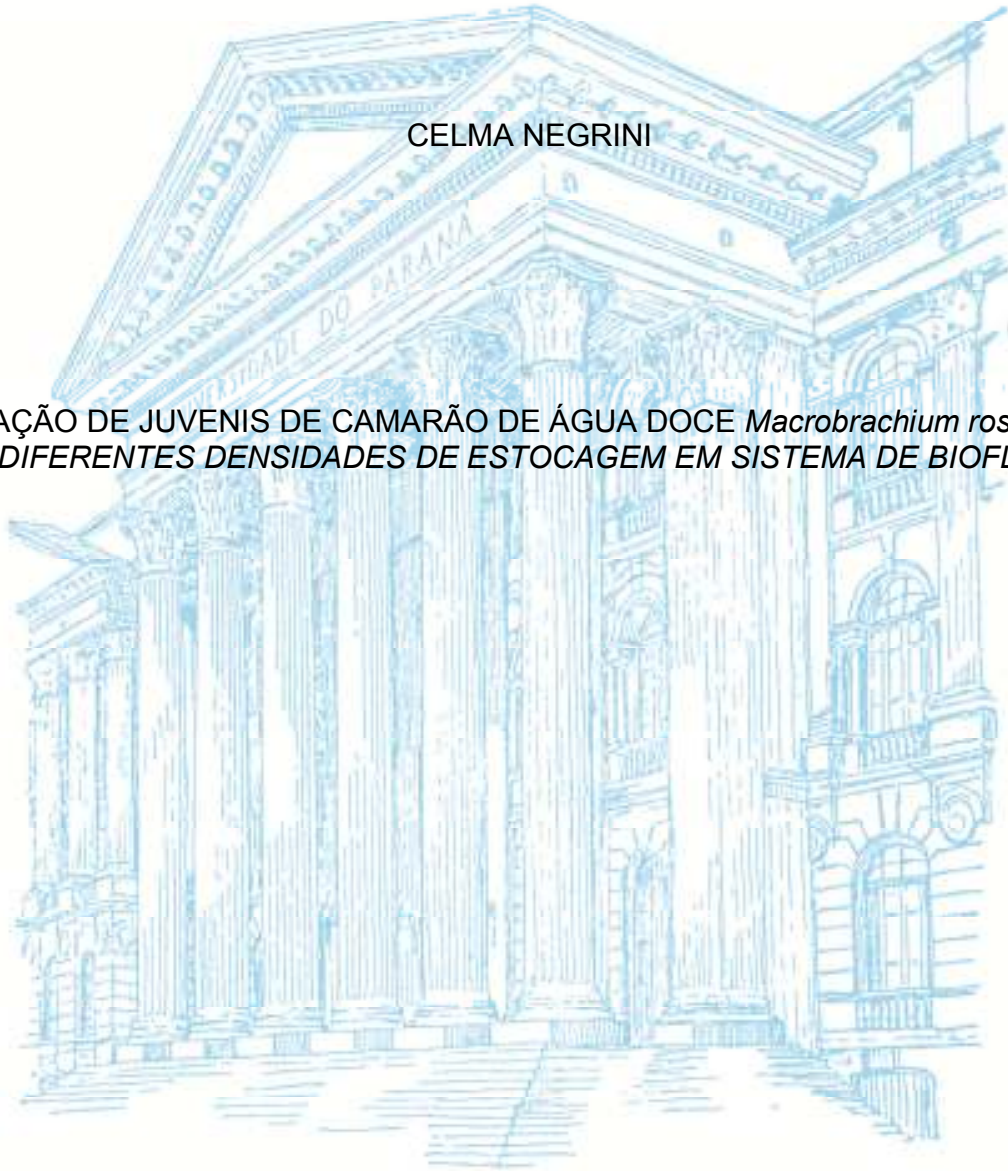


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR PALOTINA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

CELMA NEGRINI

CRIAÇÃO DE JUVENIS DE CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium rosenbergii*  
EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.



PALOTINA  
2014

CELMA NEGRINI

**CRIAÇÃO DE JUVENIS DE CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium rosenbergii*  
EM DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável do Setor Palotina, Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, concentração: Produção de Organismos Aquáticos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Tereza Bittencourt Guimarães.

Co-orientador: Prof. Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester

PALOTINA  
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N392	<p>Negrini, Celma Criação de juvenis de camarão de água doce <i>Macrobrachium rosenbergii</i> em diferentes densidades de estocagem em sistema de bioflocos / Celma Negrini; Orientadora, Ana Tereza Bittencourt Guimarães; Coorientador, Eduardo Luis Cupertino Ballester - Palotina, PR, 2014. 41p.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, 2014.</p> <p>Inclui referências</p> <p>1. Aquicultura Sustentável . 2. Biofoco . 3. <i>Macrobrachium rosenbergii</i>. I. Ana Tereza Bittencourt Guimarães. II. Eduardo Luis Cupertino Ballester. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável. IV. Título.</p>
CDU 595.371	



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor Palotina  
Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento  
Sustentável



## TERMO DE APROVAÇÃO

CELMA NEGRINI

**"CRIAÇÃO DE JUVENIS DE CAMARÃO DE ÁGUA-DOCE  
*Macrobrachium rosenbergii* EM DIFERENTES DENSIDADES EM  
SISTEMA DE BIOFLOCOS"**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável - Setor Palotina da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:

Professora Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães  
Presidente/Orientadora: Universidade Federal do Paraná

Professor Dr. Wilson Francisco Britto Wasielesky Junior  
Membro: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Professor Dr. Leandro Portz  
Membro: Universidade Federal do Paraná

Professor Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester  
Coorientador: Universidade Federal do Paraná

Palotina, 28 de julho de 2014

Dedico este trabalho a minha mãe, ao meu pai *in memoriam*, ao meu esposo, filho e nora pelo amor, compreensão e incentivo na busca pelos meus ideais.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Deus criador, pela energia da vida.

A Prof.<sup>a</sup> Ana Tereza Bitencourt Guimarães, pelo incentivo, suporte e orientação.

Ao Prof. Dr. Eduardo Luis Cupertino Ballester, pelo conhecimento compartilhado, incentivo, orientação.

A UFPR, Setor Palotina pela infraestrutura e recursos oferecidos para a realização deste trabalho.

Aos Professores, Dr. Leandro Portz e Dr. Wilson Wasielesky Junior por terem aceitado o convite para fazer parte da banca de avaliação.

Aos demais Professores da Pós Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela promoção do conhecimento.

As secretárias da Pós Graduação, Margarida e Elisângela, pelo excelente atendimento.

Ao Técnico, Biólogo Ademir Held pela presteza e auxílio.

A, Amábile Frozza, Joelson Negrini Junior e Isabelle Mackmillan pela colaboração no desenvolvimento do experimento.

A Vanessa Piovesan e a Shayene A. Marzarotto e pela amizade, companheirismo e conhecimento compartilhado.

A minha família pelo apoio, incentivo e compreensão.

Ao CNPq, FINEP e Fundação Araucária pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

Ao Programa Reuni pela concessão da Bolsa.

Enfim obrigado a todas as pessoas que contribuíram para o sucesso do meu trabalho,  
para meu crescimento intelectual e pessoal.

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa”.

(ALBERT EINSTEIN, 1879 – 1955).

## RESUMO

A criação de camarões em sistema superintensivo sem renovação de água têm demonstrado resultados positivos em termos de produtividade e sustentabilidade, entretanto poucos estudos com camarões de água doce foram desenvolvidos. Este modelo de criação esta relacionado com altas densidades de estocagem e controle da relação carbono/nitrogênio para manter a qualidade de água e estimular a formação de flocos microbianos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da densidade de estocagem sobre o desempenho zootécnico de juvenis de camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em sistema superintensivo, com bioflocos. Em um delineamento inteiramente casualizado, pós-larvas de camarões foram estocadas em cinco diferentes densidades (50, 100, 150, 200 e 250 camarões/m<sup>2</sup>), em microcosmos de 50L com 0,20m<sup>2</sup> de área. Os tanques experimentais estavam conectados a dois tanques de 300 litros interligados totalizando um volume de 1308,75 litros de água. Sobre os tanques de 300 litros, foram colocadas duas lâmpadas halógenas (2.426 lux) e quatro lâmpadas fluorescentes (3.202 Lux). Foram monitoradas diariamente variáveis físicas e químicas da água (temperatura, oxigênio dissolvido, Ph, condutividade, turbidez, volume de flocos microbianos, nitrito e amônia) e a cada cinco dias (nitrato, alcalinidade e dureza). Diariamente era adicionado 7,5 g probiótico a água do sistema. Além disso, foi acrescentado 5 g de probiótico para cada 1 kg de ração fornecida. Ao final do experimento as médias das variáveis de desempenho zootécnico foram comparadas entre as diferentes densidades por meio do teste ANOVA-fator único, e as diferenças comparadas por HSD-Tukey ( $\alpha= 0.05$ ). Foi realizada uma análise de regressão para as variáveis biomassa e densidade apresentando resultado significativo ( $p<0,05$ ). A densidade de 50 camarões/m<sup>2</sup> apresentou maiores valores de sobrevivência e taxa de conversão alimentar mais eficiente ( $p<0,05$ ), o peso final não foi afetado pela densidade de estocagem ( $p>0,05$ ).

Palavras-chave: *Macrobrachium rosenbergii*, bioflocos, aquicultura sustentável, lucratividade.

