



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE PESCA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS  
E AQUICULTURA - PPG-RPAq  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM AQUICULTURA - MESTRADO

**Produção de cistos e biomassa de “branchoneta”**  
***Dendrocephalus brasiliensis* Pesta 1921, em viveiros de cultivo**

**José Patrocínio Lopes**

Recife  
Novembro-2002

## FICHA CATALOGRÁFICA

Lopes, José Patrocínio.

Produção de cistos e biomassa de “branchoneta”  
*Dendrocephalus brasiliensis*, Pesta 1921, em viveiros  
de cultivo./José Patrocínio Lopes – Recife:UFRPE,  
2002. 46p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural  
de Pernambuco, 2002.

**Produção de cistos e biomassa de “branchoneta”**  
***Dendrocephalus brasiliensis* Pesta 1921, em viveiros de cultivo**

Por: José Patrocínio Lopes

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura

e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos  
Pesqueiros e Aqüicultura

---

Prof. Dr. William Severi (UFRPE)  
Coordenador do PPG-RPAq

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez (UFRPE)  
Orientador

---

Prof. Dr. Luis Alejandro Vinatea Arana (UFSC)

---

Prof. Dr. William Severi (UFRPE)

---

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (UFRPE)

**Produção de cistos e biomassa de “branchoneta”**  
***Dendrocephalus brasiliensis* Pesta 1921, em viveiros de cultivo**

**José Patrocínio Lopes**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Recife  
Novembro, 2002

## DEDICATÓRIA

À minha:

Esposa Maria Alves de Souza Lopes

Mãe Francisca da Costa Lopes, com amor e carinho,

Ao meu:

Pai Teodoro Lopes Toscano

Amigo Prof. Dr. Antônio Lisboa Nogueira da Silva (*in memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

À Companhia Hidro Elétrica do São Francisco e, em especial, a Zanyl José Lira Rego, Gerente Regional de Operação de Paulo Afonso, pela minha liberação e apoio;

Ao meu Orientador Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez, pelo incentivo e por aceitar dividir comigo esta responsabilidade em prol da ciência;

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela acolhida;

Aos Professores (Doutores) do Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelos conhecimentos repassados:

William Severi (Limnologia aplicada à aqüicultura);

José Milton Barbosa (Ecossistemas aquáticos e Piscicultura);

Maryse Nogueira Paranaguá (Ecologia do plâncton);

Maria Marly de Oliveira (Metodologia do ensino superior);

Paulo de Paula Mendes (Estatística aplicada à aqüicultura);

Alfredo Olivera Gálvez (Nutrição e alimentação em aqüicultura);

Eudes de Souza Correia (Seminários em aqüicultura e Engenharia para aqüicultura);

Athiê Jorge Guerra (Fisiologia reprodutiva avançada de peixes);

Ranilson de Souza (Nutrição em aqüicultura).

A Profa. Dra. Maria do Carmo Figueredo Soares, pelas correções do anteprojeto;

A Profa. MSc. Lucy Moreira de Barros, pela identificação do fitoplâncton;

A Profa. Dra. Zélia Pimentel, pela participação na Banca de Qualificação;

Ao Prof. Fábio José Castelo Branco da Costa, Coordenador da Área Temática Aqüicultura do Programa Xingo, pelo incentivo;

Ao Prof. Dr. Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa da UFAL, pelo apoio nas análises estatísticas;

Aos Mestrandos em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da UFRPE:

Ruy Albuquerque Tenório, pelo apoio na organização deste trabalho;

Augusto Nogueira, pelo apoio durante as aulas práticas na Base de Aqüicultura da UFRPE;

Adriano Prysthon, pela contribuição na interpretação das tabelas estatísticas;

Ao Eng. Judas Tadeu da Costa Ferreira Neri, pelo apoio na confecção dos gráficos;

À Doutoranda, Enga. Vanessa Cristina Santana Rodrigues, pelo apoio na interpretação das análises químicas;

Ao Eng. Sérgio Catunda Marcelino, pelas análises de zooplâncton;

Ao Eng. Henrique Vilaça, pelas análises químicas da água;

À Bióloga do Laboratório de Ciências do Mar (LABMAR) da UFAL, Enaide Marinho Melo Magalhães, pela identificação do conteúdo intestinal do *D. brasiliensis*;

À Bióloga, Mestra Eliane Maria de Souza Nogueira, também pelo apoio na identificação do conteúdo intestinal do *D. brasiliensis* e contatos junto à UFAL;

Ao Biólogo, Mestre José Luiz Gonçalves, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela colaboração na cessão de material bibliográfico;

À Secretária do Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura desta Universidade, Sra. Verônica Severi, pela paciência, incentivo e sempre servir quando solicitada;

Aos Amigos Ocirene e Rui Barbosa, pelo apoio logístico durante minha permanência em Recife;

Aos Colaboradores da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso, pelo apoio durante minha ausência, na administração desta Estação;

Aos Chesfianos Franklin, Rosa, Maria e Zilmar, pelo apoio administrativo à Estação de Piscicultura, durante minha permanência em Recife;

Ao Sr. João Eudes Moreira, pela filmagem e montagem do trabalho de apresentação final;

Aos Funcionários do Departamento de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, bem como a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho;

E, principalmente, a Deus, pela força, pela saúde, pela vontade de aprender cada vez mais e poder repassar para outros profissionais da área da Aqüicultura, esses conhecimentos adquiridos.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>X</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	<b>XII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>XIV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>01</b>
1.1. Considerações sobre carcinicultura marinha no Brasil.....	01
1.2. <i>Dendrocephalus brasiliensis</i> e sua importância para a aqüicultura.....	04
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>08</b>
2.1 Local de execução.....	08
2.2 Material biológico.....	09
2.3 Seleção dos viveiros.....	11
2.4 Preparação dos viveiros.....	11
2.5 Variáveis físicas e químicas.....	12
2.6 Variáveis biológicas.....	13
2.7 Cultivo de <i>Dendrocephalus brasiliensis</i> .....	14
2.7.1 Características reprodutivas.....	15
2.7.2 Produção de cistos. ....	16
2.7.3 Produção de biomassa.....	17
2.8 Análise estatística.....	18
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>19</b>
3.1 Sedimentos na preparação de viveiros .....	19
3.2 Variáveis físicas e químicas .....	20
3.3 Variáveis biológicas.....	23

3.3.1 Plâncton.....	23
3.3.2 Clorofila <i>a</i> .....	25
3.4 Cultivo de <i>Dendrocephalus brasiliensis</i> .....	26
3.4.1 Características reprodutivas.....	26
3.4.2 Produção de cistos.....	27
3.4.3 Produção de biomassa.....	29
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>
4.1. Sedimentos.....	32
4.2 Variáveis físicas e químicas.....	32
4.3 Variáveis biológicas.....	35
4.3.1 Plâncton.....	35
4.3.2 Clorofila <i>a</i> .....	36
4.4. Considerações gerais sobre o <i>D. brasiliensis</i> .....	37
4.5. Produção de cistos.....	38
4.6. Produção de biomassa.....	39
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>6. RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>42</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>43</b>

## RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de desenvolver uma metodologia para a produção de cistos e biomassa de “branchoneta” *Dendrocephalus brasiliensis*, na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (09°22’38” S e 38°13’58” W), Paulo Afonso, BA, com a finalidade de viabilizar a utilização da branchoneta como fonte alternativa de alimento para peixes e crustáceos. A pesquisa constou de dois tratamentos (com inoculação e sem inoculação de cistos de *D. brasiliensis*) bloqueados no tempo (maio e outubro), com duas repetições para cada combinação tratamento/bloco. Para isso, foram utilizados quatro viveiros semi-escavados de 2.000 m<sup>2</sup> cada. Dois viveiros foram inoculados com 2g de cistos e os outros dois viveiros não foram inoculados, tendo ocorrido apenas a eclosão de náuplios, em virtude da produção natural desse microcrustáceo existente anteriormente nestes viveiros. Após 15 dias de cultivo, o tratamento com inoculação produziu  $20,75 \pm 2,31$  g de cistos, sendo portanto superior aquele sem inoculação, que produziu apenas  $7,75 \pm 2,31$  g, ocorrendo dessa forma uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) conforme a análise de variância e o teste de comparação de média (Tukey a 5%). Desta forma, foi produzida em média 2.075 g/ha/ano de cistos. Quanto à produção de biomassa, a análise estatística mostrou que a média obtida com inoculação de 2g de cistos por viveiro, de  $18,63 \pm 0,74$  Kg foi superior a  $8,00 \pm 0,75$  Kg do tratamento sem inoculação. Assim é possível produzir uma biomassa de 1.863 Kg/ha/ano.

Palavras-chave: *Dendrocephalus brasiliensis*; biomassa; cistos; produção.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to develop a methodology in order to produce "branchoneta" *Dendrocephalus brasiliensis* cysts and biomass in Paulo Afonso's Fishculture Station (09°22'38" °S and 38°13'50" °W), at Paulo Afonso, BA, with the finality of to viabilize the branchoneta utilization as an alternative food source to fishes and crustaceans. This research had two treatments (with and without inoculation of *D. brasiliensis* cysts) blocked in time (from May to October), with two samples to each combination treatment/block. For this there were used four semi-excavated ponds of 2,000 m<sup>2</sup> each. Two ponds were inoculated with 2 grams of cysts and the other two weren't inoculated, only nauplii hatching occurred due to natural production of this microcrustacean previously existing in these ponds. It was verified that treatment with inoculation of 2g of cysts per pond, showed the best results, with 20.75 ±2.31g average, being superior to treatment without inoculation with 7.75 ± 2.31g, (P< 0.05) according ANOVA and Tukey test. By the way it is produced 2,075g/ha/year of cysts by mean. Referring to biomass production, statistical analysis showed that the average obtained with inoculation of 2g of cysts per pond 18.63 ± 0.74 Kg was superior to 8.00 ± 0.75 Kg of that from treatment without inoculation. So it is possible to produce a 1,863 Kg/ha/year of biomass.

Key-words: *Dendrocephalus brasiliensis*; biomass; cysts; production.

## LISTA DE TABELAS

	Pg
Tabela 1. Composição granulométrica dos solos dos viveiros (%).....	19
Tabela 2. Resultados das análises de fertilidade de solo.....	19
Tabela 3. Oxigênio dissolvido (mg/L) às 9:00 h, nos viveiros 12, 13, 14, 15, no período de 14 a 25/05/01.....	21
Tabela 4. Número de organismos zooplancônicos por litro de água dos viveiros.....	24
Tabela 5. Organismos encontrados no trato digestivo do <i>D. brasiliensis</i> .....	25
Tabela 6. Dados da média, erro padrão e intervalo de confiança para a produção de cistos (g/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação, em duas épocas e as combinações (inoculação : época).....	28
Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) com $P < 0,05$ do modelo fatorial para a produção de cistos (g/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação e em duas épocas .....	28
Tabela 8. Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de cistos de <i>D. brasiliensis</i> sem inoculação e com inoculação.....	29
Tabela 9. Análise de variância ANOVA entre a combinação inoculação : época para cistos.....	29
Tabela 10. Dados da média, erro padrão e intervalo de confiança para a produção de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação, em duas épocas e as combinações (inoculação : época).....	30
Tabela 11. Análise de variância ANOVA com $P < 0,05$ do modelo fatorial para a produção de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação e em duas épocas.....	30
Tabela 12. Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de biomassa de <i>D. brasiliensis</i> sem inoculação e com inoculação.....	31
Tabela 13. Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de biomassa de <i>D. brasiliensis</i> : época.....	31
Tabela 14. Análise de variância ANOVA entre a combinação inoculação : época para biomassa.....	31
Tabela 15. Análises múltiplas das médias da combinação inoculação : época com a biomassa de <i>D. brasiliensis</i> .....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Variação do pH da água dos viveiros 12,13,14 e 15, no período de 14 a 25/05/01.....	21
Gráfico 2. Temperaturas máximas da água dos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01 .....	22
Gráfico 3. Transparência da água (cm) nos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01 .....	23
Gráfico 4. Média de cistos por desova/fêmea de <i>D. brasiliensis</i> em relação ao comprimento (cm) .....	27

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Lagoa temporária utilizada por <i>D. brasiliensis</i> para sua sobrevivência (fonte: Severi, 2002).....	05
Figura 2. Localização geográfica do Município de Paulo Afonso-BA (fonte: <a href="http://www.pauloafonso.ba.gov.br">www.pauloafonso.ba.gov.br</a> ).....	08
Figura 3. Exemplar macho de <i>D. brasiliensis</i> , utilizado na identificação da espécie.....	10
Figura 4. Cistos de <i>D. brasiliensis</i> .....	10
Figura 5. Viveiro preparado para produção de cistos e biomassa de <i>D. brasiliensis</i> (A seta vermelha mostra o fertilizante e a seta branca a água durante o processo de enchimento do viveiro).....	12
Figura 6. Coleta de branchoneta, <i>D. brasiliensis</i> .....	15
Figura 7. <i>D. brasiliensis</i> em incubadoras, visando produção de cistos.....	15
Figura 8. Limpeza de cistos para posterior uso em pesquisas.....	17
Figura 9. Biomassa de <i>D. brasiliensis</i> para acondicionamento em <i>freezer</i> .....	18

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APHA	American Public Health Association
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
EPPA	Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (CHESF)
GSL	Great Salt Lake
HIDROSERVICE	Hidroservice – Engenharia de Projetos Ltda
IPA	Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária
SFB	Baía de São Francisco
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações sobre carcinicultura marinha no Brasil

Praticada há vários séculos como arte, somente a partir dos anos cinquenta do século XX é que a aqüicultura passou a ter *status* de ciência (Shell, 1983 e Landau, 1992 citados por Silva, 1996) a exemplo da cultura de espécies de bagres, salmões, trutas, carpas e tilápias.

