

PATRÍCIA DE SOUZA LIMA CUNHA

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS TRATADOS EM LAGOAS  
DE ESTABILIZAÇÃO PARA O CULTIVO DE ALEVINOS DE TRÊS  
ESPÉCIES DE CARPAS E CURIMBATÁ-PIOA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C972u  
2012

Cunha, Patrícia de Souza Lima, 1981-

Utilização de esgotos sanitários tratados em lagoas de estabilização para o cultivo de alevinos de três espécies de carpas e curimatá-pioa / Patrícia de Souza Lima Cunha. – Viçosa, MG, 2012.  
xiv, 147f. : il. ; (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Peixe - Criação. 2. Água - Reúso. 3. Águas residuais - Aspectos ambientais. 4. Água - Qualidade. 5. Plancto de água doce. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

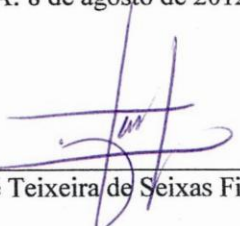
CDD 22. ed. 639.31

PATRÍCIA DE SOUZA LIMA CUNHA

**UTILIZAÇÃO DE ESGOTOS SANITÁRIOS TRATADOS EM LAGOAS  
DE ESTABILIZAÇÃO PARA O CULTIVO DE ALEVINOS DE TRÊS  
ESPÉCIES DE CARPAS E CURIMBATÁ-PIOA**

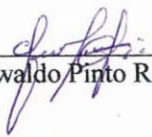
Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 8 de agosto de 2012.



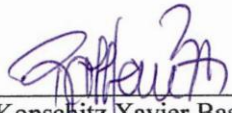
---

José Teixeira de Seixas Filho



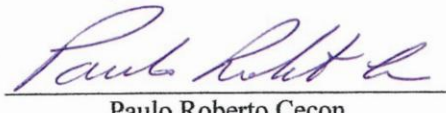
---

Oswaldo Pinto Ribeiro Filho



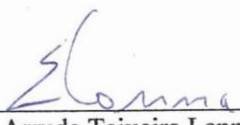
---

Rafael Kopschitz Xavier Bastos  
(Coorientador)



---

Paulo Roberto Cecon  
(Coorientador)



---

Eduardo Arruda Teixeira Lanna  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio dos Departamentos de Zootecnia (DZO) e Engenharia Civil (DEC), pela acolhida e oportunidade de realização deste curso.

Ao Professor Orientador Eduardo Arruda Teixeira Lanna, pela orientação, amizade e incentivo.

Ao Professor Rafael Bastos pela compreensão, contribuição acadêmica e fundamental ajuda nos momentos mais difíceis.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon pela amizade e valiosa contribuição nas análises estatísticas para a conclusão deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa do curso de Doutorado e ao Programa de Doutorado no País com estágio no exterior (PDEE) pela bolsa de estudo concedida durante o Estágio de Doutorando no Exterior.

Ao Departamento de Zootecnia/UFV, pelo financiamento da pesquisa.

À Auburn University, Faculdade de Agricultura, Departamento de Pesca e Aquicultura/Centro Internacional de Aquicultura e Ambientes Aquáticos, pela realização do estágio de doutorando no exterior.

Ao Professor Claude Boyd, pela orientação e colaboração no desenvolvimento do projeto em seu laboratório de pesquisa.

Aos Professores Ann Mounteer, Paulo César Brustolini, Oswaldo Pinto Ribeiro Filho e Walter Okano pela participação, sugestões e críticas apresentadas durante o curso de pós-graduação e condução desta pesquisa que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos da pós-graduação, em especial a Adriana, Guilherme, Fabrício, Moisés, Felipe e Rafael pela ajuda e convivência. Aos estagiários Nirlane, Heloíza, Gustavo, Lorena, Amanda, Ágatha, Marco Antônio e Lídia pela amizade e ajuda na condução do experimento. A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, pelo auxílio durante todo o período do curso.

Aos meus pais, Magno e Ana Maria, pelo carinho e ensinamentos ao longo da vida. Ao meu irmão Luciano e minha cunhada Michelle, pelos conselhos e sincera amizade.

Às minhas amigas Carla, Priscila, Wanilza, Raquel e Frankie pela amizade e companheirismo.

## BIOGRAFIA

PATRÍCIA DE SOUZA LIMA CUNHA, filha de Magno de Paula Cunha e Ana Maria de Souza Lima Cunha, nasceu em Ipatinga, Estado de Minas Gerais, no dia 13 de fevereiro de 1981.

Em dezembro de 2005, graduou-se em Ciências Biológicas, pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/Minas, na cidade de Belo Horizonte - MG.

Em junho de 2008, obteve o título de *Magister Scientiae* em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, pela Universidade Federal de Viçosa - UFV, na cidade de Viçosa - MG.

Em julho de 2008, foi admitida no programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, da Universidade Federal de Viçosa - UFV, concentrando seus estudos na área de Limnologia aplicada à Piscicultura e Saneamento Ambiental.

Em 8 de agosto de 2012, submeteu-se aos exames finais de defesa de tese.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	vi
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	viii
<b>RESUMO.....</b>	x
<b>ABSTRACT.....</b>	xii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	1
<b>2. OBJETIVO GERAL.....</b>	4
2.1. Objetivos específicos.....	4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	5
<b>3.1. Reúso de água.....</b>	5
3.1.1. Reúso na piscicultura.....	9
<b>3.2. Sistemas de lagoas de tratamento de esgotos sanitários.....</b>	12
3.2.1. Lagoas facultativas.....	12
3.2.2. Lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas.....	14
3.2.3. Lagoas de maturação.....	14
3.2.4. Lagoas de polimento.....	15
<b>3.3. Sistemas integrados de lagoas de estabilização - Piscicultura.....</b>	17
<b>3.4. Qualidade da água na piscicultura.....</b>	22
3.4.1. Temperatura.....	22
3.4.2. pH.....	23
3.4.3. Oxigênio dissolvido.....	24
3.4.4. Condutividade elétrica.....	25
3.4.5. Nitrogênio.....	25
3.4.6. Fósforo.....	28
3.4.7. Clorofila <i>a</i> .....	29
<b>3.5. Fornecimento e disponibilidade de alimentos.....</b>	30
3.5.1. Comunidade planctônica em tanques de piscicultura.....	32
3.5.1.1. Fitoplâncton.....	33
3.5.1.2. Zooplâncton.....	36
<b>3.6. Escolha das espécies.....</b>	39
3.6.1. Carpas.....	39
3.6.2. Curimatá-pioa.....	41
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	42
4.1. Unidade experimental.....	42
4.2. Qualidade da água.....	45
4.3. Comunidade planctônica.....	45
4.4. Conteúdo fecal.....	47
4.5. Parâmetros zootécnicos.....	48
4.6. Aspectos sanitários.....	48
4.7. Análises estatísticas.....	48

<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.1. Carpa capim.....</b>	<b>49</b>
5.1.1. Qualidade da água.....	49
5.1.2. Comunidade planctônica.....	52
5.1.2.1. Fitoplâncton.....	52
5.1.2..2. Zooplâncton.....	55
5.1.2.3. Conteúdo fecal.....	57
5.1.3. Parâmetros zootécnicos.....	58
5.1.4. Aspectos sanitários.....	60
<b>5.2. Carpa comum.....</b>	<b>60</b>
5.2.1. Qualidade da água.....	60
5.2.2. Comunidade planctônica.....	64
5.2.2.1. Fitoplâncton.....	64
5.2.2..2. Zooplâncton.....	66
5.2.2.3. Conteúdo fecal.....	68
5.2.3. Parâmetros zootécnicos.....	69
5.2.4. Aspectos sanitários.....	71
<b>5.3. Carpa cabeça grande.....</b>	<b>71</b>
5.3.1. Qualidade da água.....	71
5.3.2. Comunidade planctônica.....	74
5.3.2.1. Fitoplâncton.....	74
5.3.2..2. Zooplâncton.....	76
5.3.2.3. Conteúdo fecal.....	78
5.3.3. Parâmetros zootécnicos.....	79
5.3.4. Aspectos sanitários.....	81
<b>5.4. Curimatá-pioa.....</b>	<b>81</b>
5.4.1. Qualidade da água.....	81
5.4.2. Comunidade planctônica.....	84
5.4.2.1. Fitoplâncton.....	84
5.4.2..2. Zooplâncton.....	86
5.4.2.3. Conteúdo fecal.....	88
5.4.3. Parâmetros zootécnicos.....	89
5.4.4. Aspectos sanitários.....	91
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>92</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>116</b>

## LISTA DE TABELAS

	Página
01. Caracterização de efluentes com vistas à utilização em irrigação e piscicultura.....	8
02. Alguns gêneros de algas encontrados em lagoas facultativas e de maturação.....	34
03. Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água nos Reservatórios (Controle) e nos tanques de criação de alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem.....	49
04. Média e desvio padrão dos valores de temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura para as diferentes densidades de estocagem.....	52
05. Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.....	53
06. Densidade de células (cels mL <sup>-1</sup> ), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	54
07. Densidade de indivíduos (ind.L <sup>-1</sup> ), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	56
08. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem.....	59
09. Média e desvio padrão dos valores de temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura.....	61
10. Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água nos Reservatórios (Controle) e nos tanques de criação de alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem.....	62
11. Relação das Classes e Gêneros do fitoplâncton identificados nos reservatórios e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.....	65
12. Densidade de células (cels mL <sup>-1</sup> ), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	66
13. Densidade de indivíduos (ind.L <sup>-1</sup> ), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	67

14. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem....	69
15. Média e desvio padrão dos valores de Temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura para as diferentes densidades de estocagem.....	72
16. Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água no Reservatório (Controle) e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem ao longo do período experimental...	73
17. Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados no reservatório e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.....	74
18. Densidade de células (cels mL <sup>-1</sup> ), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	75
19. Densidade de indivíduos (ind.L <sup>-1</sup> ), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	77
20. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa cabeça grande para as diferentes densidades de estocagem.....	79
21. Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água no Reservatório (Controle) e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.....	82
22. Média e desvio padrão dos valores de temperatura (T °C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas.....	84
23. Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados no reservatório e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.....	85
24. Densidade de células (cels mL <sup>-1</sup> ), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	86
25. Densidade de indivíduos (ind.L <sup>-1</sup> ), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem.....	87
26. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de curimatá-pioa para as diferentes densidades de estocagem..	89

## LISTA DE FIGURAS

	Página
01. Esquema do ciclo biológico de uma lagoa de estabilização.....	12
02. Ilustração esquemática da configuração e dos processos predominantes em lagoas facultativas .....	13
03. Ilustração esquemática da configuração lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa .....	14
04. Ilustração esquemática da configuração lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa e uma série de lagoas de maturação.....	15
05. Ilustração esquemática da configuração reator UASB seguido por lagoas de polimento.....	17
06. Sistemas de aquíicultura direta e indireta utilizando excreta, esgotos ou compostos .....	20
07. Sistema de fertilização indireta sugerida para implementação no Brasil	21
08. Vista do sistema de tratamento de esgotos: reator UASB e biofiltro aerado submerso.....	42
09. Ilustração esquemática da série experimental de lagoas de estabilização.	43
10. Ilustração esquemática das lagoas 3 e 4, reservatórios e tanques de criação de peixes.....	43
11. Vista da unidade experimental de piscicultura.....	44
12. Arrasto vertical na coluna d'água com rede de plâncton.....	46
13. Microscópio óptico (A) e microscópio estereoscópico (B).....	47
14. Cubas coletoras de fezes e peixes no interior da cesta de acondicionamento.....	48
15. Percentual do fitoplâncton e do zooplâncton encontrados no conteúdo fecal dos alevinos de carpa capim.....	58
16. Ganho de peso dos alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem.....	59
17. Conteúdo fecal dos alevinos de carpa comum.....	68
18. Ganho de peso (GP) e crescimento (comprimento total - CT e comprimento padrão - CP) dos alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem.....	70
19. Conteúdo fecal dos alevinos de carpa cabeça grande.....	78

20.	Ganho de peso e crescimento (comprimento total – CT e comprimento padrão - CP) dos alevinos de carpa cabeça grande para as diferentes densidades de estocagem.....	80
21.	Conteúdo fecal dos alevinos de curimatá-pioa.....	88
22.	Ganho de peso e crescimento (comprimento total - CT e comprimento padrão - CP) dos alevinos de curimatá-pioa para as diferentes densidades de estocagem.....	90

## RESUMO

CUNHA, Patrícia de Souza Lima, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2012. **Utilização de esgotos sanitários tratados em lagoas de estabilização para o cultivo de alevinos de três espécies de carpas e curimbatá-pioa.** Orientador: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Coorientadores: Rafael Kopschitz Xavier Bastos e Paulo Roberto Cecon.

Objetivando-se avaliar a utilização de esgotos sanitários tratados em lagoas de estabilização no cultivo de alevinos de três espécies de carpas e curimbatá-pioa com diferentes densidades de estocagem, foram conduzidos quatro experimentos, na Estação de Tratamento de Esgoto do bairro da Violeira, Viçosa-MG. Os alevinos foram distribuídos em 24 caixas de fibra de vidro com volume útil de 800 L cada, em um delineamento em três blocos ao acaso, com quatro tratamentos (densidades de estocagem: 10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>) e com duas repetições. Os parâmetros de qualidade da água avaliados nos tanques de criação dos peixes e nos reservatórios (afluente) foram: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, fósforo solúvel e total, nitrogênio amoniacal e orgânico, nitrato, sólidos suspensos totais, clorofila *a* e demanda química e bioquímica de oxigênio. Foram identificados e quantificados os principais organismos planctônicos da água dos reservatórios, dos tanques de criação de peixes e no conteúdo fecal dos alevinos. Foi avaliado o ganho de peso, de biomassa, crescimento e a taxa de sobrevivência. Ao final do experimento os alevinos foram triturados sem separar as vísceras e as escamas do músculo para análise de Coliformes Termotolerantes/g. O primeiro experimento foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2010, duração de 40 dias, com alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) com peso inicial de  $0,32 \pm 0,08$  g e comprimento total inicial de  $3,10 \pm 0,27$  cm. O segundo experimento foi realizado nos meses de outubro e novembro de 2010, duração de 40 dias, com alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) com peso inicial de  $0,80 \pm 0,26$  g, comprimento padrão inicial de  $3,24 \pm 0,25$  cm e comprimento total inicial de  $4,07 \pm 0,34$  cm. O terceiro experimento foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2011, duração de 35 dias, com alevinos de carpa cabeça grande (*Hypophthalmichthys nobilis*) com peso inicial de  $0,84 \pm 0,30$  g, comprimento padrão inicial de  $3,66 \pm 0,32$  cm e comprimento total inicial de  $4,46 \pm 0,29$  cm. E o quarto experimento foi realizado nos meses de abril e maio de 2011, duração de 35 dias, com alevinos de curimbatá-pioa (*Prochilodus costatus*) com peso inicial de  $0,88 \pm 0,41$  g, comprimento padrão inicial de  $3,50 \pm 0,49$  cm e comprimento total inicial de  $4,52 \pm 0,58$  cm. O sistema de piscicultura, contíguo às lagoas de

polimento, proporcionou remoção adicional dos nutrientes presentes no efluente para ambos os experimentos. Com o cultivo dos peixes a comunidade planctônica aumentou a densidade fitoplanctônica e reduziu a densidade zooplanctônica, exceto para o experimento com alevinos de carpa cabeça grande que reduziu as densidades tanto do fitoplâncton quanto zooplâncton. A elevação da densidade de estocagem reduziu o ganho de peso, ganho de biomassa e crescimento dos alevinos, exceto para os experimentos com alevinos de carpa capim e curimatá-pioa, os quais apresentaram maior ganho de biomassa para os animais do tratamento com 20 alevinos/m<sup>3</sup>. Tanto a carpa comum como o curimatá-pioa que possuem hábito alimentar onívoro e iliófago respectivamente, espécies que procuram alimento no fundo dos tanques (sedimento) apresentaram níveis elevados de coliformes termotolerantes/g. As lagoas de estabilização, dado seu potencial de remoção de amônia (tóxica aos peixes em concentrações relativamente baixas), de remoção de organismos patogênicos e de produção de plâncton (fonte de alimento para os peixes) são indicadas para atividade de piscicultura.

## ABSTRACT

CUNHA, Patrícia de Souza Lima, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August 2012.  
**Use of domestic sewage treated in stabilization ponds for cultivation of three species of carp and curimbatá-pioa fingerlings.** Adviser: Eduardo Arruda Teixeira Lanna. Co-advisers: Rafael Kopschitz Xavier Bastos and Paulo Roberto Cecon.

The current study was aimed at investigating the cultivation of three species of carp and curimbatá-pioa fingerlings with different stocking densities with sewage effluent treated in stabilization ponds. Four experiments were conducted at Viçosa Sewage Treatment Plant, Viçosa-MG. The fingerlings were distributed in twenty-four 800-L tanks of fiberglass in a randomized block design with three blocks and two replicates, with four treatments (stocking densities: 10, 20, 30 and 40 fingerlings/m<sup>3</sup>). The following water quality parameters of reservoirs (effluent) as a control and fish ponds water was assessed: temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, total and soluble phosphorus, ammonium and organic nitrogen, nitrate, total suspended solids, chlorophyll *a*, chemical and biochemical oxygen demand. The aim phytoplankton and zooplankton organisms found in the fishponds, reservoirs water, and in the fecal content were identified and counted. It was assessed the weight and biomass gain, growth and survival rate of the fingerlings. At the end of the experiment the fingerlings were crushed without separating the viscera and scales from the muscle for fecal coliform / g analysis. The first experiment was conducted in February and March 2010, lasting 40 days, with grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fingerlings with an initial weight  $0.32 \pm 0.08$  g and initial length  $3.10 \pm 0.27$  cm. The second experiment was conducted in October and November 2010, lasting 40 days, with common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings with an initial weight  $0.80 \pm 0.26$  g, initial standard length  $3.24 \pm 0.25$  cm and initial total length  $4.07 \pm 0.34$  cm. The third experiment was conducted in February and March 2011, lasting 35 days, with bighead carp (*Hypophthalmichthys nobilis*) fingerlings with an initial weight  $0.84 \pm 0.30$  g, initial standard length  $3.66 \pm 0.32$  cm and initial total length  $4.46 \pm 0.29$  cm. The fourth experiment was conducted in April and May 2011, lasting 35 days, with curimbatá-pioa (*Prochilodus costatus*) fingerlings with an initial weight  $0.88 \pm 0.41$  g, initial standard length  $3.50 \pm 0.49$  cm and initial total length  $4.52 \pm 0.58$  cm. The fish farming system, contiguous to the stabilization ponds, provided additional nutrients removal in the effluent for both experiments. With fish cultivation the phytoplankton density increased and zooplankton density decreased in the plankton community, except for the

experiment with bighead carp fingerlings which reduced both densities of phytoplankton as zooplankton. The increase of stocking density reduced weight gain, growth and biomass gain of fingerlings, except for the experiments with grass carp and curimbatá-pioa fingerlings, which showed higher biomass gain for treatment with 20 fingerlings/m<sup>3</sup>. Both the common carp as curimbatá-pioa that have omnivorous and iliófago respectively, species that forage on the bottom of the tanks (sediment) showed high levels of fecal coliform/g. The stabilization ponds, given its potential for ammonia removal (toxic to fish at relatively low concentrations), removal of pathogenic organisms and plankton production (food source for fish) are indicated for fish farming activity.