## ABSTRACT

Super-intensive culture of marine shrimp without water renewal in biofloc based systems has demonstrated good results of production and proved itself as a sustainable system, however, little is known about the rearing of fresh water prawns in this type of system. Biofloc rearing culture is related with high stocking densities and control of the carbon/nitrogen relation to keep the water quality and boost the development of microbial flocs. The aim of the present study was to evaluate the effects of stocking density during the nursery rearing of *Macrobrachium rosenbergii* juveniles in a biofloc based system. Early juveniles of *M. rosenbergii* were randomly stocked at five different densities (50, 100, 150, 200 and 250 juveniles/m<sup>2</sup>), at fifteen tanks (50L, 0.20m<sup>2</sup>) with three replicates per treatment. Experimental units were connected with two 300 L tanks which worked as recirculating unit with a final volume of 1,308.75 liters. Above the 300 L tanks two halogen lamps (2.426 lux) and four fluorescent lamps (3.202 lux) were fixed and left on throughout the experimental period. Water quality parameters were monitored to ensure that the conditions were suitable for the reared species. Every day 7.5 grams of probiotic was added to the water of the rearing system and probiotics were also added to the artificial diet at a dose of five grams/Kg. At the end of the trial all prawns remaining in the experimental units were counted and weighted. Treatment means were compared using one way ANOVA and *post hoc* HSD-Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), additionally a regression analysis were performed to determine the relation between final density and biomass produced at each treatment showing a significant result ( $p < 0.05$ ). Prawns stocked at the density of 50/m<sup>2</sup> showed significant higher survival and significant lower feed conversion ratio ( $p < 0.05$ ), final weight was not affected by stocking density ( $p > 0.05$ ).

Key words: *Macrobrachium rosenbergii*, biofloc, sustainable aquaculture, profitability.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- ESQUEMA ILUSTRATIVO DO ESQUEMA EXPERIMENTAL.....	16
FIGURA 2- DIAGRAMA DE DISPERSÃO (IC95%) DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE GANHO DE BIOMASSA (y) E DENSIDADE FINAL (x) DE JUVENIS DE <i>M. rosenbergii</i> CRIADOS EM SISTEMA DE BIOFLOCOS.....	22

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- VARIÁVEIS DA QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO COM FLOCOS MICROBIANOS. DADOS APRESENTADOS CORRESPONDEM À MÉDIA  $\pm$  DESVIO PADRÃO ( $\bar{x} \pm s$ ). OS VALORES DE REFERÊNCIA SÃO CITADOS COMO IDEAIS PARA A CRIAÇÃO DE CAMARÕES.....20

TABELA 2- MÉDIAS E DESVIO PADRÃO DAS VARIÁVEIS RELATIVAS AO DEZEMPENHO ZOTÉCNICO DE JUVENIS DE *M. rosenbergii* SUBMETIDOS A DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM SISTEMA DE BIOFLOCO. SOBREVIVÊNCIA (S, %), GANHO DE BIOMASSA (GB, g), TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO (TCE, %) E TAXA DE CONVERSÃO ALIMENTAR (TCA, g/g). P-VALOR DO TESTE ANOVA FATOR ÚNICO.....21

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
2.1 DSENHO EXPERIMENTAL .....	15
2.2 MONITORAMENTO DE QUALIDADE DE ÁGUA .....	18
2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	19
3 RESULTADOS .....	20
3.1 VARIÁVEIS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	20
3.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES .....	20
4 DISCUSSÃO .....	23
5 CONCLUSÃO.....	32
6 REFERÊNCIAS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A Criação de animais aquáticos em sistema controlado ou semi-controlado iniciou a cerca de 4.000 anos na China com o monocultivo de carpas. Há registros que relatam que os chineses já cultivavam macroalgas em estruturas de bambus submersas e as utilizavam em sua alimentação, sugerindo-se, portanto, que o início da aquicultura tenha sido naquele país. Talvez isto explique porque a China é responsável por mais da metade da produção mundial de alimentos provenientes da aquicultura (CAMARGO e POUEY, 2005).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* – (FAO) nos últimos 50 anos a produção mundial em aquicultura têm aumentado exponencialmente, saltando de menos de um milhão de toneladas no início de 1950 para 51,7 milhões de toneladas em 2006, com uma taxa de crescimento significativa comparando com outros produtos de origem animal (FAO, 2008). O crescimento emergente dessa atividade está associado a inúmeros fatores, enfatizando o desenvolvimento técnico-científico e o declínio mundial dos estoques pesqueiros naturais, devido, principalmente, sobreexploração da pesca (CAMARGO e POUEY, 2005; FAO, 2006).

Em 2012 a produção mundial de animais, em aquicultura doce e salgada foi de 66.6 milhões de toneladas, movimentando 137.732 bilhões de dólares, continuando com a liderança da China responsável por 61,7 % do total, seguida pela Índia com 6,3%, Vietnã e Indonésia com 4,6% cada uma. A produção de crustáceos representou 9,7% (6,4 milhões de toneladas), dos alimentos provindos da aquicultura, (FAO, 2014). Contudo seu valor estimado representa 22,4%, movimentando U\$ 30.900 bilhões.

Entre as atividades de aquicultura, a Carcinicultura (criação de camarões), ocupa lugar de destaque, pois estes animais são considerados a principal *commodity* entre os produtos de origem aquática. Além disso, em virtude dos benefícios que a carne de camarão traz para a saúde humana, como fonte de proteínas, ácidos graxos essenciais e minerais, há um crescimento efetivo no consumo, que incentiva o crescimento da

atividade no mundo (FAO, 2009). Aproximadamente 50% dos camarões consumidos no mundo vêm de criação em cativeiro o que corresponde a aproximadamente 5,7 milhões de toneladas (FAO, 2012).

A criação de camarões de água doce é uma das atividades da aquicultura que mais cresce no mundo, e atualmente está baseada em duas espécies: *Macrobrachium rosenbergii* e *Macrobrachium nipponense* (China) (VALENTI, 2002). É considerada uma atividade de baixo impacto ambiental (NEW *et al.*, 2000), sendo embasada na lucratividade, preservação do meio ambiente, desenvolvimento social, adaptando-se bem aos sistemas familiares atendendo os preceitos de aquicultura sustentável (VALENTI, 2000, 2002a).

Alguns aspectos positivos relacionados à produção de camarões de água doce são:

- a) Em comparação aos camarões marinhos, são menos susceptíveis às doenças;
- b) Podem ser produzidos em áreas afastadas das zonas costeiras de proteção ambiental, impedindo conflitos de áreas;
- c) Têm maior praticidade na manutenção dos reprodutores e pós-larvas;
- d) A sua produção é considerada mais sustentável, devido às características de criação em menores densidades de estocagem;
- e) A sua execução pode ser tanto em pequena quanto em grande escala, o que possibilita a inclusão de comunidades de baixa renda; e
- f) Existe a possibilidade de criação em policultivo ou em consórcio com agricultura (VALENTI e DANIELS, 2000).

O crescimento da demanda mundial do consumo de camarões exige que o produtor utilize densidades mais elevadas e, além disso, forneça rações com alto teor proteico, com o objetivo de aumentar a produtividade e acelerar o crescimento dos camarões; em contrapartida, eleva-se o custo da produção e a qualidade da água pode ser afetada (VINATEA, 2004). Em sistemas de criação superintensivos sem renovação de água, as variáveis de qualidade de água devem ser monitoradas e controladas constantemente de acordo com as exigências da espécie na tentativa de reduzir

possíveis perdas no desenvolvimento zootécnico dos animais (AVNIMELECH *et al.*, 1999). Nesse contexto, a comunidade microbiana pode trazer benefícios no controle destas variáveis e incrementar a produtividade por meio da suplementação prontamente digerível ao camarão (AVNIMELECH *et al.*, 1999).

Na atualidade, ocorre um franco desenvolvimento de técnicas inovadoras para a criação super-intensiva de camarões marinhos também conhecida como sistema de bioflocos - BFT (MCBEE *et al.*, 2003). O sistema de carcinicultura em bioflocos vem sendo uma solução para minimizar os danos causados pelos efluentes e aumentar a biossegurança (BURFORD *et al.*, 2003; WASIELESKY *et al.*, 2006). Em função disto este sistema vem se tornando atrativo aos produtores (FARZANFAR, 2006; CRAB *et al.*, 2007; EMERENCIANO *et al.*, 2007). Estas técnicas foram inicialmente desenvolvidas para a produção de tilápias (AVNIMELECH *et al.*, 1995), e atualmente, resultados promissores foram reportados durante a criação de camarões marinhos (WASIELESKY *et al.*, 2006a; BALLESTER *et al.*, 2010), entretanto ainda existem poucas informações sobre a produção de camarões de água doce em bioflocos.

As bactérias que compõe o bioflocos são predadas por pequenos flagelados e ciliados, e se tornam assim, um alimento em potencial para organismos criados, como é o caso do camarão *M. rosenbergii* (SILVA, 2009). Estes microrganismos são conhecidos pela presença elevada de nutrientes essenciais ao camarão, como ácidos graxos polinsaturados e aminoácidos que auxiliam no crescimento de peixes e crustáceos (BALLESTER *et al.*, 2007). Os bioflocos são formados por partículas orgânicas que permanecem em suspensão na coluna d'água. Geralmente são encontrados na composição dos bioflocos, uma grande quantidade de bactérias heterotróficas, flagelados, ciliados, cianobactérias, microalgas, metazoários, fungos e oligoquetos (AVNIMELECH, 2012). Os microrganismos supracitados assimilam e reciclam os compostos nitrogenados dissolvidos pela excreção e restos de alimento em decomposição, tornando-se uma fonte de proteínas para os organismos criados (CRAB *et al.*, 2007, BURFORD *et al.* 2003). Neste tipo de sistema utilização de probiótico já foi avaliada e apresentou resultados promissores (SOUZA *et al.*, 2011.).