A aqüicultura mundial está crescendo mais rápida que qualquer outro setor da atividade primária e este rápido crescimento é baseado na percepção de que o ambiente aquático é o último grande sistema de produção subutilizado, sendo seu uso estimulado pelo aumento da população e demanda por alimento (Takashima e Strussman, 1997 citados por Igarashi *et al.*, 1999).

O camarão é o produto mais proeminente da aqüicultura no mercado internacional. Os maiores mercados consumidores são o Japão, Estados Unidos e a União Européia, e os maiores exportadores de camarão cultivado são Tailândia, Equador, Indonésia, Índia, México, Bangladesh e o Vietnã (Len e Shehadeh, 1998 citado por Igarashi *et al.*, *op.cit.*).

No Brasil, a carcinicultura marinha é hoje uma das atividades agroindustriais mais atrativas economicamente. Somente nos últimos quatro anos, este setor vem registrando uma taxa média de expansão territorial da ordem de 20% ao ano. Em 2000, com uma crescente demanda e um valor econômico em ascensão, a produção nacional de camarões marinhos cultivados alcançou 40 mil toneladas. Historicamente, este rápido avanço pode ser associado a dois fatores: a introdução do camarão branco, *Litopenaeus vannamei* e a produção no país de uma ração formulada de alta qualidade para camarões marinhos (Rocha, 2000).

A carcinicultura brasileira, atualmente, obtém destaque internacional devido aos elevados índices de produtividade do camarão *Litopenaeus vannamei*, com médias ao redor de 4.000 Kg/ha/ano. Destacam-se, também, as surpreendentes taxas anuais de crescimento, próximas a 100% - 3.548 t (1997), 7.260 t (1998), 15.000 t (1999) e 25.000 t (2000) (Olivera, 2001).

Pela primeira vez nos últimos sete anos, a balança comercial brasileira de pescados foi positiva em 27 milhões de dólares. Em dupla com o atum, a participação

do camarão foi decisiva, destacando o Nordeste como responsável por 97% da produção do camarão produzido.

O Nordeste brasileiro tem potencial para explorar – sendo-se extremamente conservador na sua avaliação – de 150 a 200 mil hectares com camarão marinho. Isto representaria de 250 a 300 mil empregos diretos, com um faturamento de R\$ 2,1 a 2,8 bilhões por ano, o que, sem dúvida, transformaria toda a face socioeconômica regional (Rocha, *et al.*, 1997 citado por Igarashi *et al.*, 1999).

Dentre as atividades rurais praticadas na região, a carcinicultura só perde para a fruticultura na capacidade de gerar emprego e para nenhuma delas, na de gerar renda. Segundo dados da atividade registrados no Cluster do Camarão do RN, esta gera 1,3 emprego/hectare nas fazendas e 2,7 empregos/ha no restante da cadeia. Os quatro mil hectares de fazendas em operação neste ano vão gerar 16 mil empregos. Além disto, conforme estudos da Plataforma Tecnológica do Camarão Marinho Cultivado, conforme Salim (2002), a atividade caracteriza-se por ser das mais baratas para se criar um emprego – 13,88 mil dólares contra 60 mil dólares no turismo e 100 mil dólares na pecuária, sendo também uma das mais rentáveis, uma vez que um hectare de viveiro de camarão gera anualmente de 30 a 40 mil reais, contra 3 mil reais gerados em um hectare de cana de açúcar.

O cultivo de camarões marinhos é o segmento mais bem sucedido da aquíicultura. Este grupo representa US\$ 6,1 bilhões ou 12% do valor total gerado anualmente pela indústria aquícola no mundo. Com a atividade estabelecida comercialmente em mais de 50 países, a produção global de camarões peneídeos em viveiro cresceu 82% desde 1984, e já responde por quase a metade (47%) do volume total extraído pela pesca (Nunes, 2000).

Ao longo da última década, com o crescimento exponencial dos cultivos de peixes e camarões, o consumo mundial de cistos de *Artemia* sp. atingiu valores em torno de 2.000 toneladas anuais. Aproximadamente 85% deste consumo é resultante das larviculturas de camarões marinhos nas Américas e Ásia, com o restante sendo destinado as larviculturas de peixes marinhos na Europa e Ásia (10%) e ao mercado mundial da aquariorfilia (5%) (Câmara, 2000).

Para obter a carcinicultura viável é necessário considerar os pontos de estrangulamento desta atividade, como é o caso do alimento vivo na larvicultura.

O Great Salt Lake (GSL) permanece como responsável pelo suprimento de 90% da demanda de *Artemia* com os 10% restantes sendo originários de vários biótopos com capacidade limitada de produção e processamento, especialmente em lagos salgados na China, Irã, Sibéria, Cazaquistão e Turcomênia; e em salinas nos Estados Unidos (baía de São Francisco), Vietnã (delta do Mekong) e Brasil (RN), (Câmara, *op. cit.*).

O GSL é um lago hipersalino de enormes dimensões (3.650 Km<sup>2</sup>). As mudanças ambientais (inclusive climáticas) neste biótopo têm resultado em produções imprevisíveis de cistos de *Artemia* sp. ao longo dos últimos anos. Em alguns deles, os 1.750 Km<sup>2</sup> da porção norte do lago apresentaram salinidade excessiva (240‰) e incompatível com a produção de cistos de *Artemia* sp. Em outros, a baixa salinidade (< 90‰) na parte sul (2.900 Km<sup>2</sup>) permitiu a entrada de predadores naturais de *Artemia* sp. (e.g. peixes e insetos da família Corixidae), o que afetou a composição populacional e o modo de reprodução deste microcrustáceo e reduziu a capacidade de flutuação dos cistos de *Artemia* sp. produzidos. A conjunção destes fatores reduziu a produtividade no GSL de 2.200 toneladas em 1996 para 400 toneladas de cistos (peso seco) em 1999. Embora haja sinais de recuperação para o período de pesca em curso, com estimativas que a produção de cistos de *Artemia* sp. do GSL chegue a um recorde de 2.900 toneladas (peso seco), é pouco provável que os preços atuais (US\$ 100 por Kg) sejam reduzidos substancialmente ou que as safras vindouras sejam igualmente expressivas. (Câmara, 2000).

O consumo de cistos de *Artemia* sp. no Brasil é centrado em sua quase totalidade (> 95%) nos laboratórios de produção de larvas de camarão marinho. Em 2000, o Brasil produziu cinco bilhões de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* e foram necessárias quatro toneladas de cistos de *Artemia* sp. para cada bilhão de pós-larvas produzidas (Câmara, 2000).

Para os próximos anos, com a expansão prevista da área de cultivo das fazendas de camarão brasileiras, dos atuais 9.000 ha para 12.000 ha (até final do ano 2001), 21.000 ha (2002), e para até 35.000 ha no final do ano 2003, a capacidade instalada das larviculturas brasileiras deverá passar dos atuais cinco bilhões para 20 bilhões de pós-larvas por ano. Concomitantemente, o consumo de cistos de *Artemia* sp. nas larviculturas deverá aumentar de 20 para 80 toneladas anuais.

Até o final da década, com o provável crescimento da área de cultivo de camarão para 50.000 ha de viveiros, serão necessários pelo menos 30 bilhões de pós-larvas e,

conseqüentemente, 120 toneladas anuais de cistos de *Artemia* sp. para abastecer o mercado brasileiro.

Zooplâncton, crustáceos, moluscos, vermes e peixes são fontes alternativas de alimento natural para o cultivo de peixes de espécies carnívoras e camarões. Extratos desses organismos estimulam a resposta alimentar de diversos peixes (Kubitza, 1995).

No conteúdo estomacal de espécies de peixes nativos como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*), com apenas dois dias de idade, foram observados fitoflagelados e, a partir de 5 dias, náuplios de copépodes, pequenos cladóceros e rotíferos (Sipaúba-Tavares, 1993; Sipaúba-Tavares e Bachion, 1995; Sipaúba-Tavares e Braga, 1999, citados por Sipaúba-Tavares, 2001).

Este trabalho foi realizado objetivando verificar a possibilidade de produção de cistos e biomassa de branchoneta *Dendrocephalus brasiliensis*, em viveiros de cultivo e a sua contribuição nessa demanda por alimento vivo ou inerte existente nos dias atuais.

## 1.2 *Dendrocephalus brasiliensis* e sua importância para a aquicultura

A distribuição dos anostracas e de suas composições de espécies é particularmente dependente da hidrologia, temperatura e química da água (González *et al.*, Hathaway, e Simovich, 1996; King *et al.*, Metz e Forró, 1989; Wiggins *et al.*, 1980 citados por Gonçalves 2001).

Das oito famílias reconhecidas, cinco estão representadas na região neotropical: Artemiidae, Branchinectidae, Chirocephalidae, Streptocephalidae e Thamnocephalidae. Acredita-se que esta representatividade seja maior, pois os estudos dos anostracas neotropicais ainda são muito limitados (Lopes *et al.*, 1998).

A branchoneta, *Dendrocephalus brasiliensis*, é um crustáceo de água doce pertencente à família *Thamnocephalidae*, bastante filtrador de algas. Esta família está representada na América do Sul por três gêneros (Belk, citado por Cohen, 1995): *Thamnocephalus*, com a espécie *T. venezuelensis*, Belk e Pereira (encontrada na Venezuela a poucos quilômetros do limite com a Colômbia); *Dendrocephalus*, gênero exclusivamente sul-americano, com seis espécies: *D. affinis* Pereira (Venezuela), *D. cornutus* Pereira e Belk (Costa Rica), *D. geayi* Daday (Venezuela), *D. sarmentosus* Pereira e Belk (Ilhas Galápagos, Equador); *D. spartaenova* Margalef (Venezuela) e *D. venezolanus* Pereira (Venezuela). Linder (1941), citado por Cohen (op. Cit.), sugere

que *Dendrocephalus murus* Gurney (Paraguai) corresponderia por sua descrição ao gênero *Branchinella*, mas não dispôs de material para observar. Sem dúvida, Margalef, 1961, citado por Cohen (1995), interpreta esta sugestão como não verdadeira.

Na Argentina e países limítrofes, segundo Cohen, (op. Cit.), são encontradas as seguintes espécies: *Dendrocephalus argentinus* (Pereira e Belk, 1987); *D. cervicornis* (Weltner, 1890) e *D. brasiliensis* (Pesta, 1921) (= ornatus Lutz 1929).

O primeiro registro de ocorrência do gênero *Dendrocephalus* foi feito por Adolpho Lutz, no município de Macaíba, Estado do Rio Grande do Norte – RN, em 1929. Naquela oportunidade, Lutz denominou a espécie de *Dendrocephalus ornatus* por sua cor escarlate brilhante. Linder em 1941, por sua vez, verificou que a espécie descrita por Lutz em 1929, fora na verdade, *Dendrocephalus brasiliensis*, que Pesta havia coletado em 1921 nos Estados da Bahia e Piauí (Belk e Brtek, 1995 citados por Souza e Câmara, 1998).

Destacando-se entre os crustáceos, devido à sua ocorrência em ambientes adversos, os anostráceos são capazes de se distribuírem e se adaptarem às mais diversas e extremas condições ambientais. Um dos mais conhecidos representantes deste grupo é a *Artemia* sp. que habita salinas costeiras e lagos salgados interiores (Vanhaecke *et al.*, 1987). Por sua vez, os anostráceos de água doce estão presentes nas regiões semi-áridas, caracterizadas por apresentarem períodos marcantes de estiagens e cheias que formam os lagos e poças temporárias, Figura 1 que constituem o seu principal hábitat (Belk e Cole, 1975).



Figura 1 – Lagoa temporária utilizada por *Dendrocephalus brasiliensis* para sua sobrevivência (Fonte: Severi, 2002).

Procurando viabilizar o cultivo de espécies de peixes carnívoros, o grupo dos crustáceos branquiópodos, cujo tamanho é normalmente da ordem de 1 a 2 cm, porém podendo alcançar dimensões entre 7 a 10 cm como a *Branchinecta gigas* (Cohen, 1995), vem desempenhando um papel fundamental no desenvolvimento da aquicultura.

Na aquicultura praticada na atualidade, um dos maiores problemas enfrentados pelos aquicultores, principalmente na larvicultura de camarões e peixes, é a demanda por alimento vivo (na forma de cistos, náuplios, larvas, alevinos ou juvenis de artêmia ou peixes) ou inerte (biomassa). A *Artemia* sp. é um alimento de sustentação na larvicultura de camarões e peixes, porém o alto custo para cistos GSL classe A, em torno de US\$ 100/Kg, aliado à escassez no mercado, restringe o crescimento do cultivo dessas espécies.

O cultivo em massa do *D. brasiliensis* pode minimizar as dificuldades e aumentar a produtividade de alevinos, principalmente a larvicultura de peixes carnívoros. Os estágios mais difíceis da piscicultura são a passagem das larvas para alevinos (Sipaúba-Tavares, 1993).

Normalmente, o início da fase piscívora de peixes carnívoros coincide com a depleção do zooplâncton e outros alimentos naturais, ou ainda, quando o tamanho do alimento não mais se adequa às exigências energéticas e preferência alimentar dos juvenis em crescimento. Desenvolve-se, então, uma forte preferência alimentar por crustáceos e peixes menores, a qual permanecerá por toda vida (Kubitza, 1995, citado por Lopes, 1998).

Por meio de observações em campo e análises do conteúdo estomacal, pode-se conhecer o comportamento alimentar do predador e os tipos de organismos que são consumidos (Sipaúba-Tavares e Rocha, 2001).

A branchoneta, cujo valor protéico em torno de 67% de proteína bruta, supera o da artêmia 61,60 %, se mostra com níveis protéicos suficientes para suprir as necessidades não só de peixes carnívoros, mas também de outros animais aquáticos, como os camarões, por exemplo.

