



## I-171 - USO DE PROBIÓTICO COMO BIORREMEDIADOR EM ÁGUAS DESTINADAS AO CULTIVO DE CAMARÃO *Litopenaeus vannamei*.

**Glauber Pereira de Carvalho Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro de Pesca pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2003), Mestre em Tecnologia Ambiental pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco (2008) e pesquisador do Instituto de Tecnologia de Pernambuco.

**Silvio José de Macedo<sup>(2)</sup>**

Farmacêutico e Bioquímico pela Universidade Federal de Pernambuco (1965), Pós-doutor em Poluição Aquática pela Universidade de Chalmers-Suécia, Professor do Programa e Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**Emiko Shinozaki Mendes<sup>(3)</sup>**

Medica Veterinária pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1979), Dra. em Doenças Tropicais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2001) e Professora Adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**Sônia Valéria Pereira<sup>(4)</sup>**

Química Industrial pela Universidade Católica de Pernambuco (1983), Dra. em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2003), pesquisadora Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP) e Coordenadora do Mestrado Profissional em Tecnologia Ambiental do ITEP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Professor Luiz Freire nº 700, Cidade Universitária, Recife –PE, CEP: 50.740-540 - Brasil - Tel: (81) 3272.4277 - e-mail: [glauber@itep.br](mailto:glauber@itep.br)

### RESUMO

O cultivo de camarão tem se desenvolvido firmemente durante a última década, face a crescente demanda do mercado mundial por este produto. Os sistemas de produção evoluíram de extensivo para intensivo gerando aumento da captação de água e da oferta de alimentos para os camarões, cujo rápido desenvolvimento em importantes áreas costeiras tem sido acompanhado de preocupações sobre a sua sustentabilidade ambiental. Por outro lado, os ambientes de cultivo têm sido impactados por fatores exógenos a atividade que potencializam a incidência de enfermidades nos animais cultivados, devido a poluição causada por ação antrópica, principalmente os efluentes domésticos e industriais carreados sem tratamento para os rios e estuários. Nesse contexto, os produtores têm procurado adotar alternativas tecnológicas que visam minimizar efeitos deletérios de fatores exógenos ao cultivo, a exemplo do uso de probiótico com foco na manutenção da qualidade da água, do sedimento e da sanidade dos animais cultivados. Objetivou-se nesta pesquisa, analisar o efeito de um composto microbiano em cultivos de *Litopenaeus vannamei*, situado no Município de Rio Formoso em Pernambuco. Três viveiros de engorda (VE) foram testados em um ciclo de cultivo e povoados com 30 camarões/m<sup>2</sup>, sendo um controle (VE2-SP), e dois com probiótico adicionado na água (VE3-PA) e (VE4-PA). Foram realizadas 93 coletas de amostras semanais de água para determinação de parâmetros físicos, químicos, biológicos. Diferenças significativas foram identificadas nas contagens bacterianas de amostras de água, ambas com valores mais elevados para o viveiro sem uso de probiótico VE2(SP), que apresentaram os maiores valores de clorofila *a*, principal produtora de matéria orgânica para o ambiente. Os menores teores de DBO foram registrados nos viveiros sob influência de probiótico. Nesse contexto, a aplicação diária do composto microbiano ocasionou efeito positivo na biorremediação dos ambientes, potencializando a degradação da matéria orgânica. Os camarões do VE2(SP) tiveram peso final mais elevado, no entanto com sobrevivência de 46,5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Probiótico. *Litopenaeus vannamei*. Hidrologia. Bacteriologia.

### 1. INTRODUÇÃO

O cultivo de camarão no Brasil tem se consolidado como uma importante atividade do agronegócio para sócio-economia da zona rural costeira, cujos volumes de produção cresceram de 3.654 t (3.548 ha) em 1997 para 90.190 t (15.000 ha) em 2003, atingindo neste ano níveis de produtividade da ordem de 6.083 kg/ha/ano e US\$ 225 milhões de dólares em divisas. Neste contexto, a crescente participação do pequeno produtor



demonstra que a mesma vem contribuindo de forma positiva para a inclusão social de uma significativa parcela da comunidade rural litorânea e do semi-árido. O último censo da carcinicultura brasileira realizado em 2004 e reportado por Rodrigues (2005), revelou que de um total de 997 produtores em operação, 71,41% (712) foram pequenos produtores; 23,37% (233) foram de médios produtores e apenas 5,22% (52), grandes produtores (ROCHA, 2005).

Entretanto, a partir de 2004, a atividade enfrentou problemas que afetaram o seguimento produtivo e provocaram quedas consecutivas em sua produção, reduzindo de 75.094 t em 2004 para 65.000 t em 2008 (ROCHA, 2008). Dentre os problemas enfrentados pelos produtores brasileiros, destacam-se a ação antidumping movida pelos pescadores norte-americanos e a incidência de enfermidades que afetaram os cultivos da Região Nordeste e de Santa Catarina, e especialmente, a desvalorização do dólar frente ao real e o aumento nos custos de produção (OSTRENSKY et al, 2008).