Segundo OTOSHI *et al.* (2007), para garantir a viabilidade econômica do sistema de bioflocos, é necessário uma densidade de estocagem elevada de camarões por metro cúbico, contudo diversos experimentos indicam relação oposta entre densidade de estocagem e desempenho dos camarões. Camarões estocados em altas densidades tendem a crescer menos do que em menor densidade, em função da elevação dos processos de canibalismo, competição por alimento e espaço, bem como pelo acúmulo de sedimento nos fundos dos viveiros (KRUMMENAUER *et al.*, 2006; OTOSHI *et al.*, 2007).

Supostamente a criação de camarões do gênero *Macrobrachium* em altas densidades seria desaconselhável devido ao seu comportamento agressivo e territorialista, entretanto, trabalhos recentes apontam para a possibilidade de intensificação na criação de camarões de água doce (MORAES-VALENTI e VALENTI, 2007), tornando interessante a avaliação da utilização desta moderna tecnologia para a criação de *M. rosenbergii* em um sistema superintensivo com flocos microbianos. Além disso, como o sistema proposto não gera efluente e podem ser conduzidas em estruturas completamente isoladas do ambiente natural, suas características de sustentabilidade e biossegurança tornam sua utilização bastante atrativas (WASIELESKY *et al.*, 2006).

Diante do exposto a proposta deste trabalho foi avaliar o efeito da densidade de estocagem sobre o desempenho de juvenis do camarão de água doce *M. rosenbergii* criados durante a fase de berçário em um sistema super-intensivo sem renovação de água com estímulo a produção de flocos microbianos

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DESENHO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no Laboratório de Carcinicultura da UFPR – Setor Palotina- PR. O sistema foi montado em uma sala fechada com 14m<sup>2</sup>. As pós-larvas (PLs) de *M. rosenbergii* utilizadas no experimento foram adquiridas de laboratório especializado Fazenda Santa Helena - Rio de Janeiro - RJ - Brasil. Os camarões ficaram sob aclimação até o início do experimento por um período de 30 dias.

Em um delineamento inteiramente casualizado, foram utilizadas 450 PL's de *M. rosenbergii*, sendo o experimento realizado em um período de 60 dias. Na biometria inicial as PL's foram pesadas por amostragem aleatória de 40 indivíduos em balança analítica de precisão 0,01 gramas modelo AY 220 (Marte®) e medidos em paquímetro digital modelo 402.150BL (King Tools®), sendo registrado um peso médio inicial ( $\pm$  DP) de  $0,315 \pm 0,06$  gramas e comprimento médio inicial de  $33,34 \pm 2,26$  mm. Após serem medidas e pesadas, foram estocadas em cinco diferentes densidades de estocagem com três repetições para cada tratamento (T50) -50 camarões/m<sup>2</sup>; (T100) - 100 camarões/m<sup>2</sup>; (T150) - 150 camarões/m<sup>2</sup>; (T200) - 200 camarões/m<sup>2</sup>, (T250) - 250 camarões/m<sup>2</sup>, em 15 microcosmos experimentais retangulares com 0,20 m<sup>2</sup> de área e 47,25 L de volume útil.

Em cada unidade experimental foram colocadas duas telas plásticas transversalmente presas ao fundo em uma barra de mármore e na superfície presas às laterais das caixas servindo como abrigo aos camarões. Todos os tanques foram cobertos com sombrite com malha 50% de sombreamento, para evitar fuga dos animais.

Os tanques experimentais estavam conectados a dois tanques de 300 L interligados, com área de 0,43 m<sup>2</sup> de fundo, sendo que, de um a água era bombeada para as unidades experimentais e o outro funcionava como receptor de água das unidades experimentais (Figura 1). Somando-se era utilizado um volume total de

1.308,75 L de água no experimento, com uma vazão de entrada e saída de 1,2 L/minuto em cada unidade e taxa de recirculação total 1.050 L/hora em toda a unidade, sendo acrescentado, quando necessário, o volume de água que sofreu evaporação, (aproximadamente 20 litros/semana).

Nestes tanques de 300 L foram mantidos 100 camarões (230 camarões/m<sup>2</sup>) em cada, estocados 30 dias antes do início do experimento para manter a produção do biofoco. No início do experimento, 15 camarões foram pesados por amostragem aleatória em balança analítica de precisão 0,01 gramas e medidos em paquímetro digital. O peso médio inicial foi de  $0,873 \pm 0,287$  gramas e comprimento médio inicial de  $43,613 \pm 12,058$  mm de comprimento. Neste mesmo período, os tanques foram abastecidos com aproximadamente 50 L de água rica em microrganismos (água verde) proveniente de tanques externos.

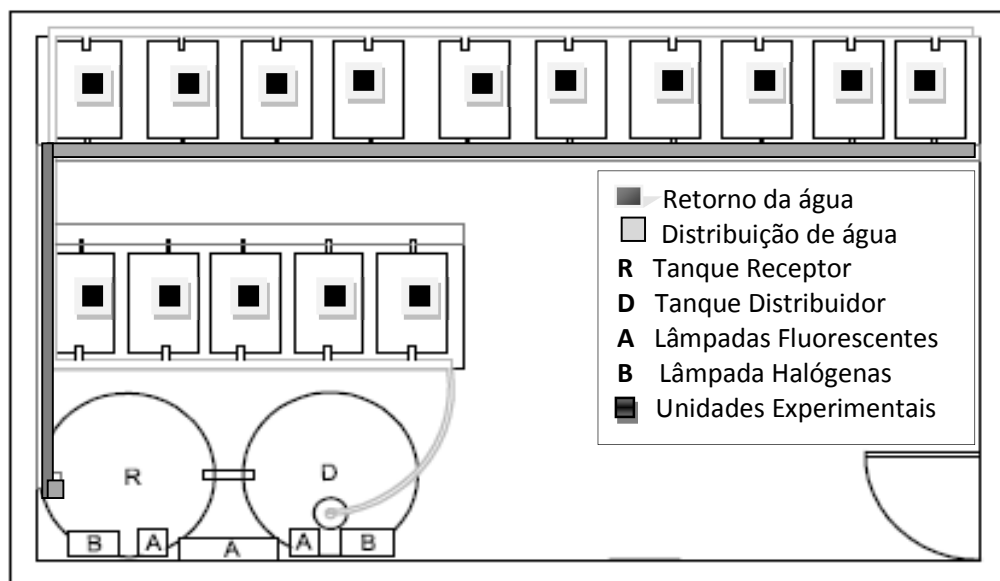


FIGURA 1 - ESQUEMA ILUSTRATIVO DO SISTEMA EXPERIMENTAL

Os tanques de recepção e distribuição de água do sistema experimental receberam iluminação diferenciada 24 horas por dia, durante todo o período de duração do experimento. O sistema de iluminação foi constituído por 02 lâmpadas fluorescentes (25 W), duas lâmpadas halógenas (30) e duas lâmpadas fluorescentes de (36 W). Para medir a iluminância foi usado um luxímetro digital LD-209 (Instrutherm<sup>®</sup>). As lâmpadas

ficavam a uma altura de aproximadamente 50 cm da superfície da água dos tanques. As lâmpadas halógenas têm um índice de reprodução de calor de 100%, sendo equivalente a luz solar. Quanto ao espectro, oferecem grande quantidade de energia visível, cerca de 90% da energia na faixa do infravermelho, e pequena quantidade de energia ultravioleta. As lâmpadas frias fluorescentes, por outro lado, produzem luz ultravioleta e azul, e o índice de reprodução de calor é de 85%. A utilização da iluminação sobre os tanques de distribuição teve o objetivo de manter a atividade fotossintetizante dos microrganismos presentes nos flocos microbianos.

Além do sistema de iluminação especial a sala era iluminada por duas luminárias situadas no teto com 03 lâmpadas fluorescentes de 40 Watts cada. O fotoperíodo adotado de 12 horas luz e 12 horas escuro (luz das 6:00 as 18:00 horas) conforme recomendado por ARAÚJO e VALENTI (2007).

A aeração para manutenção do oxigênio foi individualizada e moderada para que não causasse estresse aos animais, evitando que fossem lançados para as paredes com o turbilhamento excessivo. Foi utilizada uma pedra porosa retangular de 15 cm em cada unidade. Nos tanques, receptor e distribuidor de água para o sistema, foram utilizadas três pedras porosas em cada um.

A taxa de arraçoamento inicial foi equivalente a 7% da biomassa, distribuídos em três alimentações diárias com rações Guabi<sup>®</sup> (J-40) e INVE<sup>®</sup> (XL e Stress Pac). Pela manhã os camarões eram alimentados às 8:00 hs com a ração J-40 na proporção de 30% da quantidade diária de arraçoamento, no período da tarde, às 13:30 hs recebiam mais 30% da taxa diária de arraçoamento da ração XL, e às 17:30 hs, recebiam 40% da alimentação diária de ração Stress Pac. A taxa de arraçoamento foi ajustada conforme a observação do consumo, chegando até 12% sobre a taxa de biomassa inicial. Para a observação do consumo de ração pelos animais nas unidades experimentais, era utilizada uma lanterna flutuante a prova d'água (Eveready<sup>®</sup>), visando melhor visualização do consumo, já que a criação em bioflocos deixa a água turva.

Diariamente foi realizada uma adição de 7,5g probiótico Sanolife MIC (Inve<sup>®</sup>), o qual era maturado por cerca de seis a oito horas em recipiente com dez litros de água previamente desclorada com vitamina C pura e, posteriormente adicionada ao tanque

distribuidor de água do sistema. Além disso, foi acrescentado 5 g de probiótico Sanolife Pro-W (Inve<sup>®</sup>) em 1 kg de ração J-40, sendo que esta ração, após pesada, era previamente preparada com adição de água clara, ficando em repouso por aproximadamente 10 minutos, para posterior adição às unidades do experimento. As doses de probiótico utilizadas seguiram a recomendação do fabricante.