## 1. INTRODUÇÃO

A percepção de que a água doce é abundante não é verdadeira. Somente 3% da água do planeta é disponível como água doce. Destes 3%, cerca de 75% estão congelados nas calotas polares e cerca de 10% estão reservados nos aquíferos. Somente 15% dos 3% de água doce do planeta estão disponíveis. O suprimento global de água tem-se reduzido com o aumento da população e dos usos múltiplos e com a perda dos mecanismos de retenção de água (remoção de áreas alagadas, desmatamento, perda de volume por sedimentação de lagoas e represas) (TUNDISI, 2009).

O Brasil dispõe de cerca de 8% do total de água doce do planeta, porém desigualmente distribuídos no território nacional: enquanto a Amazônia é a maior reserva de água do país, encontram-se graves situações de seca no semi-árido nordestino. A consciência em torno da importância do uso racional da água, da necessidade de controle de perdas e desperdícios e da introdução definitiva da reciclagem da água na agenda nacional (BASTOS, 2003b).

Em função da escassez e distribuição desigual dos recursos hídricos, as possibilidades de reúso da água recebem cada vez mais atenção, por exemplo, por meio da integração de sistemas de tratamento de esgotos sanitários com a piscicultura.

A atividade de piscicultura com esgotos sanitários deve ser sempre estudada como uma utilização controlada de esgotos sanitários, visando o uso seguro do ponto de vista sanitário, sustentável do ponto de vista ambiental e viável do ponto de vista de produção, desde que sejam adotadas técnicas capazes de produzir efluentes tratados, com qualidade adequada a este uso específico. As lagoas de estabilização, dado seu potencial de remoção de amônia (tóxica aos peixes em concentrações relativamente baixas), de remoção de organismos patogênicos e de produção de plâncton (fonte de alimento para os peixes).

Os efluentes tratados em lagoas de estabilização, quando usados na aquicultura, tornam-se uma fonte rica de nutrientes, permitindo alimento de baixo custo e diminuição de impactos nos cursos d'água, mediante a redução do lançamento de cargas de nutrientes.

Os fatores que afetam a diversidade, a sucessão e a abundância de organismos nas lagoas de estabilização, e por consequência, a eficiência do tratamento do esgoto, compreendem: a disponibilidade de substratos e nutrientes; o efeito da interação entre os organismos; as mudanças ambientais de natureza física, como: temperatura, umidade, radiação solar (intensidade e fotoperíodo), e as mudanças nas condições operacionais (OLIVEIRA et al., 1997).

Um das maneiras exequíveis da exploração das proteínas existentes nos efluentes de lagoas de estabilização é o cultivo de peixes filtradores na fase inicial do desenvolvimento, como algumas espécies de carpas e curimba. Dessa forma, seria possível a utilização de energia química armazenada nas algas, através do consumo da carne dos peixes. Evidentemente, na medida em que o peixe consome as algas contidas nas águas, pode-se ter uma melhora na qualidade ambiental do efluente (FELIZATTO, 2000). Avaliar os efeitos nutricionais de diferentes organismos fito e zooplantônicos, como aceitação e digestibilidade, principalmente para espécies filtradoras, como as carpas que podem consumir organismos planctônicos em alta quantidade, ou até mesmo espécies iliófagas como a curimba, que consomem detritos orgânicos e fauna bentônica, bem como avaliar a presença e monitorar organismos encontrados na água utilizada.

Em sistemas de tanques de criação de peixes contíguos às lagoas de estabilização observa-se que a renovação de água não influencia no desempenho de alevinos, porém, a redução da taxa de estocagem eleva o desempenho de alevinos (FREITAS, 2006). Estes resultados também foram encontrados por Pereira (2000), em cultivo de peixes nos estágios iniciais de crescimento com fornecimento de ração.

Com um manejo adequado o sistema de piscicultura passa a agir como uma etapa do processo de tratamento, atuando na remoção complementar de sólidos, matéria orgânica e na reciclagem de nutrientes, contribuindo para a melhoria da qualidade do efluente final e para a minimização do impacto sobre os corpos receptores.

No Brasil são relativamente escassas as informações sobre piscicultura com efluentes sanitários tratados e, neste sentido, idealizou-se avaliar o uso de efluentes sanitários tratados em lagoas de polimento no cultivo de alevinos de carpa capim, carpa comum, carpa cabeça grande e curimbatá-pioa. A presente tese foi elaborada seguindo-se as normas para redação de Tese (UFV, 2000) em forma de texto corrido.

## 2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água, a comunidade planctônica e o desempenho zootécnico do cultivo de alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), carpa comum (*Cyprinus carpio*), carpa cabeça grande (*Hypophthalmichthys nobilis*) e curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) com diferentes densidades de estocagem em esgoto sanitário tratado em lagoas de estabilização.

### 2.1. Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade da água do efluente das lagoas de polimento (água de abastecimento da unidade experimental) e a água descartada como efluente final, após sua utilização em tanques de piscicultura.
- Identificar e quantificar os principais grupos de organismos fito e zooplantônicos encontrados em efluentes sanitários tratados em lagoas de polimento e utilizados em tanques de criação de peixes em escala piloto, e quais desses organismos são ingeridos, digeridos ou não pelos alevinos de espécies de peixes de interesse de cultivo.
- Verificar a densidade de estocagem ideal dos alevinos, o desempenho zootécnico e a sobrevivência dos alevinos.
- Avaliar condição sanitária da qualidade dos alevinos ao final do período experimental e da água de cultivo.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Reúso de água

A demanda crescente por água, o reúso de água deve ser visto, em sua forma mais abrangente, como uma tecnologia que vem contribuir para a minimização do uso dos recursos naturais, uma vez que possibilita a redução da quantidade de água captada dos mananciais, com o aproveitamento das águas residuárias de qualidade inferior para usos menos exigentes. Aliado a esse fato, o reúso diminui a carga de águas residuárias a serem lançadas nos corpos hídricos, reduzindo a sua poluição e favorecendo a sua preservação, além de reduzir os custos do tratamento da água captada desses mananciais para fins potáveis.

O reúso de água é hoje uma alternativa que não pode ser ignorada. Assumir direitos sobre o uso da água tem sido mais fácil do que reconhecer as obrigações de preservá-la e protegê-la, sendo imprescindível criar e, ou fortalecer uma ética da água que implicaria consumir menos, sempre que possível, e proteger os ecossistemas aquáticos. Medidas como conservar, aumentar a eficiência no consumo e reusar, adiam a escassez e podem trazer sustentabilidade ao crescimento populacional (MANCUSO & SANTOS, 2003).

O reúso da água pode ocorrer de forma direta ou indireta, por meio de ações planejadas ou não. De acordo com OMS (1973) tem-se:

- Reúso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída;
- Reúso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável;

- Reciclagem interna: é o reúso da água internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Reciclagem da água é definido como reúso interno para o uso original, antes de sua descarga em um sistema de tratamento ou outro ponto qualquer de disposição. O termo reúso é utilizado para designar descargas de efluentes que são subsequentemente utilizados por outros usuários, diferentes do original.

O reúso de água é definido como sendo o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (LAVRADOR FILHO, 1987). O reúso pode ser classificado em reúso potável e não potável, sendo que uma das formas de reúso não potável seria para fins em aquicultura, o qual consiste na produção de peixes e plantas aquáticas visando à obtenção de alimentos e/ou energia, utilizando-se os nutrientes presentes nos efluentes tratados (WESTERHOFF, 1984).

O desenvolvimento do reúso de água para a aquicultura se deu inicialmente como técnica complementar ao tratamento de esgotos, por meio da utilização de plantas aquáticas, posteriormente foi adotada a utilização de peixes com o objetivo de produção de proteína (MANCUSO & SANTOS, 2003).

A utilização controlada dos esgotos sanitários de maneira segura do ponto de vista sanitário, sustentável e ambiental, e otimizada do ponto de vista de produção de esgotos sanitários apresenta diversas vantagens, conforme abordado por Bastos et al. (2003b), dentre elas cita-se:

1. Constitui uma prática de reciclagem de água, proporcionando alívio na demanda e preservação de oferta de água para outros usos. Em particular, vale ressaltar que no Brasil, como em todo o mundo, a agricultura irrigada corresponde a cerca de 60 até 80% do consumo total de água;

2. Constitui uma prática de reciclagem de nutrientes, proporcionando economia significativa de insumos, por exemplo, fertilizantes e ração animal;
3. Favorece o aumento da produção de alimentos, a recuperação de áreas improdutivas e a ampliação de áreas irrigadas;
4. Contribui para a preservação e a proteção do meio ambiente ao: (a) minimizar o lançamento de esgotos em cursos de águas naturais, prevenindo a poluição, a contaminação e a eutrofização; (b) promover a conservação do solo e a recuperação de áreas degradadas;
5. Auxilia na amenização do clima, na melhoria das condições estéticas e na ampliação de áreas de lazer em zonas urbanas, ao propiciar a irrigação e fertilização de “zonas verdes” tais como: parques públicos, jardins, campos para práticas desportivas, canteiros e arborização de logradouros.

Faz-se necessária uma caracterização detalhada do esgoto para verificar a possibilidade de sua aplicação na irrigação e piscicultura, visto que estão diretamente ligados à saúde pública, pois a população pode vir a se alimentar de culturas irrigadas e, ou cultivadas com esgoto tratado. Na Tabela 1 estão apresentados dados de caracterização de parâmetros importantes para irrigação e, principalmente, para piscicultura, comparando diferentes sistemas de tratamento em relação às características do esgoto bruto.

Nota-se na Tabela 1, com exceção dos efluentes da lagoa de polimento, ao final de uma série de lagoas, o emprego da maioria dos efluentes seria impróprio para aplicação em piscicultura devido a amônia que é, tóxica à maioria das espécies de peixes. De acordo com Kubitzka (2000) quando se tem valores maiores que dois mg/L, de amônia, para a espécie tilápia do Nilo, por um período longo de exposição é observou morte em elevado grau dessa espécie. Entretanto, as elevadas concentrações

de clorofila nos efluentes, especificamente de lagoas, são um bom indicativo do potencial de nutrientes dos esgotos para o cultivo de peixes.

Tabela 1 - Caracterização de efluentes com vistas à utilização em irrigação e piscicultura (BASTOS et al., 2003b)

Parâmetro	Esgoto Bruto <sup>1</sup>	Efluente Primário <sup>2</sup>	Efluente Filtro biológico <sup>2</sup>	Efluente Anaeróbio <sup>3</sup>	Efluente Lagoa de polimento <sup>4</sup>
pH	7	6,8	6,6	6,8-7,3	7,4-9,5
SST (mg/L)	200-400	90	32	20-69	36,2-156,3
DBO (mg/L)	350-400	195	82	58-104	10-74
DQO (mg/L)	500-700	400	212	96-271	48-246
N-org (mg/L)	15-30	28,2	16,8	9,4-31,4	2,5-6,2
NH <sub>3</sub> (mg/L)	20-40	18,7	16	14,8-48,7	3-30
NO <sub>3</sub> (mg/L)	≈ 0	0,5	2,1	0,20-3,40	0,09-3,7
Ntotal (mg/L)	35-70	47,4	34,9	-	5,6-43,2
CE (µS/cm)	1-2	1,3	1,4	0,9-2,3	0,50-1,2
Clorofila (µg/L)	-	-	-	-	1.162-3.796
<i>E. coli</i> (NMP/100 ml)	10 <sup>6</sup> -10 <sup>9</sup>	-	-	10 <sup>5</sup> -10 <sup>8</sup>	10-10 <sup>5</sup>
Ovos de helmintos/L	10-10 <sup>2</sup>	-	-	5-20	ND

ND: não detectado.

1. Valores típicos (von Sperling, 1996; Pettygrove e Asano, 1990), Edital 3, Tema 2 do PROSAB.

2. Valores referentes a um estudo de caso de irrigação com esgotos (Marecos do Monte *et al.*, 1989).

3. Efluentes de reatores UASB e filtros anaeróbios, dados obtidos Edital 3, Tema 2 do PROSAB.

4. Lagoas que recebem efluentes de reatores anaeróbios, Edital 3, Tema 2 do PROSAB.

Os esgotos sanitários podem conter os mais variados organismos patogênicos e em densidades elevadas. Portanto, não restam dúvidas sobre a possibilidade de transmissão de patógenos em qualquer modalidade de reúso da água, colocando em risco diferentes grupos populacionais (BASTOS & BEVILACQUA, 2006).

A Resolução CONAMA n° 357/2005, (Brasil, 2005) não estabelece padrão de lançamento de efluentes em termos de coliformes, mas fixa limites a serem mantidos no corpo receptor dependendo da condição de enquadramento e do uso da água. Para a aquicultura é estabelecido um padrão de qualidade da água de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) propõe as seguintes diretrizes sanitárias para o uso de efluentes sanitários tratados em aquicultura:  $\leq 10^3$  Coliformes termotolerantes por 100 mL no tanque de piscicultura e  $\leq 10^4$  Coliformes termotolerantes por 100 mL no afluente ao tanque; ausência de ovos de trematóides e  $\leq 1$  ovo nematóides L<sup>-1</sup> (WHO, 2006). Como sintetizado em Bevilacqua et al. (2006), tais

recomendações visam a proteção da saúde dos consumidores, trabalhadores e do público com acesso às áreas de cultivo e têm como base os seguintes pressupostos: estima-se uma redução de 1  $\log_{10}$  no tanque de piscicultura; patógenos de origem entérica (fecal) humana (bactérias, vírus e protozoários) podem ser transportados para as escamas, as guelras, o líquido intraperitoneal, as vias digestivas e os músculos dos peixes; a colonização do músculo por bactérias só ocorre quando sua densidade na água estiver acima de  $10^4$ - $10^5$  organismos por 100 mL; isto porque existiriam mecanismos de defesa natural no organismo dos peixes, impedindo que as bactérias consigam romper a barreira do trato intestinal e penetrar nos tecidos.

Portanto, o tratamento de efluentes sanitários com vistas à sua utilização em piscicultura deve alcançar: remoção de DBO compatível com a manutenção da adequada oxigenação em tanques de piscicultura; efetiva remoção de nitrogênio, em particular de amônia, devido à elevada toxicidade deste elemento aos peixes; remoção de organismos patogênicos e indicadores de contaminação compatível com a qualidade da água recomendada para a piscicultura. A remoção de fósforo de fato não é desejada, em virtude do potencial fertilizante deste elemento em viveiros de peixes.

### 3.1.1. Reúso na piscicultura

O tratamento de águas residuárias por lagoas de estabilização utiliza as mesmas potencialidades de qualquer viveiro de piscicultura. Como o objetivo dessa piscicultura é a produção e, conseqüentemente, a melhoria do meio ambiente, deve-se procurar o máximo de produção e a redução dos impactos ambientais, com diminuição da carga de sólidos suspensos (algas, rotíferos, grumos de bactérias e matéria orgânica particulada) e consumo, pelo ambiente dos nutrientes disponíveis na produção de alimento, por meio a cadeia trófica existente (PEREIRA, 2004).

Produzir peixes com esgoto tratado pode, a princípio, parecer desnecessário em um país com dimensões continentais onde em boa parte de seu território há abundância de água. No entanto, além da distribuição desigual da oferta de água no território nacional, a piscicultura com esgotos sanitários constitui fonte alternativa de produção de proteína a baixo custo e, também, numa forma de reciclagem de nutrientes contribuindo para o controle de poluição e de eutrofização dos corpos receptores (BASTOS et al., 2003b).

Um claro atrativo para a utilização de esgotos sanitários na piscicultura é a oferta de água. Considerando uma contribuição *per capita* de esgotos de 150-200 L/hab.dia e uma demanda genérica de água para a piscicultura de 10 L/s.ha, constata-se que os esgotos produzidos por pessoas seriam suficientes para suprir um volume de cultivo de peixes de 1,7-2,3 m<sup>3</sup>, ou seja, uma população de 10.000 habitantes produziria “água” para o cultivo de peixes em 2 ha. Em geral, como dito anteriormente, a criação intensiva envolve taxas de renovação volumétrica diária de água de 10% até 100% dependendo da qualidade da água, da densidade de peixes, de fatores climáticos e da produtividade desejada (BEVILACQUA et al., 2006).

A utilização de excretas, humanos e animais, na piscicultura é prática muito antiga, principalmente na Ásia. Exemplos da utilização de esgotos sanitários são encontrados em várias partes do mundo, na Europa, África, Ásia, América Latina e Oriente Médio; registros de projetos de dimensões consideráveis datam do início do século passado (Índia e Alemanha), ou mais recentes, porém em grande intensidade, a exemplo de Israel (JANA, 1998; EDWARDS, 1992; FELIZATTO et al., 2000b).

Em piscicultura a seleção adequada da espécie de peixe é um fator-chave para utilização efetiva de esgotos sanitários tratados. Peixes onívoros e iliófagos consomem os detritos orgânicos em lagoas fertilizadas com esgoto e desse modo ajudam a diminuir

a produção de gases indesejáveis, aumentando a aerobiose e reduzindo a mortalidade (JANA, 1998).

Segundo Ghosh et al. (1985) as espécies de peixes mais utilizadas em viveiros com condições ambientais adversas são: a carpa comum, carpa prateada, carpa cabeça grande e a carpa capim. Tilápia do Nilo (*Oreochormis niloticus*) tem sido considerada uma espécie apta para cultivo, por tolerar variações no ambiente, tais como, baixas concentrações de oxigênio dissolvido, amplo intervalo de salinidade e concentrações de amônia (NH<sub>3</sub>) relativamente elevadas. As carpas, as quais são mais sensíveis a baixas concentrações de oxigênio dissolvido e alto nível de amônia, necessita de maior quantidade de área de água para crescimento (JANA, 1998).

Utilizando esgotos tratados para produção de tilápias, Ghosh et al. (1980) observaram que a produção não foi afetada mesmo atingindo alto nível de nitrogênio amoniacal de 5,13 mg/L desde que os valores de pH (8,4) e o nível de oxigênio (4,4 mg/L) foram favoráveis para o peixe.

Comparação de três espécies de carpas (prateada, capim e comum) em tanques com esgotos tratados em Nepal revelou maior taxa de crescimento foi da carpa prateada seguida pelas carpas cabeça grande e capim, e a menor foi da carpa comum. A taxa de sobrevivência foi maior para carpa comum, sugerindo que esta espécie é mais tolerante no cultivo em esgotos sanitários tratados (PANTHA & GURUNG, 1990).