O cultivo de camarão tem se desenvolvido firmemente durante a última década, face a crescente demanda do mercado mundial por este produto. Os sistemas de produção evoluíram de extensivo para intensivo gerando aumento da captação de água e da oferta de alimentos para os camarões (THAKUR e LIN, 2003). No entanto, este rápido desenvolvimento da atividade em importantes áreas costeiras tem sido acompanhado de preocupações sobre a sua sustentabilidade ambiental (CHAMBERLAIN, 2002).

Em geral, os principais impactos ou efeitos ambientais atribuídos ao cultivo de camarão estão relacionados ao uso de áreas de preservação permanente (ex. manguezais), a sua influência na biodiversidade e as descargas de nutrientes e de matéria orgânica pelos efluentes. Porém, boa parte desses impactos são frutos do mau planejamento e da má gestão de alguns produtores e das instituições governamentais envolvidas, do que propriamente, uma consequência rotineira dessa atividade (BRASIL, 2001).

O desenvolvimento da carcinicultura marinha estará sempre dependente da aplicação de um rígido programa de gerenciamento da qualidade da água utilizada para o cultivo, tendo presente que as áreas estuarinas há décadas vêm sofrendo intensa ação antrópica, e em consequência, esgotos domésticos, agrotóxicos, rejeitos industriais e metais pesados são carreados para os rios e estuários. Notadamente, a preservação desses ambientes é de fundamental importância para as atividades aquícolas, uma vez que as características físicas, químicas e biológicas de suas águas são relevantes para a manutenção da sanidade e dos aspectos zootécnicos dos animais cultivados.

A biotecnologia tem sido uma ferramenta de importância crescente nos cultivos aquícolas, onde o uso de compostos a base de microrganismos vivos tem sido adotado como práticas que visam à sustentabilidade do meio, minimizando a utilização de produtos químicos e promovendo a sanidade dos animais cultivados. Estes compostos denominados probióticos são utilizados com a finalidade de incrementar microbiota selecionada nos ambientes de cultivo, visando à promoção da biorremediação através da manutenção das variáveis físicas e químicas da água, bem como da saúde dos animais cultivados (DEVARAJA, 2002; FARZANFAR, 2006).

Diversos produtos comerciais estão disponíveis no mercado, recomendados, dentre outros, para promover a melhoria do sedimento dos viveiros, da qualidade da água e da saúde dos camarões, principalmente em cultivos intensivos. Os microrganismos comumente utilizados como probióticos em aquíicultura são bactérias Gram-positivas (ácido láctico, *Bacillus* spp., *Lactobacillus* spp.), Gram-negativas (*Vibrio alginolyticus*, *V. fluvialis*), fungos, microalgas, dentre outros (IRIANTO; AUSTIN, 2002; SAHU ET AL., 2007).

Pelo exposto, estudos concernentes as variáveis físicas, químicas e biológicas dos ambientes de cultivo, em especial os utilizados para a carcinicultura, são de fundamental relevância para o aprimoramento de práticas de manejo que visam à sustentabilidade e a minimização dos impactos ambientais, buscando ainda um melhor desempenho técnico e econômico.

O presente trabalho teve como objetivo principal a avaliação das condições hidrobiológicas nos ecossistemas de cultivo sob influência de composto microbiano, através de análises físicas, químicas e biológicas, bem como da sanidade dos animais cultivados. O apoio financeiro da FINEP no âmbito da Rede de Carcinicultura do Nordeste (RECARCINE) e de infra-estrutura pelos Laboratórios de Tecnologia Ambiental (LABTAM) do Instituto de Tecnologia de Pernambuco, de Sanidade de Organismos Aquáticos da UFRPE e de Oceanografia Química da UFPE, foi fundamental para realização da pesquisa.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área

A área estudada está localizada no litoral sul pernambucano no município de Rio Formoso, situado na região fisiográfica da Mata Meridional do Estado ( $8^{\circ} 37' - 8^{\circ} 41' \text{ Lat. S}$  e  $35^{\circ} 04' - 35^{\circ} 08' \text{ Log. W}$ ) a 92 km de Recife (CONDEPE, 1992). Seu clima segundo a classificação de Köppen, é do tipo As' tropical quente e úmido, cuja umidade relativa do ar apresenta média anual superior a 80% e evaporação média anual de 170 mm (ANDRADE e LINS, 1965).

