARTZ, G.; EVERSOLE, A. G.; COLLIER, J. A.; SCHWEDLER, T. E., 2003. **Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. Aquacultural Engineering** 28, 65-86.

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

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

BROCK, J. A.; GOSE, R. B.; LIGHTNER, D. V.; HASSON, K**. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of farmed shrimp in the Americas. In: FLEGEL, T. W.; McRAE, I. H. (Eds.), Diseases in Asian aquaculture III**. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, p. 275-284, 1997.

BURFORD, M. A.; WILLIAMS, K. C. **The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. Aquaculture,** v. 198, p. 79-93, 2001.

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.

CORREIA, E. S**. Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce Macrobrachium rosenbergii (De Man, 1879). Tese (Doutorado em Ciências)** – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1998. 136 p.

CHAMBERLAIN, G. W.; HOPKINS, J. S. **Reducing water use and feed cost in intensive ponds. World Aquaculture**, v. 25, p. 29-32, 1994.

CASILLAS-HERNÁDEZ, R.; MAGALLÓN-BARAJAS, F.; PORTILLO-CLARCK, G.; PÁEZ-OSUNA, F., 2006. **Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies**: Trays and mechanical dispersal. Aquaculture 258, 289-298.

CHIEN, Y. H., 1992**. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. In: Wyban, J. (Ed.),** Proceedings of the special session on shrimp farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA, pp. 144-156.

DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G.; TACON, A G. J. **Effect of salinity on natural community and production of Litopenaeus vannamei (Bonne), with experimental zero exchange culture systems.** Aquaculture Research, v. 34, p. 345-355, 2003.

DEVARAJA, T. N.; YUSOFF, F. M.; SHARIFF, M. **Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. Aquaculture**, v. 206, p. 245-256, 2002.

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

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. **Yearbook of fishery statistics: summary tables**. FAO, Roma (obtido via internet, http://www.fao.org).

GUEST, W. C. 1979. **Laboratory life history of the Palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*** 37 (2): 141-151.

GATESOUPE, F. J. **The use of probiotics in aquaculture. Aquaculture,** v.180, p. 147-165, 1999.

HARI, B.; KURUP, B. M.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M.C. J., 2006. **The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems**. Aquaculture 252, 248-263.

HARGREAVES, J. A., 1998. **Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds.** Aquaculture 166, 181-212.

HOLL, C. M.; TALLAMY, C. J.; MOSS, S. M. **Varied microbes important to recirculating aquaculture systems.** Global Aquaculture Advocate, June, p. 38-39, 2006.

HOPKINS, J. S.; et. al. **Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of shrimp.** Journal of World Aquaculture, v. 24, p. 304-320. 1993.

HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L.; HOLLOWAY, J. D. **Comparison of exchange and no-exchange water management for the intensive culture of marine shrimp**. Journal of Shellfish Research, v. 13, p. 441-445, 1996.

HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. **Aquaculture and the microbial world**. Global Aquaculture Advocate, February, p. 34-35, 2000.

HOPKINGS J. S., DEVOE M.R., HOLLAND A.F. (1995). **Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States *Estuaries* 18, 25-42;**

HOPKINGS J. S., HAMILTON D.S., SANDIFER P.A., BROWDY C.L., STOKES A.D.(1993). **Effect of water exchange rate on the production, water quality, effluent characteristics and nitrogen bugets in intensive shrimp ponds.** Journal of the World Aquaculture Society, 24, 304-320.

HOPKINGS J. S. E VILLALON, J. (1992). **Synopsis of industrial panel input on shrimp pond management. In: Wiban J.A**, (ed) Proceedings of the special Session on shrimp Farming. World Aquaculture Society, pp 138-143.

KUTTY, M. N.; HERMAN, F.; MENN, H. L. 2000. **Culture of others species**. In: New, M. B.; Valenti, W. C. (Eds.) ***Freshwater prawn farming: the farming of Macrobrachium rosenbergii.*** Oxford. Blackwell Science. p. 393-410.

LIGHTNER, D. V.; PANTOJA, C. R.; **Infectious Myonecrosis (IMN): current status report on the biology of the etiological agent and development of diagnostic methods.** In: ROCHA, I. P. (Ed.), Livro de Resumos da FENACAM, Natal, Brasil, p. 40, 2004.

LEMOULLAC, G., 2000. **Environmental factors affect immune response and resistance in crustaceans.** Global Aquaculture Advocate 3 (6), 18-19.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; TORRES, A. C.; PORCHAS-CORNEJO, M. A., 2003. **Dietary protein level and natural food management in the culture of blue**

(Litopenaeus stylirostris) and white shrimp (Litopenaeus vannamei) in microcosms. Aquaculture Nutrition 9, 155-160.

MCGRAW, W. J., 2002. **Utilization of heterotrophic and autotrophic bacteria in aquaculture**. Global Aquaculture Advocate 5 (6), 82-83.

MCINTOSH, D.; SAMOCHA, T. M.; JONES, E. R.; LAWRENCE, A. L.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A., 2001. **Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of Litopenaeus vannamei limited water discharge**. Aquacultural Engineering 25, 69-82.