Dadas as características dos esgotos sanitários, a viabilidade de seu emprego em piscicultura depende, dentre outros fatores, de uma efetiva remoção de amônia e organismos patogênicos. Esgotos brutos podem conter nitrogênio total da ordem de 30 - 40 mg/L e altas densidades dos mais variados organismos patogênicos (von SPERLING, 2002). , Lagoas de estabilização (e particularmente lagoas de polimento, rasas) podem produzir efluentes adequados à piscicultura, em termos de qualidade microbiológica e físico-química (BASTOS et al., 2002).

## 3.2. Sistemas de lagoas de tratamento de esgotos sanitários

### 3.2.1. Lagoas facultativas

Lagoas facultativas são concebidas como lagoas de estabilização, ou seja, com a finalidade primeira de remoção (estabilização) da matéria orgânica (DBO e DQO). Nessas unidades estabelece-se uma relação de mutualismo entre algas e bactérias, sendo a fotossíntese a principal fonte de oxigênio necessário para oxidação do material orgânico. A produção de oxigênio por fotossíntese durante o dia deve preponderar sobre a respiração bacteriana e algal (durante a noite), de forma a manter a devida oxigenação do meio líquido.

A decomposição da matéria orgânica consiste em um processo biológico em que, basicamente, as bactérias aeróbias existentes no esgoto utilizam o oxigênio produzido pela fotossíntese das algas para a decomposição da matéria orgânica. Ao passo que na decomposição da biomassa pelas bactérias, são liberados  $\text{CO}_2$  e sais minerais que são absorvidos pelas algas, no processo de fotossíntese, complementando, assim, um ciclo fechado (Figura 1).

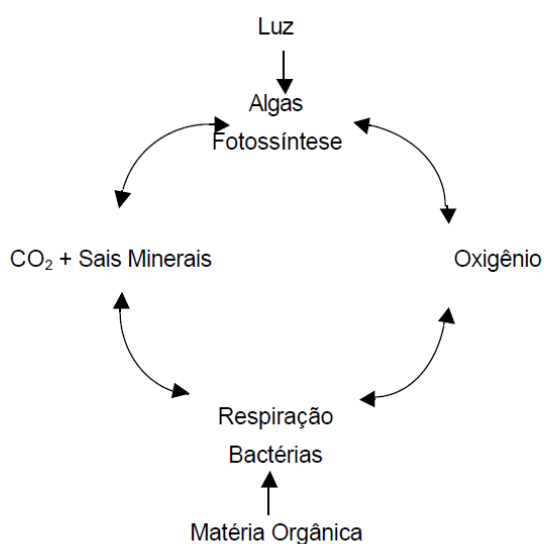


Figura 1 - Esquema do ciclo biológico de uma lagoa de estabilização.  
Fonte: Branco (1986).

O termo lagoa facultativa advém do fato de que neste tipo de lagoa formam-se dois ambientes, predominantemente anaeróbio mais ao fundo e aeróbio mais à superfície; predominam nestes ambientes as bactérias facultativas. A matéria orgânica particulada mais densa tende a sedimentar e acumular-se no fundo da lagoa, formando uma camada de lodo, onde entrará em decomposição anaeróbia. Os subprodutos da digestão anaeróbia podem retornar à coluna líquida, onde, em conjunto com o material particulado mais fino e a matéria orgânica solúvel, serão degradados por processos aeróbios (Figura 2).

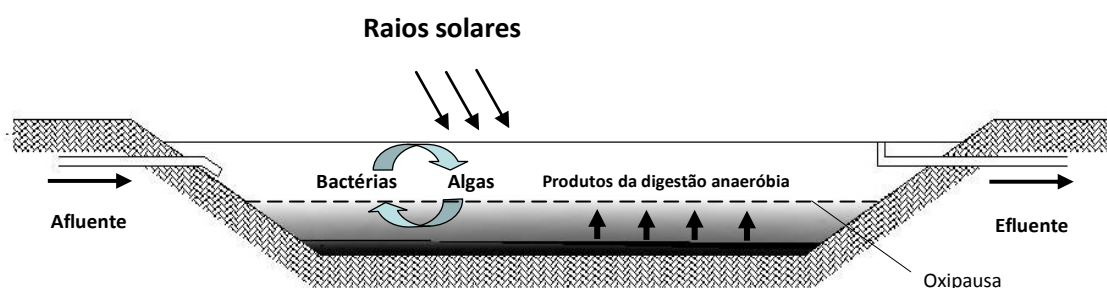


Figura 2 - Ilustração esquemática da configuração e dos processos predominantes em lagoas facultativas.

Fonte: Rios (2007).

A atividade fotossintética é altamente variável ao longo do dia (mais intensa nas horas de maior insolação) e da profundidade das lagoas, e a penetração dos raios solares na coluna líquida é limitada, a zona fótica e a oxipausa (nível na lagoa onde há transição da camada superior aeróbia para a camada inferior anaeróbia) são também variáveis ao longo da coluna líquida. Assim, as lagoas facultativas devem ser rasas (1,5 m - 2,0 m), pois incrementos maiores de profundidade apenas aumentariam a zona anaeróbia. Por outro lado, como a produção de oxigênio via fotossíntese é relativamente lenta, é preciso criar grandes áreas de espelhos d'água expostas à luz solar e, por conseguinte, elevados tempos de detenção hidráulica (TDH) (15 – 45 dias) (Figura 2).

Em caso de limitação de área, uma variante das lagoas facultativas pode ser a inclusão de aeradores (lagoas aeradas), o que proporciona uma fonte maior de oxigênio para remoção de matéria orgânica.

### 3.2.2. Lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas

Para que haja redução da demanda de área da lagoa facultativa deve se ter a inclusão de uma lagoa anaeróbia como unidade de pré-tratamento (Figura 3). As lagoas anaeróbias não necessitam de grandes áreas, pois o objetivo é o acúmulo de matéria orgânica e, por conseguinte, a remoção de sólidos sedimentáveis, e sua estabilização anaeróbia são, dimensionadas com base nas cargas orgânicas volumétricas ( $\text{kg DBO} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$ ), com profundidades maiores (3,5 - 5,0 m) e tempos de detenção hidráulica mais baixos (3 - 6 dias). Adotando essa configuração, o requisito de área total será de 50 a 70 % do requisito de uma lagoa facultativa primária de acordo com von Sperling (2002).

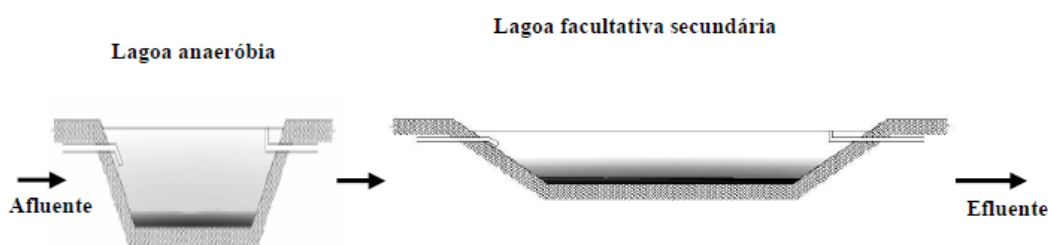


Figura 3 - Ilustração esquemática da configuração lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa.

Fonte: Rios (2007).

### 3.2.3. Lagoas de maturação

Nas lagoas de maturação, com cargas orgânicas reduzidas, o principal objetivo é a remoção de organismos patogênicos. Essencialmente, as mesmas características das lagoas de estabilização, às quais se recorre para a remoção de matéria orgânica, são também as responsáveis pela remoção/inativação de organismos patogênicos – profundidade reduzida, grandes áreas de espelho d'água exposto à ação da luz solar e

elevados tempos de detenção. Projetadas com profundidades mais reduzidas ( $\leq 1,0$  m), nas lagoas de maturação a penetração dos raios solares é facilitada e a atividade fotossintética intensificada, estabelecendo-se assim um ambiente com elevado pH e elevados teores de OD; estes dois fatores contribuem para acentuar os efeitos bactericida e virucida da radiação ultravioleta (raios solares). Estas mesmas condições podem levar também a uma eficiência relativamente elevada de remoção de nitrogênio (volatilização da amônia) e parcialmente de fósforo (precipitação de fosfatos).

A eficiência das lagoas de maturação é maximizada quando concebidas como unidades em série, em geral três ou quatro unidades com tempo de detenção hidráulica total de 10 - 20 dias (Figura 4).

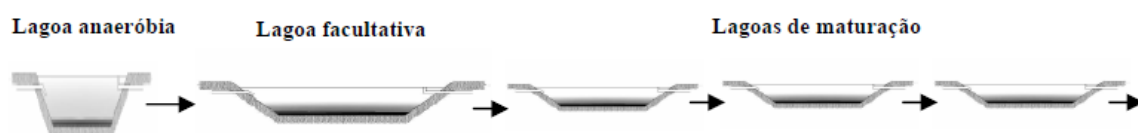


Figura 4 - Ilustração esquemática da configuração lagoa anaeróbia seguida por lagoa facultativa e uma série de lagoas de maturação.

Fonte: Rios (2007).

#### 3.2.4. Lagoas de polimento

Ultimamente ganharam destaque e aplicação os reatores anaeróbios de alta taxa, especificamente os reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket – reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo), os quais possuem elevada eficiência de remoção de matéria orgânica e sólidos em suspensão. Segundo Chernicharo (1997), reatores UASB apresentam 65% - 75% de eficiência de remoção de DBO e DQO. Em um estudo de controle operacional de um sistema reator UASB seguido por um biofiltro aerado submerso, constataram que a eficiência média de remoção de DBO no UASB pode alcançar valores acima de 80% (BASTOS et al., 2005).

Na parte superior dos reatores UASB, um separador de fases promove a sedimentação de sólidos e a retenção do lodo no interior do reator, formando a manta de

lodo. Dispositivos de entrada devem promover uma boa distribuição do esgoto bruto junto ao fundo para que, de forma ascensional ocorra um intenso contato com a biomassa ativa (a manta de lodo), que promove anaerobicamente a decomposição da matéria carbonácea. A biomassa se desenvolve de forma dispersa atingindo um limite, a partir do qual se faz necessário um descarte de lodo excedente com uma dada frequência. Este controle operacional conserva o equilíbrio e a estabilidade do sistema, garantindo a retenção e a atividade adequadas de biomassa metanogênica e, por conseguinte, a qualidade do efluente tratado, isto é, evitando a queda de eficiência de remoção de matéria orgânica e a perda de biomassa junto ao efluente.

A eficiência de remoção de DBO, DQO e sólidos, o efluente de reatores UASB ainda requer pós-tratamento, pois: (i) a remoção de DBO pode não alcançar padrões de lançamento de efluentes em corpos receptores; (ii) no processo anaeróbio não há mecanismos de remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e ocorre uma intensa amonificação do nitrogênio orgânico; (iii) também não há mecanismos intensos o suficiente para a remoção de patógenos.

Sistemas de lagoas constituem uma alternativa de pós-tratamento de reatores UASB. Essas lagoas têm sido na literatura nacional, denominadas lagoas de polimento, com o intuito de distingui-las das lagoas de estabilização convencionais. Isto porque as lagoas de polimento, apesar de ainda cumprirem um papel de remoção complementar de matéria orgânica, recebem uma carga orgânica já bastante reduzida e um efluente já bem clarificado. Portanto, dependendo do desempenho do pré-tratamento, o papel principal das lagoas de polimento pode deixar de ser a estabilização do material orgânico, mas a remoção dos patógenos.

As lagoas de polimento eram inicialmente projetadas como lagoas facultativas, porém com o reconhecimento de que os problemas de sobrecarga orgânica na primeira lagoa da série são minimizados, verificou-se que as lagoas de polimento podem ser

concebidas como lagoas de maturação, ou seja, com baixas profundidades e tempos de detenção hidráulica relativamente curtos (Figura 5). De fato, quanto mais próximas do reator UASB, mais as lagoas de polimento podem se assemelhar às lagoas facultativas e, quanto mais distantes, mais bem funcionam como lagoas de maturação.

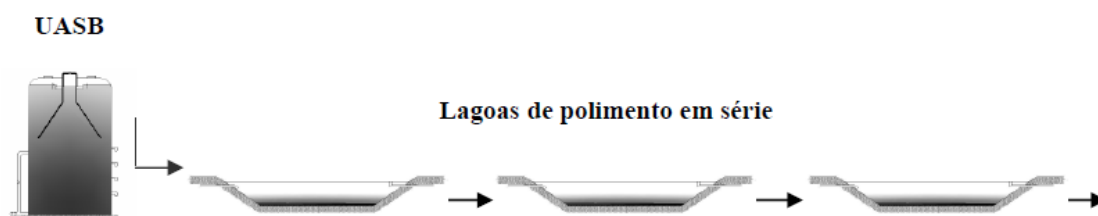


Figura 5 - Ilustração esquemática da configuração reator UASB seguido por lagoas de polimento em série.

Fonte: Rios (2007).

Quando se objetiva a remoção de nitrogênio, deve-se atentar para o fato de que a concentração de amônia eleva-se no efluente de um reator UASB e, portanto, o sistema de lagoas de polimento deve apresentar capacidade para absorver altas cargas de amônia.

### **3.3. Sistemas integrados de lagoas de estabilização - piscicultura**

A criação de peixes em lagoas de estabilização apresenta vantagens e desvantagens. As variações sazonais e ao longo do dia e da noite da qualidade da água no interior de uma lagoa (OD, pH e amônia, principalmente) podem ser prejudiciais ao crescimento e sobrevivência dos peixes.

A criação de peixes em lagoas de estabilização é controversa e nem sempre se consegue conjugar os dois objetivos em um único ambiente: o da otimização do tratamento dos esgotos e o da produtividade piscícola (EDWARDS, 1992). O ecossistema em uma lagoa de estabilização é bastante complexo e pode tornar-se ainda mais com a introdução de peixes, dependendo ainda da espécie e densidade de peixes.

Alguns pesquisadores relataram que a introdução de peixes nas lagoas pode promover uma remoção adicional de sólidos suspensos (biomassa algal, zooplâncton e matéria orgânica particulada) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). Por outro lado, os peixes podem contribuir para a elevação do teor de sólidos suspensos e DQO, ao promoverem a manutenção em suspensão ou a resuspensão de sólidos sedimentáveis (EDWARDS, 1992).

Azevedo et al. (1993) em estudo realizado com tilápia na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), em lagoa facultativa da Estação de Tratamento de Esgoto Doméstico, observaram uma melhora na remoção de matéria orgânica, visto que, sem peixes, a remoção de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) era de 70,9% e com peixes, esta remoção passou para 84% e a de DQO de 59,6% para 74%.

O peixamento de lagoas pode promover tanto a redução de fitoplâncton, pelo consumo direto, quanto o aumento, como resultado do consumo de zooplâncton, que também consome fitoplâncton (EDWARDS, 1992). Os peixes ao se alimentarem de populações de algas de maior tamanho podem facilitar o desenvolvimento de algas com células menores, de metabolismo mais rápido; da mesma forma isto pode ser observado com relação ao zooplâncton, podendo ocorrer alterações na comunidade planctônica, mas não exatamente a diminuição da biomassa. Neste balanço, a espécie de peixe e seus hábitos alimentares são fatores determinantes.

Tanques de piscicultura contíguos às lagoas possibilitam um melhor manejo da qualidade da água nos tanques, por meio do controle de vazões afluentes. Diversos estudos registrados informaram que a utilização de efluentes de lagoas para a produção de peixes pode se mostrar uma atividade viável, com produtividade considerável e economia significativa de insumos (EDWARDS, 1992; MOSCOSO et al., 1992a e MOSCOSO et al., 1992b).

Bastos et al. (2003a) estudando diferentes taxas de renovação de água na produção de Tilápia do Nilo, em cultivo convencional (água mais ração) e com efluentes de lagoas de polimento, constataram que a disponibilidade de alimento, na forma de plâncton, revelou-se, de um lado, de excelente valor nutritivo no estágio inicial de crescimento dos peixes, mas insuficiente nas fases mais avançadas de crescimento. A hipótese levantada pelos autores é de que na fase inicial de crescimento, os alevinos de tilápia encontram-se fisiologicamente mais adaptados para metabolizar alimentos naturais, principalmente devido ao fato da grande capacidade filtradora que esta espécie apresenta; entretanto, nas fases mais avançadas de crescimento, os peixes já apresentam características morfológicas e fisiológicas que possibilitam o aproveitamento mais eficiente do alimento artificial. Resultados similares foram encontrados por Pereira (2004).

Pesquisa realizada por Freitas (2006), na tentativa de otimizar a fase de alevinagem, foram encontrados resultados similares: a produtividade ficou abaixo da esperada no cultivo tradicional com o uso de rações, inferindo-se que as taxas de renovação testadas não forneceram alimento (plâncton) suficiente para atender as necessidades nutricionais dos peixes. Sustentam os autores, que de qualquer forma os resultados obtidos indicam que se pode alcançar economia de insumos e rentabilidade consideráveis, com transformação de alimento natural em proteína animal.

Segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003), a fertilização de lagoas para produção de peixes pode ser efetuada utilizando excreta, esgotos e em menor extensão compostos preparados com excreta e biossólidos. A grande maioria dos sistemas existentes aplica esgotos ou excretas, sem nenhum tratamento ou parcialmente tratados, diretamente nas lagoas onde são produzidos os peixes ou plantas aquáticas comestíveis.

Entretanto, em alguns sistemas, como os que vêm sendo utilizados em Bangladesh e em outros países asiáticos, a produção de peixes é efetuada através de um processo indireto, fertilizando-se uma primeira série de lagoas para a produção de lemnaças ou “duckweeds”, que são colhidas, secas e fornecidas aos peixes, cultivados em uma segunda série de lagoas. O sistema tem se mostrado bastante seguro em termos de proteção da saúde dos consumidores de peixes e altamente benéfico em termos econômicos. A Figura 6 mostra, esquematicamente, os diferentes processos de produção de peixes, tanto por métodos diretos, como os indiretos.