No que se refere à hidrologia, o município está inserido nas bacias do rio Una, Sirinhaém e pequenos rios litorâneos. Destaca-se neste contexto o complexo estuarino do Rio Formoso ( $8^{\circ} 39' - 8^{\circ} 42' \text{ S}$  e  $35^{\circ} 10' - 35^{\circ} 05' \text{ W}$ ), que perfaz uma área de aproximadamente 2.724 ha e é formado pelos rios Formoso, dos Passos e Lemenho, a noroeste, e pelo rio Ariquindá, ao sul, característicos de áreas litorâneas. A socioeconomia da região é voltada a atividade canavieira, sucroalcooleira e pesqueira, cujos recursos naturais representam alimento direto e indireto para as comunidades que vivem próximas ao estuário (FIDEM, 1987).

### 2.2 Local do estudo

O trabalho de campo foi desenvolvido em uma fazenda destinada ao cultivo de camarão marinho *L. vannamei* no km 49 da PE 60 em Rio Formoso. A propriedade encontra-se operando há 12 anos consecutivos numa área de 31,04 ha, distribuídas em 15,0 ha (48,32% da área) destinados à reserva legal e 16,04 ha (51,68% da área) à produção de camarão. O sistema de abastecimento de água para produção é realizado através de captação oriunda do Rio Goicana, afluente do Rio Formoso inserido em seu complexo estuarino.

### 2.3 Atividade de cultivo

Três viveiros de engorda (VE) foram estudados, denominados originalmente de (VE2), (VE3) e (VE4) e tamanhos de 1,89 ha, 2,09 ha e 2,80 ha respectivamente, com histórico de 20 cultivos realizados. Antecedendo a realização do experimento, os viveiros vazios foram expostos ao sol por aproximadamente 10 dias, aplicando-se em seguida calcário dolomítico (2.000 kg/ha) para correção do pH. A camada superior do solo foi revirada e recebeu em sua superfície de nitrato de sódio (125 kg/há), visando melhores condições de mineralização da matéria orgânica. Na sequência os viveiros foram abastecidos e povoados em densidade de 30 camarões/m<sup>2</sup> com 20 dias de vida.

### 2.4 Uso de Probiótico

O probiótico comercializado para uso em água de viveiros, que segundo especificações do fabricante continha bactérias, actinomicetos, ácido lático, leveduras e extratos vegetais e minerais, foi armazenado em recipiente plástico escuro por um período de 72 horas antes da sua aplicação. Após três dias, o probiótico para água (PA) foi adicionado diariamente nos viveiros VE3-PA e VE4-PA às 8:00 h. da manhã numa proporção de 10 L/ha/dia, em concentração de aproximadamente  $1,0 \times 10^7$  Unidades Formadoras de Colônia (UFC)/mL. Um terceiro viveiro foi utilizado como controle e sem uso de probiótico (SP), denominado VE2-SP.

### 2.4 Análise da qualidade da água

Coletas semanais de água (93) foram realizadas durante um ciclo de produção, sendo 18 no VE3-PA (out/07 a jan/08), 20 no VE4-PA (out/07 a março/08), 20 no VE2-SP (jan a maio/08) e 35 no canal de abastecimento. As amostragens foram efetuadas às 8:00 horas da manhã com o auxílio de um garrafa oceanográfica de Nansen nos seguintes pontos: canal de abastecimento, na entrada, no meio e na saída da água dos viveiros, armazenando as amostras em recipientes adequados para cada análise. Os seguintes parâmetros foram avaliados: Salinidade (método de Mohr-Knudsen, descrito por Strickland e Parsons (1972)); Oxigênio dissolvido (método de Winckler, modificado por Strickland e Parsons (1972)); Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO (método descrito no Standard Methods for the Examination of Waste-Water, APHA (2005)); Clorofila *a* (método espectrofotométrico descrito por Parsons e Strickland (1963) e UNESCO (1966)) e determinação do número total de bactérias heterotróficas em UFC/mL (FDA (1998)). In situ foram efetuadas medições de pH e temperatura com o auxílio de um potenciômetro da marca WTW e a transparência (m) com o auxílio de um disco de Secchi.



### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Resultados de Qualidade da água

Os resultados das análises de qualidade de água para produção de camarão *L. vannamei*, bem como do canal de abastecimento (água do estuário), estão descritos na Tabela 1. Procurou-se evidenciar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os ambientes de cultivos sem aplicação de probiótico (VE2 SP) e sob uso de probiótico na água (VE3 PA) e (VE4 PA) com a água do estuário (canal). Não foram registradas diferenças significativas entre os pontos de amostragens internos no viveiro, para os três ambientes estudados.

**Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis físicas, químicas e biológicas.**

VARIÁVEIS	MÉDIAS			
	Canal (água estuarina)	VE2 SP	VE3 PA	VE4 PA
Transparência (m)	1,19 <sup>b</sup> ± 0,62	0,59 <sup>a</sup> ± 0,04	0,58 <sup>a</sup> ± 0,02	0,52 <sup>a</sup> ± 0,02
pH	7,74 <sup>c</sup> ± 0,17	8,4 <sup>a</sup> ± 0,08	8,1 <sup>b</sup> ± 0,06	8,1 <sup>b</sup> ± 0,04
Temperatura °C	28,5 <sup>a</sup> ± 2,00	30,6 <sup>a</sup> ± 0,31	29,2 <sup>a</sup> ± 0,25	29,7 <sup>a</sup> ± 0,23
Salinidade (‰)	28,6 <sup>b</sup> ± 5,19	26 <sup>b</sup> ± 6,38	31 <sup>a</sup> ± 1,79	32 <sup>a</sup> ± 0,88
O D mL.L <sup>-1</sup>	4,12 <sup>a*</sup> ± 1,23	4,59 <sup>a</sup> ± 1,07	4,17 <sup>a</sup> ± 0,81	4,59 <sup>a</sup> ± 1,25
Saturação (%)	88,7 <sup>b</sup> ± 26,94	102 <sup>a</sup> ± 23,08	92,6 <sup>ab</sup> ± 18,0	102,9 <sup>a</sup> ± 27,0
DBO mg.L <sup>-1</sup>	4,67 <sup>c</sup> ± 1,69	14,82 <sup>a</sup> ± 2,82	6,0 <sup>c</sup> ± 2,45	9,5 <sup>b</sup> ± 1,96
Clorofila (mg.m <sup>3</sup> )	14,2 <sup>d</sup> ± 8,94	81 <sup>a</sup> ± 9,48	46 <sup>c</sup> ± 5,94	64 <sup>b</sup> ± 7,57

\*Letras distintas na mesma linha indicam diferença ao nível de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

##### 3.1.1 Transparência da água

A transparência da água no canal de abastecimento variou de 0,7 a 2,0 metros de profundidade e apresentou média de 1,19 m, significativamente mais elevada em relação aos ambientes de cultivo. Observou-se uma tendência de decréscimo do início para o final das coletas, coincidindo com o início das chuvas na região. Os resultados médios do canal estiveram dentro das condições ideais para águas destinadas a cultivos de camarão ( $> 0,60$  m), conforme reportado por Barbieri Jr. e Ostrensky Neto (2002). Nos viveiros não foi observado diferenças ( $P > 0,05$ ) nas leituras do disco de Secchi, que variaram de 0,30 m nos ambientes sob influência do probiótico (VE 3 e 4-PA) a 1,05 m no viveiro controle (VE2-SP). Médias de 0,59m (VE2-SP), 0,58m (VE3-PA) e 0,52m (VE4-PA) foram registradas e estiveram próximas ao nível ideal em viveiros (entre 0,3 e 0,5 m) segundo Boyd (2002) e Kubitzka (2003).

##### 3.1.2 Potencial hidrogeniônico

Os valores de pH mantiveram-se alcalinos nos ambientes estudados, com média de 7,74 para o canal. O pH nos viveiros apresentou médias mais elevadas no VE2-SP (8,4), enquanto nos viveiros com probiótico a média foi de 8,1, dentro da escala ideal (entre 6 a 9) para o crescimento dos camarões (BOYD, 2002). Segundo o autor as flutuações do pH em viveiros de aquicultura resultam das mudanças no ritmo da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton, onde o controle desta variável é de suma importância, pois afeta o nível de toxidez da amônia que pode ser letal ao camarão quando acima de 2 mg/L.

##### 3.1.3 Transparência

Em relação a temperatura da água não foi registrado diferenças significativas entre os ambientes estudados. No entanto os viveiros apresentaram índices mais elevados, com tendência de conservação dos gradientes térmicos, tendo em vista que o canal de abastecimento, além de maior profundidade em relação aos viveiros, recebeu aporte diário de água nova do estuário durante as preamares. No canal registrou-se um mínimo de 26,2 °C no mês de outubro e máximo de 30 °C nos meses de janeiro a março, com média de 28,5 °C. Nos



viveiros os índices térmicos variaram de 27°C a 32 °C, com médias de 30,6°C, 29,2°C e 29,7°C respectivamente para o VE2 (SP), VE3 (PA) e VE4 (PA), considerados dentro da faixa ideal ao crescimento do *L. vannamei* (26 a 33°C), conforme reportado por Nunes (2002). Esta variável física tem ação direta sobre a distribuição e periodicidade dos organismos aquáticos, assumindo grande importância na produção biológica da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1998).