O experimento foi realizado em temperatura ambiente, sem o uso de aquecedores. Nos dias em que a temperatura da água ficou acima de 30°C, foram utilizados quatro garrafas pet de dois litros com água congelada nos tanques de 300 L para reduzir a temperatura visando manter maior equilíbrio ao longo do experimento.

Ao final do experimento foi realizada uma biometria, quando os camarões foram medidos com paquímetro digital capacidade 150 mm e leitura de 0,01 mm, modelo 402.150BL (King Tools<sup>®</sup>) e pesados em balança analítica de precisão 0,01 gramas, AY 220 (Marte<sup>®</sup>). A submissão dos camarões à biometria teve objetivo de avaliar as variáveis: sobrevivência (S,%), peso final (PF,g), ganho de peso (GP,g), comprimento total (CT,mm), taxa de conversão alimentar aparente (TCA,g), taxa de crescimento específico (TCE,%) e ganho de biomassa (GB,g).

Para os cálculos foram utilizadas as seguintes equações:

$$S (\%) = (\text{Número total de animais vivos}) / (\text{Número total de animais inicial}) \times 100$$

$$GP (\text{mg}) = \text{Peso final médio individual (mg)} - \text{Peso inicial médio individual (mg)}$$

$$TCA (\text{g/g}) = \text{Alimento oferecido (g)} / \text{Incremento de biomassa(g)}$$

$$TCE = (\text{Ln}W_f - \text{Ln}W_i) \times 100 / \text{ND}, \text{ onde } W_f = \text{peso final}, W_i = \text{Peso inicial e ND} = \text{número de dias de cultivo.}$$

$$GB (\text{g}) = B_f (\text{Biomassa final}) - (B_i) \text{ Biomassa inicial}$$

## 2.2 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DE ÁGUA

Diariamente foram monitoradas variáveis com sondas específicas: temperatura com Termômetro Digital (CE<sup>®</sup>), oxigênio dissolvido com Oxímetro AT-170 (Afakit<sup>®</sup>), pH com medidor de pH AT-315 (Alfakit<sup>®</sup>), condutividade com Condutivímetro AT-230, e turbidez com turbidímetro AP2000 (PoliControl<sup>®</sup>). O volume de bioflocos também foi medido diariamente em Cone Imhoff, em amostra de um litro de água, deixada em repouso por 30 minutos para posterior observação da medida da sedimentação, objetivando quantificar o material floculado ao longo do cultivo (AVNIMELECH, 2007). Diariamente foram coletadas amostras para quantificar as concentrações de amônia (N-AT), e nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) presentes na água do sistema de cultivo segundo a metodologia proposta por MACKERETH *et al.*, (1978). A cada cinco dias foram coletadas amostras para mensurar a alcalinidade e dureza, conforme WALKER (1978) e as concentrações de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (MACKERETH *et al.*, 1978) em um espectrofotômetro 2000UV (BE Photonics<sup>®</sup>). Para manter o pH acima de 7,0 foi adicionado bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) na proporção de 0,06g/Le para elevar a alcalinidade acima de 100 foi adicionado 0,20g/L de calcário dolomítico sobre o volume de água do sistema, conforme recomendado por FURTADO *et al.*, (2011). Todas as análises químicas foram realizadas em espectrofotômetro no Laboratório de Qualidade de água da UFPR - Setor Palotina.

### 2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados referentes ao desempenho zootécnico dos camarões *Macrobrachium rosenbergii*, criados nas diferentes densidades de estocagem foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA fator único,  $\alpha = 0,05$ ) após serem confirmadas a homocedasticidade das variâncias (teste de Levene) e a normalidade da distribuição dos dados (teste de Shapiro-Wilk). Havendo diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) foi aplicado o teste de HSD-Tukey para comparação das médias. Os dados de ganho de biomassa e densidade final foram avaliados por meio de regressão linear. O programa computacional utilizado foi o Statistica 7.0 (Statsoft, 2004).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 VARIÁVEIS DA QUALIDADE DE ÁGUA

Os valores médios das variáveis de qualidade de água monitoradas durante o experimento estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: VARIÁVEIS DA QUALIDADE DE ÁGUA MONITORADAS EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO COM FLOCOS MICROBIANOS. OS DADOS APRESENTADOS CORRESPONDEM À MÉDIA  $\pm$  DÉSvio PADRÃO ( $\bar{X} \pm S$ ). OS VALORES DE REFERÊNCIA SÃO CITADOS COMO IDEAIS PARA A CRIAÇÃO DE CAMARÕES.

	$\bar{X} \pm S$	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)	30,34 $\pm$ 0,78	30°C (New, 2002)
Oxigênio (mg/L)	8,05 $\pm$ 0,42	> 5mg/L (Vinatea, 2004)
Ph	7,95 $\pm$ 0,13	8,0 (NEW, 2002)
Alcalinidade (mg/L)	93,17 $\pm$ 19,86	>120 mg/L ( NEW, 2002)
Dureza (ml/L)	65,17 $\pm$ 16,44	de 60 a 120 mg/L (NEW, 2002)
Ortofosfato (mg/L)	0,22072384	-
Turbidez (ntu)	4,55 $\pm$ 1,71	-
Condutividade ( $\mu$ S/cm)	0,55 $\pm$ 0,19	-
Cone ImHoff (ml/L)	0,16 $\pm$ 0,08	< 10 ml/L(SAMOCHA et al., 2007)
Amônia (mg/L)	0,08 $\pm$ 0,052	< 0,5mg/L (NEW,2002)
Nitrito (mg/L)	0,38 $\pm$ 0,0,03	< 0,5mg/L ( NEW, 2002)
Nitrato (mg/L)	3,2277 $\pm$ 0,88	-

A iluminância gerada pelas lâmpadas halógenas sobre a superfície da água foi em média de 2.426 lux (escala de 20.000 lux) e das lâmpadas fluorescentes, a média foi de 3.202 Lux (escala de 20.000 lux).

#### 3.2 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DOS CAMARÕES

Observou-se que houve significativamente maior sobrevivência dos animais estocados à densidade de 50 camarões/m<sup>2</sup> (73±6,0%) (p<0,05). Ao final do experimento T1 apresentou densidade média de 36 camarões/m<sup>2</sup>, T2 = 52 camarões/m<sup>2</sup>; T3 = 77 camarões/m<sup>2</sup>; T4 = 87 camarões/m<sup>2</sup>; T5 = 97 camarões/m<sup>2</sup>. Em relação à biomassa final, T1 apresentou significativamente a menor média em relação aos demais tratamentos (13,13 ±1,15 g; p<0,05), enquanto T5 apresentou significativamente a maior média de ganho de biomassa em relação aos demais (33,28±1,17g; p<0,05). As maiores taxas de conversão alimentar foram observadas entre os camarões submetidos às maiores densidades. (Tabela 2).

TABELA 2 – MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DAS VARIÁVEIS RELATIVAS AO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE JUVENIS DE *M. rosenbergii* SUBMETIDOS DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM EM SISTEMA DE BIOFLOCOS. SOBREVIVÊNCIA (S, %), PESO FINAL (g), COMPRIMENTO FINAL (mm). GANHO DE PESO (g), GANHO DE BIOMASSA (GB, g), TAXA DE CONVERSÃO ALIMENTAR (TCA, g/g), TAXA DE CRESCIMENTO ESPECÍFICO (TCE, %) e P-VALOR DO TESTE ANOVA FATOR ÚNICO.

Variáveis	Densidade de camarões/m <sup>2</sup>					P
	50	100	150	200	250	
S (%)	73±6 <sup>a</sup>	52±3 <sup>b</sup>	51±5 <sup>b</sup>	43±10 <sup>b</sup>	39±3 <sup>b</sup>	0,00032
PF (g)	2,22±0,24	2,46±0,28	2,15±0,12	2,38±0,27	2,54±0,20	0,29853
CF (mm)	61,52±3,60	61,39±3,11	59,07±1,61	59,95±1,67	61,17±1,59	0,69954
GP (g)	1,91±0,24	2,14±0,28	1,83±0,12	2,06±0,27	2,23±0,20	0,28595
GB (g)	13,13±1,15 <sup>d</sup>	19,07±2,60 <sup>cd</sup>	23,47±2,32 <sup>bc</sup>	27,99±5,44 <sup>ab</sup>	33,28±1,17 <sup>a</sup>	0,00008
TCA (g)	1,28±0,11 <sup>c</sup>	1,77±0,24 <sup>bc</sup>	2,06±0,19 <sup>ab</sup>	2,48±0,45 <sup>ab</sup>	2,51±0,09 <sup>a</sup>	0,00113
TCE (%)	3,25±0,18	3,41±0,18	3,20±0,0	3,36±0,1	3,47±0,1	0,27492

\* Em uma mesma linha, letras sobrescritas diferentes representam diferenças significativas entre os efeitos das densidades (HSD-Tukey; p<0,05).

Realizando a avaliação de ganho de biomassa e densidade final de camarões (considerando-se a sobrevivência final) foi possível verificar que há uma forte associação entre tais variáveis, sendo que o maior ganho de biomassa está relacionado a elevadas densidades mesmo que haja uma alta taxa de mortalidade (F=154,2; p=0,00; r<sup>2</sup>=0,92) (Figura 4).