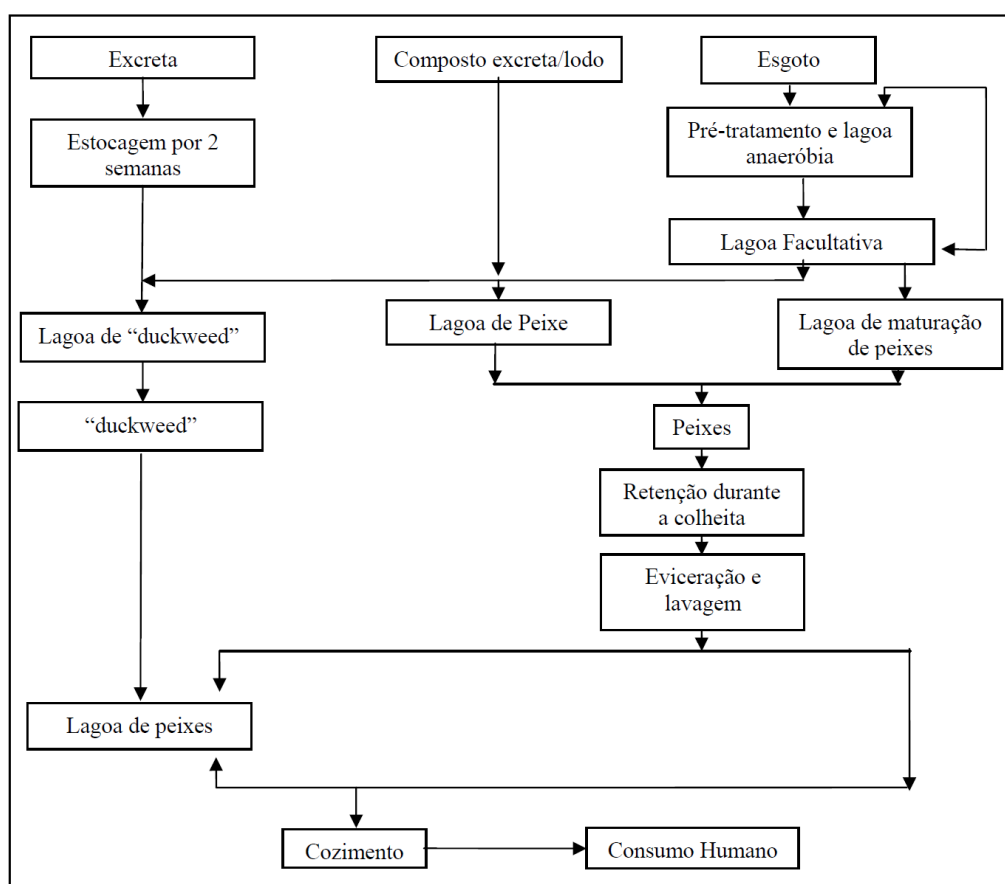


Figura 6 - Sistemas de aquicultura direta e indireta utilizando excreta, esgotos ou compostos.  
Fonte: CNRH (2003).

No Brasil, não existe a prática de utilizar excreta ou compostos de excreta e biossólidos para a fertilização de lagoas para a produção de peixes. Mesmo a prática de produzir peixes com esgotos é bastante incipiente. Nesse sentido seria desejável e conveniente que fosse estabelecida uma política de aquicultura fertilizada, na qual seja

permitido apenas o uso de efluentes domésticos tratados (por sistemas de lagoas de estabilização ou sistemas equivalentes) e que a produção de peixes fosse efetuada unicamente pelo sistema indireto, como mostrado na Figura 7.

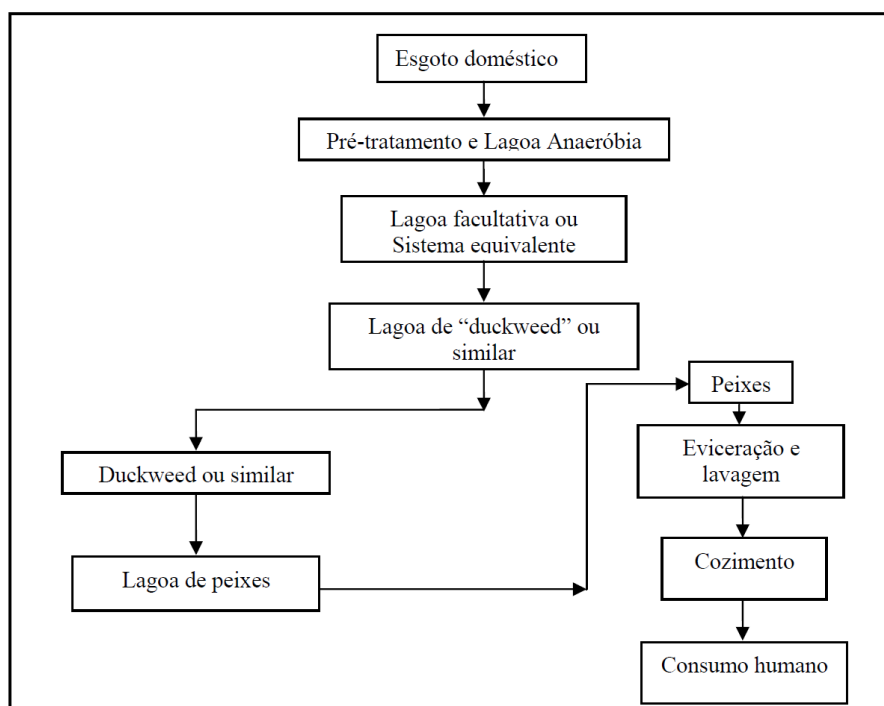


Figura 7 - Sistema de fertilização indireta sugerida para implementação no Brasil.  
Fonte: CNRH (2003).

Apesar de o CNRH sugerir que a produção de peixes seja efetuada unicamente pelo sistema indireto, estudos realizados no Brasil (MATHEUS, 1984, 1985, 1993; MATHEUS et al.,1998; AZEVEDO et al. 1993; HORTEGAL FILHA et al., 1999; FELIZATTO, 2000; SOUZA 2002; SOUZA e SOUZA, 2003; BASTOS et al., 2002, 2003), em escala experimental, e em vários países no mundo (EDWARDS, 1992; STRAUSS e BLUMENTHAL, 1990; MOSCOSO 1998, 2002; LEON e MOSCOSO, 1996; MOSCOSO et al.,1992a, 1992b; EL-GOHARY et al., 1995; SHEREIF et al., 1995; EASA et al., 1995) afirmaram que a fertilização direta das lagoas de peixes é uma prática segura e viável, desde que seja tomando todos cuidados necessários, como em qualquer cultivo.

### 3.4. Qualidade da água na piscicultura

A qualidade da água em viveiros de peixes depende do equilíbrio estabelecido pela comunidade biótica existente, que neste caso é bastante complexa, sendo composta por produtores primários (fitoplâncton, perifíton e, às vezes, macrófitas), heterotróficos (peixes, zooplâncton e zoobentos) e decompositores (bactérias e fungos). Dentre os principais parâmetros de qualidade da água de interesse na piscicultura destacam-se: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, nutrientes (N–Nitrogênio, P–fósforo) e clorofila *a* (BASTOS et al., 2003b).

#### 3.4.1. Temperatura

A temperatura influencia o metabolismo dos peixes, dos produtores primários, dos decompositores e a solubilidade dos gases. A faixa ideal de temperatura para o crescimento e desenvolvimento de diversas espécies de peixes tropicais tais como as tilápias, carpas, curimbas, dentre outras, está entre 20 a 30°C.

Boyd (1990) citou que, a temperatura exerce papel fundamental no metabolismo e comportamento biológico dos peixes, influenciando na sua alimentação, atividade reprodutiva e crescimento, pois são animais de sangue frio (pecilotermos) e a temperatura de seu sangue não esta internamente regulada.

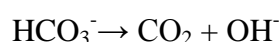
Gradientes de temperatura no perfil de lagoas podem promover a estratificação térmica no verão, formando camadas de água com diferentes densidades que não se misturam e que, portanto, podem apresentar características bem distintas de qualidade físico-química, com destaque para os teores de oxigênio dissolvido. No epilímnio forma-se uma camada mais quente, menos densa e com maior circulação, no hipolímnio uma camada mais fria, mais densa e com maior estagnação. A estratificação térmica acontece principalmente no verão, no inverno pode ocorrer a inversão ou desestratificação térmica, promovendo a homogeneização da temperatura no meio

líquido e com eventual revolvimento do material bentônico e degradação da qualidade da água. No entanto, em tanques de piscicultura e lagoas rasas esse efeito de estratificação-desestratificação, pode ser observado diariamente.

#### 3.4.2. pH

O efeito do pH sobre os peixes é geralmente indireto, ao influir na solubilidade, forma e toxicidade de diversas substâncias. Segundo Talamoni (1995) baixas flutuações nos valores de pH sugerem que os corpos d'água têm um eficiente sistema de tamponamento ou aceleração dinâmica metabólica.

De acordo com Branco (1978) o pH tem seus valores sujeitos a grandes variações durante as diferentes estações ou horas do dia. Durante o ciclo diurno, ocorre uma elevação no seu valor no período da manhã, atingindo um máximo ao redor das 15 horas e diminuindo a seguir. Essa variação do pH ocorre devido ao fato de que o consumo de CO<sub>2</sub> pelas algas, nas horas em que a luminosidade é disponível, é maior que a reposição pela respiração das bactérias. Isso leva ao deslocamento da reação (abaixo) para a direita, para produção de mais CO<sub>2</sub> (para consumo das algas) e liberação de íons hidroxila no meio, o que provoca um aumento do pH (SILVA & MARA, 1979).



A noite, cessa a atividade fotossintética das algas e a reposição de CO<sub>2</sub> pela respiração bacteriana faz aumentar a concentração do CO<sub>2</sub>, ocorrendo o deslocamento da reação descrita acima para a esquerda e, conseqüentemente, redução dos valores de pH pela diminuição da concentração de íons hidroxila.

Em lagoas de estabilização Pereira (2000) observou no ciclo de 24 horas que o pH durante o dia chegou a 8,5 e durante a noite chegou a 7,0. Os valores encontrados de

pH estão dentro de uma faixa considerada ideal para a piscicultura por Proença e Bittencourt (1994), que consideram a faixa ótima de pH entre 6 e 9.

### 3.4.3. Oxigênio dissolvido

Tanto em lagoas de estabilização quanto em tanques de piscicultura, podem ocorrer intensas variações espaciais e temporais de oxigênio dissolvido (OD), decorrentes das atividades de fotossíntese, respiração e decomposição. Tais variações podem envolver a crescente saturação de OD, até supersaturação, nas camadas superficiais e nas horas de maior incidência solar, seguida de queda intensa durante a noite.

As diversas espécies de peixes requerem concentrações de OD diferenciadas para a sua sobrevivência e desenvolvimento no meio aquático. A maioria dos peixes morre quando o teor de oxigênio dissolvido é igual ou inferior a 1 mg/L; a faixa entre 1 e 3 mg/L é considerada sub-letal, quando os peixes gastam muita energia para respirar e não crescem. De acordo com o estágio de vida dos peixes, alguns podem suportar até 300% de saturação de oxigênio, já outros não resistem e morrem devido à ocorrência da “doença das borbulhas” (PAVANELLI et al., 1999).

As cargas orgânicas afluentes aos tanques de piscicultura ou às lagoas de estabilização (de polimento ou de maturação) influem de forma determinante, na oxigenação da água. Moscoso et al. (1992a) apontam que, de forma a garantir um adequado equilíbrio entre a produtividade, crescimento dos peixes e demanda de oxigênio, as taxas de aplicação superficial devem ser da ordem de 10-20 kg DBO<sub>5</sub>. ha<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup>.

Quando os níveis de oxigênio dissolvido (OD) se encontram muito baixos nos tanques de aquicultura, os organismos cultivados podem estressar-se e até mesmo

morrer, ocorrendo a necessidade de se utilizar aeradores mecânicos para suprir o déficit (BOYD, 1990).

#### 3.4.4. Condutividade elétrica

Segundo Esteves (1988), dentre as informações que podem ser fornecidas pelos valores de condutividade elétrica, em águas interiores, destacam-se: magnitude da concentração iônica (os íons mais diretamente responsáveis pelos valores de condutividade elétrica são - cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato, cloreto, etc.), decomposição (aumento dos valores), detecção de fontes poluidoras e avaliação das diferenças geoquímicas nos afluentes de um lago.

Bastos et al. (2003) relataram que, valores elevados de condutividade podem indicar acentuada decomposição e salinidade excessiva sendo prejudicial aos peixes, enquanto que valores baixos podem evidenciar intensa produção primária. A condutividade pode ser utilizada como indicador indireto de disponibilidade de nutrientes.

#### 3.4.5. Nitrogênio

No esgoto sanitário bruto, o nitrogênio é encontrado, preponderantemente, na forma de nitrogênio orgânico (como proteínas, ácidos nucleicos, uréia, compostos orgânicos sintéticos) e amônia (produtos industrializados, tais como produtos de limpeza, ou produzida a partir da desaminação de compostos orgânicos e da hidrólise da uréia). Em efluentes tratados, o nitrogênio será encontrado em diferentes espécies, dependendo do tipo de tratamento - em ambientes aeróbios pode ocorrer a nitrificação ou oxidação bioquímica (mineralização) das formas de nitrogênio, de amônia a nitritos e nitratos; em ambientes anaeróbios, a desnitrificação ou redução das formas de nitrogênio, de nitratos a nitritos e, finalmente a nitrogênio elementar ( $N_2$ ) e, ainda, uma intensa amonificação do nitrogênio orgânico.

No meio líquido, a amônia se apresenta nas formas ionizada (íon amônio:  $\text{NH}_4^+$ ) ou não ionizada (amônia livre:  $\text{NH}_3$ ) cujo equilíbrio depende, essencialmente, da temperatura e do pH, sendo que em valores mais elevados de pH predomina a amônia não ionizada (EMERSON et al., 1975). A amônia ionizada é a forma assimilável pelo fitoplâncton, ao passo que a amônia livre é passível de volatilização (desprendimento do meio aquático para a atmosfera). A dessorção de  $\text{NH}_3$ , que provoca redução de 1 meq  $\text{mmol}^{-1}$  de alcalinidade e aumento de 1 meq  $\text{mmol}^{-1}$  de acidez, ou seja, promove acidificação do meio aquático (CAVALCANTI et al., 2001). Por outro lado, a amônia livre é altamente tóxica aos peixes: concentrações de 0,25 mg  $\text{NH}_3 \text{ L}^{-1}$  afetam o crescimento dos peixes e a concentração letal ( $\text{CL}_{50}$ ) se encontra em torno de 0,5 mg  $\text{L}^{-1}$  (ESTEVES, 1998).

Nitrificação é um processo biológico que ocorre em duas fases distintas, decorrentes da ação de dois grupos de bactérias aeróbias autotróficas. Simplificadamente, de início há transformação da amônia a nitrito pelo grupo das bactérias do gênero *Nitrosomonas* (nitrosação) e, em seguida, o nitrito é oxidado a nitrato pelo grupo das bactérias do gênero *Nitrobacter* (nitratação). Pelo fato das *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* atuarem de forma associada, o nitrito é, em geral, rapidamente oxidado a nitrato; entretanto, condições de baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido prejudicam o desempenho das bactérias do gênero *Nitrobacter*, favorecendo o acúmulo de nitrito na água, o qual é tóxico aos peixes em concentrações ainda mais baixas que a amônia (em torno de 0,5 mg.L<sup>-1</sup>). Em concentrações acima das toleradas pelos peixes, o nitrito pode alterar a capacidade de transporte de oxigênio (LEWIS & MORRIS, 1986). O nitrito atua na conversão da hemoglobina a metahemoglobina (JENSEN, 1995) que, ao contrário da hemoglobina, é incapaz de combinar-se com o oxigênio. Frente concentrações tóxicas de nitrito no ambiente, os peixes podem sofrer hipóxia ou mesmo anóxia (ANTHONISEN et al., 1976).

O nitrato não é tóxico, mas a nitrificação consome oxigênio dissolvido (OD) e pode constituir fonte de acidez, pois libera íons hidrônio. A oxidação de 1,0 mg do íon amônio consome cerca de 4,3 mg de oxigênio. O oxigênio é essencial à vida dos organismos aquáticos e baixas concentrações de OD na água podem causar atraso no crescimento, redução na eficiência alimentar, aumento na incidência de doenças e na mortalidade dos peixes. Para a maioria dos peixes tropicais, a concentração mínima de OD na água deve ser superior a  $4 \text{ mg/L}^{-1}$  (BOYD, 1982).

Encontra-se na literatura uma série de mecanismos de remoção de nitrogênio em sistemas de lagoas: volatilização da amônia, assimilação de amônia e nitratos pelas algas, sedimentação do nitrogênio orgânico, nitrificação – desnitrificação, os quais podem predominar de acordo com as características e a configuração do sistema de lagoas e de fatores externos, como o clima. Alguns autores diferenciam estes mecanismos entre mecanismos de remoção e de transformação (CAMARGO & MARA, 2005; SENZIA et al., 2002).

O nitrogênio orgânico particulado poderá ser sedimentado junto ao fundo da lagoa ou hidrolisado a nitrogênio orgânico solúvel e, este, mineralizado a amônia. Outra via de sedimentação de nitrogênio orgânico seria a floculação espontânea e a sedimentação de algas (CAVALCANTI et al., 2001) ou a sedimentação de algas mortas. Arceivala (1981) refere-se ao material celular das algas como sendo composto de 6 a 12% de nitrogênio em peso seco e, assim, von Sperling (2002), estimou que o percentual de retirada de nitrogênio através da perda de biomassa algal com o efluente situa-se entre 10 e 20%.

Não obstante, pesquisas desenvolvidas em lagoa facultativa na Tanzânia, África, revelaram que a sedimentação do nitrogênio orgânico foi o mecanismo predominante na remoção de nitrogênio (9,7%) e, em seqüência, a desnitrificação (4,1%) e a volatilização (0,1%); como mecanismos de transformação ocorreram, na

seqüência: mineralização (19,2%), assimilação (17,4%) e nitrificação (2,4%) (SENZIA et al., 2002).

Pesquisas realizadas por Bastos et. al, 2006b; Rios, 2007 e Bastos et al., 2007 em Viçosa/MG, avaliaram um sistema de lagoas de polimento sob diferentes condições operacionais. O sistema foi monitorado durante um período de cinco anos totalizando nove fases distintas de operação. O sistema operou com três e quatro lagoas em série, com TDH total das lagoas entre 11,9 e 28,2 dias e profundidades variando entre 0,3 e 0,9 m. Em todos os períodos em estudo constatou-se decréscimo gradual na concentração de amônia ao longo da série de lagoas. Os melhores resultados em termos de qualidade do efluente final para amônia foram obtidos com os maiores valores médios de pH no efluente das lagoas, entretanto, não necessariamente esses períodos coincidiram com as menores profundidades e maiores TDH das lagoas. Os estudos demonstraram que as concentrações efluentes de N-NH<sub>3</sub> apresentam forte relação com a taxa de aplicação superficial de N-NH<sub>3</sub> (TAS N-NH<sub>3</sub>) afluente às lagoas, sendo que TAS N-NH<sub>3</sub> mais elevadas remetem a concentrações efluentes mais elevadas.

#### 3.4.6. Fósforo

Na maioria das águas, o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1988). Segundo von Sperling (1995), uma concentração do fósforo maior que 0,05 mg/L indica um ambiente eutrofizado.