Com referência ao comprimento, as branchonetas, dependendo das condições ambientais aonde são cultivadas, atingem em torno de 25 mm, superando também a *Artemia* sp. que é de 11 mm, o que implica positivamente numa maior produção de biomassa de branchoneta em relação a *Artemia* sp. (Lopes, 1998).

Na indústria de rações, é interessante se pensar na utilização de biomassa de branchoneta como farinha, para utilização em rações balanceadas, como fonte de alimentação para peixes e crustáceos. A inclusão de farinha de branchoneta na dieta de camarões seria uma solução interessante a ser pesquisada, em virtude da situação atual da indústria que depende de dietas naturais como mexilhões, ostras, poliquetas e biomassa de artêmia para maturação desses crustáceos.

Sem dúvida, as desvantagens destas dietas são numerosas, principalmente, pelas dificuldades na sua administração e armazenamento, associadas ao risco da introdução de enfermidades e contaminantes nos viveiros de cultivo, o que poderia ser amenizado trabalhando-se com dietas artificiais balanceadas, evitando-se a maioria destes problemas. Ademais, dietas artificiais permitem um melhor controle de administração de nutrientes essenciais (Wouters *et al.*, 1998).

A farinha de branchoneta pode ser uma alternativa para a aquicultura, pois segundo Gonçalves (2001), com a utilização desses animais para o tratamento de efluentes domestica-se a reciclagem natural, ou seja, as bactérias disponibilizam os nutrientes, as algas os incorporam em biomassa vegetal e o *D. brasiliensis* se alimenta das algas, formando a biomassa animal, que poderá por sua vez, após análises, ser utilizada nas rações de outros animais, até mesmo para o consumo humano.

A *Artemia* sp. quando utilizada em forma de farinha liofilizada na alimentação de juvenis de camarão *Litopenaeus vannamei*, apresentou um incremento de 300% na ingestão de alimentos e em dietas artificiais, a farinha de artêmia pode substituir 50% dos alimentos frescos, sem afetar o rendimento reprodutivo, nem a qualidade de larvas. Também, a inclusão de farinha de biomassa de *Artemia* sp. em dietas artificiais resulta no aumento de ingestão, promovendo a maturação ovárica, além de aumentar a qualidade dos ovos (Wouters *et al.*, 1998).

De acordo com a revisão de literatura sobre cultivo de branquiópodos, pode-se inferir que é possível a produção de cistos de branchoneta, assim como a de biomassa em viveiros de cultivo. Diante do apresentado e em termos gerais, o presente trabalho apresenta os seguintes objetivos: desenvolver a metodologia adequada de produção de cistos e biomassa do branquiópodo *D. brasiliensis* em larga escala; identificar o potencial desse microcrustáceo como alimento vivo; padronizar a produção de branchoneta *D. brasiliensis* em g/ha/ano e Kg/ha/ano, respectivamente para cistos e biomassa desse microcrustáceo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de execução

O experimento foi realizado na Estação de Piscicultura de Paulo Afonso - EPPA, (09°22'38" S e 38°13'58" W), localizada no Município de Paulo Afonso, BA (Figura 2), pertencente à Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF.



Figura 2: Localização geográfica do Município de Paulo Afonso – BA (fonte: [www.pauloafonso.ba.gov.br](http://www.pauloafonso.ba.gov.br))

A Estação possui 36.800 m<sup>2</sup> de área inundada, distribuída em quinze viveiros semi-escavados e quarenta e dois tanques de alvenaria.

Os viveiros utilizados no experimento, num total de quatro, fazem parte do conjunto de tanques e viveiros da EPPA, tendo como principal finalidade produzir alevinos para manutenção, reposição e ampliação dos estoques de peixes das represas da CHESF situadas na bacia hidrográfica do São Francisco, como também desenvolver pesquisas e tecnologias adequadas às espécies nativas e exóticas.

Os viveiros experimentais apresentam área de 2000 m<sup>2</sup> e foram construídos em terreno de solo areno-argiloso.

A água utilizada para abastecimento é proveniente do reservatório de Moxotó, que dista 1,5 km desta Estação. A captação d'água no reservatório é feita através de

bombeamento e, ao chegar na Estação, é acumulada em um reservatório e distribuída por gravidade até os viveiros. Nos viveiros, a água é regulada através de registros de quatro polegadas, sendo o seu nível mantido em torno de um metro de altura. O tempo de residência da água nos viveiros foi de quinze dias. Quanto à infiltração dos viveiros, foi verificada uma perda menor que 0,50 cm/dia, considerada como baixa, de acordo com Boyd (1982). A temperatura da água dos viveiros nesta região gira em torno de 28 a 30 °C, dependendo do horário e da época do ano.

## 2.2 Material biológico

A branchoneta, *Dendrocephalus brasiliensis*, apresenta a seguinte classificação sistemática (Bowman e Abele, 1982):

Reino: Animalia

Filo: Crustacea (Pennant, 1777)

Classe: Branchiopoda

Subclasse: Sarsostraca (Tasch, 1969)

Ordem: Anostraca (Sars, 1867)

Família: Thamnocephalidae Linder, 1941

Gênero: *Dendrocephalus* Daday, 1908

Espécie: *Dendrocephalus brasiliensis* Pesta, 1921.

A identificação do *D. brasiliensis* se fez possível utilizando-se das características dos exemplares machos (Figura 3), particularmente as das antenas, que apesar da grande plasticidade destes crustáceos, é uma estrutura muito estável e de fácil observação. utilizada a morfologia dos seus cistos (Thiéry e Gasc, 1991, Rabet e Thiéry, 1996 citados por Souza e Câmara 1998).



**Figura 3** – Exemplo macho de *D. brasiliensis*, utilizado na identificação da espécie

Os animais estudados foram coletados e separados por sexo. Os machos, com apêndice frontal desenvolvido e ramificado, foram medidos em seu comprimento total ( $L_t$ ) com paquímetro (cm), medindo-se da frente da cabeça até a extremidade dos cercópodos sem as cerdas. Em seguida, foram observados em microscópio com aumento de 10 vezes e detalhados os caracteres morfológicos que determinam a sua espécie de acordo com o modelo apresentado por Cohen (1995).

A branchoneta *D. brasiliensis* Pesta, 1921, apresenta as seguintes características morfológicas: ausência de espinhos na borda anterior da parte basal do apêndice frontal; terminação da ramificação 2 A em forma de pé; ausência de espinho na borda inferior do olho e ausência de um lobo com espinho nos primeiros pares de endopoditos (Pereira, 1983, Belk e Pereira, 1982, Rabet e Thiéry, 1996 citados por Souza e Câmara 1998).

Os cistos de *D. brasiliensis*, figura 4, apresentam oito concavidades pentagonais de mesmo tamanho, são esféricos, com sulcos de superfície lisa e coloração escura.



**Figura 4:** Cistos de *D. brasiliensis*

Para identificação do conteúdo do trato digestivo do *D. brasiliensis*, efetuou-se a seguinte metodologia: introdução de branchonetas em incubadoras de 200 litros; em seguida estas foram alimentadas com material planctônico colhido em viveiros. Ao completar 10 minutos do início da alimentação, foram capturados em torno de 100 desses animais que tiveram seus tratos digestivos extraídos. Após extração, esse material foi fixado em formol a 4% e enviado para o Laboratório de Limnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) para identificação.

### 2.3 Seleção dos viveiros

Foram selecionados quatro viveiros da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso, sendo escolhidos os viveiros de números 12, 13, 14 e 15. Os critérios adotados para seleção foram os seguintes: todos os quatro viveiros apresentavam em comum a forma (retangulares), profundidade média (0,80 m), localização (em série) e mesma área inundada, ou seja, 1.600 m<sup>2</sup>.

Os viveiros de números 12 e 13 foram determinados para inoculação de cisto, devido terem sido anteriormente povoados com a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, espécie que utiliza muito bem em sua alimentação o *D. brasiliensis* (Santos *et al.*, 2000). Também foi utilizado como procedimento, encher os viveiros e decorridas 48 h, secá-los novamente, enchendo em seguida. Com esta medida, algum resquício de cistos e/ou náuplios foram drenados, afim de não interferir no experimento.

Os viveiros de número 14 e 15 foram escolhidos devido à constante presença de *D. brasiliensis* nos mesmos, aliado ao fato de não estarem na época sendo utilizados com as tilápias.

### 2.4 Preparação dos viveiros

Os viveiros, após totalmente secos, foram limpos de vegetação aquática e efetuada fertilização orgânica (esterco bovino), na proporção de 150g/m<sup>2</sup> (Figura 5).

Para o preparo dos viveiros, estes foram expostos ao sol durante sete dias, tiveram o solo revolvido para liberação de gases e secagem mais rápida. Foi retirada parte do solo em cinco pontos diferentes de cada viveiro, para análise de granulometria e de fertilidade do solo. O material colhido foi enviado para a Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, onde foram realizadas às análises.



**Figura 5:** Viveiro preparado para produção de cistos e biomassa de *D. brasiliensis*. (A seta vermelha mostra o fertilizante e a seta branca a água durante o processo de enchimento do viveiro).

Durante o enchimento inicial dos viveiros, os de n<sup>os</sup> 12 e 13 foram inoculados com 2g de cistos de branchoneta. Os viveiros de n<sup>os</sup> 14 e 15 não foram inoculados, tendo-se esperado apenas a criação natural de branchonetas. A partir deste ponto, foi acompanhado todo seu desenvolvimento.

## 2.5 Variáveis físicas e químicas

As amostras de água para análise foram coletadas em cinco pontos dos viveiros a cada dois dias. Em seguida, foram misturadas, homogeneizadas e acondicionadas em garrafas e colocadas em *freezer*, para posterior transporte até o Laboratório de Limnologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, para análise. As análises químicas realizadas foram: alcalinidade e dureza total, nitrito, nitrato e amônia e ortofosfato. As demais variáveis da água como; oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, temperatura e transparência tiveram suas leituras efetuadas diretamente em cada viveiro estudado.

Para a determinação da alcalinidade total, expressa em mg/L de CaCO<sub>3</sub>, empregou-se a metodologia descrita por Felföldy *et al.*, 1987 utilizando-se o HCl 0,1 N.

A dureza total expressa em mg/L, de CaCO<sub>3</sub> foi determinada a partir das concentrações de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup>.

Para determinação do nitrito, empregou-se a metodologia descrita por Bendochneider e Robinson (1952), segundo Golterman *et al.*, (1978).

Para determinação do nitrato, empregou-se a metodologia segundo Mackereth *et al.*, (1978) e para a determinação da amônia, utilizou-se a metodologia segundo Koroleff (1976).

O ortofosfato foi determinado através da metodologia da American Public Health Association (APHA,1995).

O oxigênio dissolvido na água foi analisado diretamente no viveiro, através de um instrumento de medição da marca F-1. 055 da YSI. Trata-se de um aparelho de fácil operação, com calibragem e ajuste e com compensação automática de temperatura.

O potencial hidrogeniônico da água foi obtido diretamente através de um instrumento de medição da marca F-1. 002, com ajuste efetuado com soluções tampão e assim permitir a medição do pH.

A temperatura da água foi feita diariamente a partir de um termômetro de máxima e mínima, submerso a uma profundidade de 0,40 m.

A transparência da água foi estimada através de disco de Secchi, com 0,30 m de diâmetro. A leitura foi feita entre 10 e 11 h, em função do valor médio das medidas da profundidade de desaparecimento e ressurgimento do disco imerso verticalmente na água.

## 2.6 Variáveis biológicas

Amostras do material planctônico, foram fixadas em formol a 4% e encaminhadas ao Laboratório de Limnologia do Departamento de Pesca da UFRPE, para análises de fitoplâncton e zooplâncton, do ponto de vista qualitativo e quantitativo, e análise de clorofila *a*. As amostras foram coletadas a partir de 60 litros de água filtrada em rede cônico-cilíndrica de 1 metro de comprimento com malha de 30  $\mu$ m e copo próprio para acondicionamento do material concentrado, provido de uma torneira para facilitar a transferência do material para o pote das amostras. Estas foram fixadas em formol neutralizado e acondicionadas em potes de 250 ml, de modo a obter-se uma concentração de 5% após o armazenamento.

A abundância de zooplâncton foi determinada a partir da contagem de uma amostra de 10 ml, empregando uma câmara de Bogorov, sob microscópio estereoscópico (Zeiss – Stemi SV6). A densidade final foi expressa em organismos por litro (org./L), através da expressão de APHA (1995):

$$\text{N}^{\circ} \text{Org/Litro} = \frac{C \times V^1}{V^2 \times V^3}$$

Onde:

C = Número de organismos contado;  
 $V^1$  = Volume da amostra concentrado (mL);  
 $V^2$  = Volume da amostra contado (mL);  
 $V^3$  = Volume da amostra filtrado (L).

O material destinado à análise de clorofila *a* foi filtrado, usando-se filtros tipo Milipore de 47 mm e 0,45  $\mu\text{m}$  de porosidade, com auxílio de uma bomba de vácuo mantida a, no máximo, 0,5 atm de pressão.

Os demais procedimentos foram realizados segundo a técnica de Nush (1980) cuja fórmula é a seguinte:

$$\text{Cl } a = \frac{(27,9 \cdot D \ 665 \cdot v)}{V} = \mu\text{g/L}$$

Onde:

Cl *a* = Concentração de clorofila *a* total expressa em  $\mu\text{g/L}$ ;  
 D 665 = E665 (leitura a 665 nm) – E750 (leitura a 750 nm)  
 v = Volume de etanol a uma concentração de 80%;  
 V = Volume da amostra filtrada

## 2.7 Cultivo de branchoneta *D. brasiliensis*

Decorridos 15 dias do início do cultivo, foi efetuada a coleta das branchonetas, visando a produção de cistos. A captura foi efetuada utilizando-se uma rede de 0,50 m x 2,00 m, confeccionada de material de náilon com malha de 1,0 mm e com chumbada na borda inferior (Figura 6).