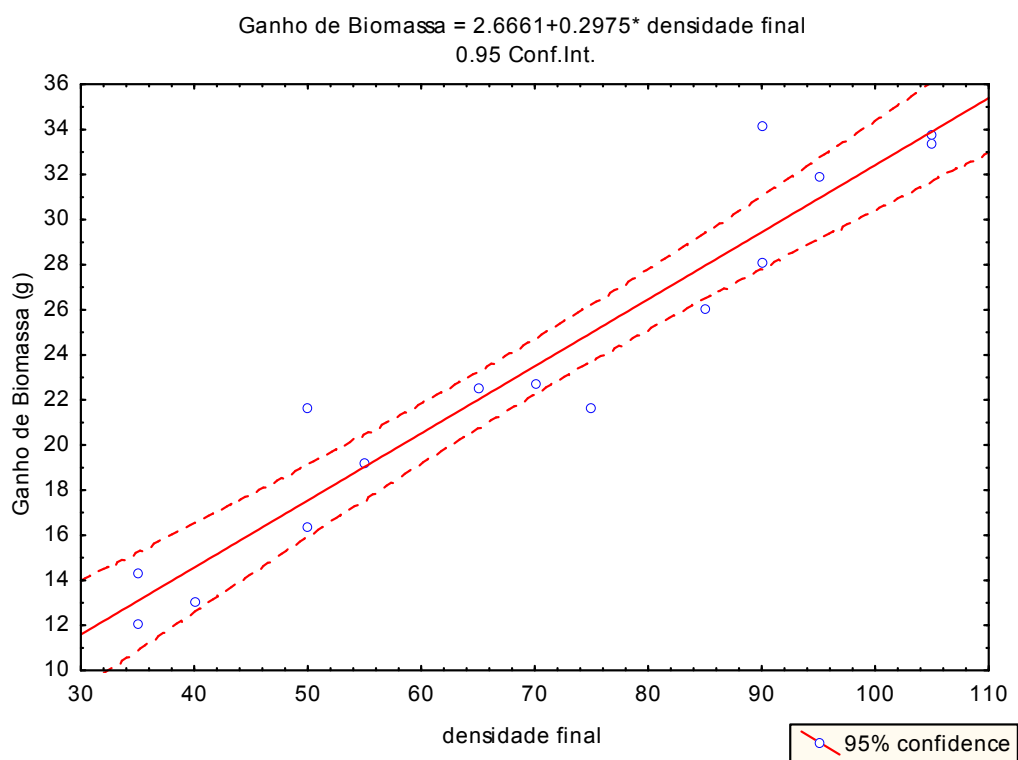


FIGURA 2 – DIAGRAMA DE DISPERSÃO (IC95%) DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR DE GANHO DE BIOMASSA (y) E DENSIDADE FINAL (x) DE JUVENIS DE *M. rosenbergii* CRIADOS EM SISTEMA DE BIOFLOCO.

#### 4 DISCUSSÃO

Neste estudo os valores das variáveis físicas e químicas monitoradas nos tanques experimentais permaneceram de acordo com as medidas de referência estabelecidas para a criação da espécie de camarão *M. rosenbergii* (NEW *et al.*, 2002). A temperatura média registrada neste estudo é considerada próxima ao ideal, considerando que esta espécie tem bom desempenho em temperaturas entre 24 a 31°C, sendo a faixa de temperatura de 28 à 30°C considerada como ótima (NEW *et al.*, 2002). A temperatura é um contribuinte não apenas ao bom desenvolvimento dos camarões, mas essencial ao crescimento da microbiota presente na água, comprovando que, a temperatura, bem como outros fatores físicos e químicos da água atuam diretamente na composição e presença dos microrganismos (SILVA, 2009).

De acordo com LOUREIRO (2006) a aeração é indispensável à sobrevivência de microrganismos em meio aquático, uma exigência no processo da ciclagem dos nutrientes, tornando os níveis de oxigênio modulados, de acordo com a presença das microalgas e das bactérias desde sistemas extensivos, bem como os superintensivos. Conforme VINATEA (2004), os valores ideais de oxigênio dissolvido para produção de organismos aquáticos devem ser maiores que 5 mg/L, desta forma, a concentração de oxigênio dissolvido registrada também foi considerada adequada para a criação dos juvenis desta espécie de camarão. Portanto, podemos concluir que esta concentração de oxigênio demonstra que a aeração projetada foi suficiente para oxigenar a água e também manter os bioflocos em suspensão dentro do tanque.

Os valores de pH são influenciados pela respiração de organismos heterótrofos, devido a presença da concentração de dióxido de carbono na água, contudo, os valores tendem a sofrer menores variações quando a concentração de microalgas está estabilizada, assim como a presença de microrganismos. Conforme AVNIMELECH (2009) a concentração ideal de microalgas em um sistema aquícola é aquela em que são evitadas quedas bruscas de oxigênio durante a noite, o que modifica evidentemente os valores de pH da água devido aos processos de respiração e fotossíntese. O pH está relacionado com a decomposição dos detritos orgânicos e

respiração dos organismos aquáticos variando em função do teor de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) dissolvido na água, diminuindo com a fotossíntese e aumentando com a respiração (CASTAGNOLLI, 1992). Segundo TAVARES (1995) a faixa de pH ideal para a espécie *M. rosenbergii* fica entre 7,0 e 8,5 e NEW *et al.*, (2002) recomenda que o pH deve estar o mais próximo possível de 8,0. Portanto os valores registrados no presente estudo podem ser considerados muito próximos ao ideal para a espécie.

A variável alcalinidade em viveiros de produção de organismos aquáticos é importante para o tamponamento dos valores de pH e está relacionada com a concentração de bases na água, sendo que as principais podem ser estas, bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) e é expressa em equivalentes de carbonato de cálcio ( $\text{mg CaCO}_3/\text{L}$ ) (TAVARES, 1995). Para manter os valores de pH e alcalinidade dentro da faixa ideal recomendada para a produção de camarões em sistema de biofoco foi realizada respectivamente a adição de bicarbonato de sódio e calcário dolomítico, conforme recomendado por FURTADO *et al.*, (2011). O consumo da alcalinidade como fonte de carbono, apesar de ocorrer de forma moderada, é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, fazendo-se necessário a adição de carbonatos, usualmente na forma de bicarbonato de sódio para manter a alcalinidade entre 100 e 150  $\text{mg/L}$  de  $\text{CaCO}_3$  (EBELING *et al.*, 2006). De acordo com EBELING *et al.*, (2006), a alcalinidade é significativamente consumida no processo de nitrificação mediado por bactérias quimiotróficas, sendo responsáveis pelo processo de oxidação da amônia ( $\text{NH}_4$ ), que a transformam em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e este em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) (VAN WYK e SCARPA, 1999; CHEN *et al.*, 2006). Para cada grama de nitrogênio amoniacal oxidado, há um consumo médio de 4,18 g de oxigênio e 7,07g de alcalinidade, reduzindo o pH e produzindo 0,17 g de biomassa bacteriana (EBELING *et al.*, 2006). Também existe um consumo, ainda que moderado, pela ação das bactérias heterotróficas, cerca de 3,57 g de alcalinidade, para cada grama de nitrogênio amoniacal consumido (EBELING *et al.*, 2006). Tendo em vista que este grupo de bactérias são as principais constituintes dos biofocos, atenção deve ser dispensada para a manutenção dos níveis de alcalinidade e, por conseguinte, da estabilidade do sistema.

A dureza da água reflete principalmente o teor de íons de  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$ , que são combinados aos carbonatos e/ou bicarbonatos (TAVARES, 1995, VALENTI *et al.*, 1989). O camarão *M. rosenbergii*, é beneficiado se a água estiver com dureza moderada, em torno de 60 a 120 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , (NEW, 2002), e assim como a alcalinidade pode ser corrigida com calcário. NUNES (2001) recomenda concentrações acima de 50mg/L como mínimas aceitáveis para o cultivo de crustáceos de água doce. Os valores da dureza da água foram considerados normais, para que os camarões pudessem efetuar a muda, enrijecendo seu exoesqueleto, por meio dos íons de carbonato ( $\text{CO}_3^{-2}$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), entre outros (VAN WYK e SCARPA, 1999). Podemos afirmar que neste trabalho os valores relacionados à dureza foram influenciados pelo calcário que foi adicionado para manter os níveis de alcalinidade dentro do aceitável, uma vez que o calcário dolomítico utilizado é rico em magnésio (FURTADO, *et al.*, 2011).

A concentração de ortofosfato ( $\text{P-PO}_4^{-3}$ ) diminuiu no decorrer do estudo, teve valores iniciais de 3,68 e valores finais de 0,52mg/L. Estas concentrações foram bem inferiores as obtidas por RAY *et al.*, (2010). Altas taxas de fosfato não afetam diretamente o desenvolvimento dos camarões, mas podem favorecer o aumento das cianobactérias filamentosas que podem prejudicar a saúde dos camarões, como obstruindo brânquias (ALONSO-RODRIGUEZ & PAEZ-OSUNA, 2003). Avaliando a ação do nitrogênio e do fósforo no cultivo de *L. vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* em sistema de Bioflocos SILVA (2009), assegura que em razão do aumento de fósforo dissolvido e da inabilidade dos agregados microbianos de reter tal elemento, é fundamental o desenvolvimento de métodos que removam o excesso de fósforo do sistema.