O ciclo biológico do fósforo (P) regula a produtividade no ambiente, uma vez que é imediatamente incorporado à cadeia alimentar via fitoplâncton e zooplâncton, propiciando a sucessão e o desenvolvimento dessas populações no sistema aquático (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Seu ciclo é muito rápido, o P de organismos planctônicos rapidamente torna-se disponível após a decomposição. Segundo Infante

(1988), cerca de 50% do P que forma o corpo de um organismo zooplanctônico fica livre 4 horas após a morte do organismo e, dessa forma, o P pode ser novamente incorporado no sistema via decompositores.

Apesar do P ser um dos constituintes presentes na água em menores concentrações, sua importância biológica é extremamente relevante, pois, é considerado um elemento que frequentemente limita a produtividade primária em ecossistemas aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

As formas predominantes de fósforo sofrem influência do pH da água. A forma de fósforo prontamente assimilável pelo fitoplâncton (alimento essencial aos peixes) é o ortofosfato. Em pH elevado (acima de 9) pode haver uma considerável precipitação de fósforo, devido à formação de fosfato insolúvel.

As principais formas de remoção de fósforo em lagoas de estabilização são por meio da precipitação de ortofosfato com íons de cálcio formando hidroxiapatita, em condições de elevados valores de pH, e, em menor intensidade, pela assimilação de ortofosfato solúvel pela biomassa de algas existentes no meio líquido (ATHAYDE JUNIOR et al., 2000; von SPERLING, 2002).

Em lagoas especialmente rasas e com baixas taxas de aplicação hidráulica, a remoção de fósforo situa-se entre 60 e 80% ao passo que em lagoas facultativas e aeradas, a eficiência de remoção usualmente é inferior a 35% (CAVALCANTI et al., 2001; von SPERLING, 2002).

#### 3.4.7. Clorofila *a*

A clorofila *a* é o único pigmento fotossintético comum a todos os grupos de algas (ROUND, 1983) e assim representa bem a abundância total dos organismos fotossintéticos (WETZEL & LIKENS, 1990; PAN & LOWE, 1994).

A clorofila *a* é a mais comum das clorofilas (*a*, *b*, *c*, e *d*) e representa, aproximadamente, de 1 a 2% do peso seco do material orgânico em todas as algas

planctônicas. É, por isso, que a sua determinação é uma forma de representar indiretamente a biomassa do fitoplâncton, sua produtividade, bem como seu estado fisiológico (RUTTNER, 1963). Sua determinação permite, também, estimar a capacidade de reoxigenação das águas e avaliar o aporte da quantidade de nutrientes existentes nas mesmas. Apesar de geralmente estar relacionada à biomassa fitoplanctônica, a concentração de pigmentos pode variar em função do metabolismo, iluminação subaquática, temperatura, disponibilidade de nutrientes, dentre outros fatores.

De acordo com Sipaúba-Tavares (1994) se encontram valores de clorofila *a* em viveiros de peixes não-fertilizados e fertilizados na ordem de 3-100 mg/m<sup>3</sup> e 100-800 mg/m<sup>3</sup>, respectivamente. Conforme reportado por von Sperling (2002), em lagoas facultativas as concentrações de clorofila-*a* dependem da carga orgânica aplicada e da temperatura, podendo citar valores na faixa de 500 a 2.000 µg/L.

### **3.5. Fornecimento e disponibilidade de alimentos**

A alimentação dos peixes pode ser classificada em termos dos itens alimentares ingeridos: onivoria, planctivoria, detritivoria, iliofagia, piscivoria, insetivoria, herbivoria e bentivoria. A dieta dos peixes pode ser definida por adaptações anatômicas e fisiológicas ao habitat, ao tipo e à disponibilidade de alimentos, sendo que a eficiência da alimentação varia entre espécies e entre formas intra-específicas. Em sistemas rasos (como as lagoas de estabilização) a detritivoria pode ser importante e o potencial de escape das presas, via migração vertical, pode ser menor (ROCHE & ROCHA, 2005).

Na realidade, todos os peixes são planctívoros na fase larval e, ao crescerem, algumas espécies continuam se alimentando do plâncton, como planctívoros obrigatórios, facultativos ou oportunistas (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Assim, um dos fatores mais importantes para o sucesso na produção de peixes é a utilização do alimento natural (fitoplâncton e zooplâncton), principalmente, nos estágios iniciais de

desenvolvimento. Como destacam Sipaúba-Tavares e Rocha (2001), mesmo que a alimentação artificial seja um fator determinante na otimização da produtividade, os peixes só se adaptam a ração após o desenvolvimento completo do trato digestivo e, em geral, o plâncton constitui, em qualquer estágio, importante fonte de alimento. Assim, as espécies cultivadas e a produtividade primária nos tanques são fatores decisivos na economia do empreendimento.

A dieta dos peixes deve ser balanceada e conter componentes alimentares em diversidade (proteínas, carboidratos, lipídios, ácidos graxos e aminoácidos) e quantidade adequadas para as diferentes espécies (TAVARES & ROCHA, 2001). O alimento vivo, e em particular as algas, apresentam valor nutritivo inquestionável, sendo mesmo considerada a melhor opção nas fases iniciais de desenvolvimento dos peixes. De qualquer maneira, o conhecimento sobre os hábitos alimentares dos peixes é de fundamental importância para a garantia da produtividade. Em linhas gerais, as seguintes características do plâncton são determinantes na seleção e disponibilidade do alimento natural: tamanho e densidade, mobilidade e capacidade de flutuação, valor nutricional, facilidade de absorção e digestão (TAVARES, 1994; TAVARES & ROCHA, 2001).

Outra fonte de alimento natural é o detrito orgânico, muitas vezes proveniente da própria morte e decomposição do fitoplâncton; algumas espécies como a carpa e a tilápia são particularmente consumidoras desse tipo de detrito (TAVARES & ROCHA, 2001).

Na fase de alevinagem a demanda diária de alimentos situa-se entre 7-10 % do peso vivo; na fase de engorda entre 5 -7 %. Todos os peixes são planctófagos na fase larval, ao crescerem, algumas espécies continuam se alimentando de plâncton, como planctófagas obrigatórias ou facultativas (TAVARES, 1994). A preferência por fitoplâncton ou zooplâncton varia entre as espécies; por exemplo, larvas de tilápia

consomem preferencialmente fitoplâncton, enquanto os juvenis de tilápia parecem basear sua alimentação igualmente em fito e zooplâncton (SOUZA & TEIXEIRA FILHO, 1985).

Edwards et al. (1981) relataram que a partir de uma determinada fase de desenvolvimento dos peixes o alimento natural pode não mais proporcionar ganhos de peso satisfatórios, quando comparados ao cultivo convencional com fornecimento de ração e que existe uma relação entre a concentração de fitoplâncton e o crescimento de tilápias de até 70 mg (massa seca)/L. A partir desse valor o consumo noturno de oxigênio por parte da biomassa algal começa afetar negativamente o desenvolvimento das tilápias.

Bastos et al. (2003) e Pereira (2004), conduzindo experimentos similares com tilápias cultivadas com efluentes de lagoas de polimento, observaram que no estágio inicial do crescimento dos peixes o ganho de peso nos tratamentos com efluentes foi comparável ao cultivo com fornecimento de ração, porém, à medida em que os peixes ganhavam biomassa, o ganho de peso dos peixes alimentados com ração foi superior. Não obstante, os resultados foram interpretados como indicativos da viabilidade técnico-econômica do cultivo de tilápias com efluentes de lagoas, e ênfase na fase de desenvolvimento inicial dos peixes.

### 3.5.1. Comunidade planctônica em tanques de piscicultura e em lagoas de estabilização

Tanque de piscicultura, assim como uma lagoa de estabilização, abriga uma comunidade complexa composta de organismos produtores primários (fitoplâncton, perifiton e, por vezes, macrófitas), heterotróficos (peixes, zooplâncton, zoobentos) e decompositores (bactérias e fungos).

### 3.5.1.1. Fitoplâncton

As algas se apresentam como um dos grupos mais diversificados entre os microorganismos presentes em lagoas de estabilização. A sua presença nestes sistemas de tratamento é fundamental para produção de oxigênio, dando continuidade aos processos aeróbios de estabilização da matéria orgânica; além disto, é responsável pela remoção de uma parcela do nitrogênio, fósforo e carbono do meio líquido pela incorporação destes elementos em seu metabolismo (MASSERET et al., 2000).

A princípio, a presença das algas constitui não só uma vantagem, mas sim um elemento essencial para manutenção do equilíbrio destes ecossistemas. Todavia, em grandes concentrações, representam uma das principais desvantagens deste tratamento, pois contribuem para o aumento da matéria orgânica no efluente.

Além deste impacto ambiental, alguns gêneros de microalgas, principalmente de cianobactérias, são potencialmente produtoras de metabólitos secundários com ação tóxica, fato que pode ocasionar um grave problema de saúde pública, quando lançados em corpos hídricos. Neste sentido, evidencia-se que as lagoas de estabilização representam um ecossistema a ser investigado em analogia aos sistemas aquáticos, naturais ou artificiais, quanto aos fatores físico-químicos e biológicos controladores da poluição.

Os principais nutrientes que limitam as taxas de crescimento das algas são: carbono inorgânico, nitrogênio inorgânico e formas assimiláveis de fósforo. Os nutrientes limitantes têm um papel importante na distribuição vertical do fitoplâncton e suas progressões periódicas. Em ambientes eutrofizados ou oligotróficos existe um favorecimento à dominância de espécies que têm um crescimento lento (oportunistas), que sucedem a dominância de espécies com alta produtividade e alto crescimento em biomassa (REYNOLDS, 1984).

Alguns autores sugerem que a relação N:P é um dos principais fatores determinantes na dominância de gêneros e espécies de algas: em baixa relação N:P as algas cianofíceas são beneficiadas por apresentarem maior capacidade de obtenção de nitrogênio; se a relação for mais alta (>5) as clorofíceas tendem a dominar (TAVARES, 1994, TAVARES & ROCHA, 2001).

Segundo Kellner e Pires (1998), as clorofíceas, que geralmente indicam boas condições de funcionamento da lagoa, são predominantes em ambientes com valores de pH elevados. Já as cianobactérias são dominantes em ambientes com valores de pH próximo a neutralidade ou tendendo ao pH alcalino, condições de temperaturas elevadas (30°C) e deficiência de nutrientes. Nas lagoas de estabilização, em geral, quatro grupos de algas são encontrados: algas verdes, fitoflagelados, algas azuis e diatomáceas. Os mesmos autores, baseados em algumas publicações, apresentam em seu trabalho uma tabela síntese com os gêneros mais freqüentes em efluentes de lagoas de estabilização facultativas e de maturação (Tabela 2).

Tabela 2 - Alguns gêneros de algas encontrados em lagoas facultativas e de maturação

<b>Algas verdes</b>	<b>Fitoflagelados</b>	<b>Cianobactérias</b>	<b>Diatomáceas</b>
<i>Actinastrum</i>	<i>Carteira</i>	<i>Anabaena</i>	<i>Cyclotella</i>
<i>Ankistrodesmus</i>	<i>Chlamydomonas</i>	<i>Merismopedia</i>	<i>Navícula</i>
<i>Chlorella</i>	<i>Chlorogonium</i>	<i>Microcystis</i>	<i>Nitzschia</i>
<i>Chlorococcum</i>	<i>Euglena</i>	<i>Oscillatoria</i>	<i>Synedra</i>
<i>Closteriopsis</i>	<i>Gummodinium</i>	<i>Spirulina</i>	
<i>Coelastrum</i>	<i>Hemidinium</i>	<i>Synechococcus</i>	
<i>Coronastrum</i>	<i>Heteronema</i>	<i>Synechocystis</i>	
<i>Cosmarium</i>	<i>Lepocinclis</i>		
<i>Crucigenia</i>	<i>Pandorina</i>		
<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Pascheriella</i>		
<i>Golenkinia</i>	<i>Paranema</i>		
<i>Micractinium</i>	<i>Peridinium</i>		
<i>Nephrochlamys</i>	<i>Petalomonas</i>		
<i>Oocystis</i>	<i>Phacus</i>		
<i>Planktosphaeria</i>	<i>Synura</i>		
<i>Protococcus</i>	<i>Trachlelomonas</i>		
<i>Scenedesmus</i>			
<i>Selenastrum</i>			
<i>Sphaerocystis</i>			
<i>Tetraedron</i>			
<i>Tetraspora</i>			
<i>Tetrastum</i>			

Fonte: Kellner e Pires (1998).

A diversidade e a predominância de espécies dependem de uma série de fatores, tais como: temperatura, luz, OD, nutrientes, predação e competição. Dentre o fitoplâncton típico de lagoas de estabilização, tendem a predominar as algas verdes (ex.: *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Chlamydomonas*) e pigmentadas (ex.: *Euglena*, *Phacus*), porém, em regiões ou períodos de temperaturas elevadas, podem se tornar dominantes as algas verde-azuladas e cianobactérias (ex.: *Agnemellum*, *Microcysts*, *Oscillatoria*) (EDWARDS, 1992).

Em experimentos realizados no Peru, em tanques alimentados com efluentes de lagoas de estabilização, durante o inverno (temperaturas de 16-22 0C) predominaram os gêneros *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Chlamydomonas*; durante o verão (temperaturas de 23-28 0C), a ocorrência foi mais diversa, sendo que, dentre as dominantes, além dos gêneros já citados, apareceram outras algas verdes (*Euglena*) e cianobactérias (*Microcysts*).

Cavalcanti (2003) monitorando um sistema de lagoas de polimento no Estado da Paraíba/Brasil, entre abril e maio, com temperatura média de 25<sup>0</sup>C, observou a predominância dos gêneros *Euglena*, *Chlorella* (40-60%) e *Phacus*; em menores proporções ocorreram *Chlorococcum*, *Chlamydomonas*, *Pyrobotrys*, além da cianobactéria *Oscillatoria*.

Segundo Mara (1995) as algas representam cerca de 60-90% dos sólidos em suspensão de lagoas facultativas. A concentração de algas e clorofila *a* em lagoas de estabilização pode ser da ordem de 60 - 200 mg sólidos em suspensão secos por litro (biomassa de fitoplâncton/L) e 500 a 3.000 mg /L, respectivamente (von SPERLING, 2002). No trabalho de Moscoso et al. (1992), o efluente das lagoas de estabilização no Peru apresentou valores de 700 -1.000 µg clorofila *a* / L e 45-76 mg fitoplâncton (MS)/L; nos tanques de peixes alimentados com o efluente a matéria seca de fitoplâncton variou de 43-56 mg/L.

Granado (2004) e Falco (2005) avaliaram as variações na estrutura da comunidade fitoplanctônica, em escalas nictemerais e sazonais, num sistema de lagoas de estabilização em Novo Horizonte-SP. Seus estudos levaram a conclusão que embora fatores como pH e OD apresentassem variações ao longo do dia (diminuíram ao anoitecer), a comunidade fitoplanctônica não apresentava variações. O ambiente foi considerado homogêneo, não ocasionando variações verticais no fitoplâncton, fato que foi atribuído à mistura realizada pelo vento devido à pequena profundidade das lagoas. A classe Chlorophyceae predominou em todas as coletas, sobretudo a espécie *Chlorella vulgaris*, que é uma espécie oportunista.

Ruas e Dornelas (2006) em pesquisas realizadas anteriormente na mesma unidade experimental do presente estudo encontraram onze gêneros de organismos fitoplanctônicos predominantes: *Chlorella*, *Chlamydomonas*, *Chroomonas*, *Coelastrum*, *Coenochloris*, *Gleocystis*, *Euglena*, *Phacus*, *Scenedesmus*, *Selenastrum* e *Diatoma*. Organismos pertencentes à Divisão Cyanophyta (cianobactérias), do gênero *Oscillatoria* também foram identificados durante o período de estudo, porém em números muito baixos (BEVILACQUA et al., 2006; RUAS & DORNELAS, 2006).

Konig (1984) refere-se ao gênero *Euglena* como dos mais tolerantes a cargas orgânicas e dos mais abundantes em lagoas de tratamento de esgotos sanitários.

#### 3.5.1.2. Zooplâncton

O zooplâncton é um importante componente na dinâmica em ambiente aquático. Alguns gêneros e espécies são predadores de bactérias e outros consomem fitoplâncton. Assim, os peixes podem promover tanto a redução de fito e zooplâncton, pelo consumo direto, quanto o aumento de fito, como resultado do consumo de zooplâncton, que também consome fitoplâncton (EDWARDS, 1992).

O zooplâncton de água doce é constituído principalmente por Protozoa, Rotífera e Crustácea, este último, representado principalmente pelos microcrustáceos dos grupos Copepoda, Cladocera e Ostracoda (ROCHA, 2000).

O zooplâncton natural ou cultivado possui bom valor nutricional como fonte de proteína e bom balanceamento de aminoácidos (OGINO, 1963), constituindo-se também em boa fonte de minerais e lipídios (WATANABE, 1988).

Os rotíferos constituem-se em alimento de excelente qualidade para larvas recém-eclodidas, sendo que Lubzens et al. (1987) destacam as espécies *Brachionus calyciflorus* e *B. rubens* para a alimentação durante a fase inicial, enquanto que, segundo Tavares (1993), para os copépodes, a fase de náuplio possui maior importância pela facilidade de predação quando fornecido às larvas, em comparação com as fases adulta e de copepodito.

Além do elevado valor biológico dessa proteína, esses organismos possuem um elevado conteúdo de lipídios, considerados, após a proteína, como fonte importante de energia, embora algumas espécies possam utilizar boa parte dos carboidratos da dieta como energia. O valor biológico dessa proteína é elevado, com uma proporção de aminoácidos próxima àquela exigida pelos peixes. A exigência de proteína bruta (PB) para a maioria dos peixes de água doce encontra-se entre 30% e 35%, menor que o conteúdo desse nutriente encontrado no zooplâncton, sendo que esse excedente pode ser utilizado para a produção de energia.

Entre os vários grupos de zooplâncton, os cladóceros são conhecidos por se alimentarem de bactérias. Thouvenot et al. (1999) mostraram que *Daphnia* e *Ceriodaphnia* podem consumir acima de 72% da população de bactérias em corpos d'água. Os cladóceros constituem também um importante componente na dieta de larvas de peixe (GERKING, 1994).

Deve-se salientar que não são todas as espécies de zooplâncton que conseguem sobreviver em águas residuárias, principalmente quando em altos teores de amônia, compostos de enxofre e matéria orgânica. Arauzo (2003) observou que houve um significativo decréscimo na biomassa zooplanctônica em virtude dos efeitos da amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$  em níveis superiores a 2,5 mg/L), sendo Rotifera o grupo mais afetado.

Rotíferos e cladóceros, particularmente, são capazes de crescerem em altas densidades se alimentando de resíduos orgânicos e bactérias. Lagoas de tratamento de esgotos geralmente apresentam rotíferos e cladóceros em densidades cujos valores atingem 3000 e 300 indivíduos por litro, respectivamente (GUERRIN, 1998; NANDINI, 1999).