**Figura 6** – Coleta de branchoneta, *D. brasiliensis*

Os animais coletados foram transportados até o laboratório da EPPA e distribuídos em incubadoras, visando à produção de cistos, tendo sido distribuídos em doze incubadoras de fibra de vidro com capacidade de 200 litros de água, recebendo cada incubadora, em torno de cinco quilos de branchoneta (Figura 7).



**Figura 7** – *D. brasiliensis* em incubadoras, visando produção de cistos

### 2.7.1 Características reprodutivas

As branchonetas apresentam sexos separados e de fácil identificação. As fêmeas, menores que os machos, alcançam aos 15 dias de vida um comprimento médio de 1,5 cm e os machos em torno de 2,0 cm, isto dependendo das condições ideais de cultivo,

como abundância de alimento e densidade de 250 a 300 animais/m<sup>2</sup>. Quanto à reprodução, não foi presenciada cópula nesses animais, supondo tratar-se, portanto, de reprodução partenogenética. Os cistos durante a reprodução são liberados na água e ao contrário dos cistos de *Artemia* sp. que flutuam, os cistos de *D. brasiliensis* após a postura decantam no fundo dos viveiros ou tanques de desova descendo para o fundo do ambiente aquático.

### 2.7.2 Produção de cistos

As branchonetas colocadas nas incubadoras permaneceram nestas por cerca de 48 h. Decorrido este prazo, com uso de uma mangueira de ¾ foi realizado o sifonamento para retirada dos cistos.

Os cistos, após serem coletados, passaram pelos seguintes processos: desidratação, lavagem, secagem e armazenamento. Para limpeza dos mesmos, foi utilizada uma rede de coleta de fitoplâncton, de malha de 45 µm, onde foram colocados os cistos, que a seguir foram lavados em água corrente a fim de ser retirado todo material orgânico, como fezes das próprias branchonetas e outros materiais orgânicos.

Os cistos, depois de limpos, foram colocados em bandejas forradas com papel absorvente, para retirada do resto de umidade, e colocados à temperatura ambiente para secar pela simples ação do sol, principalmente para pequenas produções. Em virtude do tamanho e peso dos cistos, procurou-se protegê-los contra a ação direta do vento e do excesso de calor, visto que altas temperaturas podem afetar a viabilidade posterior do embrião.

Quando secos e soltos, foram filtrados em uma tela de 150 µm, para retirada de partículas menores e, a seguir, foram armazenados em vidros de boca larga com capacidade para 50 mL, para serem levados até o laboratório da referida Estação de Piscicultura.

A estocagem estimada foi de 5 (cinco) quilos de animais por incubadora. Os cistos colhidos depois de limpos das impurezas e desidratados, foram guardados para posterior uso em trabalhos de pesquisas (Figura 8).



**Figura 8:** Limpeza de cistos para posterior uso em pesquisas.

### 2.7.3 Produção de biomassa

Branchonetas jovens surgiram em abundância nos viveiros após o enchimento, permanecendo nele durante os quinze dias de cultivo. Decorrido esse período foi possível colher-se grande quantidade desse crustáceo para alimentação de alevinos de espécies carnívoras como o niquim, *Lophiosilurus alexandri*, que quando alimentado com branchoneta chega a apresentar uma sobrevivência em torno de 95%; do dourado, *Salminus brasiliensis* e outros carnívoros como o tucunaré, *Cichla ocellaris*, etc.

A coleta foi realizada com auxílio de uma rede de malha de 1,0 mm. A biomassa colhida em cada viveiro foi imediatamente lavada e pesada numa balança Filizola com capacidade para 15 quilos. A seguir, foi embalada em sacos plásticos e acondicionadas em *freezer* para utilização como alimento para espécies de peixes carnívoros na fase de alevinos da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso (Figura 9).



**Figura 9** - Biomassa de *D. brasiliensis* para acondicionamento em freezer

## 2.8 Análise estatística

Para a análise estatística dos dados, considerou-se o modelo em blocos casualizados, com desenho experimental 2x2x2, ou seja, dois níveis de inoculação (tratamentos), duas épocas do ano (blocos) com duas repetições, perfazendo um total de oito unidades experimentais. O modelo matemático é expresso por  $\bar{X} = m + I + E + I . E + e$ , onde:

$\bar{X}$  = Média da variável resposta (grama de cistos/ha e Kg de biomassa/ha)

m = Média do modelo matemático

I = Efeito dos níveis de inoculação (0 g e 2 g de cistos)

E = Efeito das épocas do ano (maio e outubro)

I . E = Efeito da interação nível de inoculação x época do ano

e = Erro experimental.

Após os experimentos, aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) com  $P < 0,05$ , onde os dados calculados se confrontaram com os dados tabelados (Tabela de Fisher). Ao existir diferença significativa entre os tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise estatística dos dados, foi utilizado o programa Statgraphics.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Sedimentos na preparação dos viveiros

A composição granulométrica do solo dos quatro viveiros experimentais analisados pelo Laboratório de Fertilidade de Solo do IPA, está apresentada na Tabela 1. O solo dos viveiros 12 e 14, com referência à classificação textural, foram classificados como franco arenoso e os viveiros 13 e 15, como de areia franca.

**Tabela 1** - Composição granulométrica do solo dos viveiros (%).

<b>Amostra</b>	<b>Areia grossa</b>	<b>Areia fina</b>	<b>Silte</b>	<b>Argila</b>
Viveiro 12	36	32	14	18
Viveiro 13	47	26	11	16
Viveiro 14	37	29	18	16
Viveiro 15	59	13	14	14

Boletim 021/01, Remessa 015, Amostras 173/176 Laboratório de Física do Solo/IPA

A análise da fertilidade do solo dos quatro viveiros (Tabela 2) demonstrou ausência total de alumínio. Os valores dos macro e micronutrientes não diferiram entre si, com exceção do viveiro 15, que apresentou uma grande concentração de fósforo com relação aos demais viveiros. O pH do solo em todos viveiros analisados apresentou-se ligeiramente ácido, embora o solo do viveiro 13 apresentasse uma menor acidez.

**Tabela 2** – Resultados das análises de fertilidade de solo.

<b>Nutrientes</b>	<b>Viveiros</b>			
	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
P (mg/dm <sup>3</sup> )	144	132	96	494
K (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,34	0,40	0,32	0,34
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	6,50	6,85	5,45	7,30
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	1,25	1,70	1,50	2,10
pH (H <sub>2</sub> O)	5,85	6,21	5,95	5,98

Boletim 378/2. 001N, Laboratório de Fertilidade de Solo/IPA

### 3.2 Variáveis físicas e químicas

A alcalinidade total da água dos viveiros estudados durante o período de cultivo manteve-se entre 41 (valor mínimo) a 63 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (valor máximo). Esta estabilidade foi observada em todos os viveiros envolvidos durante a primeira fase do experimento (mês de maio). Para a segunda fase (mês de outubro), foi observado uma variação entre 34 e 50 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

A dureza total da água permaneceu durante o período de cultivo entre 7,62 e 16,03 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (maio) e entre 6,73 e 12,02 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, para o mês de outubro.

As taxas de nitrito nos viveiros estudados durante o período de cultivo apresentaram-se baixas, com valores entre 0,10 a 0,62 mg/L na primeira semana de cultivo, caindo para valores inferiores na semana seguinte (maio). No mês de outubro, esses valores ficaram em torno de 0,70 a 1,00 mg/L.

As taxas de nitrato também foram baixas durante o cultivo. Seus valores ficaram entre 0,21 a 0,39 mg/L (maio). No mês de outubro, esses valores estabeleceram-se entre 0,01 a 0,21 mg/L.

Os valores de amônia apresentaram-se altos em todos os viveiros no início do cultivo, com valores de 15,68 a 41,72 mg/L. Decorridos oito dias, estes valores aumentaram ainda mais, estabilizando-se entre 76,43 e 184,46 mg/L (maio). Para a segunda fase de cultivo (outubro) esses valores variaram entre um mínimo de 1,78 mg/L para o viveiro 13 e um máximo de 4,73 mg/L para o viveiro 12.

Os valores de ortofosfato durante o cultivo para os viveiros 12 e 13 foram superiores a 200 µg/L; nos viveiros 14 e 15 os valores ficaram entre 77,18 e 136,19 µg/L (maio). No mês de outubro, durante os 15 dias de cultivo, esses valores apresentaram um mínimo de 13,62 µg/L para o viveiro 14 e um máximo de 140,73 µg/L para o viveiro 12.

As concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do período de cultivo estão apresentadas na tabela 3, cuja variação foi de 7,35 e 9,90 mg/L. Estes valores foram obtidos numa área dos viveiros com aproximadamente 0,50 m de profundidade durante o mês de maio. Os valores médios detectados foram de 7,98±0,50; 8,94±0,54; 8,52±0,64 e 8,88±0,53 mg/L para os viveiros 12, 13, 14 e 15, respectivamente. Para o

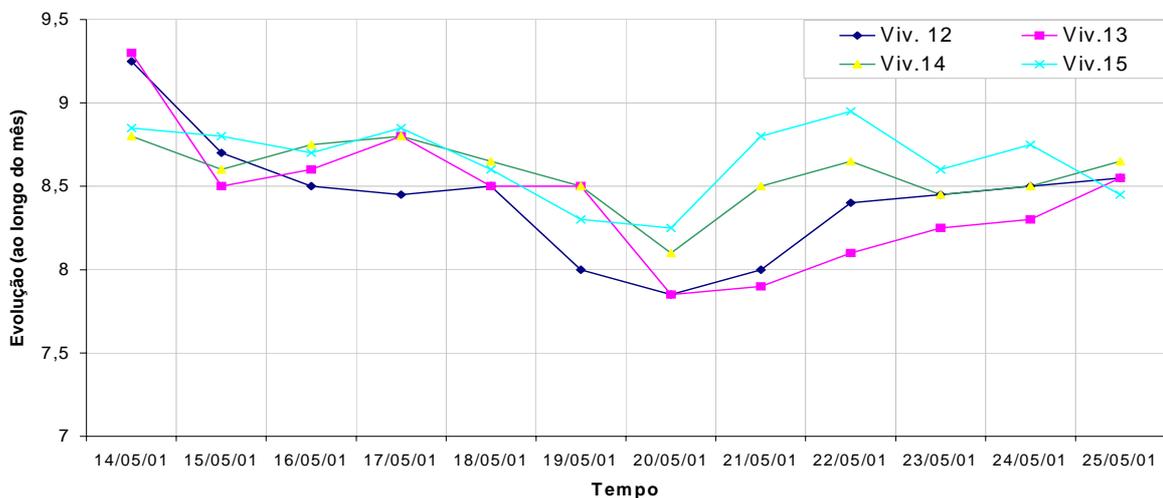
mês de outubro os valores médios de oxigênio dissolvido detectados foram semelhantes aos valores do mês de maio.

**Tabela 3** – Oxigênio dissolvido (mg/L) às 9:00 h, nos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01

Dias de Cultivo Maio (2001)	OD (mg/L)			
	Viveiros			
	12	13	14	15
14	7,80	8,75	9,30	9,30
15	8,35	8,40	7,40	9,30
16	8,60	9,18	7,50	8,40
17	7,70	9,30	8,45	8,60
18	8,80	9,40	8,60	8,30
19	7,50	8,50	8,50	9,50
20	7,40	7,50	8,70	9,22
21	8,00	9,20	8,20	9,90
22	7,35	9,10	8,20	8,20
23	8,10	9,15	8,50	8,85
24	8,65	9,50	9,60	8,30
25	7,50	9,25	9,30	8,65

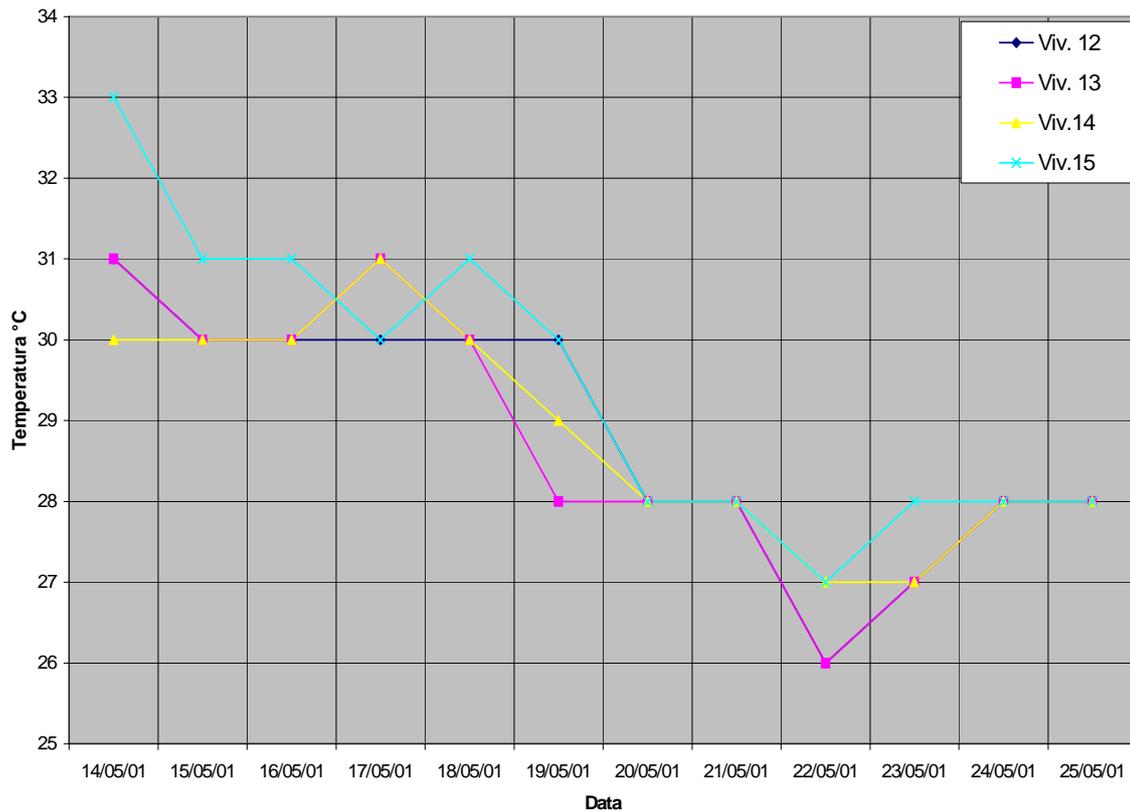
Os valores de pH da água foram alcalinos em todos os viveiros durante os quinze dias de cultivo (Gráfico 1). Durante esse período, foram apresentados valores compreendidos entre 7,85 e 9,25 para o viveiro 12; 7,85 e 9,30 para o viveiro 13; 8,50 e 8,80 para o viveiro 14 e 8,25 e 8,95 para o viveiro 15, com médias de 8,42, 8,42, 8,57 e 8,35 para os viveiros 12, 13, 14 e 15, respectivamente.