A turbidez da água decresceu suavemente conforme se observou aumento no volume de flocos no decorrer do estudo. Segundo JAMU *et al.*, (1999), a transparência é um item de qualidade de água é amplamente aplicada à aquicultura tradicional como indicador das concentrações de fitoplâncton, indicando as alterações necessárias na fertilização, nas taxas de trocas de água, entre outras técnicas de manejo. Os flocos mostraram-se aéreos, leves, com pouca decantação, sendo que se obteve ao longo do cultivo a média de 0,16 ml/L. No cultivo de tilápias, AVNIMELECH (2007) cita volumes

entre 20 e 30 ml/L. Utilizando sistemas fechados, com 250 camarões/m<sup>2</sup>, duração de 116 dias, SCHVEITZER *et al.*, (2008), verificaram níveis de 80 ml/L com índices produtivos satisfatórios. SAMOCHA *et al.*, (2007) recomendam níveis de até 10 ml/L de volume de flocos microbianos. Há uma relação contrária entre fotossíntese e matéria particulada em suspensão, sendo que a turbidez elevada reduz a penetração da luz e em consequência a fotossíntese (VINATEA *et al.*, 2010). No presente estudo a turbidez moderada, pode ter colaborado para a penetração da luz na água do sistema, fazendo com que os camarões sofressem menos estresse, e maior integridade das brânquias devido ao delicado volume de flocos.

Os compostos nitrogenados presentes no sistema de criação, são excretados pelos camarões através do catabolismo de proteínas, as quais são fornecidas através da ração, e podem prejudicar severamente o bom desempenho dos animais (VINATEA, 2004). Altas concentrações de amônia podem causar retardo no crescimento e em casos mais extremos podem causar mortalidade dos organismos cultivados (CORREIA *et al.*, 2000; NEW, *et al.*, 2002). Neste estudo os valores de amônia e nitrito durante o período experimental não excederam o limite de 0,5 mg/L, recomendado por NEW *et al.*, (2002). Isto provavelmente ocorreu devido à ação da comunidade microbiana presente no sistema de criação (AVNIMELECH, 1999). O nitrato, que compõe uma estrutura importante no suporte do crescimento microbiano, embora não seja a primordial fonte de Nitrogênio no consumo das bactérias (KIRCHMAN E WHEELER, 1998). Os valores médios de nitrito, seguido pelos valores médios de nitrato, sugere a ação das bactérias nitrificantes no sistema.

Em sistemas de bioflocos a manutenção das concentrações de amônia e nitrito dentro de limites aceitáveis para a produção de organismos aquáticos é normalmente realizada através da adição de uma fonte de carbono, desta forma a relação C:N é mantida em níveis adequados para promover o crescimento e manutenção de bactérias heterotróficas as quais utilizam os compostos nitrogenados para o seu crescimento (WASIELESKY *et al.*, 2006a; BALLESTER *et al.*, 2010). Conforme exposto no parágrafo acima as concentrações de compostos nitrogenados no presente estudo estiveram abaixo do limite crítico, portanto não foi realizada a adição de fonte de carbono no sistema. Os principais fatores que provavelmente estiveram relacionados com a

manutenção destas baixas concentrações de compostos nitrogenados foram à utilização de água verde no início da formação dos flocos e a utilização de probiótico.

Além do inoculo inicial de microalgas, o sistema de iluminação utilizado proporcionou a manutenção destas microalgas as quais utilizam a amônia presente no sistema como fonte de nutrientes (RAY *et al.*, 2009). Normalmente as pesquisas em sistema de bioflocos acontecem em estufas, com abundância de luz (NEAL *et al.*, 2010). Quando há a ausência da luz natural, ela pode ser compensada com luz artificial o que reduz ameaças de cianobactérias que podem proliferar durante a criação prejudicando a qualidade da água e causando estresse aos animais (BALOI, 2012). Os microrganismos do bioflocos têm a luz como um fator limitante, sendo considerada uma fonte de energia para os organismos autotróficos e sua ausência pode ser considerada como um fator de restrição para seu desenvolvimento (AVNIMELECH, 2009). As vantagens deste sistema em comparação com os convencionais são baseadas na fotossíntese, potencializando a utilização de sistemas com luz em recintos fechados (AZIM *et al.*, 2008). Entre as consequentes vantagens da fonte de luz nos tanques de criação são: redução de custos com alimentação, uma vez que as microalgas podem disponibilizar nutrientes ao crescimento de bactérias para posterior desenvolvimento de comunidade planctônica, que também atua como fonte adicional de alimento aos animais (JU *et al.*, 2008); aumento da produtividade (CORREIA *et al.*, 2000). Além disso, pode ser um dos fatores que auxiliam no comportamento natatório, metabolismo e consequentemente na sobrevivência dos animais produzidos (BARROS, 2001).

Os probióticos são aditivos biológicos, em grande parte inóculos bacterianos, os quais beneficiam a qualidade da água, reduzindo ameaças de doenças e melhorando a saúde dos animais em produção (BERISTAIN, 2005), são bactérias benéficas recomendadas em substituição ao uso de antibióticos na aquicultura (RAVI *et al.*, 2007; DeCAMP *et al.*, 2008). Além disso, o uso do probiótico estimula a imunidade dos organismos (KRISHNA *et al.*, 2009), e promove o crescimento de materiais suspensos, compostos de bactérias, fitoplâncton, agregados microbianos, e matéria orgânica particulada inoperante (HARGREAVES, 2006) bem como aumentando a capacidade de atividade de macrófagos (FULLER, 1992). Além disso, as bactérias heterotróficas

presentes no floco também são capazes de converter compostos nitrogenados, como a amônia, em proteína microbiana, mantendo-se, desta forma a qualidade da água do cultivo e o alimento perdido na forma de excreção, fezes e sobras de ração é convertido em biomassa de microrganismos, a qual é ingerida pelos camarões, melhorando a conversão alimentar e reduzindo os custos com alimentação (AVNIMELECH, 1999; BUFORD *et al.*, 2004).

Em relação ao desempenho zootécnico, foi possível observar que houve significativamente maior sobrevivência dos animais estocados à densidade de 50 camarões/m<sup>2</sup>. A partir da densidade de 100 camarões/m<sup>2</sup> verificou-se a queda significativa da sobrevivência. Este fato pode ser explicado pela influência que o aumento da densidade, exerce sobre a competição hierárquica e disputa por espaço e alimento, resultando em maior canibalismo (SAMPAIO e VALENTI, 1996; MORAES-VALENTI *et al.*, 2010). De acordo com resultados de DAVID (2011) a intensificação na criação de larvas de camarões da espécie *M. rosenbergii* reduziu os resultados de sobrevivência e produtividade, e foi verificado que esta espécie se desenvolveu melhor em densidades menos elevadas.

A taxa de crescimento específico, peso final e comprimento final não diferiram significativamente entre as várias densidades, havendo certa similaridade entre tais variáveis e diminuição da sobrevivência conforme aumento da densidade, indicando que em condições de superlotação há uma estratégia de redução na quantidade de indivíduos ao invés de afetar o desempenho de peso e crescimento, diminuindo a competição intra-específica da população. Segundo BEGON *et al.*, (2007), a competição intraespecífica pode influenciar a regulação do tamanho populacional. . WASIELESKY *et al.*, (2006a) averiguaram que os animais cultivados em meio aos flocos microbianos, têm aumento de peso final e ganho em peso devido aos benefícios nutricionais presente nestes sistemas de biofloco.

Em criação de juvenis de *M. rosenbergii* em tanguês de com água clara, MANCEBO (1978), observou que um ganho de peso médio de 0,57 ao final de 60 dias, enquanto em outro estudo, também em água clara, SANDIFER e SMITH (1977), obtiveram um ganho de peso médio de 0,84 g ao final de 60 dias, em ambos os estudos

citados o peso inicial dos camarões era semelhante ao dos camarões utilizados no presente experimento. No presente estudo não houve diferenças significativas nas médias das diferentes densidades, entretanto se compararmos com os resultados obtidos por outros pesquisadores em água clara, os resultados encontrados foram superiores. Sendo assim, entende-se que o ganho de peso foi influenciado pela presença de microrganismos do biofloco durante período de criação. Além da presença como uma fonte nutricional eles também contribuíram para a manutenção da boa qualidade de água gerada pela conversão de compostos nitrogenados e pela presença de enzimas que auxiliam na digestão.

No presente estudo o aumento da densidade de estocagem provavelmente foi o principal fator que contribuiu para a diminuição da sobrevivência dos camarões. OTOSHI *et al.*, (2007) obteve resultados semelhantes na criação de *Litopenaeus vannamei* em densidades de 200 e 400 camarões/m<sup>2</sup>, com valores de sobrevivência de 80,9 e 73,3%, respectivamente. Outros estudos verificaram que a produtividade *Penaeus monodon* é limitada em altas densidades de estocagem e comumente a principal causa é a interação comportamental, como exemplo, o canibalismo (ARNOLD *et al.*, 2006). Contudo, estudos recentes demonstraram que a criação de *M. rosenbergii* em biofloco eleva a taxa de sobrevivência, e os abrigos adicionais permitem densidades maiores que em sistemas tradicionais (KURUP e PRAJIHT, 2010).

De acordo com SILVA *et al.*, (2008), a presença de microrganismos na água de criação melhora a taxa de conversão alimentar dos camarões, aumentando a produtividade devido à disponibilidade de nutrientes ao camarão. Os camarões encontram nesse alimento uma fonte de suplementação à sua dieta, tendo em vista que é um alimento autóctone e estar sempre disponível, diferente da ração, a qual perde seu valor nutricional quando em contato com a água por longo período de exposição. KRISHNA *et al.*, (2009), observou que em tanques de tratamento onde há adição de probióticos há um maior aproveitamento da ração, provavelmente devido a influência de microrganismos na digestão e absorção de alimento. VITA (2008) reportou melhor valor nutricional do floco microbiano e maior peso final para camarões que foram criados em sistema de bioflocos com adição de probióticos que continham bactérias do gênero

*Bacillus*, da mesma forma OLMOS *et al.*, (2011), com adição de probiótico na ração do camarão marinho *L. vannamei*, obtiveram benefícios na conversão alimentar, sobrevivência superior e maior tolerância ao estresse .