No trabalho realizado por Moscoso et al. (1992) os autores observaram uma proliferação intensa de ciliados, rotíferos, copépodes e cladóceros em lagoas de estabilização no Peru. Kibria et al. (1997), analisando a composição bioquímica do plâncton coletado em lagoas de estabilização, ressaltaram seu grande valor nutricional para as primeiras fases de vida de diversas espécies de peixes.

Nos já referidos trabalhos conduzidos no mesmo sistema de tratamento utilizado no presente trabalho foram encontrados cinco gêneros da comunidade zooplanctônica: *Brachionus* (Rotifera), *Moina* e *Daphnia* (Cladocera), *Mesocyclops* e *Thermocyclops* (Copepoda). Em todas as unidades predominaram os rotíferos, sendo, por vezes, os únicos organismos encontrados. Quando o sistema foi operado com tempo de detenção hidráulica mais elevado, isto favoreceu o desenvolvimento de microcrustáceos com ciclo de vida mais longo (Cladocera e Copepoda). Durante o período considerado (18 meses), embora nem sempre, verificou-se uma relação inversa entre as populações planctônicas ao longo da série de lagoas, sugerindo uma relação de

pastagem entre zoo e fitoplâncton (BEVILACQUA et al., 2006; RUAS & DORNELAS, 2006).

### **3.6. Escolha das espécies**

Como o objetivo da piscicultura é a produção de peixes e a melhoria do meio ambiente deve-se procurar o máximo da produção e a diminuição dos impactos ambientais, com a redução dos sólidos suspensos (algas, rotíferos, grumos de bactérias e matéria orgânica particulada) e consumo dos nutrientes disponíveis na produção de alimento para a cadeia trófica existente (PEREIRA, 2004).

O hábito alimentar mais desejado para a espécie a ser cultivada é o que atinge os níveis mais baixos da cadeia trófica, reciclando os nutrientes mais rapidamente e transformando a energia potencial do ambiente (nutrientes) em produção de pescado. Outra importante característica da espécie a ser utilizada na prática do uso de esgoto tratado é a rusticidade da espécie, sua resistência as variações da qualidade de água.

As espécies de peixes em geral sugeridas para o cultivo com águas residuárias são aquelas capazes de suportar condições mais desfavoráveis em termos de concentrações de oxigênio dissolvido (mais baixas) e de amônia (mais elevadas), ou variações mais amplas destes parâmetros (condição tipicamente encontrada em lagoas de estabilização); neste aspecto destacam-se espécies mais robustas, por exemplo, de carpa e tilápia.

#### **3.6.1. Carpas**

A carpa é uma espécie da família Cyprinidae de procedência desconhecida, mas se supõe ser originária da China, Ásia ou Europa Oriental. Introduzidas no Brasil na década de 80, as várias espécies de carpas ocupam lugar de destaque na piscicultura. Por seu regime alimentar, tem menor custo na alimentação, pois quanto mais próxima dos produtores (vegetais), maior será a produção em consequência da menor perda de

energia. É um peixe bastante resistente às alterações de temperatura, sobrevive na faixa de 0°C a 40°C e apresenta ótimo desenvolvimento a 28°C. Além do mais, suporta níveis de oxigênio dissolvido até 3,2 mg/L, mas o teor ideal está entre 7 e 9 mg/L. Por ser onívoro, apresenta hábito alimentar diversificado e oportunista, seu apetite aumenta com a temperatura, entre 24°C e 28°C. Na fase juvenil, alimenta-se de zooplâncton e, na fase adulta, de animais bentônicos (minhocas, larvas de insetos, etc.).

Há varias espécies de carpas utilizadas na aquicultura destacando-se: a carpa comum, a carpa capim, carpa cabeça grande e outras. Estudos realizados por Rothbard (1982), com larvas de carpas sugeriram que larvas de 0,6-0,7cm de comprimento total (CT) devem ser alimentadas preferencialmente por rotíferos, larvas de 0,7-0,9 cm alimentadas por nauplios de *Artemia salina* e larvas acima de 0,9 cm alimentadas por *Moina*, *Bosmina* e *Daphnia*. van Der Wind (1979) comparou algumas dietas artificiais e naturais e sugeriu que o mais adequado regime alimentar para larvas de ciprinídeos (como tamanho e qualidade do item alimentar) é o rotífero seguido pelos náuplios de *Artemia*.

Segundo Castagnolli (1984) e Hanez (1986), o plâncton pode ser utilizado pelas carpas e suprir boa parte da alimentação como ocorre na maioria dos peixes onívoros.

O hábito alimentar da carpa capim na fase adulta é considerado herbívoro. Na fase inicial do desenvolvimento sua dieta muda rapidamente. Material animal, zooplâncton e invertebrados bentônicos são componentes importantes da dieta durante os estágios iniciais do desenvolvimento. Rotíferos são o principal componente alimentar na fase larval e permanece principal item alimentar para alevinos menores que 2 cm comprimento total; microcrustáceos e larvas de quironomídeos se tornam itens alimentares mais importantes à medida que os alevinos de carpa capim crescem (HICKLING, 1966; OPUSZYNSKI, 1979).

A transição do alimento de origem animal para origem vegetal (macrófitas aquáticas) ocorre em alevinos de carpa capim com comprimento total à partir de  $\pm 4,0$  cm. Na ausência de competição ou quando o suplemento de macrófitas é reduzido, a carpa capim irá preferir itens alimentares de origem animal ao invés de plantas aquáticas (TANG, 1970).

A carpa cabeça grande e a carpa comum tem o hábito alimentar na fase adulta considerado respectivamente zooplactófaga e onívora. De acordo com DABROWSKI (1984) os rotíferos são considerados alimentos iniciais para as larvas de carpa cabeça grande, seguido pelos cladóceros e copépodos. Já a carpa comum prefere pequenos organismos animais, geralmente bentônicos, se alimentam de fitoplâncton e pequenos organismos do zooplâncton.

### 3.6.2. Curimatá-pioa

Curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*), denominado vulgarmente como “curimba” ou “curimatá”, pertence à família Prochilodontidae. O gênero *Prochilodus* encontra-se amplamente distribuído pela América do Sul (FOWLER, 1950). No Brasil, está presente em todas as principais bacias hidrográficas, sendo *Prochilodus lineatus*, a espécie mais comum na Bacia do Paraná (CASTAGNOLLI, 1992). Esta espécie tem apresentado bons resultados na piscicultura, destacando-se pelo seu baixo nível trófico, aproveitando os alimentos de menor qualidade, com rápido crescimento em cultivo intensivo. Por pertencer a um baixo nível trófico e ser relativamente bem aceito para consumo e na pesca esportiva, essa espécie tem sido motivo de estudos visando a seu cultivo (CROUX, 1992).

A curimba é caracterizada como iliófaga ou detritívora, sendo abundante em planícies de inundação (VERANI et al., 1989; ALMEIDA et al., 1993). São peixes prolíficos, crescimento rápido e elevada rusticidade, o que os tornam propícios para o

cultivo (BRITSKI, 1972). Alimenta-se de lodo, algas, perifiton e detritos orgânicos, sendo considerada espécie de hábito alimentar especializado (AZEVEDO & VIEIRA, 1938; GNERI & ANGELESCU, 1951; LEITE et al., 1988; FUGI & HAHN, 1991).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Unidade experimental

Foram conduzidos quatro experimentos na Unidade Integrada de Tratamento de Esgotos e Utilização de Efluentes Sanitários (ETE), localizada no Bairro da Violeira, município de Viçosa, Minas Gerais.

A unidade de tratamento é constituída por um conjunto de reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) (Figura 8) e biofiltro aerado submerso (BF), em escala real ( $115 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ ), pré-fabricado em aço, seguido de três lagoas de polimento em série, e uma quarta lagoa (L4), em paralelo à terceira, todas em escala piloto e pré-fabricadas em fibra de vidro, com 90 cm de profundidade, 5,7 m de comprimento e 2,85 m de largura (Figura 9). O sistema de lagoas foi operado com vazão de  $2 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$  e tempo de detenção hidráulica (TDH) de sete dias em cada lagoa no período de estudo.



Figura 8 - Vista do sistema de tratamento de esgotos: reator UASB e biofiltro aerado submerso.

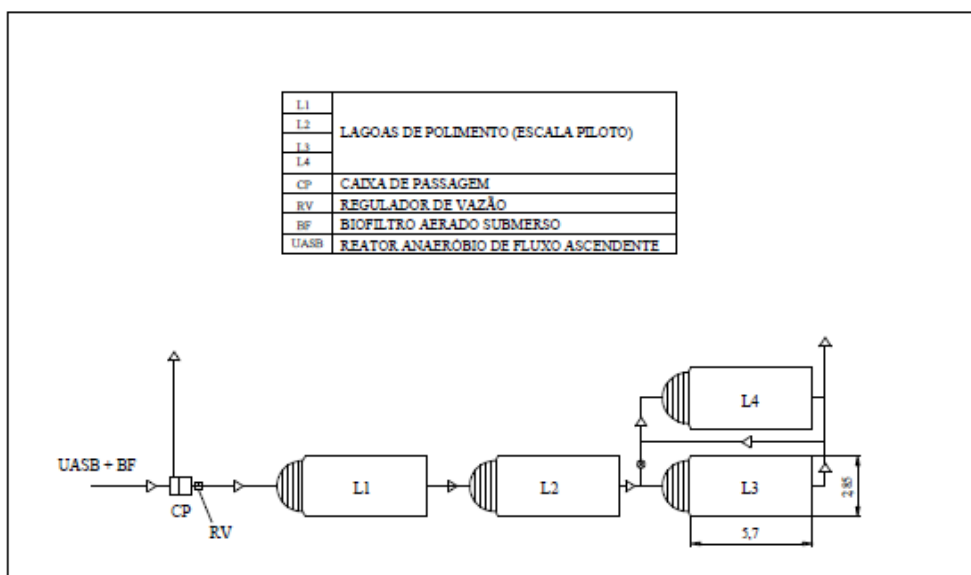


Figura 9 - Ilustração esquemática da série experimental de lagoas de estabilização.  
 Fonte: RIOS (2007).

O efluente das lagoas 3 e 4 era armazenado em quatro reservatórios de fibra de vidro com capacidade de 1.000 L, os quais abastecem tanques piloto de criação de peixes, dotadas de sistemas individuais de abastecimento de água e escoamento de fundo (Figura 10).

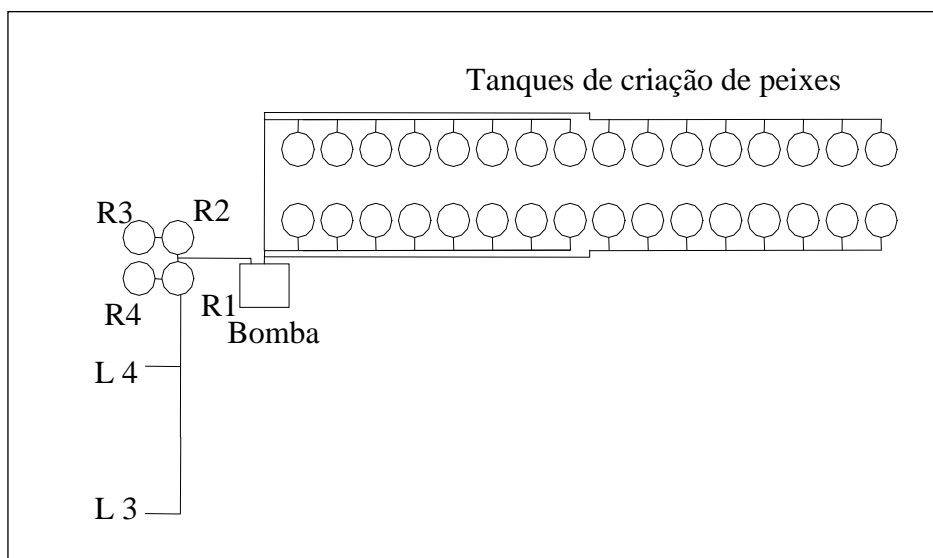


Figura 10 - Ilustração esquemática das lagoas 3 e 4, reservatórios e tanques de criação de peixes.

Foram utilizados 24 tanques de criação, com coluna d'água de aproximadamente 85 cm e volume útil de 800 L, distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos (quatro densidades de estocagem – 10, 20,

30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>), contendo três blocos e duas repetições. Foi aplicada taxa de renovação volumétrica diária de água de 5%, realizada por volta das 8:00 h, utilizando-se bomba de ¼ CV. Os tanques de criação foram tampados com uma tela branca com penetração de 80% de luminosidade solar (Figura 11).



Figura 11 - Vista da unidade experimental de piscicultura.

O primeiro experimento foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2010, duração de 40 dias, com alevinos de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) com peso inicial de  $0,32 \pm 0,08$  g e comprimento total inicial de  $3,10 \pm 0,27$  cm. O segundo experimento foi realizado nos meses de outubro e novembro de 2010, duração de 40 dias, com alevinos de carpa comum (*Cyprinus carpio*) com peso inicial de  $0,80 \pm 0,26$  g, comprimento padrão inicial de  $3,24 \pm 0,25$  cm e comprimento total inicial de  $4,07 \pm 0,34$  cm. O terceiro experimento foi realizado nos meses de fevereiro e março de 2011, duração de 35 dias, com alevinos de carpa cabeça grande (*Hypophthalmichthys nobilis*) com peso inicial de  $0,84 \pm 0,30$  g, comprimento padrão inicial de  $3,66 \pm 0,32$  cm e comprimento total inicial de  $4,46 \pm 0,29$  cm. E o quarto experimento foi realizado nos meses de abril e maio de 2011, duração de 35 dias, com alevinos de curimatá-pioa (*Prochilodus costatus*) com peso inicial de  $0,88 \pm 0,41$  g, comprimento padrão inicial de  $3,50 \pm 0,49$  cm e comprimento total inicial de  $4,52 \pm 0,58$  cm.

## 4.2. Qualidade da água

Foi realizado semanalmente o levantamento de parâmetros físicos e químicos da qualidade da água nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem e para o reservatório (afluente), o qual armazenava o efluente proveniente das lagoas de polimento para alimentar os tanques da unidade de piscicultura. Os seguintes parâmetros de controle da qualidade da água foram analisados: oxigênio dissolvido (OD), pH, temperatura, condutividade elétrica (CE) - medidas de campo; nitrogênio orgânico (N-org), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fósforo total (PT), fósforo solúvel (PS), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos suspensos totais (SST) e clorofila *a* - medidas de laboratório. Foi determinado o perfil de temperatura, OD e pH as 6:00, 12:00 e 18:00 horas, nos tanques de criação de peixes. As análises foram realizadas seguindo os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) e foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade da Água da Divisão de Água e Esgotos (DAG/UFV).

## 4.3. Comunidade planctônica

As coletas de plâncton foram realizadas quinzenalmente, sendo a primeira coleta antes do peixamento, a segunda após quinze dias do início do experimento e a terceira ao final do experimento. Os principais organismos planctônicos encontrados foram identificados e quantificados ao nível de gênero. Foram realizadas coletas nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem.

Para a análise qualitativa do plâncton, a coleta foi realizada pela filtração da água e concentração com rede de plâncton, utilizando rede com abertura de malha de 20 µm para coleta de fitoplâncton e 68 µm para coleta de zooplâncton, através de arraste vertical descendo a rede até o fundo do tanque trazendo até a superfície (h = 85 cm de

arraste) (Figura 12). As amostras foram preservadas com formol 4% para o fito e formol 10% para zoo, na proporção de 1:1. Para as análises quantitativas, as amostras foram coletadas na coluna d' água, com o auxílio do amostrador de coluna, o qual permite coletar até 1 litro de água numa faixa de 0 a 85 cm de profundidade. Essas amostras foram preservadas em Lugol Acético 5%.



Figura 12 - Arrasto vertical na coluna d' água com rede de plâncton.

Para análise taxonômica dos organismos fitoplanctônicos utilizou-se microscópio Zeiss, modelo Axioplan equipado com contraste de fase e epifluorescência. Os sistemas de classificação adotados foram: Round (1971) para Chlorophyceae e Zygnemaphyceae; Komárek e Anagnostidis (2005), Anagnostidis e Komárek (1988) para Cyanophyceae e Bourrelly (1985) para as demais classes. A densidade do fitoplâncton foi estimada por meio de contagens de células em câmara Sedgwick-Rafter (APHA, 1998), utilizando-se microscópio Zeiss, modelo Axioskop, equipado com contraste de fase e epifluorescência com aumento de 400 vezes (Figura 13).

Para análise taxonômica dos organismos do zooplâncton utilizou-se microscópio estereoscópico e microscópio óptico com aumento de até 1000 vezes (Figura 13). A análise taxonômica foi realizada com uso de literaturas específicas para cada grupo: Koste (1978) e Pontin (1978) para Rotifera; Reid (1985) e Rocha e

Matsumura-Tundisi (1976) para Copépoda; Elmoor-Loureiro (1997) e Scourfield e Harding (1966) para Cladóceras. Para a quantificação dos organismos foi utilizada cubeta de acrílico com fundo quadriculado, sendo a densidade populacional expressa em indivíduos por litro (ind L<sup>-1</sup>).

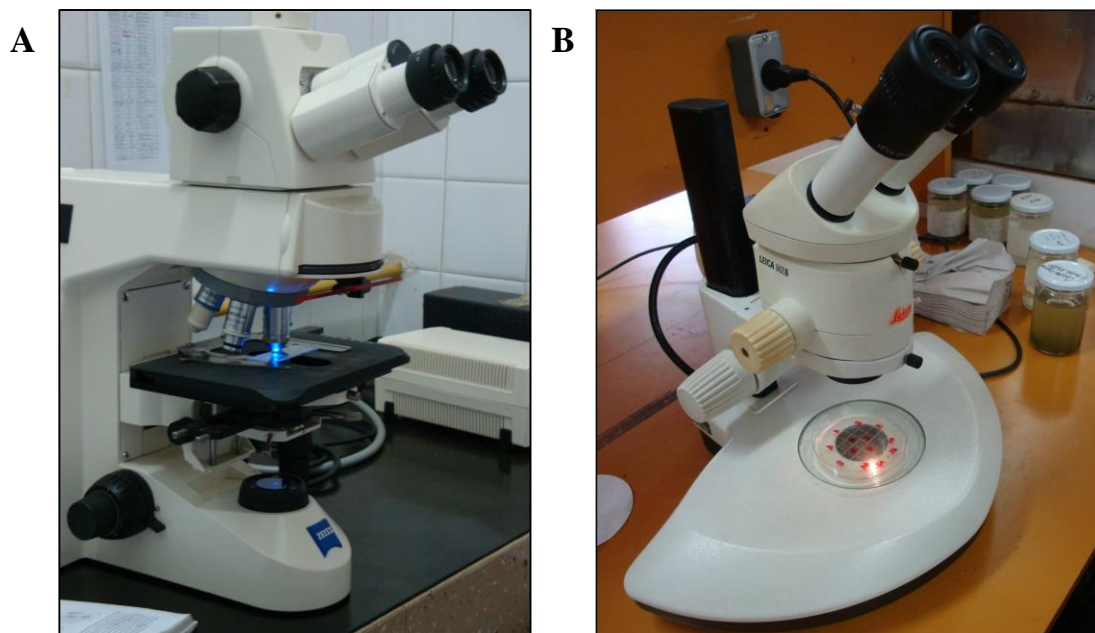


Figura 13 - Microscópio óptico (A) e microscópio estereoscópico (B).