### 3.1.4 Salinidade

A salinidade é um dos parâmetros ambientais mais importantes a serem analisados, pois atua como uma barreira ecológica para as espécies estenohalinas e influencia na distribuição dos organismos, servindo como delimitador do início e do término do estuário (BASTOS et al., 2005). No canal este parâmetro apresentou média de 28,6, representando em parte a salinidade do estuário durante o período estudado, uma vez que a captação da água ocorreu diariamente nas premares. Nos viveiros o teor médio foi de 26 para o VE2(SP), 31 para o VE3(PA) e 32 para o VE4(PA), abaixo da salinidade considerada por Marques et al. (1999) como grau de risco para espécie (50‰) e acima dos níveis considerados ideais (15 a 25‰) por Kubitzka (2003).

### 3.1.5 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é a variável química mais importante na aquicultura, uma vez que a sua disponibilidade nos ambientes de cultivo influencia o desempenho zootécnico da espécie cultivada, cujo déficit e níveis inadequados podem ocasionar crescimento lento e suscetibilidade a doenças. Não foram identificadas diferenças significativas entre os ambientes analisados, registrando-se média de 4,12 no canal, 4,59 no VE2(SP) e VE4(PA) e 4,17 no VE3(PA), níveis considerados adequados segundo Kubitzka (2003) para o desenvolvimento do camarão marinho ( $>4 \text{ mL.L}^{-1}$ ). No viveiro sem influência do probiótico os valores de oxigênio apresentaram maior variação ao longo das amostragens, com amplitude de 5,26, enquanto nos viveiros sob tratamento (VE3 e VE4), esta oscilação foi menos acentuada e os teores de OD estiveram em maior número de amostragens com níveis acima da água do estuário (Figuras 1 e 2).

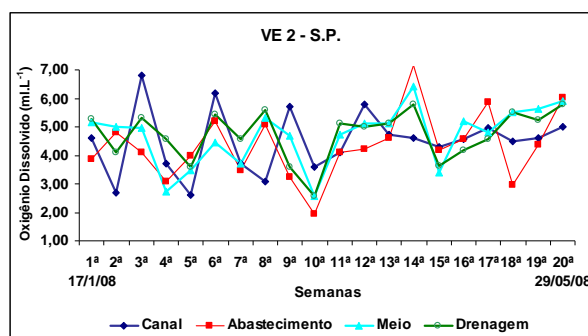


Figura 1. Variação do oxigênio dissolvido nos tratamentos VE2-SP, VE3-PA e VE4-PA.

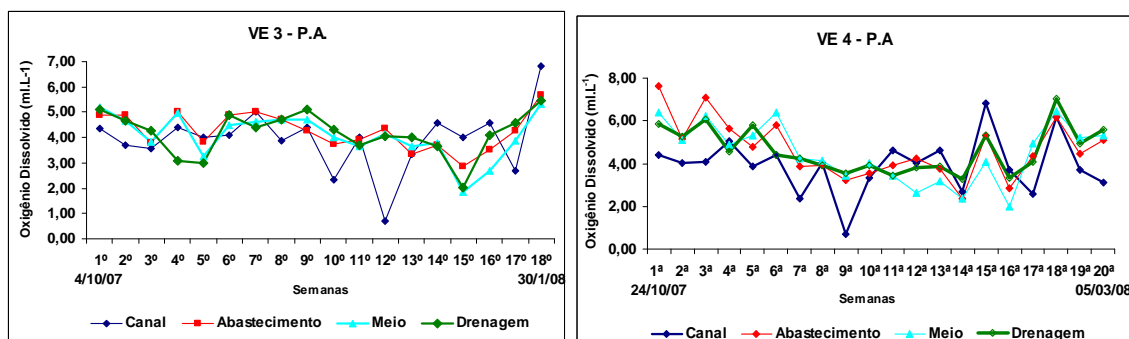


Figura 2. Variação do oxigênio dissolvido nos tratamentos VE2-SP, VE3-PA e VE4-PA.





### 3.1.6 Saturação de Oxigênio Dissolvido

A saturação de oxigênio foi significativamente diferente no VE3 em relação aos tratamentos VE2 e VE4, registrando-se médias de 102% (VE2), 92,6% (VE3) e 102,9% (VE4), acima das registradas para o canal (88,7%). McGraw et al. (2001), comparando o desempenho do *L. vannamei* em diferentes saturações de OD (15% 40% e 65%), registraram melhores sobrevivências e menor fator de conversão alimentar nos viveiros que apresentavam saturação acima de 40%. Os resultados médios de saturação estiveram classificados entre zona de baixa saturação (teores entre 50% e 100%) e saturada ( $\geq 100\%$ ), de acordo com o sistema de classificação para as águas estuarinas do nordeste do Brasil elaborados por Macedo e Costa (1978), determinando em zona poluída os ambientes com teores abaixo de 25%.