PÉREZ-FUENTES *et al.*, (2013) comparando o sistema de criação tradicional com o sistema de bioflocos para *M. rosenbergii* obtiveram 85% de sobrevivência em criação com bioflocos, trabalhando com uma densidade de 37 camarões/m<sup>2</sup>. Neste mesmo estudo a taxa de sobrevivência foi semelhante nos dois sistemas avaliados, entretanto os camarões criados em sistema de bioflocos alcançaram maior peso e comprimento final. Em estudo com o camarão marinho *L.vannamei* em sistema de recirculação com bioflocos os valores de sobrevivência obtidos em densidade de 300 camarões/m<sup>2</sup> foram de 98%, enquanto que no tratamento com água clara a sobrevivência atingida foi de 38 %, este resultado pode ser explicado pela influência positiva da presença de fitoplâncton e outros microrganismos em sistemas de bioflocos (WASIELESKY, *et al.*, 2006). Os bioflocos fazem com que o camarão reduza os gastos de energia à procura do alimento proporcionando uma maior armazenagem de energia nos músculos e tecidos, contribuindo para uma melhor nutrição e eficiência alimentar (BALLESTER *et al.*, 2010).

No presente estudo utilizamos probióticos compostos de *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformes* e *Bacillus pumilus*, que são eficientes na inibição da ação de bactérias patogênicas além de melhorar a assimilação de nutrientes da ração, colaborar com o sistema imunológico, acelerar a degradação dos resíduos e reciclar nutrientes, auxiliando na estabilidade do fitoplâncton (DeCAMP *et al.*, 2008). Todas estas características podem ter influenciado positivamente no desempenho dos camarões produzidos. De acordo com SHAIENDER *et al.*, (2012) foi verificado no trato digestivo de larvas de *M. rosenbergii*, microrganismos do gênero *Bacillus* que são capazes de produzir diversas enzimas e de aumentar a atividade específica de enzimas do tipo lipase, protease e amilase. BALCÁZAR *et al.*, (2006) também demonstraram a efetividade dos probióticos como mecanismos de exclusão competitiva de bactérias patogênicas, fonte de nutrientes e contribuição enzimática para a digestão, melhorando a resposta imune dos organismos criados. Além disso, a dieta complementar baseada

na presença de microrganismos dispensa a suplementação nas rações comerciais, pois estes atuam como fonte de vitaminas, minerais e proteínas, visto que a matéria seca dos microrganismos eucariontes constitui-se de 50% de proteínas e 10% de lipídios (DeCAMP *et al.*, 2002).

Embora com menor sobrevivência, na avaliação do ganho de biomassa foi possível verificar a maior média entre os animais submetidos às densidades de 200 e 250 camarões/m<sup>2</sup> quando comparados aos demais tratamentos. Ao observar a relação entre ganho de biomassa e densidade final, foi possível verificar que há uma forte associação entre tais variáveis, sendo que o maior ganho de biomassa está relacionado a elevadas densidades mesmo que haja uma alta taxa de mortalidade. Da mesma forma ZIMMERMANN e RAUPP (1992), com criação de camarão *M. rosenbergii* em diferentes densidades de estocagem, obtiveram maior média de ganho de biomassa com animais estocados em densidades mais elevadas.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados a produção de juvenis de *M. rosenbergii* é viável no sistema de bioflocos e a criação na densidade de 50 camarões/m<sup>2</sup> apresentou o melhor desempenho zootécnico.

## 6 REFERÊNCIAS

ALONSO-RODRIGUEZ, PAEZ- OSUNA,. 2003. **Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California.** *Aquaculture* 219, 317-336.

ARAÚJO, M. C. and VALENTI, W. C. 2007. **Feeding habit of the amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* larvae.** *Aquaculture*, 265:187- 193.

ARNOLD, S.J.; SELLARS, M. J.; CROCOS, P. J. e COMAN, G. J. 2006. **An evaluation of stocking density on the intensive production of juvenile brown tiger shrimp, *Penaeus esculentus*.** *Aquaculture*, 256: 174-179.

AVNIMELECH, Y, MOZES, N. DIAB. S., KOCHBA, M. 1995. **Rates of organic carbon and nitrogen degradation in intensive fish ponds.** *Aquaculture*, 134, 211-216.

AVNIMELECH, Y. 2012. **Biofloc Technology - A Practical Guide Book**, 2d Edition. The Word Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 271p.

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

AVNIMELECH, Y., 2007. **Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds.** *Aquaculture* 264, 140–147.

AVNIMELECH, Y. 2009. **Biofloc Technology: A practical guide book the world** .Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana. United States. Pp.1-6. 2009.

AZIM, ME, DC, LITTLE, 2008. **The Biofloc Technology (BFT) in indoor tanks: Water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).** *Aquaculture*, 28329-35.

BALCÁZAR, JL., I DE BLAS, I RUIZ-ZARZUELA, D CUNNINGHAM, D. VENDRELL, JL MÚZQUIZ., 2006. **The role of probiotics in aquaculture**. *Veterinary Microbiology*, 114, 173-186.

BALLESTER, E. L. C., ABREU, P.C., CAVALLI, R.O., EMERENCIANO, M., de ABREU, L., WASIELESKY, W.JR. 2010. **Effect of practical diets with different protein levels on the performance of *Farfantepenaeus paulensis* juveniles nursed in a zero exchange suspended microbial flocs intensive system**. *Aquaculture Nutrition*. 16, 163-172.

BALLESTER, E. L. C.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; ABREU, P. C. 2007. **Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance**. *Aquaculture*, v.269, p. 355-362.

BALOI, MF. 2012. **Desempenho do Camarão Branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* cultivado-los Sistema de bioflocos na ausência de luz**.

BARROS, H.P. 2001. **Alimentação de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) (Crustacea, Palaemonidae) durante a fase larval: efeito da densidade de náuplios de *Artemia*, do tamanho das partículas de ração, do tipo de alimento e do fotoperíodo**. Jaboticabal, Centro de Aquicultura da UNESP. 76p. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4ª. Ed., Porto Alegre. Artmed. 752p.

BERISTAIN, B. T. **Organic matter decomposition in simulated aquaculture ponds**. 2005.146 f. PhD Thesis (Wageningen Institute of Animal Science) Wageningen University, Wageningen.

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

CAMARGO, S.G.O., POUHEY, J.L.O.F. 2005 - **Aquicultura - um mercado em expansão**. *Revista Brasileira Agrociência* (ISSN0104-8996), Pelotas, RS, Brasil. Disponível em <http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v11n4/artigo01.pdf>.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de Peixes de Água Doce**. Jaboticabal, FUNEP: 1992.  
FINK, W. L. & FINK, S. V.- Amazônia Central e seus peixes. Acta Amazônica; ano VIII, nº4, dezembro/1978, pg-35.

CHEN, S. L.; LING, J.; BLANCHETON, J. P. 2006. **Nitrification kinetics of biofilm as affected by water quality factors**. Aquacultural Engineering, v. 34, p. 179-197.

CORREIA, E.S., SUWANNATOUS, S., NEW, M.B. 2000. **Flow-through hatchery systems and management**. In: NEW, M.B. and VALENTI, W.C. **Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Oxford: Blackwell Science. p. 52-68.

CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. 2007. **Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production**. Aquaculture, v. 270, p. 1-14.

DAVID, F. S. 2011. **Efeito da Larvicultura do Camarão da Malásia *Macrobrachium rosenbergii***. Dissertação de Mestrado, Centro de Aquicultura da Unesp - CAUNESP.

DECAMP, O., CONQUEST, L., FORSTER, I. & TACON, A.G.J. 2002 **The nutrition and feeding of marine shrimp within zero-water exchange aquaculture production system: role of Eukaryotic microorganisms**. In: Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems (Lee, C.S. & OBryen, P. eds), pp. 79–86. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.

DECAMP, O., MORIARTY, DJW E LAVENS, P. 2008. **Probióticos para larvicultura de camarão: revisão dos dados de campo da Ásia e da América Latina**. A Aquaculture Research, 39: 334-338. doi: 10.1111/j.1365-2109.2007.01664.x.

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

EMERENCIANO, MG, WJ WASIELESKY, RB SOARES, EC BALLESTER, EM IZEPPI & CAVALLI, R.O. 2007. **Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa**

**(*Farfantepenaeus paulensis*) nafase de bercario em meio heterotrofico.** Acta Sci. Biol. Sci., 29: 1-7.

FAO. 2006. **The States of World Fisheries and Aquaculture.** SOFIA. Roma: FAO, 2007b. 180p.

FAO. 2008. **El estado mundial de La pesca y la acuicultura.** Departamento de pesca y acuicultura de La Fao. Roma, 2009.P. 196.

FAO. 2009. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2008.** Food and agriculture organization of the united nations. Rome, 2009. Disponível em [www.fao.org](http://www.fao.org).

FAO. 2012. Fisheries and Aquaculture Department. **Food And Agriculture Organization of the United Natiois.** Rome, 230p.

FAO. 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. **Opportunities and challenges.** Rome.223 pp.

FARZANFAR. 2006. **The use of probiotics in shrimp aquaculture.** Immunol med microbiol 48, 149-158.

FULLER, R. 1992. **Probiotics in man and animals.** Journal of Applied Bacteriology, Oxford, v.66, n.5, p.365-378.

FURTADO. 2011. **O Efeito do Hidróxido de Cálcio, do Carbonato e Bicarbonato de Sódio na Qualidade de Água e no Desempenho Zootécnico do Camarão *Litopenaeus vannamei* Cultivado com Tecnologia de Bioflocos (BFT).** 2011. 39 p Dissertação (Mestrado em Aquicultura, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul.