#### 4.4. Conteúdo fecal

Ao realizar a despesca, doze exemplares de cada tratamento foram transferidos para as cubas coletoras, sendo uma cuba para cada tratamento, exceto para o experimento da carpa capim, no qual foi utilizada apenas uma cuba (Figura 14). Os alevinos permaneceram por 8 horas para defecação em água tratada para evitar a alta proliferação de organismo planctônico. O conteúdo fecal foi preservado em formol 10%, na proporção de 1:1, para as análises qualitativas e quantitativas dos organismos planctônicos.



Figura 14 - Cubas coletoras de fezes e peixes no interior da cesta de acondicionamento.

#### **4.5. Parâmetros Zootécnicos**

Para os parâmetros zootécnicos foram avaliados o peso inicial e final, ganho de peso (g), biomassa inicial e final, ganho de biomassa (g), comprimento padrão e total inicial e final, crescimento (cm) e taxa de sobrevivência dos alevinos.

#### **4.6. Aspectos sanitários**

Para a avaliação da qualidade sanitária, alguns alevinos (totalizando 25 g) de cada tratamento foram preservados no gelo e encaminhados para análise no Departamento de Microbiologia da UFV, para análise de Coliformes totais e termotolerantes/ g de amostra através do método Colillert.

#### **4.7. Análises estatísticas**

Os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e três blocos com duas repetições dos blocos. Os dados foram analisados por meio de variância e regressão. Para comparar a média do tratamento controle (Reservatório) com os demais tratamentos (densidades de estocagem) se utilizou o teste de Dunnett adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Os modelos

foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, no coeficiente de determinação ( $R^2 = \text{SQ Regressão/SQ Tratamento}$ ) e no comportamento biológico. Para os parâmetros biológicos e sanitários foi realizado análise de estatística descritiva. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. CARPA CAPIM

#### 5.1.1. Qualidade da água

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos monitorados nos reservatórios (afluente) e no sistema de piscicultura, expressos em termos de médias encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água nos Reservatórios (Controle) e nos tanques de criação de alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Reservatórios	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
		10	20	30	40
T (°C)	25,26	24,59	24,68	24,69	24,65
pH	8,37	8,34	8,72	8,87	9,03
OD (mg/L)	0,56	4,60*	6,58*	7,30*	7,19*
CE (µS/cm)	355,00	335,67	336,81	342,44	340,64
SST (mg/L)	29,92	26,88	49,00	42,79	35,88
PS (mg/L)	3,01	2,48	2,61	2,21*	2,09*
PT (mg/L)	3,64	2,94	3,14	3,02	2,85
N- <sub>ORG</sub> (mg/L)	10,13	6,79*	6,57*	7,13*	7,40*
N- <sub>NH3</sub> (mg/L)	3,82	1,05*	0,73*	1,01*	0,84*
N- <sub>NO3<sup>-</sup></sub> (mg/L)	1,66	1,69	1,96	1,21	1,08
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	64,69	18,21*	34,62*	33,19*	44,54*
DBO (mg/L)	17,87	17,39	15,58	16,00	15,05
DQO (mg/L)	99,05	89,28	91,30	86,97	80,90

\* Médias diferem significativamente do controle (Reservatório) usando o Teste de Dunnett (P<0,05).

Pode-se afirmar que o efluente gerado pelo sistema piloto de tratamento em lagoas de polimento que abasteceu a unidade de piscicultura, e os tanques de criação, apresentaram condições adequadas para o cultivo de alevinos de carpa capim.

A temperatura da água manteve-se dentro dos valores recomendados para a espécie de peixe estudada (Tabela 3). Temperaturas inferiores a 20°C podem afetar o metabolismo, provocando diminuição do apetite e queda na produtividade. A temperatura que proporciona uma maior produtividade no cultivo de carpas capim está entre 20°C e 28°C (PIPALOVA, 2006).

Os valores médios de pH da água de cultivo e dos reservatórios permaneceram na faixa recomendada para piscicultura durante o período experimental. De acordo com Boyd (1990) a faixa ideal é entre 6,5 a 9,0.

Os valores médios de oxigênio dissolvido (OD) da água de cultivo nos tanques de criação de peixes com diferentes densidades de estocagem foram significativamente diferentes da água do reservatório (afluente). As caixas do reservatório permaneceram cobertas ao longo do experimento e, portanto sem luminosidade, o que explica o fato dos valores de OD serem muito baixos. Os valores de OD da água dos tanques foram ideais para o cultivo de carpa capim, de acordo com Galli e Torloni (1985), as carpas resistem bem as quedas do teor de oxigênio dissolvido, suportando até 3,2 mg/L.

A água de cultivo não apresentou diferença significativa para os valores de condutividade elétrica e sólidos suspensos totais em relação ao controle do sistema de piscicultura (Tabela 3). Edwards (1992) relata que experimentos com criação de peixes em lagoas de estabilização visam conseguir concentração média de sólidos suspensos totais (SST) menor que 30 mg/L, valor preconizado pela USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos).

Os valores de fósforo solúvel e total foram menores na água de cultivo do que na água do reservatório (controle), porém somente os tratamentos com 30 e 40

alevinos/m<sup>3</sup> apresentaram diferença significativa para os valores de fósforo solúvel (PS) em relação aos reservatórios. Podemos considerar que, a remoção de fósforo, teve como principal mecanismo a assimilação pelo fitoplâncton, os quais coincidem com aumento da concentração de clorofila *a* para os tratamentos citados acima.

Para os compostos nitrogenados, os valores de nitrogênio orgânico e amoniacal da água de cultivo para as diferentes densidades de estocagem diferenciaram significativamente da água do reservatório. A diminuição dos valores de nitrogênio ao longo do experimento pode ser atribuída ao desenvolvimento da comunidade planctônica, elevação significativa do pH e OD.

Os valores médios de clorofila *a* da água de cultivo para as diferentes densidades de estocagem foram diferentes significativamente da água do reservatório, o que pode indicar reflexo da cadeia trófica, consumo do fitoplâncton pela comunidade zooplânctônica e pelos alevinos de carpas capim.

Os valores de DQO normalmente são maiores que os da DBO, devido a oxidação química decompor matéria orgânica não biodegradável. Segundo von Sperling (1995), o efluente biológico possui valores da relação DQO/DBO usualmente superiores a 3,0. Para o limite máximo de DQO em sistemas de aquicultura foi identificado a concentração de 90 mg/L (BOYD e TUCKER, 1998).

Os maiores valores de temperatura nos tanques de piscicultura foram observados nos períodos de maior intensidade luminosa (12:00 as 18:00), mantendo-se dentro da faixa recomendada durante todo o dia (Tabela 4). O fitoplâncton e o zooplâncton presentes na água de cultivo foram importantes para a carpa capim, sendo que o desenvolvimento desses organismos foi influenciado pela disponibilidade e equilíbrio dos nutrientes e também pela temperatura da água.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos valores de temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura para as diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Horário		
	6:00	12:00	18:00
Temperatura (°C)	23,30 ± 0,55	27,20 ± 1,33	27,70 ± 1,05
pH	8,90 ± 1,04	9,80 ± 0,78	9,90 ± 0,85
OD (mg/L)	6,20 ± 3,08	13,30 ± 5,32	13,30 ± 4,29

Na Tabela 4 observa-se os valores de pH as 6:00, 12:00 e 18:00 horas. Valores mais baixos de pH ao amanhecer (6:00) e a variação diária esta associada a respiração dos organismos aquáticos e a alcalinidade da água. Nas horas de maior produção fotossintética (12:00 as 18:00) ocorre um maior consumo de CO<sub>2</sub>, reduzindo os teores de H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> no meio e aumento dos valores de pH.

Valores de pH acima de 9, como os encontrados, são indesejáveis a piscicultura, pois quanto maior o pH maior a porcentagem de NH<sub>3</sub> não ionizada (tóxica aos peixes), porém por ser volátil se perde na atmosfera. Além disso, o pH elevado contribui para a remoção de patógenos (von SPERLING, 2002). Durante a madrugada é de se esperar que o pH seja mais baixo, devido a uma maior presença de CO<sub>2</sub> proveniente da respiração.

Os elevados valores de OD coincidiram com os picos de fotossíntese realizada pelas algas (12:00 as 18:00) e à medida que vai diminuindo a intensidade luminosa os valores de oxigênio tendem a decrescer, pela diminuição da fotossíntese e do consumo de oxigênio pelas algas (respiração). Mesmo os menores valores de OD, registrados às 06:00, estiveram dentro da faixa recomendada para o cultivo de carpas capim.

## 5.1.2. Comunidade planctônica

### 5.1.2.1. Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica foi composta por 38 gêneros, pertencentes a sete divisões, sendo 17 pertencentes a classe Chlorophyceae (45%), oito a Cyanophyceae (21%), seis a Bacillariophyceae (16%), quatro a Euglenophyceae (11%) e um a Cryptophyceae (3%), uma Dinophyceae (3%) e um a Zignemaphyceae (3%) (Tabela 5). Esses dados mostraram predomínio da divisão Chlorophyta em relação aos demais grupos. Palmer (1969) destaca que essa classe é resistente a elevados níveis de matéria orgânica, como na área de estudo.

Tabela 5 - Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem

<b>Classes</b>	<b>Gêneros</b>
CHLOROPHYCEAE	<i>Actinastrum, Ankistrodesmus, Chlamydomonas, Chlorella, Chlorococcum, Choricystis, Coelastrum, Desmodesmus, Diacanthos, Elakatothrix, Eutetramorus, Monoraphydium, Oocystis, Radiococcus, Scenedesmus, Ulothrix, Uronema</i>
CYANOPHYCEAE	<i>Chroococcus, Cyanothece, Lyngbya, Microcrocis, Oscillatoria, Phormidium, Pseudanabaena, Synechococcus</i>
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Amphipleura, Cyclotella, Gomphonema, Navicula, Pinnularia, Synedra</i>
EUGLENOPHYCEAE	<i>Euglena, Lepocinclis, Menoidium, Phacus</i>
ZYGNEMAPHYCEAE	<i>Cosmarium</i>
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas</i>
DINOPHYCEAE	<i>Peridinium</i>

Na análise quantitativa, constatou-se que a classe Chlorophyceae correspondeu a 95% da densidade total, seguida por Cryptophyceae (1,9%), Bacillariophyceae (1,26%), Euglenophyceae (1,05%), Cyanophyceae (0,56%), Zignemaphyceae (0,12%) e Dinophyceae (0,11%) (Tabela 6).

Durante o cultivo de carpa capim ocorreu aumento da densidade total do fitoplâncton para ambos os tratamentos exceto para o tratamento com menor densidade de estocagem (10 alevinos/m<sup>3</sup>). O aumento na população de algas pode ter sido decorrente da herbivoria pelo zooplâncton, por meio do aumento da predação do último pelo peixe. Na água deste tratamento observa-se maior densidade de zooplâncton

(Tabela 7), consequência da menor densidade de estocagem.

Tabela 6 - Densidade de células (cels mL<sup>-1</sup>), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 25/02/2010</b>				
<b>Classes/ céls. ml<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
BACILLARIOPHYCEAE	2.000	1.600	2.000	1.700
CHLOROPHYCEAE	410.000	293.400	327.000	307.550
CYANOPHYCEAE	1.000	800	1.000	850
CRYPTOPHYCEAE	38.000	10.000	9.000	6.800
DINOPHYCEAE	1.000	-	2.000	850
EUGLENOPHYCEAE	2.000	800	4.000	4.300
ZIGNEMAPHYCEAE	-	-	1.000	-
<b>Total</b>	<b>4,5 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,2 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Segunda coleta: 17/03/2010</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	4.200	4.500	9.600	8.650
CHLOROPHYCEAE	877.800	328.800	630.800	1.130.000
CYANOPHYCEAE	5.100	4.500	4.000	4.750
CRYPTOPHYCEAE	3.400	2.700	800	1.900
DINOPHYCEAE	-	-	800	950
EUGLENOPHYCEAE	6.850	2.700	5.600	3.800
ZIGNEMAPHYCEAE	-	-	800	950
<b>Total</b>	<b>8,9 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>6</sup></b>
<b>Terceira coleta: 31/03/2010</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	48.200	6.800	5.800	37.500
CHLOROPHYCEAE	569.500	854.900	1.206.100	1.211.350
CYANOPHYCEAE	5.500	2.550	3.500	22.500
CRYPTOPHYCEAE	11.000	2.500	2.300	23.000
DINOPHYCEAE	-	-	-	-
EUGLENOPHYCEAE	11.000	2.550	4.600	52.500
ZIGNEMAPHYCEAE	-	850	1.200	7.500
<b>Total</b>	<b>6,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>8,7 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>6</sup></b>

A maior densidade da classe Chlorophyceae foi atribuída aos gêneros *Chlorella* e *Scenedesmus*. Organismos de pequeno porte, como a *Chlorella* sp. são favorecidos em águas eutróficas, pois se multiplicam mais rapidamente do que as células maiores, sendo que seu tamanho garante uma taxa mínima de absorção de nutrientes (MARGALEF, 1978).

De acordo com Zanotelli (2000), se a ocorrência de flagelados for desprezível em relação à alga verde *Chlorella* e se houver a presença de diatomáceas, isso indica

eficiência de tratamento. Assim como se a ocorrência de cianobactérias for menor do que as algas verdes, isso indica baixa toxicidade do efluente. Todas essas ocorrências foram verificadas, através da análise qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica.

#### 5.1.2.2. Zooplâncton

Os organismos zooplanctônicos são consumidores que se encontram na base das cadeias tróficas de ecossistemas aquáticos naturais, constituindo o maior elo com os níveis tróficos superiores desses ambientes, e cuja importância em cadeias tróficas de ambientes aquáticos tem sido bem documentada (WETZEL, 1981; LECREN & LOWE-MCCONELL, 1980; PAYNE, 1986). Particularmente, os microcrustáceos, por serem eficientes filtradores, controlam o crescimento das microalgas por meio da herbivoria e, juntamente com os rotíferos, constituem a base dos recursos alimentares para estágios larvais de várias espécies de peixes (SIPAÚBA-TAVARES & ROCHA, 1994; ARCIFA et al., 1988).

A comunidade zooplanctônica foi composta por 12 gêneros, pertencentes a três divisões, sendo que seis pertencem a Rotífera (*Brachionus*, *Colurella*, *Keratella*, *Lecane*, *Lepadella* e *Proales*) (50%), três a Cladóceras (*Alona*, *Moina* e *Chidorus*) (25%) e três a Copépoda (*Mesocyclops*, *Microcyclops* e *Termocyclops*) (25%). Também ocorreram representantes das fases jovens de copépoda (náuplios e copepoditos).

Segundo Rocha et al. (1995), os rotíferos são predominantes na maioria dos lagos e reservatórios brasileiros, tanto em termos de densidade quanto em número de espécies.

Na análise quantitativa, constatou-se que Rotífera correspondeu a 91% da densidade total, seguida por Copépoda (8,0%) e Cladóceras (1%) (Tabela 7).

Várias características da presa estão envolvidas na seletividade alimentar de peixes, como tamanho e visibilidade, facilidade de captura, movimento, qualidade nutricional, palatabilidade, acessibilidade e abundância (LAZZARO, 1987; O'BRIEN, 1987; ZAVALA-CAMIN, 1996).

Tabela 7 - Densidade de indivíduos (ind.L<sup>-1</sup>), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 25/02/2010</b>				
Grupos/ ind. L <sup>-1</sup>	Alevinos/m <sup>3</sup>			
	10	20	30	40
CLADÓCERA	1,81	3,13	0,42	5,00
COPÉPODA	5,77	5,56	9,59	4,51
ROTÍFERA	5,69	3,13	74,10	239,10
<b>Total</b>	<b>13,27</b>	<b>11,82</b>	<b>84,11</b>	<b>248,61</b>
<b>Segunda coleta: 17/03/2010</b>				
CLADÓCERA	1,70	0,63	0,97	0,21
COPÉPODA	35,95	9,51	28,32	17,91
ROTÍFERA	919,00	672,22	293,84	114,45
<b>Total</b>	<b>956,65</b>	<b>682,36</b>	<b>323,13</b>	<b>132,57</b>
<b>Terceira coleta: 31/03/2010</b>				
CLADÓCERA	1,60	0,28	-	-
COPÉPODA	41,39	13,33	6,45	6,12
ROTÍFERA	23,20	74,65	84,33	62,79
<b>Total</b>	<b>66,19</b>	<b>88,26</b>	<b>90,78</b>	<b>68,91</b>

Durante o cultivo de carpa capim a densidade total de Cladóceras foi reduzida para ambos os tratamentos, o que pode estar relacionado ao fato dos indivíduos pertencentes a Cladóceras serem maiores e apresentarem capacidade de fuga menos efetiva que os demais grupos. Para Copépoda houve aumento da densidade, porém esse aumento foi maior à medida que reduziu a densidade de estocagem dos alevinos. Por apresentarem mecanismo de escape mais desenvolvido, Copépoda sofreu menor pressão de predação pelos alevinos de carpa capim.

Os Rotíferos representaram o grupo mais diversificado, em termos de números de gênero, apesar de terem mostrado grandes variações nas coletas, apresentaram as maiores densidades numéricas médias durante o cultivo. De acordo com Margalef (1983), os rotíferos podem apresentar elevações populacionais repentinas em função do

aumento do número de indivíduos de uma única espécie, o que foi observado durante esta pesquisa, aumento de *Brachionus* sp.

### 5.1.2.3. Conteúdo fecal

A maioria das espécies de peixe utiliza organismos planctônicos como alimento, pelo menos nas fases iniciais de seu desenvolvimento, pois são ricos em vitaminas, proteínas e lipídios, tem tamanho corporal pequeno e sua motilidade atrai os peixes.

De acordo com Opuszynski (1979) a transição do alimento de origem animal para origem vegetal (macrófitas aquáticas) ocorre em alevinos de carpa capim com comprimento total à partir de  $\pm 4,0$  cm. Tang (1970) acredita que na ausência de competição ou quando o suplemento de macrófitas é reduzido, a carpa capim irá preferir itens alimentares de origem animal ao invés de plantas aquáticas.

Na análise do conteúdo fecal dos alevinos de carpa capim (Figura 15), a classe Chlorophyceae teve maior densidade (58,22%), isso provavelmente ocorreu devido a sua alta densidade no próprio ambiente, ou seja, as células de clorofíceas são ingeridas em grandes quantidades e o tempo de passagem pelo trato digestório foi muito pequeno.