### 3.1.7 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO é considerada um parâmetro de fundamental importância na caracterização do grau de poluição de um corpo de água, retratando, de forma indireta, o teor de matéria orgânica, sendo, portanto, uma indicação do potencial de consumo do oxigênio necessária à estabilização das matérias presentes e oxidáveis bioquimicamente (VON SPERLING, 1996). Foi registrado uma média de 4,67 mg.L<sup>-1</sup> para o canal de abastecimento, com valores máximos de 14,4 mg.L<sup>-1</sup> indicando processos de eutrofização do estuário, principalmente no período de maior precipitação pluviométrica, no entanto, pode-se considerar o ambiente como pouco impactado.

A DBO nos viveiros indica a intensidade do processo de mineralização e o metabolismo das comunidades vivas, principalmente a biomassa fitoplancônica, maior produtora de matéria orgânica para estes ambientes (SANTOS, 2008). Os resultados foram estatisticamente diferentes entre os viveiros, registrando-se média mais elevada no VE2-SP (14,23 mg.L<sup>-1</sup>), seguido do VE4-PA (9,5 mg.L<sup>-1</sup>) e VE3-PA (6,0 mg.L<sup>-1</sup>), único que não apresentou diferença significativa em relação a DBO média da água estuarina (canal). Yusoff et al. (2003) em cultivos de *Penaeus monodon* sob uso de probiótico, também registraram médias mais elevadas para os viveiros controles (22,3 mg.L<sup>-1</sup>), porém não ocorreu diferença significativa. Maia (2004) analisando cultivos de *L. vannamei* com probiótico verificou médias mais elevadas em viveiros sob influência do produto (19,78 mg.L<sup>-1</sup>).

### 3.1.8 Clorofila *a*

Os estuários são considerados como um dos mais produtivos sistemas aquáticos e apresentam taxas elevadas de produção primária (SANTOS et al. 2002). No canal de abastecimento, os resultados de clorofila *a* variaram de 2,86 mg.m<sup>-3</sup> a 33,37 mg.m<sup>-3</sup>, com média de 14,2 mg.m<sup>-3</sup>. Os maiores valores foram verificados nas últimas semanas de amostragens, período que ocorreram chuvas constantes na região, o que indicam aporte de nutrientes para o ambiente. Segundo a classificação de Passavante (2003) para os estuários nordestinos, os resultados nas amostras do canal revelaram condição eutrófica ou de alta produção fitoplancônica. Para os viveiros foram registradas diferenças significativas e média mais elevada no ambiente sem probiótico (81 mg.m<sup>-3</sup>), seguido do VE4 (64 mg.m<sup>-3</sup>) e VE3 (46 mg.m<sup>-3</sup>). Nos viveiros VE2(SP) e VE4 (PA), ocorreram elevação considerada nos teores de clorofila *a* ao longo do ciclo, indicando uma correlação entre o aumento da produtividade e o tempo de cultivo.

### 3.2 Resultado das análises bacteriológicas

As bactérias heterotróficas desempenham papel importante no ambiente aquícola, pois decompõem a matéria orgânica existente no viveiro e ainda podem ser manipuladas como fonte potencial de alimento para os detritívoros, devido ao seu rápido crescimento e valor nutricional (MacGraw, 2002). As concentrações médias de bactérias heterotróficas foram mais elevadas na água do canal ( $3,4 \times 10^7$ ), apresentando ao longo das coletas tendência de acréscimo e valores acima do encontrado por Lima et al. (2000) para o mesmo estuário ( $10^5$  UFC/mL). Entre os ambientes de cultivo foram registradas médias mais elevadas no viveiro sem probiótico VE2-SP ( $3,3 \times 10^7$ ), seguidos do VE4-PA ( $4,5 \times 10^6$ ) e VE3-PA ( $3,3 \times 10^6$ ), cujos resultados estiveram acima dos reportados por Maia (2004) para água de cultivos de *L. vannamei* com probiótico, tanto para os seus viveiros controle ( $1,6 \times 10^4$  UFC/mL) como para os seus viveiros testes ( $1,9 \times 10^4$  UFC/mL), não encontrando diferenças significativas entre os mesmos.



Tabela 2. Contagens de bactérias heterotróficas no canal de abastecimento e nos viveiros.

LOCAL	UFC/mL		
	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO
Canal	$3,4^{ac} \pm 2,3 \times 10^7$	$4,5 \times 10^4$	$4,9 \times 10^9$
VE2 (S.P.)	$3,3^a \pm 1,6 \times 10^7$	$1,1 \times 10^5$	$1,4 \times 10^9$
VE3 (P.A.)	$3,3^b \pm 1,9 \times 10^6$	$5,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^8$
VE4 (P.A.)	$4,5^{bc} \pm 2,7 \times 10^6$	$5,0 \times 10^2$	$7,9 \times 10^8$

Sugere-se, pelos resultados obtidos, que a adição diária de probiótico nos viveiros favoreceu a manutenção das cargas microbianas, apesar de uma possível competição entre a microbiota do meio e as inseridas através do probiótico.