**Gráfico 1** – Variação do pH da água dos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01



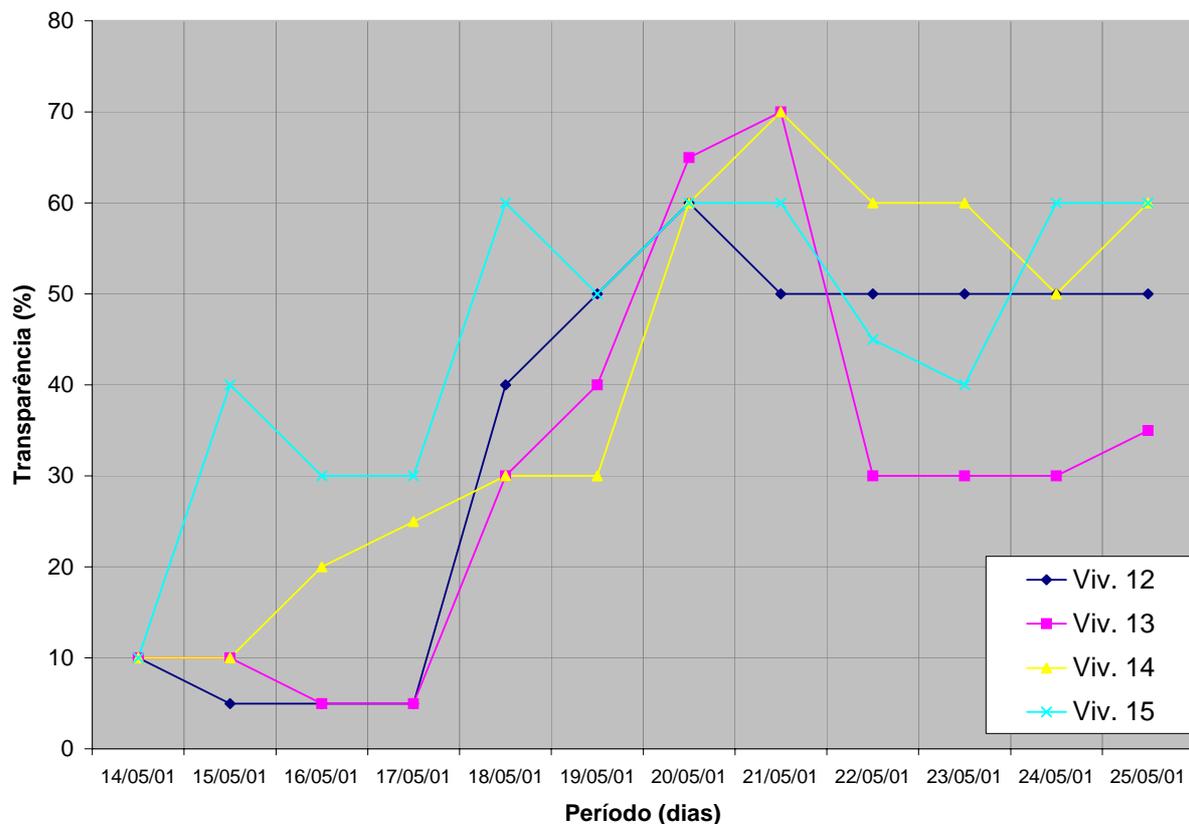
As temperaturas máximas diárias da água dos viveiros 12, 13, 14 e 15 são apresentadas no Gráfico 2. Observou-se uma temperatura média de 31 °C logo no início do cultivo, caindo gradativamente e estabelecendo-se em torno de 28 °C até o final do experimento.

**Gráfico 2** - Temperaturas máximas da água dos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01



A transparência da água dos viveiros 12, 13, 14 e 15 no mês de maio (Gráfico 3), mostram que em todos os viveiros os valores foram baixos (em torno de 0,10 m) no início do cultivo, aumentando rapidamente a partir do quinto dia e permanecendo alta até o final do cultivo (em torno de 0,50 m). Estes valores tiveram resultados semelhantes também no mês de outubro.

**Gráfico 3** - Transparência da água (cm) nos viveiros 12, 13, 14 e 15, no período de 14 a 25/05/01.



### 3.3. Variáveis biológicas

#### 3.3.1 Plâncton

Com relação ao fitoplâncton foi verificado que existe uma diferença entre a flora algal dos viveiros 12 e 13, do ponto de vista quantitativo. O viveiro 12 nesse período esteve representado pelas seguintes Divisões: Chlorophyta com as espécies; *Pediastrum simplex*, *Planktosphaeria gelatinosa*, *Cosmarium humile* e *Arthosdesmus identatus*. Cyanophyta com a espécie *Oscillatoria communis*; e Bacylariophyta com as espécies *Fragillaria crotonensis*, *Melosira sulcata*, *Pinularia* sp. e *Surirela* sp. O viveiro 13 apresentou apenas a Divisão Chlorophyta com as espécies *Arthosdesmus identatus*, *Cosmarium humile*, *Pediastrum simplex* e *Planktosphaeria gelatinosa*. Os viveiros 14 e 15 apresentaram-se nesse período quantitativamente inferiores aos viveiros 12 e 13. O viveiro 14 apresentou apenas três espécies da Divisão Chlorophyta e uma de Bacylariophyta. O viveiro 15 apresentou três espécies de Chlorophyta somente no final

do cultivo. A Cyanophyta *Oscillatoria* e as Bacillariophytas *Fragillaria crotonensis*, *Melosira sulcata* e *Surirela* sp. também estiveram presentes somente no final do cultivo.

As Divisões Bacillariophyta e Chlorophyta estiveram presentes nos viveiros 12 e 13, embora diferindo em relação às densidades entre viveiros. O viveiro 14 não apresentou fitoplâncton na primeira campanha (14/05). O viveiro 15 esteve representado apenas pela Divisão Cyanophyta, através do gênero *Oscillatoria*. Além da espécie *Cosmarium humile* (Chlorophyta), as espécies mais frequentes foram *Melosira sulcata* (Bacillariophyta) e *Pediatrum simplex* (Chlorophyta). Para a segunda fase do experimento (outubro), a Divisão Chlorophyta esteve presente durante os 15 dias de cultivo, porém em menor diversidade de espécies, à medida que se aproximava o término do cultivo. As Divisões Cyanophyta e Bacillariophyta apresentaram pequena representatividade do início ao final do cultivo, porém com maior representatividade nos viveiros 14 e 15.

A diversidade de espécies fitoplanctônicas foi baixa em todos os viveiros, havendo flutuações de uma maneira geral. Os grupos da comunidade zooplanctônica identificados nos viveiros 12, 13, 14 e 15 com suas respectivas proporções são apresentadas na Tabela 4, cujos principais grupos foram colocados por ordem decrescente.

**Tabela 4** – Número de organismos zooplanctônicos por litro de água nos viveiros

Coleta		Organismos/Litro					
Dia	Viveiro	Copepoda	Rotifera	Cladocera	Ostracoda	Anostraca	Nematoda
<b>14</b>	12	63,38	2,09	0,00	0,30	5,01	31,28
	13	9,59	300,24	0,83	2,92	3,34	6,26
	14	60,05	3,34	0,00	4,17	26,28	11,68
	15	262,70	5,00	0,00	0,42	12,93	2,09
<b>20</b>	12	817,75	0,00	10,84	0,00	0,83	1,25
	13	706,85	25,02	98,00	11,68	0,00	0,83
	14	59,64	0,83	2,50	12,51	2,21	1,25
	15	32,52	0,42	2,29	3,34	0,85	2,50
<b>25</b>	12	79,65	1,25	15,85	16,68	0,00	1,67
	13	45,45	12,51	58,38	301,49	0,00	0,00
	14	39,19	1,25	0,42	30,44	1,19	0,00
	15	24,19	2,50	0,83	8,34	0,78	0,00

Nos *Dendrocephalus*, as algas são ingeridas em bolos formados por muitas células algais. Estes bolos, quando observados via microscópio, ainda no interior desses animais, assemelham-se aos cistos em cor (escura) e tamanho ( $\pm 220 \mu\text{m}$ ), devendo-se ter atenção de não confundi-los com os mesmos, em virtude da cor, tamanho e formato aparente. Enquanto os cistos são locomovidos através de contrações em direção ao saco ovífero, localizado na região ventral das fêmeas e próximo à furca caudal, os bolos fecais por sua vez são direcionados ao longo do corpo em direção à furca caudal para depois serem excretados.

Os resultados das análises do conteúdo intestinal do *Dendrocephalus* em estudo são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** – Organismos encontrados no trato digestivo do *D. brasiliensis*

Fitoplâncton			
<b>Cyanophyta</b> <i>Anabaena spiroides</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Oscillatoria</i> spp. <i>Anabaenopsis circularis</i>	<b>Chlorophyta</b> <i>Dictyosphaerium puchellum</i> <i>Gloeocystis</i> sp. <i>Pediastrum duplex</i>		<b>Chrysophyta</b> <i>Aulacoseira granulata</i>
Zooplâncton			
<b>Protozoa</b>	<b>Rotifera</b> <i>Keratella</i> sp.	<b>Bivalvia</b>	<b>Crustacea</b>
Outros elementos: Detritos e muco			

Estes resultados mostraram que existe semelhança com relação às Divisões encontradas no plâncton, como: Cyanophyta representada pelas espécies *Anabaena solitaria* e *Oscillatoria* spp. e Chlorophyta por *Pediastrum duplex*. Quanto ao zooplâncton teve em comum Rotifera e Crustacea.

### 3.3.2 Clorofila a

Os valores da concentração de clorofila *a* durante a primeira semana do cultivo, variaram de 63  $\mu\text{g/L}$  a 238  $\mu\text{g/L}$ . Na semana seguinte, ocorreram quedas bruscas nesses valores, que passaram para 47  $\mu\text{g/L}$  no início da semana, caindo para 0,55  $\mu\text{g/L}$  ao final do cultivo.

### 3.4 Cultivo de branchoneta *D. brasiliensis*

O tempo de cultivo foi de 15 dias, tempo suficiente para obtenção de branchonetas pesando em torno de 0,04 g e com comprimento médio de 15 mm. Nestas condições, colheu-se uma média de 15 g de cistos e 15 Kg de biomassa por viveiro de 2000 m<sup>2</sup> a cada ciclo (15 dias), seguindo os mesmos procedimentos de inoculação de cistos viáveis.

#### 3.4.1 Características reprodutivas

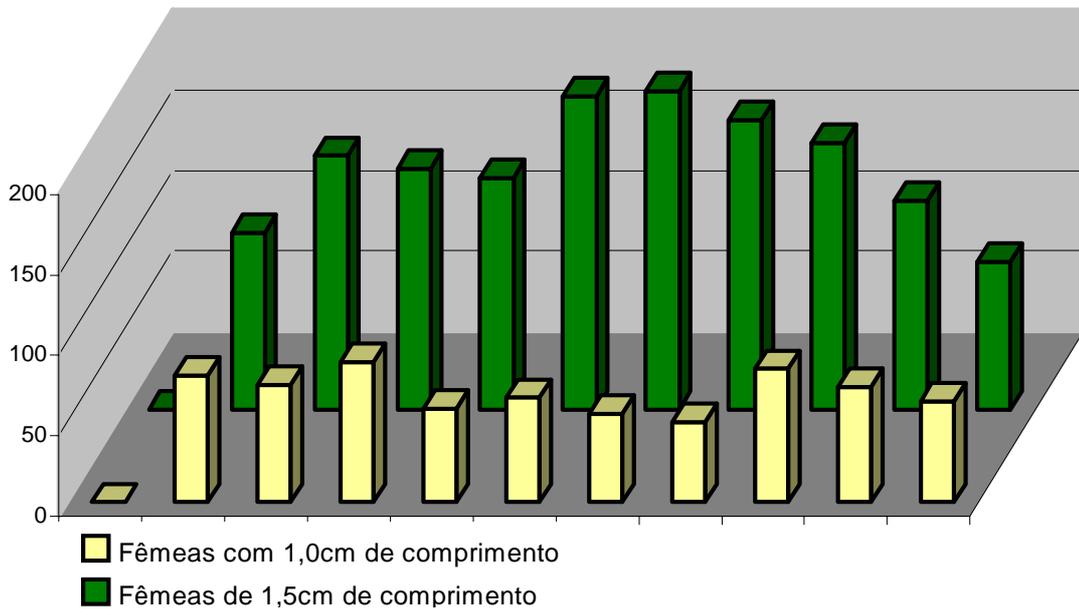
As várias observações sobre as características reprodutivas do *D. brasiliensis*, prolongaram-se de maio a outubro. Neste período, foram contados 690 exemplares coletados aleatoriamente num dos viveiros da EPPA. Deste total, 53,98%, ou seja, 372 animais eram fêmeas e 46,08 % machos. De cada exemplar, foi registrado o comprimento total em centímetros, o peso total em gramas e o sexo. O peso médio das fêmeas foi de 0,03 g e dos machos de 0,05 g. O comprimento médio para as fêmeas foi de 1,36 cm e para os machos de 1,74 cm.