Mendes, E. S.; Mendes, P. P.; Góes, L. M. N. B.; Vieira, K. P. B. A., 2005. Os víbrios na carcinicultura. Panorama da Aqüicultura 15 (91), 26-29.

MORIARTY, D. J. W., 1997. **The role of microorganisms in aquaculture ponds**. Aquaculture 151, 333-349.

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

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; CAMPANA-TORRES, A.; PORCHAS-CORNEJO, M. A. **Promotion and contribution of biota in low water exchange ponds farming blue shrimp Litopenaeus stylisrostris (Stimpson).**Aquaculture Research, v. 33, p. 27-32, 2002.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; TORRES, A. C.; PORCHAS-CORNEJO, M. A**. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (Litopenaeus stylirostris) and white shrimp (Litopenaeus vannamei) in microcosms**. Aquaculture Nutrition, v. 9, p. 155-160, 2003.

MONTOYA, R. A.; LAWRENCE, A. L.; GRANT, W. E.; VELASO, M. **Simulation of nitrogen dynamics and shrimp growth in an intensive shrimp culture system: effects of feed and feeding parameters**. Ecological Modeling, v.122, p. 81-95, 1999.

MORIARTY, D. J. W. **Control of luminous Vibrio species in penaeid aquaculture ponds**. Aquaculture, v. 164, p. 351-358, 1998.

MOSS, S. M.; PRUDER, G. D.; LEBER, K. M.; WYBAN, J. A. **The relative enhancement of Penaeus vannamei growth by selected fractions of shrimp pond water**. Aquaculture, v. 101, p. 229-239, 1992.

MARTIN, N.B.; SCORVO-FILHO, J.D.; SANCHES, E.G.; NOVATO, P.F.C.; AYROSA, L.M.S. **Custos e retornos na piscicultura de São Paulo.** Informações Econômicas, v.25, n.1, jan, 1995.

MENDES, P.P. **Estatística aplicada à Aqüicultura**. Recife: Bagaço, 1999.

MIAO, W.; GE, X., 2002. **Freshwater prawn culture in China: an overview. *Aquaculture*** *Asia*, 7(1):9-12.

MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. 2001, **Freshwater Prawn Farming in Brazilian Shows Potential for economic and Social Development. *Global Aquaculture Advocate****, Saint Louis.* 4(5):73-74

MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. 2001, **Freshwater Prawn Farming in Brazilian Shows Potential for economic and Social Development**. *Global Aquaculture Advocate, Saint Louis.* 4(5):73-74.

MORAES-RIODADES, P. M. C. & VALENTI, W. C. 2002. **Crescimento relativo do camarão canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) em viveiros**. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(4):1169-1176.

MORAES-RIODADES, P.M.C. & VALENTI, W.C. 2004. **Morphotypes in male Amazon River Prawns, *Macrobrachium amazonicum.*** *Aquaculture*. 236: 297-307.

PÁEZ-OSUNA, F., 2001. **The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives**. Environmental Management 28 (1), 131-140.

ROCHA, I.P. **Uma análise da produção, demanda e preços do camarão no mercado internacional.** Revista da ABCC, Recife, v. 7, n. 2, p. 24-35, junho, 2005.

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

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, 1239-1248.

SCORVO FILHO, J. D.; MARTIN, N. B.; AYROZA, L. M.S.C. **Piscicultura em são paulo: custos e retornos de diferentes sistemas de produção na safra 1996/97.** Informações Econômicas**,** v.28, n.3, p.41-60, 1998.

TOOKWINAS, S.; SONGSANGJINDA, P., 1999. **Water quality and phytoplankton communities in intensive shrimp culture ponds in Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand**. J. World Aquac. Soc. 30 (1), 36-45

TACON, A. G. J.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I. P.; DECAMP, O**. 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.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. **Shrimp production systems with low / no water exchange: Nutritional strategies for phosphorus management**. Global Aquaculture Advocate, December, p. 37-38, 2001.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; NEILL, W. H. **Development of a static-water ecoassay with microcosm tanks for postlarval Penaeus vannamei**. Aquaculture, v. 161, p. 79-87, 1998.

VALENTI, W. C.1985. ***Cultivo de camarões de água doce***. São Paulo, Nobel. 82p.

VALENTI, W.C. 1998. ***Carcinicultura de Água Doce***. ***Tecnologia para a produção de camarões***. IBAMA. 383 p.

VALENTI, W. C.1985. ***Cultivo de camarões de água doce***. São Paulo, Nobel. 82p

WASIELESKY, W.; EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R.; ABREU, P. C., 2006**. Cultivos em meios com flocos microbianos: um novo caminho a ser percorrido**. Panorama da Aqüicultura 16 (96), 14-23.

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Nº	Descrição	Ago 2010	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2010	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
01	Revisão bibliográfica	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
02	Instalação das Uexs			R	R								
03	Biometria dos animais					R	R	R	R	R			
04	Aclimatação dos animais						R						
05	Período experimental							R	R	R			
06	Coleta de amostra d'agua						R	R	R	R	R	R	
07	Analises limnologica						R	R	R	R	R	R	
08	Análises estatísticas							R	R	R	R		
09	Elaboração do Resumo e Relatório Final (atividade obrigatória)											R	
10	Preparação da Apresentação Final para o Congresso (atividade obrigatória)												R