### 3.3 Resultados de produção

As maiores sobrevivências foram encontradas nos ambientes tratados com probiótico (VE3 e VE4), com média de 96,5% para os dois viveiros, enquanto no ambiente controle (VE2-SP) a sobrevivência foi de 46,5%, consideradas respectivamente como excepcionais para os viveiros testes e ruins para o controle, segundo a classificação de Nunes e Martins (2002) para cultivos de camarão (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho produtivo nos viveiros sem probiótico (VE2), com probiótico na água (VE3) e com probiótico na água e no sedimento (VE4).

VARIÁVEIS	VE2 (SP)	VE3 (PA)	VE4 (PAS)
Dias de cultivo	142	109	141
Sobrevivência (%)	46,5	100	93
Peso médio (g)	18,35	6,63	10,03
Crescimento médio semanal (g)	0,85	0,36	0,40
Fator de conversão alimentar (FCA)	2,07	1,40	1,89
Produção (kg)	4.700	4.226	6.541
Produtividade (kg/ha/ciclo)	2.486	2.002	2.336

Não foi verificada associação entre a taxa de sobrevivência e os parâmetros hidrológicos dos viveiros, no entanto, análises a fresco nos camarões visando a identificação de lesões em suas estruturas demonstraram a presença constante de matéria orgânica e necrose nas brânquias (estrutura responsável pela respiração dos animais dos animais) dos camarões cultivados no viveiro sem uso de probiótico, o que pode ter ocasionado maior vulnerabilidade em situações de déficit de oxigênio, comuns aos primeiros horários da manhã, o que pode ter contribuído para ocorrência de mortalidade. De acordo com Mendes (1992), a densidade de estocagem, os parâmetros físico-químicos da água, deficiência alimentar e a predação, são fatores que podem influenciar na sobrevivência de camarões em cultivo.

Devaraja et al. (2002) testando dois produtos comerciais com espécies distintas de bactérias em cultivos de *P. monodon*, registraram taxas de sobrevivência mais elevadas para o viveiro testado com o produto a base de *Bacillus* spp. e *Saccharomyces* spp., cujos resultados de sobrevivência foram da ordem de 62,4%, enquanto nos viveiros controle foi registrado sobrevivência média de 58,37%. Resultados opostos foram observados por Maia (2004), ao testar a eficiência de probiótico em cultivos de *L. vannamei* em sistema fechado, encontrando taxas de sobrevivência de 85% para os viveiros controles e de 75% para os viveiros testes. O fator de conversão alimentar (FCA), ou seja, quantidade de ração ofertada (kg) para obtenção de 1 kg de camarão foi mais elevado no viveiro controle (2,07), seguido do VE4 (1,89) e VE3 (1,4). Os valores de FCA estiveram de acordo com a faixa mencionada por Rocha et al (1997) para fazendas de camarão do nordeste do Brasil, que varia de 1,38 a 2,05.



#### 4. CONCLUSÕES

As análises dos resultados obtidos durante a pesquisa nos ambientes de cultivo para produção de camarão *L. vannamei* e na água de captação, permitiram as seguintes conclusões:

A água de captação oriunda do estuário do Rio Formoso encontraram-se em condições favoráveis para o cultivo de camarão, no entanto, as concentrações de biomassa fitoplanctônica e a Demanda Bioquímica de Oxigênio indicaram o início dos processos de eutrofização do ecossistema;

O probiótico nos viveiros proporcionou uma maior estabilidade nos níveis de Oxigênio Dissolvido (OD) e influenciou na Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), demonstrando a ação biorremediadora do composto sobre a matéria orgânica;

O probiótico não influenciou sobre os parâmetros de crescimento e de produção nos viveiros, no entanto, demonstrou efeito positivo como reparador ambiental, atuando principalmente na degradação da matéria orgânica e no estado de sanidade dos animais.