Foi observado que ambos os sexos, quando em altas densidades (> 500 animais m<sup>2</sup>), apresentavam a mesma coloração (amarelo claro), porém em condições de baixas densidades (< 500 animais/m<sup>2</sup>) a coloração variava de amarelo escuro com cauda avermelhada para as fêmeas e azulada para os machos. Dos 690 exemplares analisados, 20 fêmeas foram isoladas individualmente em pequenos beckers de 50 mL cada e induzidas à liberação de cistos. Foram selecionadas 10 fêmeas cujo comprimento médio foi de 1,0 cm e 10 fêmeas de comprimento médio de 1,5 cm. Decorridas 24 horas, foram contados os cistos de cada fêmea.

O número de cistos colhidos dos 20 exemplares foi de 2.208 unidades, com uma média de 68,5 cistos por fêmea de 1,0 cm e de 152,3 cistos por fêmea de 1,5 cm. (Gráfico 4). Estes eram de coloração opaca, escuros e eram liberados na água onde desceram para o fundo.

Observou-se que após a eclosão dos náuplios nos ambientes testados (viveiros), de forma natural ou induzidos, não ocorrem outras coortes (recrutamentos), a não ser após a drenagem total desse ambiente aquático e novas condições favoráveis ao desenvolvimento desta espécie.

**Gráfico 4** - Número de cistos por desova de dez fêmeas de *D. brasiliensis* com diferentes tamanhos



### 3.4.2 Produção de cistos

O total de cistos obtidos provenientes dos quatro viveiros foi de 60 g em quinze dias de cultivo no mês de maio, sendo 45 g naqueles com inoculação de cistos e de 15 g nos sem inoculação. No mês de outubro, foram coletadas 54 g, sendo 38 g com inoculação de cistos, e 16 g sem inoculação. Os resultados obtidos na produção de cistos foram diferentes em relação aos tratamentos, porém apresentaram semelhanças quanto às épocas. A produção média de cistos em viveiros inoculados foi de  $20,75g \pm 2,31g/\text{viveiro}/\text{ciclo}$ , superior aos produzidos nos viveiros não inoculados, que foi de  $7,75 \pm 2,31g/\text{viveiro}/\text{ciclo}$ . Os resultados para o tratamento com inoculação foram semelhantes entre épocas, observando-se uma melhor produção no mês de maio, com média de  $15 \pm 2,31 g/\text{viveiro}/\text{ciclo}$ . Com relação a interação Inoculação : época, ressalta-se que a combinação Inoculação/maio, apresentou um melhor resultado, com  $22,50 \pm 3,52g/\text{viveiro}/\text{ciclo}$  (Tabela 6).

**Tabela 6:** Dados da média, erro padrão e intervalo de confiança para a produção de cistos (g/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação, em duas épocas e as combinações (inoculação : época).

Tratamento	Repetições N	Média $\bar{X}$	Erro Padrão S	Intervalo de Confiança	
				Min.	Max.
<b>Inoculação</b>					
Sem Inoculação	4	7,75	2,31	1,80	13,69
Com Inoculação	4	20,75	2,31	14,80	26,69
<b>Época</b>					
Maio	4	15,00	2,31	9,05	20,94
Outubro	4	13,50	2,31	7,55	19,44
<b>Combinação</b>					
Sem Inoc. / maio	2	7,50	3,52	2,63	17,63
Com Inoc. / maio	2	22,50	3,52	12,37	32,63
Sem Inoc. / outubro	2	8,00	3,52	2,13	18,13
Com Inoc. / outubro	2	19,00	3,52	8,87	29,18
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>14,25</b>	<b>1,76</b>	<b>6,50</b>	<b>24,39</b>

Min=Mínimo; Max=Máximo; Inoc=Inoculação.

Na Tabela 7, a ANOVA com  $P < 0,05$  mostra que existiu diferença significativa para o fator de variação Inoculação com ( $P < 0,01$ ) e não existiu diferença significativa para o fator época ( $P < 0,67$ ).

**Tabela 7:** Análise de variância (ANOVA) com  $P < 0,05$  do modelo fatorial para a produção de cistos (g/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação e em duas épocas.

Fator de Variação	GL	SQ	QM	F	NS
Inoculação	1	338,0	338,0	15,79	0,01
Época	1	4,5	450,0	0,21	0,67
Resíduo	5	107,0	21,40		
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>449,50</b>			

GL= Grau de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio; F = Teste Fisher; NS= Nível de significância.

De acordo com a Tabela 8, verifica-se que a diferença entre os tratamentos para produção de cistos foi significativa ( $P < 0,05$ ). Pelos resultados, observou-se que a inoculação com 2 g de cistos elevou a média de produção de cistos/viveiro/ciclo para  $20,75 \pm 2,31$  g, superior a  $7,75 \pm 2,31$  g naqueles sem inoculação.

**Tabela 8:** Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de cistos de *D. brasiliensis* sem inoculação e com inoculação.

Tratamento	Média	
Sem inoculação	7,75	b
Com inoculação	20,75	a

Letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferença significativa para a interação inoculação x época para produção de cistos, o que quer dizer que o efeito dos dois tratamentos é o mesmo, independente da época (Tabela 9).

**Tabela 9:** Análise de variância ANOVA entre a combinação inoculação : época para cistos.

Fator de Variação	GL	SQ	QM	F	NS
Combinação	3	350,50	116,83	4,72	0,08
Resíduo	4	99,00	24,75		
Total	7	449,50			

GL= Grau de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio; F = Teste Fisher; NS= Nível de significância.

### 3.4.3 Produção de biomassa

O total de biomassa obtido foi de 65 Kg, durante os 15 dias de cultivo do mês de maio, e de 41,5 Kg, durante os 15 dias de cultivo do mês de outubro. Pelos resultados obtidos, verificou-se que é possível produzir em torno de 2.000 Kg de biomassa de branchoneta por hectare ano. A produção média de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) produzida com diferentes tipos de inoculação (com inoculação e sem inoculação), em duas épocas (maio e outubro) e as combinações (inoculação : época), é apresentada na Tabela 10.

Aplicando-se a análise de variância (ANOVA) com  $P < 0,05$  do modelo fatorial para a produção de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) observou-se que houve diferença significativa para o fator de variação Inoculação ( $P < 0,0002$ ), bem como para o fator época ( $P < 0,0026$ ), conforme Tabela 11.

**Tabela 10:** Dados da média, erro padrão e intervalo de confiança para a produção de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação, em duas épocas e as combinações (inoculação : época).

Tratamento	Repetições N	Média $\bar{X}$	Erro Padrão S	Intervalo de Confiança	
				Min.	Max.
Inoculação					
Sem Inoculação	4	8,00	0,75	6,07	9,92
Com Inoculação	4	18,63	0,75	16,70	20,54
Época					
Maio	4	16,25	0,75	14,32	18,17
Outubro	4	10,38	0,75	8,45	12,29
Combinação					
Sem Inoc. / maio	2	10,25	0,96	7,48	13,01
Com Inoc. / maio	2	22,25	0,96	19,48	25,01
Sem Inoc. / outubro	2	5,75	0,96	2,98	8,51
Com Inoc. /outubro	2	15,00	0,96	12,23	17,76
<b>Total</b>	8	13,31	0,48	11,93	14,69

**Tabela 11:** Análise de variância ANOVA com  $P < 0,05$  do modelo fatorial para a produção de biomassa (Kg/viveiro/ciclo) produzidos com diferentes tipos de inoculação e em duas épocas.

Fator de Variação	GL	SQ	QM	F	NS
Inoculação	1	225,78	225,78	101,19	0,0002
Época	1	69,03	69,03	30,94	0,0026
Resíduo	5				
<b>Total</b>	7	11,15	2,23		

SQ = Soma de quadrados, QM = Quadrado médio, F = Teste Fisher, NS= Nível de significância

De acordo com a Tabela 12, verificou-se que a diferença entre os tratamentos para produção de biomassa foi significativa ( $P < 0,05$ ). Pelos resultados observa-se que ao se inocular com 2 g de cistos a média de produção de biomassa/viveiro/ciclo foi de  $18,63 \pm 0,75$  Kg superior a  $8,00 \pm 0,75$  Kg sem inoculação.

De acordo com a Tabela 13, verifica-se que houve diferença significativa na produção de biomassa entre épocas ( $P < 0,05$ ). No mês de maio, houve uma maior produção de biomassa, com uma média de  $16,25 \pm 0,75$  Kg/viveiro/ciclo, superior a  $10,38 \pm 0,75$  Kg produzidos em outubro.

**Tabela 12:** Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de biomassa de *D. brasiliensis* sem inoculação e com inoculação.

Tratamento	Média	
Sem inoculação	8,00	b
Com inoculação	18,63	a

Letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 13:** Teste Tukey aplicado entre as médias de produção de biomassa de *D. brasiliensis*: época.

Tratamento	Média	
Outubro	10,38	b
Maio	16,25	a

Letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

A ANOVA ( $P < 0,05$ ) indica que houve diferença significativa ( $P < 0,001$ ) para a interação inoculação : época, o que significa que existiu efeito para combinação Inoculação:Época para a produção de biomassa (Tabela 14).

**Tabela 14:** Análise de variância ANOVA entre a combinação inoculação : época para biomassa.

Tratamento	GL	SQ	QM	F	NS
Entre grupos	3	298,60	99,53	53,98	0,001
Resíduo	4	7,37	1,84		
Total	7	305,97			

GL= Grau de liberdade; SQ = Soma de quadrados; QM = Quadrado médio; F=Teste Fisher; NS=Nível de significância

De acordo com a Tabela 15, verificou-se que a combinação “Inoc/Maio” com  $22,25 \pm 0,96$  Kg foi superior às outras combinações, enquanto que a combinação “Sem Inoc./Outubro” com 5,75 Kg foi a de menor representatividade.

**Tabela 15:** Análises múltiplas das médias da combinação inoculação : época com a biomassa de *D. brasiliensis*.

Tratamento	Média	
Sem Inoc./outubro	5,75	c
Sem Inoc./maio	10,25	c b
Com Inoc./outubro	15,00	b
Com Inoc./maio	22,25	a

Letras diferentes entre tratamentos diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Sedimentos

Os viveiros estudados são rasos de modo que a interface sedimento-água assume papel relevante, em função do depósito de material orgânico e inorgânico junto ao sedimento, os quais desenvolvem interações muito importantes com o transporte de solutos e ciclagem dos nutrientes (Costa-Neto, 1990 citado por Silva, 1996).

As características morfológicas do solo onde os viveiros são escavados, em termos de composição granulométrica, textura e conteúdo de matéria orgânica são elementos-chave na interação sedimento-água (Coche, 1986 *apud* Silva 1996).

Os viveiros utilizados neste experimento, no que diz respeito a estes aspectos, estão dentro dos padrões da maioria dos viveiros utilizados para cultivos aquáticos. Identificou-se apenas uma acentuada diferença quanto ao teor de fósforo para o viveiro 15 ( $P = 494 \text{ mg/dm}^3$ ), superior aos demais viveiros que apresentaram uma média de  $124 \text{ mg/dm}^3$  para esse nutriente. Os valores de pH dos solos destes viveiros expressaram sinais leves de acidez, diagnosticando a necessidade de correção, o que pode ser feito através de calagem, prática utilizada em viveiros de aquicultura.

### 4.2. Variáveis físicas e químicas

Nos viveiros analisados a alcalinidade total apresentou valores entre 41 e 63 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , bastante superior a dureza total, que se apresentou baixa, com valores entre 6,73 e 16,03 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Segundo Vinatea (1997) quando a alcalinidade e a dureza total são iguais, o cálcio e o magnésio podem encontrar-se completamente associados com íons bicarbonato e carbonato. No entanto, quando a alcalinidade total da água excede a dureza total, parte do bicarbonato e do carbonato está associada com potássio e sódio, e não somente com o cálcio e o magnésio.

Com relação a este estudo, parte dos íons de bicarbonato e do carbonato da alcalinidade total pode ter se associado com potássio e sódio e, não com o cálcio e o magnésio da dureza, como também parte do cálcio pode ter sido utilizada na formação do exoesqueleto e crescimento das branchonetas.

Brown *et al.*, (1991) citado por Vinatea (1997) estudaram o efeito da dureza da água sobre o crescimento e mineralização do exoesqueleto de juvenis (0,01 – 0,5g) de

*Macrobrachium rosenbergii*, onde os indivíduos foram expostos a níveis de dureza total entre 9 e 326 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. A sobrevivência de 75 a 92% foi alcançada com níveis de 13 a 31 mg/L de CaCO<sub>3</sub>. O crescimento foi máximo em concentrações inferiores de 53 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, sendo que abaixo deste valor, o crescimento não declinou tanto como a níveis superiores. Os camarões submetidos a baixos níveis de dureza depositaram mais cálcio na carapaça que aqueles cultivados em altos níveis de CaCO<sub>3</sub>.