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

JAMU DM, LU Z, PIEDRAHITA RH. 1999. **Relationship between Secchi disk visibility and chlorophyll a in aquaculture ponds.** Aquaculture 170:205-214.

JU ZY I FOSTER, L CONQUEST, W DOMINI, WC KUO E FD HORGEN. 2008. **Determination of microbial community structures of shrimp floe cultures by biomarkers and analysis of floe amino acid profiles.** *Aquaculture Research*, 39: 118-133.

KIRCHMAN DL, WHEELER PA. 1998. **Uptake of ammonium and nitrate by heterotrophic bacteria and phytoplankton in the sub-Arctic Pacific.** *Deep-Sea Research I* 45:347-365.

KRISHNA P V, MADGHUSUDHAN RAO K, SHARMA SV. 2009. **Affect of probiotics on the growth and survival of tiger prawn *Penaeus monodon* on brackish water ponds near Repalle, Guntur district, Andhra Pradesh.** *ANU J. of Natural Sciences*, 2(2), 123-127.

KRUMMENAUER, D. J., CAVALLI, W. W., PEIXOTO, R. O. ; ZOGBI, P. R. S. 2006. **Viabilidade do cultivo do camarão-rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Crustácea,Decapoda) em gaiolas sob diferentes densidades durante o outono no sul do Brasil.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.1, p.252-257.

KURUP, B.M., PRAJIHT, K.K. 2010. **Application of Biofloc Technology in the Semi Intensive Culture System of Giant *Macrobrachium rosenbergii*.** *World Aquaculture Society: Aquaculture 2010, San Diego, CA* (<https://www.was.org/.../meetings/SessionAbstracts.aspx>).

LOUREIRO, C. K. 2006. **Sucessão Microbiana na Degradação de Substratos** (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina).

MACKERETH, F.J.H., HERON, J. & TALLING, J.F. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists.** Dorset, Freshwater Biol. Ass. 121p.

MANCEBO, V.J. 1978 **Growth in tank-reared populations of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man).** *Proceedings of the World Mariculture Society* 9:83–90.

MCABEE, B.J., BROWDY, C.L., RHODES, R.J., STOKES, A.D. 2003. **The use of greenhouse-enclosed raceway systems for the superintensive production of**

**pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in the United States.** *Glob Aquac. Advocate*, 6 (4), 40-43.

MORAES-VALENTI, P., MORAIS, P. A., PRETO, B. L e VALENTI, W. C. 2010. **Effect of density on population development in the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*.** *Aquatic Biology*. V 9:291-301.

MORAES-VALENTI, P.M., VALENTI, W.C. 2007. **Effect of intensification on grow out of the Amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum*.** *J. World Aquac. Society*, 38 (4), 516-526.

NEAL, R. S.; COYLE, S. D.; TIDWELL, J. H.; BOUDREAU, B. M. 2010. **Evaluation of Stocking Density and Ligth Level on the Growth and Survival of the Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, Reared in Zero-exchange Systems.** *Journal of the world Aquaculture Society*, v. 41, n, 4, p.533-544.

NEW, M. B. 2002. **Farming freshwater prawns: A manual for the culture of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*).** FAO Fisheries Technical Paper.Nº 428. Rome, FAO. 212p.

NEW, M.B., D'ABRAMO, L.R., VALENTI, W.C., SINGHOLKA, S. 2000. **Sustainability of freshwater prawn culture.** In: New, M. B., Valenti, W. C. 2000. *Freshwater Prawn Culture*. Blackwell Science, USA.

OLMOS, J.; L. OCHOA, PANIAGUA, J. M. 2011. **Functional Feed Assessment on *Litopenaeus vannamei* Using 100% Fish Meal Replacement by Soybean Meal, High Levels of Complex Carbohydrates and Bacillus Probiotic Strains.** *Marine Drugs*, v.9, n.6, p.1119-1132.

OTOSHI, C.A., SCOTT, M.S., NAGUWA, F.C., MOSS, S.M. 2007. **Shrimp Behavior May Affect Culture Performance at Super-Intensive Stocking densities.** *Global Aquacult. Advoc.* Março/abril, 67-69.

PEREZ-FUENTES, J., PEREZ-ROSTRO, C I, e HERNANDEZ-VERGARA, MP. 2013. **Pond-reared Malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* with the biofloc system.** *Aquaculture*, 400, 105-110.

RAVI, A.V.; MUSTHAFA, K.S.; JEGATHAMMBAL, G.; KATHIRESAN, K.; PANDIAN, S.K. 2007. **Screening and evaluation of probiotics as a biocontrol agent against pathogenic *Vibrios* in marine aquaculture.** Letters in Applied Microbiology, v.45, p.219-223,

RAY, A.J., SHULER, A.J. LEFFLER, J.W., BROWDY, C.L. 2009. **Microbial ecology and 433 management of biofloc systems.** In: BROWDY, C.L. e JORY, D.E. (Eds.). **The rising tide, 434 Proceedings of session on sustainable shrimp Farming,** World Aquaculture Society, Baton 435 Rouge, Louisiana USA, p.255-266.

RAY, A.J.; LEWIS, B.L.; BROWDY, C.L.; LEFFLER, J.W. **Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems.** Aquaculture, v. 299, n. 1-4, p. 89-98.

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

SAMPAIO, CMS, VALENTI, WC. 1996. **Curvas de crescimento para *Macrobrachium rosenbergii* em cultura semi-intensiva no Brasil.** J. wor. AquaC.Soe.,vol 27, p.353-358.

SANDIFER, P.A. & SMITH, T.I.J. 1977. **Intensive rearing of post larval Malaysian prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in a closed cycle nursery system.** Proceedings of the World Mariculture Society8:225–35.

SCHVEITZERR, ANDREATTA ER, SOUZA J, ARANTESs R, SEIFFERT WQ. 2008. **O cultivo com bioflocos engorda e formação de matrizes de *Litopenaues vannamei*.** Panorama da Aquicultura Maio/Junho 38-43.

SHAILENDER, M. KRISHNA P. V. and SUEWAH B. C. 2012. **Effect of probiotics on growth and survival of post larvae of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man).** International Journal of Bioassays (IJB), 12: 184- 190.

SILVA, AF. 2009. **Influência da densidade de estocagem sobre o desempenho do camarão branco *Litopenaeus vannamei* durante a fase final de engorda em sistema super-intensivo.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande. 45p.

SILVA, CF, E BALLESTER, J MONSERRAT, LGERACITANO, W WASIELESKY JR. & PC ABREU. 2008. **Contribution of microorganisms to the biofilm nutritional quality protein and lipid contents.** *Aquaculture Nutrition*, 14: 507-514.

SILVA, K.R., 2009. **Dinâmica do nitrogênio e do fósforo no cultivo superintensivo dos *vannamei* e *Farfantepenaeus paulensis* sem renovação de água.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande do Sul, Brasil. 68p.

SOUZA, D, SUITA, S., LEITE, F., ROMANO, L., WASIELESKY, W., BALLESTER, E. L. C. 2011. **The use of probiotics during the nursery rearing of the pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis* in a zero exchange system.** *Aquaculture Research*, 1-10.

TAVARES, L. H. S. 1995. **Limnologia Aplicada à Aqüicultura.** Jaboticabal. Funep. 79p. (Boletim técnico da CAUNES n.1).

VALENTI, W. C. 2002a. **Aqüicultura sustentável.** In: Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais...p. 111-118.

VALENTI, W.C. 2002. **Criação de camarões de água doce.** Em: Congresso de Zootecnia, 12º Vila Real, Portugal, 2002, Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. Anais p 229-237.

VALENTI, W.C. and DANIELS, W.H.. 2000. **Recirculation hatchery systems and management.** In: NEW, M.B. and VALENTI, W.C. **Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii*.** Oxford: Blackwell Science. p. 69-90.

VALENTI, W.C.; V.L. LOBÃO & I.T. e .MELLO. 1989. **Crescimento relativo de *Macrobrachium acantharus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae).** *Revta bras. Zool.* 6 (1): 1-8.

VAN WYK, P., SCARPA, J. 1999. **Water quality and management**. In: Van Wyk, P. et al. (Eds.). **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**. Florida department of agriculture and consumer services, Tallahassee, pp. 128-138.

VINATEA ARANA, L., 2004. **Fundamentos de Aquicultura**. Florianópolis: Ed. Da UFSC. 91p.

VINATEA L, GALVEZ, A.O., BROWDY, C.L., STOKES, A., VENERO, J., HAVEMAN, J., LEWIS, B.L., LAWSON, A., SHULER, A., LEFFLER, J.W. 2010. **Photosynthesis, water respiration and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in a super-intensive raceway culture with zero water exchange: Interaction of water quality variables**. Aquacult. Eng. 42, 17–24.

VITA, G. Q. L. 2008. **Utilização de probiótico no cultivo super-intensivo do camarão branco (*Litopenaeus vannamei*) em um sistema sem renovação de água**. 34f. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós- graduação em Aquicultura.

WALKER, R. 1978. **Water supply, treatment and distribution**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc. 420 p.

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

WASIELESKY WJ, H ATWOOD, KEGL, R, BJ, STOKES, A, BROWD CL. 2006. **Efeito do pH na sobrevivência e crescimento do camarão-branco *Litopenaeus vannamei* em cultivos super-intensivos**. Livro de Resumos Aqua Ciência 2006. Bento Gonçalves – RS, Brasil.

ZIMMERMANN S.; RAUPP, A. B. 1992. **Cultivo do camarão de água doce, *Macrobrachium rosenbergii* (de man), em viveiros no sul do Brasil, sob diferentes densidades e taxas de estocagem**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 27, n. 1, p. 87-90.