Maiores sobrevivências foram observadas nos camarões dos viveiros com uso de probiótico, indicando manutenção do estado de saúde dos animais nestes ambientes.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Introdução à morfoclimatologia do Nordeste do Brasil. Arquivos do Instituto Ciências da Terra da Universidade do Recife, Recife, v. 3/4, p. 17-28, 1965.
2. BARBIERI, R. C. Jr; OSTRENSKY, A.N. **Camarões marinhos** – engorda. Viçosa, Aprenda Fácil, vol 2, 2002. 325 p
3. BOYD, C. E. **Manejo da qualidade da água no cultivo do camarão marinho**. Tradução Josemar Rodrigues. Recife: ABCC, 2002, 157 p.
4. BRASIL - Departamento de Pesca e Aqüicultura - DPA. **Plataforma Tecnológica do camarão marinho cultivado**: seguimentos de mercado. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- DPA. Brasília: MAPA/SARC/DPA, CNPq, ABCC, 276p. 2001.
5. CONDEPE. **Rio Formoso**. Monografias Municipais, Recife, v. 2, 173 p. 1992.
6. CHAMBERLAIN, G. Cultivo sustentável do camarão: mitos e verdades. **Revista da ABCC**. Recife, ano 4, n.1, p. 75-85, 2002.
7. DEVARAJA, T. N.; F. M. YUSOFF; SHARIFF M. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. **Aquaculture** v 206, p. 245-256, 2002.
8. FIDEM. **Proteção das áreas estuarinas**. Recife, 1987. (Séries Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente), 40 p.
9. IRIANTO, A.; AUSTIN, B. Probiotics in aquaculture. **Jornal of Fish Diseases**, v. 25, p. 633 - 642, 2002.
10. KUBITZA, F. Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões. Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 265 p.
11. LIRA, L.; ZAPATA, M.C.; FONSECA, V.G. Aspectos da dinâmica do estuário do Rio Formoso, Pernambuco. Caderno Ômega, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, v. 3, n. 1/2, p. 133-156, 1979.
12. MACEDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá, Pernambuco – Brasil, condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 30, n.7, p. 346-368, 1978.
13. MACGRAW, W. J. Utilization of heterotrophic and autotrophic bacteria in aquaculture. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 82-83, 2002.
14. \_\_\_\_\_, et al. Higher minimum dissolved oxygen concentrations increase penaeid shrimp yields in earthen ponds. **Aquaculture**. v. 199, p. 311-321, 2001.
15. MAIA, E. P. Avaliação do uso de probiótico no cultivo intensivo de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) em viveiros de terra em sistemas fechados. Fortaleza, 2004. 127 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais). Universidade Federal do Ceará, 2004.
16. MARQUES, L. C. et al. O efeito de altas salinidades sobre o cultivo do camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), em condições de laboratório. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 11, Recife, 1999. **Anais...** Recife, 1999. P. 581-588.





17. MENDES, P.P. Crescimento e sobrevivência do camarão *Macrobrachium rosenbergii* cultivado em diferentes colunas de água. 1992. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Pesqueiros), Universidade Federal de São Carlos, 96 f. 1992
18. NUNES, A. J. P.; O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Revista da ABCC**, Recife, v.4, n. 1, p. 43-51, 2002.
19. \_\_\_\_\_.; MARTIN, P.C. Avaliando o estado de saúde de camarões marinhos na engorda. *Panorama da Aqüicultura*. Rio de Janeiro, v.12, n.72. p.12. 2002
20. PASSAVANTE, J. Z. de O. Produção fitoplancônica do estuário do Rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). In: Congresso Nordeste de Ecologia. **Resumos...**Recife, 2003. CD-ROM.
21. PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). American Public Health Association Standard Methods for the estimation of water and wastewater. 20th ed. Washington: American Public Health Association, American Works Association. 109 p. 1998.
22. ROCHA I.P. Desempenho da carcinicultura brasileira em 2007: desafios e oportunidades para 2008. **Revista da ABCC**, Natal, ano 10, nº 1. p. 20-23, março, 2008a.
23. \_\_\_\_\_. Uma análise da produção, demanda e preços do camarão no mercado internacional. *Revista da ABCC*, Recife, v. 7, n. 2, p. 24-35, 2005b.
24. \_\_\_\_\_.; ROCHA, M. M. R. M.; FREITAS, C.M.C. Panorama da aqüicultura brasileira : situação da Região Nordeste. In: I Workshop Internacional de Aqüicultura, São Paulo. Anais...p.14-55, 1997.
25. RODRIGUES J. Carcinicultura Marinha – Desempenho em 2004. **Revista da ABCC**. Recife, v.7, n. 2, p 38 - 44, 2005.
26. SAHU, et al. **Probiotics in aquaculture: importance and future perspectives**. *Indian J. Microbiol*, p. 1-10, 2008.
27. SANTOS et. al. Distribuição dos nutrientes e clorofila na plataforma continental do amazonas. **Série Ciência da Terra**, n 14. p. 59-75, 2002.
28. SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia dos sistemas de cultivo**. In: VALENTI, W. C. (Ed.). Carcinicultura de Água Doce: Tecnologia para Produção de Camarões. Brasília: IBAMA/FAPESP, cap. 3, p. 47-75, 1998.
29. THAKUR, D. P.; LIN, C. K. Water quality and nutrient budge in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquaculture Engineering**. V.27, p. 159-176, 2003.
30. VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 246 p., 1996.