Segundo Chen e Chin (1988) citado por Vinatea (1997), valores aceitáveis de nitrito para pós-larvas de camarão são de 0,57 mg/L. Concentrações altas de nitrito indicam poluição orgânica na água. Sua concentração em todos os viveiros no período de cultivo (0,10 a 0,62 mg/L) está dentro da faixa aceitável para aqüicultura, no entanto os valores superiores a 0,50 mg/L indicam que é preciso precaução.

Quanto ao nitrato (NO<sub>3</sub>), as concentrações foram baixas em todos os viveiros. Isto deveu-se às baixas concentrações de nitrito, pois este é transformado pelas bactérias (*Nitrobacter*) em nitrato, Wickins (1976 citado Vinatea, 1997) constatou que concentrações de 180 mg/L de NO<sub>3</sub> diminuem o crescimento de juvenis de *Macrobrachium rosenbergii* em 50%. Os resultados das análises dos viveiros apresentaram faixas desse nutriente entre 0,20 a 0,39 mg/L.

Segundo Chen e Chin (1988), citado por Vinatea (1997), a concentração de amônia total aceitável para pós-larvas de camarão marinho é de 0,48 mg/L de amônia. A concentração de amônia da água dos viveiros em estudo apresentou valores entre 25,29 e 41,71 mg/L no início do cultivo para todos viveiros, tendo alcançado valores ainda maiores 76,43 e 184,45 mg/L ao término do cultivo. Isto ocorreu, provavelmente, devido ao excesso de matéria orgânica em decomposição, já que a amônia quase sempre é originada dela. A água de chuva também pode favorecer o acréscimo da taxa de amônia na água dos viveiros, porém tal possibilidade foi descartada em virtude de não ter chovido no período. A concentração de amônia teve um acréscimo nos últimos dias do cultivo, provavelmente pela atividade bacteriana que transforma nitrogênio (N<sub>2</sub>) presente na água em NH<sub>3</sub> (amônia), ou pelo excesso de matéria orgânica ou, ainda, pela excreção das branchonetas, que a esta altura já apresentavam uma razoável biomassa na água dos viveiros experimentais.

No viveiro 13, após dez dias de cultivo, houve uma baixa na concentração da amônia. Isto pode ser explicado pelo fato de que as bactérias podem ter transformado parte da NH<sub>3</sub> em nitrito (NO<sub>2</sub>), ou porque as microalgas consumiram este composto.

Com referência ao ortofosfato ( $\text{PO}_4$ ) ou fósforo dissolvido na água, os viveiros 12 e 13 em estudo apresentaram concentrações altas, com valores compreendidos entre 315,28 e 352,60  $\mu\text{g/L}$  no início do cultivo e com valores semelhantes ao final. Os viveiros 14 e 15 apresentaram valores normais no início do cultivo 136,19 e 77,17  $\mu\text{g/L}$  e 95,42 e 33,30  $\mu\text{g/L}$  no final, respectivamente. Os altos valores de fósforo nos viveiros 12 e 13 deveram-se, provavelmente, a uma maior concentração de matéria orgânica em decomposição, aliada ao fato destes viveiros apresentarem solos mais argilosos influenciando na maior concentração de matéria orgânica. Os viveiros 14 e 15 receberam as mesmas quantidades de adubação orgânica, no entanto em virtude da textura de seus solos, podem ter influenciado na concentração de matéria orgânica e, por conseguinte, na concentração do fósforo. Outro fator também dessa alta taxa de fosfato deveu-se ao fato do consumo das algas pelas branchonetas, imediatamente após eclosão, evitando assim a utilização do fosfato pelas algas.

O oxigênio dissolvido na água apresentou valores mínimos e máximos de 7,35 e 9,90  $\text{mg/L}$ , respectivamente. A média destes valores ficou em torno de 8  $\text{mg/L}$  de oxigênio dissolvido para todos os viveiros. Estes valores correspondem a uma condição compatível com as necessidades metabólicas dos organismos aquáticos, pois viveiros contendo valores acima de 4  $\text{mg/L}$  de oxigênio dissolvido apresentam boas condições para a criação de organismos aquáticos (Sipaúba-Tavares, 1995).

O pH no período do cultivo permaneceu na faixa compreendida entre 8 e 8,5 e nesta faixa, o *D. brasiliensis* teve um bom desenvolvimento. Segundo Sipaúba-Tavares e Rocha (2001) esta faixa não é ideal para Rotifera, Copepoda e Cladocera.

Quanto à temperatura da água, foi observado que ela permaneceu entre 26 a 31  $^{\circ}\text{C}$ , havendo um aumento no número de Copepoda, Cladocera e Rotifera, estando os resultados de acordo com as faixas ideais de temperatura para esses animais, de acordo com as descritas por Sipaúba-Tavares e Rocha (2001). Tais temperaturas coincidem com as identificadas por Walsche *et al.* (1991) como as melhores para a espécie *Streptocephalus proboscideus*, da mesma família do *D. brasiliensis*, citado por Gonçalves (2001).

A transparência da água no início do cultivo apresentou baixos valores (< 20 cm) e apresentando valores superiores (>50 cm) no final do cultivo. Tal fato era esperado em virtude da ação filtradora das branchonetas.

### 4.3. Variáveis biológicas

#### 4.3.1 Plâncton

Para uma maior produção de cistos de *Dendrocephalus brasiliensis*, urge que se conheça a preferência alimentar desses pequenos animais, como também suas necessidades nutricionais. Vários organismos podem ser cultivados para alimento.

Segundo Walsche *et al.* (1991), o crescimento somático do Anostraca *Streptocephalus proboscideus*, teve bom desenvolvimento quando alimentado com *Chlorella vulgaris*, a uma temperatura entre 26 a 31<sup>o</sup>C, porém a sobrevivência foi muito baixa para temperaturas abaixo de 29<sup>o</sup>C. Quando alimentados com *C. vulgaris*, tiveram um incremento alcançando um platô depois de 8 a 11 dias em temperaturas entre 26 a 31<sup>o</sup>C. O maior sucesso foi quando alimentados com várias fontes de alimentos. Quando alimentados somente com *Spirulina platensis*, conferiu um resultado insatisfatório expresso por baixa produção de cistos e alta mortalidade. Algas verde-azuladas e filamentosas devem ser excluídas da formulação de dietas, por causa da provável toxicidade. A adição de várias algas (exceção cianobactérias) e/ou lodo geralmente aumentam a produção.

Entre as algas estão as clorofíceas *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus gracilis* e *Monoraphidium dybowskii*. Entre os animais, os rotíferos (*Brachionus* sp.), os cladóceros (*Moina* sp., *Ceriodaphnia* sp., *Diaphanosoma* sp. e *Daphnia* sp.) e os copépodes (náuplios e copepoditos), principalmente os herbívoros, como *Argyrodiaptomus furcatus* (Rocha e Sipaúba-Tavares, 1994), *Notodiaptomus iheringi* e *N. coniferoides* (Espíndola, 1995 citado por Sipaúba-Tavares e Rocha, 2001). Outras possibilidades para se dispor de alimento são o congelamento do mesmo ou a produção em larga escala de ovos de resistência, secos e em pó.

Os resultados das análises dos conteúdos intestinais mostraram que *D. brasiliensis* tem preferência alimentar entre o fitoplâncton por Cyanophyta, Chlorophyta e Chrysophyta. Quanto a Bacylariophyta existente na água dos viveiros, não foi encontrada em seu conteúdo intestinal. Entre as cianofíceas consumidas por *D. brasiliensis*, estava *Mycrocystis aeruginosa*. Esta alga tem sido responsável pelo percentual de 40,7% da densidade fitoplanctônica na água colhida para análise no reservatório de Itaparica, precisamente na localidade Barra do Tarrachil. Esta alga pode causar o fenômeno chamado de “flores d`água,” ocasionando a morte dos peixes por

asfixia ou envenenamento (HIDROSERVICE, 1987). Entre os organismos do zooplâncton, foi verificada a presença de rotíferos, protozoários, bivalves e crustáceos. Também foi presenciado muco e detritos orgânicos. Estes resultados expressam semelhança com os encontrados quando da análise do plâncton da água dos viveiros.

#### 4.3.2 Clorofila *a*

O emprego da clorofila *a*, como indicador da condição trófica em viveiros de aqüicultura é cada vez mais freqüente. Em viveiros de piscicultura fertilizados e refertilizados, durante um cultivo de tambaqui, *Colossoma macropomum*; Ördög (1988) citado por Silva (1996), observou variações crescentes para clorofila *a*, desde 30 no início, até 95 mg/m<sup>3</sup>.

Os dados de clorofila *a* da água dos viveiros estudados, mostraram claramente a existência de oscilações em suas concentrações (0 a 238,82µg/L) em todos os viveiros durante o ciclo de 15 dias, nos dois períodos de cultivo (maio e outubro). Os resultados da análise de clorofila *a* diagnosticaram uma diminuição de concentração à medida que as algas também diminuíram nos viveiros, resultante da ação filtradora das branchonetas.

Essas variações em suas concentrações em um curto intervalo de tempo indicam instabilidade no ambiente de cultivo, necessitando acompanhamentos contínuos na qualidade da água.

Aos 13 dias de cultivo, o número de organismos do plâncton foi reduzido consideravelmente. Esta redução pode estar associada à longevidade dos organismos ou também com a diminuição do alimento, visto que o *D. brasiliensis* em grandes quantidades filtram algas, bactérias e outras formas de alimento, e pode ter contribuído assim, com essa redução no número de organismos, ao final do cultivo.

#### 4.4. Considerações gerais sobre o *D. brasiliensis*

Quanto ao porte alcançado pela branchoneta, foi verificado que estes crustáceos podem alcançar em 15 dias de cultivo em condições propícias, comprimento entre 1,5 e 2,0 cm, conferindo-lhe vantagem sobre o branquiópoda *Artemia* sp., considerado o principal expoente desse grupo e que apresenta comprimento total em torno de 1,0 cm. Este fator confere à branchoneta um maior rendimento de biomassa e que poderá ser

ministrada como alimento vivo ou congelado para peixes carnívoros e/ou outras espécies de peixes, como os ornamentais.

Porém, para um crescimento satisfatório, há necessidade de se conhecer as exigências nutricionais do *D. brasiliensis*, como também sua preferência alimentar. Pesquisadores têm desenvolvido trabalhos visando encontrar a temperatura ideal para sobrevivência e crescimento em Anostraca, aliado a diferentes alimentações.

Segundo Rabet e Thiéry (1996) os *Dendrocephalus* podem habitar ambiente típicos como os viveiros de cultivo de peixes jovens, particularmente com Tilapia. Contudo, nos viveiros da Estação de Piscicultura de Paulo Afonso, dados dos últimos cinco anos mostram que nesses viveiros, só foram encontrados *D. brasiliensis*, onde foram cultivados alevinos de curimatãs, tambaquis e carpas. Um único caso de coleta de *Dendrocephalus brasiliensis* em viveiro de tilápia do Congo, *Tilapia rendalli*, na EPPA, ocorreu em 1998 com a coleta de 6.800g desse microcrustáceo nos primeiros dias de cultivo desta *Tilapia*.

Em diversos viveiros onde se pratica normalmente acasalamentos em tilápia do nilo, *Oreochromis niloticus*, jamais foi observada a presença da branchoneta. Conforme trabalhos já publicados nesse sentido, as tilápias são apreciadoras desse pequeno crustáceo como alimento vivo ou inerte, Santos *et al.* (2000).

O comprimento dos náuplios de *Dendrocephalus*, que logo após a eclosão medem aproximadamente 360  $\mu\text{m}$ , e segundo Vinatea *et al.* (1991) existe a dificuldade da protozoa III em capturar náuplios GSL com 530  $\mu\text{m}$ , enquanto os náuplios de Macau/RN com 428  $\mu\text{m}$  ou da baía de São Francisco (SFB) com 431  $\mu\text{m}$ , são mais fáceis de serem capturados pelas larvas de *Farfantepenaeus paulensis*. Assim sendo, isto mostra que o comprimento da branchoneta na sua fase inicial facilita sua captura, aumentando seu aproveitamento como alimento.

Lalljie *et al.* (1996), no Laboratório de Ecologia Animal da Universidade de Ghent, na Bélgica, cultivaram crustáceos das espécies *Streptocephalus proboscideus*, *S. torvicornis*, *Thamnocephalus platyrus* e *Chirocephalus diaphanus*, visando conhecer a composição iônica na hemolinfa das citadas espécies, em virtude do conhecimento da produção de ovos de resistência desses animais no meio, gerados quando de instabilidades ambientais. No entanto, esses ovos (cistos) são resistentes dentro de certos limites nas trocas de concentrações iônicas com o meio. Durante o referido

estudo, cistos dessas quatro espécies foram cultivados e os náuplios após eclosão foram criados tendo como base de alimento a alga *Scenedesmus*.

#### 4.5. Produção de cistos

Os Cistos de *D. brasiliensis*, quando produzidos em grande escala, serão mais uma opção de alimento vivo para a aqüicultura. A oferta e a procura (esta última já existente nos dias atuais) por este produto influenciarão os preços de cistos de *Artemia* sp. e as alterações do preço influenciarão a oferta e a demanda de modo recíproco.

*D. brasiliensis*, assim como *Artemia* sp., também poderá ser oferecida ao mercado consumidor sob a forma de biomassa ou de cistos desidratados.

A *Artemia* sp. apresenta valor protéico de 61,60% e comprimento médio de 11,00 mm (De Silva, 1995 *apud* Correia, 1998). A branchoneta, com seu valor protéico e comprimento atingindo 67,05% e 23,25 mm, respectivamente, supera os valores da *Artemia* sp. e apresenta qualidade para suprir as necessidades protéicas, não só de peneídeos e/ou alevinos de espécies carnívoras, mas de qualquer outro animal aquático com potencial para o cultivo.

No caso da carcinicultura e da piscicultura, a oferta de alimento vivo ainda é problemática, e hoje muitos países do mundo ainda dependem de cistos de *Artemia* sp., sendo essa demanda maior do que a oferta. Nesse caso, a procura influencia no preço que hoje ainda é muito alto para esse insumo, já chegando a custar US\$ 180/Kg.

O número de cistos é proporcional ao tamanho da fêmea (Gráfico 4). Para uma otimização da média de produção de cisto/fêmea, é fundamental que o processo para a liberação de cisto só seja efetuado quando as fêmeas de branchoneta atingem tamanhos médios de 1,5 cm, que nos moldes testados, corresponde a 15 dias de cultivo.

Estima-se que o quilo de cistos, depois de limpos, desidratados e embalados, possa ser vendido a um preço semelhante ao da *Artemia* sp. tipo B, procedente do Great Salt Lake de Utah (EUA), com taxa de eclosão entre 70 a 85%, ou seja, a um custo de US\$ 50/Kg.

Os cistos de branchoneta precipitam até o fundo do ambiente aquático logo após sua liberação, fato este que não ocorre com os cistos de *Artemia* sp. que são flutuantes.

Por esta razão a técnica de coleta de cistos de branchoneta difere da utilizada para *Artemia* sp.

Uma vez dominada a técnica de produção de cistos de *D. brasiliensis*, poderão ser determinadas medidas de manejo adequadas para a exploração racional desta espécie, suprimindo totalmente ou em parte, a carência de alimento vivo para o desenvolvimento da aqüicultura.

Tem-se na região Nordeste do Brasil várias áreas com condições climatológicas e hidrológicas que favorecem o desenvolvimento e o cultivo de cistos e biomassa de branchoneta (Olivera, 2000).

Desta forma, nas condições ambientais testadas e respaldado nas análises estatísticas (Tabelas 6, 7, 8 e 9 ), é possível uma produção de 2.075 g de cistos/ha/ano, considerando vinte ciclos anuais e 66 dias para a preparação de viveiros. Estes resultados são ínfimos, quando se contrasta com os obtidos por Vinatea (1987, citado por Vinatea 1999), com *Artemia franciscana* (cepa de Macau) em cultivos realizados no município de Acaraú- CE, Brasil, com uma produção média de 0,5 Kg de cistos processados/ha/dia.

Considerando que os resultados apresentados foram os primeiros alcançados nesse sistema semi-intensivo, onde não foram utilizados rações ou suplementos alimentares na alimentação desses anostráceos, mas somente alimento natural, vislumbra-se nesse microcrustáceo uma excelente fonte alternativa de alimento para utilização na aqüicultura.

#### **4.6. Produção de biomassa**

O inconveniente do nascimento natural de *D. brasiliensis* deve-se ao fato da falta de controle e do desconhecimento do total de náuplios a ser eclodido, provocando muitas vezes um atrofiamento dos exemplares, quando a densidade após a eclosão supera 500 náuplios/m<sup>3</sup>. Isto induz a uma biomassa composta de minúsculos animais, contribuindo para a diminuição dessa biomassa pelo escape de animais no ato da coleta. No caso contrário, ou seja, sob densidade de animais controlada via inoculação de cistos e com controle da qualidade da água do ponto de vista físico, químico e biológico, obtém-se um rápido crescimento nas branchonetas, propiciando produção de biomassa e de cistos em quantidade desejável.

Este trabalho é de suma importância para a região semi-árida do Nordeste Brasileiro, onde esta produção é obtida de uma forma simples, tornando este sistema de cultivo bastante atrativo para a larvicultura de peixes, camarões e de outros animais aquáticos cultiváveis.

Quanto à biomassa de branchonetas, em virtude de sua alta qualidade nutricional, com níveis de proteína em torno de 67% (Lopes, 1998), quando limpa de impurezas e congelada pode ser comercializada entre US\$ 1,50 e 4,00/Kg, tendo como principais clientes os laboratórios de produção de larvas de camarões, aquarofilistas, ranicultores e criadores de peixes carnívoros.

Nas condições ambientais testadas e respaldadas nas análises estatísticas (Tabelas 10, 11, 12, 13, 14 e 15), é possível uma produção de 1.863 Kg de biomassa/ha/ano, considerando vinte ciclos anuais e 66 dias para a preparação de viveiros. Com este resultado, para a produção de biomassa de *D. brasiliensis*, reconhece-se que se trata de uma produção que precisa ser melhor investigada, visando resgate de maiores produtividades. A produção de 5.764 Kg/ha/ano de biomassa de *Artemia* sp. cultivada em tanques de 0,17 ha, obtida por Castro (1993) citado por Vinatea (1999) no México, mostra-se significativamente superior. No entanto, classifica-se o resultado deste trabalho como “promissor” ao se registrar a produção de 1.864 Kg/ha/ano de biomassa (peso úmido).

Os resultados deste trabalho serão aplicados principalmente na carcinicultura e na piscicultura, visando mitigar um sério problema pelo qual passa a aqüicultura mundial que é a obtenção por alimento vivo.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem que é possível a produção em cultivo de cistos e biomassa de branchoneta, *Dendrocephalus brasiliensis*.

Com este estudo concluiu-se que, com o cultivo de branchoneta *D. brasiliensis*, em viveiros é possível se produzir 2.075 g/cistos/ha/ano e 1.863 Kg/biomassa/ha/ano.

## 6. RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados obtidos, é recomendada a utilização de rede de náilon de malha com 1 mm de diâmetro, para coleta de maior quantidade de biomassa.

Definindo-se as exigências nutricionais desse microcrustáceo, através de estudos mais apurados, deve ser verificada outras formas de alimento, visando aumento na produção de biomassa e conseqüentemente de cistos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>a</sup> ed., Washington, APHA. 1995.
- BELK, D. e COLE, G. A. Adaptational biology of desert temporary-pond inhabitants. **In:** Neil F. Hadley (Editor), **Environmental Physiology of Desert Organisms**. Dowden, Hutchinson e Ross, Inc., Pennsylvania, USA., 207-226. 1975.
- BOYD, C.E. **Water quality management pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 318.
- BOWMAN, T.E. e ABELE, LAWRENCE, G. **Systematics, the Fossil Record, and Biogeography**. Cap. I Editor Dorothy E. Bliss. 1982.
- CÂMARA, M.R. Artemia no Brasil: do extrativismo ao cultivo. **Panorama da Aqüicultura**. v. 10, n. 62, p.15 – 19, nov-dez. 2000.
- COHEN, R.G. **Crustacea Anostraca in:** Lopretto e Tell (Eds.) **Ecosistemas de Águas Continentais: Metodologia para su Estudio**. La Plata, Editiones SUR – Tomo II. P. 871-895, 1995.
- CORREIA, E.S. Influência da Alimentação Natural no Cultivo Semi-intensivo do Camarão *Macrobrachium rosenbergii*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 1998.
- FELFÖLDY, L.; SZABO, E.; TOTHL, L. **A biológiai vizminősítés**. Budapest, *Vizügyi Hidrobiológia Vizdok*, (160): 258. 1987.
- GOLTERMAN, H .J.; CLYMO, R .S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London, Blackwell Sci. Pub. 214 p. (IBP Handbook, 8). 1978.
- GONÇALVES, J. L. **Remoção de algas via alimentação pelo microcrustáceo *Dendrocephalus brasiliensis* (Crustácea: Anostraca)**. (Dissertação de pós-graduação em Tecnologias Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, Mato Grosso do Sul. 64p. 2001.
- HIDROSERVICE. Estudos ambientais: **Diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento da Usina Hidro Elétrica de Itaparica**. v. 2. 409p. 1987.
- IGARASHI, M. A; ARAGÃO. L.P; CARVALHO. M.C.de. **Aspectos para o desenvolvimento da Aqüicultura**. Centro de Tecnologia em Aqüicultura – CTA, Universidade federal do Ceará. Fortaleza, 1999.
- KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim. 117-187. 1976.

KUBITZA, F. Preparo de rações e estratégias de alimentação no cultivo intensivo de peixes carnívoros. **Anais do Simpósio Internacional sobre Nutrição de peixes e crustáceos**. Campos do Jordão – SP. p. 91-115. 8 a 10 de novembro de 1995.

LALLJIE, S.P.D; VINDVOGEL, J; MURUGAN, G; DUMONT, H; e SANDRA, P. Determination of ions, amino acids/amines in the haemolymph of fairy shrimps by capillary electrophoresis with indirect UV and laser-indirect fluorescence detection. **Hydrobiologia**. v. **319**, p. 103-109, 1996.

LOPES, J.P. **Considerações sobre a branchoneta, *Dendrocephalus brasiliensis*, (Crustacea, Anostraca, Thamnocephalidae) como fonte Alternativa na Alimentação de alevinos Espécies Carnívoras**. 39p. Monografia de Especialização em Aqüicultura. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 1998.

LOPES, P. J., SILVA. N. L.A., SANTOS. G. J. A., TENÓRIO. A. R. Branchoneta uma notável contribuição a larvicultura e alevinagem de peixes carnívoros de água doce. **Panorama da Aqüicultura**, v. **8** n. 50 p.31-34, nov-dez.1998.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. Water analysis: some revised methods for limnologists. Scient. Public. London, n. 36: 121p. 1978.

NUSCH.E.A. Compararison of diferent methods for chlorophyll and phaepigment determination. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, n. 14: 14-36. 1980.

NUNES, A.J.P. Alimentação para camarões marinhos. **Panorama da Aqüicultura**. v. **10**, n. 62, p.25 – 31, 2000.

OLIVERA, A.G, SILVA, M.D.C.O e SANTOS, A.J.G. Reproductive potencial of *Dendrocephalus brasiliensis* and its use in *Litopenaeus vannamei* larval feeding. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 4p. 2000.

OLIVERA, A.G. Os Moluscos Bivalves e a Biorremediação dos Impactos da Carcinicultura. **Panorama da Aqüicultura** v. **11**, n. 65 p. 37 – 39, mai-jun, 2001.

RABET, N; THIERY, A. The neotropical genus *Dendrocephalus* (Anostraca: Thamnocephalidae) **in**: Brazil (South America), with a description of two new species. **J. Nat. Hist.**, v. **30**, p. 479-503, 1996.

ROCHA, P.I. Agronegócio do camarão cultivado. Revista Brasileira da ABCC. Ano 2, nº 01. Recife –PE. P. 23 - 30. 2000.

SANTOS, A.J.G; LOPES, J.P; TENÓRIO, R.A. MENDES, P.P. Efeitos do Microcrustáceo Branchoneta, *Dendrocephalus brasiliensis*, no Crescimento da Tilápia, *Oreochromis niloticus*, durante a fase Juvenil. **In**: 5º ISTA, Rio de Janeiro. ANAIS:. Rio de Janeiro: Tilapia Aquaculture in the 21<sup>st</sup> Century. v.1. p.95-100. 2000.

SALIM, J. Panorama da Aqüicultura Potiguar – sua importância e perspectivas de crescimento. **Panorama da Aqüicultura**. v. 12, nº 69, p. 39 – 33, jan – fev. 2002.

SILVA, A.L.N. da. **Tilápia vermelha (Híbrido de *Oreochromis spp* e Camorim, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792): Aspectos biológicos e cultivo associado na região nordeste do Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos). 200p. 1996.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Análise da seletividade alimentar em larvas de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Tambacu (Híbrido, Pacu - *Piaractus mesopotamicus* - e Tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos zooplancônicos. **Acta Limnológica Braziliensia**, v. 6, p. 114 - 132, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., Rocha, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório, **Biotemas**, v. 7, p. 46 - 56, 1994.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Limnologia aplicada à aqüicultura. **Boletim Técnico nº 1**. Centro de Aqüicultura, UNESP. 71p.1995.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., ROCHA, O. **Produção de Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de Organismos Aquáticos.** São Carlos. Ed. RiMa,.106p. 2001.

SOUZA, F.E.S e CÂMARA. M.R. Contribuição ao Estudo de *Dendrocephalus brasiliensis*, Pesta 1921 (Crustacea: Anostraca: Thamnocephalidae) no Nordeste do Brasil. **Boletim do DOL/UFRN**, Natal, RN. 1998.

VANHAECKE, P.; TACKAERT, W. e SORGELOOS, P. The biogeography of *Artemia*: an updated review. **In: Artemia research and its applications. Morphology, genetics, strain characterization, toxicology.** Universa Press, Wetteren. P. 129-155. 1987.

VINATEA, J. E; OLIVERA, A; VINATEA, L. Produção de Biomassa de *Artemia sp.* em Tanques de Concreto com duas Densidades, Utilizando Fertilizantes Inorgânicos e Suplemento Alimentício Farelo de Soja. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias – Departamento de Aqüicultura. 1991.

VINATEA, L.A. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura.** Editora da UFSC. Florianópolis. 165p.1997.

VINATEA, L. **A Manual de Producción de Artemia (quistes y biomassa) en Módulos de Cultivo: Proyecto II – A/2 “Localization, Caracterización y Evaluación del potencial extractivo de Artemia en Ibero – America con Destino a la Acuicultura”.** México, Universidad Autónoma Metropolitana/Unidad Xochimilco división de Ciencias Biológicas y de la Salud. 66 p. Septiembre de 1999.

WALSCHKE, D. C; MERTENS. J., DUMONT. J. H. Observations on temperature optimum, cyst production and survival of *Streptocephalus proboscideus* (Frauenfeld 1873) (Crustacea: Anostraca), fed different diets. **Hydrobiologia**. v. 212, p. 31-26, 1991.

WOUTERS, R; LAVENS, P; CALDERÓN. La inclusión de harina de biomasa de *Artemia* en dietas artificiales para reproductores *Penaeus vannamei*. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas, CENAIM, *Campus* Politécnico. Guayaquil, Ecuador. 11p. 1998.