Em relação à abundância de presas, a alimentação tende a ser menos seletiva em baixas densidades de presas (WERNER & HALL, 1974; KHADKA & RAMAKRISHNA, 1986). Se um item é muito abundante no ambiente, ele pode constituir grande proporção da dieta do peixe, mesmo que a seletividade pelo peixe seja neutra ou negativa (LAIR et al., 1996).

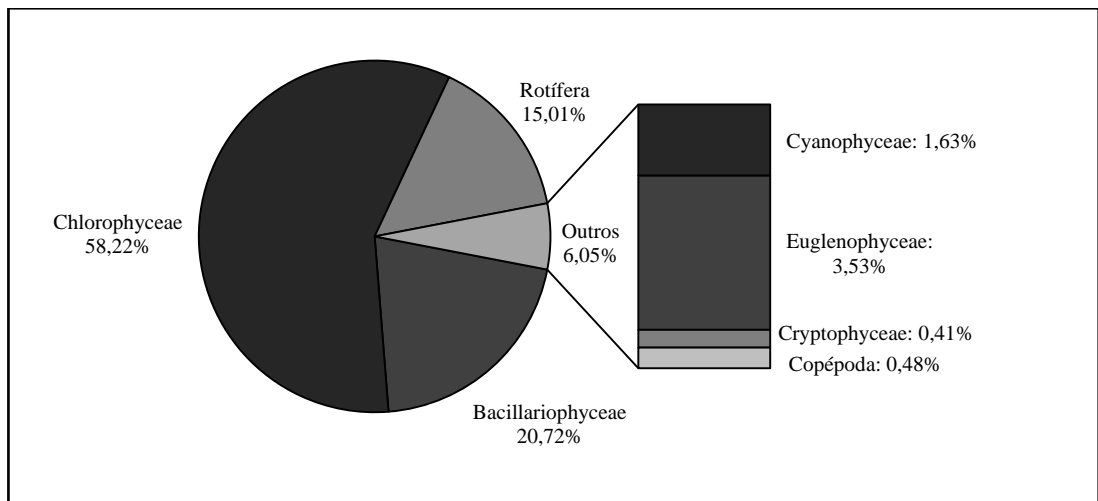


Figura 15 - Percentual do fitoplâncton e do zooplâncton encontrados no conteúdo fecal dos alevinos de carpa capim.

A classe Bacillariophyceae apresentou 20,72% da densidade total do conteúdo fecal, aumentou sua densidade comparada à água de cultivo. Este fato pode ser indicativo que os alevinos de carpa capim apresentaram dificuldade para digerir essas algas, uma vez que, a constituição da parede celular é impregnada por sílica.

O grupo Rotífera representou 15,01% da densidade total. A elevada densidade pode ter ocorrido devido a sua alta densidade no próprio ambiente. Os gêneros com maior densidade foram o *Brachionus* sp. e *Proales* sp.

### 5.1.3. Parâmetros Zootécnicos

Foi observado que com o aumento da densidade de estocagem, reduziu o ganho de peso dos alevinos (Tabela 8 e Figura 16). O menor ganho de peso (0,70 g) associado à maior densidade (40 alevinos/m<sup>3</sup>) pode estar relacionado com a disponibilidade de alimento (plâncton), ou seja, em maiores densidades a quantidade de alimento disponível para cada alevino foi menor, o que resultou na queda de ganho de peso.

Tabela 8 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem

Desempenho Zootécnico	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
	10	20	30	40
Peso médio inicial (g)	0,29 ± 0,08	0,30 ± 0,08	0,34 ± 0,09	0,36 ± 0,09
Peso médio final (g)	3,60 ± 0,87	1,96 ± 0,46	1,29 ± 0,27	1,06 ± 0,25
Ganho de Peso (g)	3,39	1,55	0,96	0,70
Biomassa inicial média (g/m <sup>3</sup> )	12,10	29,10	47,30	65,60
Biomassa Final média (g/m <sup>3</sup> )	147,60	188,20	178,00	193,90
Ganho de Biomassa médio (g/m <sup>3</sup> )	135,50	159,10	130,00	128,30
Taxa de Sobrevivência (%)	85	100	96	95

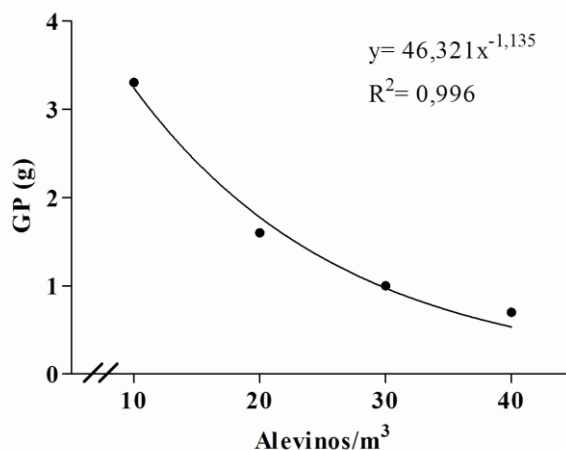


Figura 16 - Ganho de peso dos alevinos de carpa capim para as diferentes densidades de estocagem.

Estes resultados assemelham-se aos encontrados por Freitas (2006), pesquisando alevinos de tilápias com diferentes densidades de estocagem em períodos anteriores na mesma unidade experimental. Pereira (2004), avaliando as taxas de estocagem de 3 a 7 peixes/m<sup>3</sup> em tanques abastecidos com efluentes de lagoas de estabilização, encontrou menor ganho para maior densidade de estocagem. Nascimento e Melo (1989), em experimento com diferentes densidades de estocagem (100, 200 e 400 larvas/m<sup>3</sup>) de larvas de carpa comum, durante 30 dias, observaram quedas no incremento em peso e em sobrevivência com o aumento da densidade.

A capacidade suporte foi atingida na densidade de 20 alevinos/m<sup>3</sup>. A partir daí o alimento pode ter sido o fator limitante, o que resultou em menores ganhos de biomassa mesmo quando a densidade foi aumentada. A capacidade suporte é a máxima biomassa de peixe capaz de ser sustentada em uma unidade de produção e é

determinada segundo Kubitza (2000), pela quantidade e qualidade de alimento disponível; pelos níveis críticos de oxigênio dissolvido e pela concentração de amônia, gás carbônico e nitrito.

Com relação à taxa de sobrevivência para as diferentes densidades de estocagem, notou-se que para o tratamento com 10 alevinos/m<sup>3</sup> teve menor taxa de sobrevivência (85%). Esta taxa pode ser considerada excelente, tendo em vista que, as pisciculturas comerciais de melhores manejos, trabalham com índices de 85%. Freitas (2006) com as mesmas condições de estocagem e renovação de água, a sobrevivência foi de 84%.

O comprimento total médio inicial dos alevinos de carpa capim foi de  $3,10 \pm 0,27$  cm e o comprimento total médio final foi de  $4,90 \pm 0,38$  cm, sendo o crescimento médio total de  $1,80 \pm 0,46$  cm. Experimentos realizados utilizando esgoto doméstico na piscicultura obtiveram crescimento médio de 12,5 cm/peixe, em 120 dias de cultivo (FELIZATTO, 2000) e 14,6 cm/peixe, em 149 dias de cultivo (SANTOS et al., 2007).

#### **5.1.4. Aspecto sanitário**

A análise bacteriológica dos alevinos de carpa capim apresentou concentração de Coliformes termotolerantes menor do que três NMP (numero mais provável)/g. De acordo com Buras et al. (1987), estes valores se encontram com boa qualidade para consumo humano.

## **5.2. CARPA COMUM**

### **5.2.1. Qualidade da água**

Na Tabela 9 observa-se os valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido nos horários de 6:00, 12:00 e 18:00 horas da água dos tanques de piscicultura.

Tabela 9 - Média e desvio padrão dos valores de temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura

Parâmetros	Horário		
	6:00	12:00	18:00
Temperatura (°C)	23,00 ± 0,00	28,40 ± 0,87	29,10 ± 0,67
pH	10,40 ± 0,36	11,20 ± 0,16	11,50 ± 1,22
OD (mg/L)	8,70 ± 2,01	14,90 ± 2,08	15,30 ± 0,86

Arrignon (1979) e Makinouchi (1980) afirmaram que o melhor crescimento das carpas se dá entre 24,0 à 28,0 °C. As concentrações de oxigênio dissolvido devem ser mantidas acima de 60% de saturação em sistemas de piscicultura, ou ainda com níveis acima de 4 ou 5 mg/L para um bom crescimento de peixes (MITCHELL, 1998; MASSER et al., 1999). Para a carpa comum, considera-se que a melhor faixa de pH é de 6,8 a 7,5 (BALDISSEROTTO, 2009).

Com o aumento da luminosidade ao longo dia houve aumento dos valores médios de temperatura, pH e OD (Tabela 9). O aumento nos valores médios de OD e pH foi devido o processo de fotossíntese realizado pelos produtores primários. Durante o dia as algas ao realizarem fotossíntese consomem o gás carbônico do meio e liberam oxigênio, este consumo de CO<sub>2</sub> acarreta aumento nos valores de pH.

Processos biológicos como a respiração e a fotossíntese injetam e removem, diariamente, grandes quantidades de oxigênio e gás carbônico na água de cultivo. Devido à reação ácida do gás carbônico, a água pode apresentar flutuações diárias nos valores de pH. Valores elevados de pH como encontrados nesta pesquisa nos horários de 12:00 e 18:00 horas, podem prejudicar o crescimento dos peixes, principalmente na fase de larvicultura e alevinagem.

A frequente exposição a águas de elevado pH, além dos prejuízos ao crescimento e à conversão alimentar, resulta em prejuízo à saúde dos peixes. A elevação no pH aumenta a concentração da forma não ionizada da amônia na água, ou seja, a fração tóxica da amônia. Valores elevados de pH podem ocorrer nos horários de intensa

luminosidade (insolação) em viveiros com grande quantidade de fitoplâncton (KUBITZA, 2003).

Os valores médios de condutividade elétrica não apresentaram diferença significativa para o controle e para os tanques de cultivo (Tabela 10). A elevada condutividade média indicou grande disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento de uma alta densidade planctônica.

Tabela 10 - Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água nos Reservatórios (Controle) e nos tanques de criação de alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Reservatórios	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
		10	20	30	40
pH	7,73	9,88*	9,13*	9,98*	10,22*
OD (mg/L)	5,52	10,18*	10,71*	10,55*	11,55*
CE (µS/cm)	356,17	360,11	359,67	357,08	359,16
PS (mg/L)	4,36	4,23	4,14	3,97	3,34*
PT (mg/L)	6,83	5,80*	5,59*	5,18*	5,04*
N- <sub>ORG</sub> (mg/L)	10,31	6,30*	6,66*	6,28*	6,53*
N- <sub>NH3</sub> (mg/L)	3,06	0,27*	0,16*	0,11*	0,19*
N- <sub>NO3<sup>-</sup></sub> (mg/L)	3,13	0,86*	1,26*	1,13*	1,23*
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	163,14	73,29*	91,16*	101,08*	110,76*
DBO (mg/L)	15,93	7,29	6,40	8,34	9,05
DQO (mg/L)	260,17	174,58	168,00	176,25	222,75

\* Médias diferem significativamente do controle (Reservatório) usando o Teste de Dunnett (P<0,05).

Houve diferença significativa dos valores médios de pH e OD dos Reservatórios (Controle) para a água dos tanques de peixes com diferentes densidades de estocagem ao longo do período experimental (Tabela 10). A taxa de renovação de 5% diária da água dos tanques de cultivo pode ter colaborado na aeração dos mesmos. O aumento dos valores de pH e OD acompanham o aumento dos valores médios de clorofila *a* a medida que aumenta a densidade de estocagem.

Com o aumento da densidade de estocagem houve aumento dos valores de clorofila *a*, este parâmetro pode ser utilizado para estimar a produção primária do meio,

com isso pode-se concluir que o aumento da comunidade planctônica levou ao aumento da atividade fotossintética das algas, consumindo  $\text{CO}_2$  e liberando oxigênio. Apesar dos valores de clorofila *a* aumentar de forma direta com o aumento da densidade de estocagem, os valores de clorofila *a* e de nitrogênio orgânico (nitrogênio da biomassa algal) dos tanques foram significativamente menores do que os valores do controle, indicando consumo das algas pelos organismos zooplancctônicos e pelos alevinos de carpa comum.

Apesar de ter ocorrido remoção do nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) na água durante o cultivo, os níveis de amônia foram acima dos valores aceitáveis, o que pode explicar baixa taxa de sobrevivência para os tratamentos com maior densidade de estocagem (30 e 40 alevinos/ $\text{m}^3$ ). De acordo com Buras et al. (1986) valores máximos de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) no cultivo de carpa comum foi de 0,2 a 0,4 mg/L e segundo Ordog e Nunes (1990) verificaram tolerância da amônia até 1,59 mg/L. Além do aumento no potencial tóxico da amônia, a excessiva elevação do pH da água pode dificultar a excreção de amônia pelos peixes, levando a auto-intoxicação por amônia, que pode causar irritação e inflamação das brânquias (KUBITZA, 2003).

Para os valores de nitrogênio e fósforo houve diferença significativa do controle para os tanques de peixes. Pode-se considerar que a remoção destes nutrientes, principalmente fósforo solúvel, nitrogênio amoniacal e nitrato, podem ser devido à incorporação pelo fitoplâncton e zooplâncton, para síntese do material celular.

As algas podem utilizar nitrato, nitrito ou amônia como fonte de nitrogênio. A amônia é geralmente preferida pelas algas, de modo que na presença de maiores concentrações deste nutriente, é assimilada ao invés do nitrato. Goldman e Horne (1983), medindo a resposta do fitoplâncton a enriquecimento com nutrientes provenientes de esgotos, observaram um consistente padrão de preferência da amônia sobre o nitrato. Supostamente as algas economizam energia com essa estratégia, pois

quando usam o nitrato, este ainda precisa ser convertido, através de reações enzimáticas a amônia, no interior da célula algal (DARLEY, 1982).

Observa-se na Tabela 10 remoção de DBO (Demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (Demanda química de oxigênio) nos tanques de cultivo dos alevinos em relação ao controle, porém não foram diferentes significativamente. O valor de DQO total é uma indicação direta do teor de matéria orgânica. É de se esperar que este seja mais elevado no tratamento com maior densidade de estocagem, devido, a elevada concentração de matéria orgânica proveniente das algas, uma vez que neste tratamento apresenta maiores valores de clorofila *a*.

## **5.2.2. Comunidade planctônica**

### **5.2.2.1. Fitoplâncton**

A produção planctônica em estações de piscicultura visa principalmente, suprir a demanda de alimentos-vivos para larvas e alevinos (SÁ-JUNIOR & SIPAÚBA-TAVARES, 1997), uma vez que a alimentação é um dos grandes problemas encontrados, na larvicultura de peixes, devido ao reduzido tamanho da boca, granulometria inadequada das rações e não aceitação de alimentos inertes pelos alevinos.

Durante o período de estudo, a comunidade fitoplanctônica foi composta por 46 gêneros, pertencentes a 7 divisões, sendo que 21 pertencem a Chlorophyceae (46%), nove a classe Cyanophyceae (20%), seis a Bacillariophyceae (13%), cinco a Euglenophyceae (11%), três a Zygnemaphyceae (7%), um a Cryptophyceae (3%) e um a Dinophyceae (3%) (Tabela 11).

Tabela 11 - Relação das Classes e Gêneros do fitoplâncton identificados nos reservatórios e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem

Classes	Gêneros
CHLOROPHYCEAE	<i>Actinastrum, Chlamydomonas, Chlorella, Chlorococcum, Choricystis, Coelastrum, Desmodesmus, Diacanthos, Dictyosphaerium, Didymocystis, Elakatothrix, Eutetramorus, Golenkinia, Kirchneriella, Monoraphydium, Oocystis, Radiococcus, Scenedesmus, Ulothrix, Uronema, Westella</i>
CYANOPHYCEAE	<i>Chroococcus, Cyanothece, Gleiterinema, Lyngbya, Microcrocis, Oscillatoria, Phormidium, Pseudanabaena, Synechococcus</i>
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Amphipleura, Cyclotella, Gomphonema, Navicula, Pinnularia, Synedra</i>
EUGLENOPHYCEAE	<i>Astasia, Euglena, Lepocinclis, Menoidium, Phacus</i>
ZYGNEMAPHYCEAE	<i>Closterium, Cosmarium, Micrasterias</i>
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas</i>
DINOPHYCEAE	<i>Peridinium</i>

A classe Chlorophyceae apresentou maior número de táxons presentes no efluente armazenado nos reservatórios e na água de cultivo. Estas microalgas são oportunistas e desenvolvem-se bem em condições extremas, principalmente em águas com grau elevado de eutrofização.

Na análise quantitativa, constatou-se que a classe Chlorophyceae correspondeu a 97,25% da densidade total, seguida pela Euglenophyceae (1,08%), Bacillariophyceae (0,72%), Cyanophyceae (0,61%), Cryptophyceae (0,28%) e Zygnemaphyceae (0,06%) (Tabela 12).

A representatividade numérica das Chlorophyceae durante o período estudado foi marcada principalmente pelo gênero *Chlorella*. Vários estudos realizados em sistemas de lagoas de estabilização apontam esse gênero como dominante em pelo menos um período amostrado. Os gêneros *Desmodesmus*, *Menoidium* e *Phacus* também foram encontrados em todo o período de estudo, sendo os gêneros *Phacus* e *Euglena*, relacionados por Reynolds (1998) dentre os presentes em ambientes hipereutróficos.

Observa-se na Tabela 12 que houve aumento da densidade fitoplanctônica para os diferentes tratamentos no cultivo de carpa comum. Este aumento pode ser explicado pelo consumo alimentar dos peixes, reduzindo a comunidade zooplanctônica,

principalmente os indivíduos filtradores (rotíferos) e conseqüentemente menor consumo de algas.

Tabela 12 - Densidade de células (cels mL<sup>-1</sup>), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 23/10/2010</b>				
<b>Classes/céls.ml<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
BACILLARIOPHYCEAE	5.250	3.000	4.500	4.200
CHLOROPHYCEAE	355.550	470.350	377.650	395.200
CYANOPHYCEAE	4.550	3.750	5.250	3.500
CRYPTOPHYCEAE	1.500	1.500	1.500	1.400
EUGLENOPHYCEAE	3.800	5.250	3.000	2.800
ZIGNEMAPHYCEAE	-	-	-	700
<b>Total</b>	<b>3,7 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,8 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,9 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Segunda coleta: 06/11/2010</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	9.850	12.150	4.000	4.000
CHLOROPHYCEAE	1.691.300	2.030.300	447.800	618.000
CYANOPHYCEAE	7.550	8.300	3.200	4.000
CRYPTOPHYCEAE	3.800	750	1.600	800
EUGLENOPHYCEAE	15.100	14.500	8.000	4.000
ZIGNEMAPHYCEAE	750	1.500	1.600	800
<b>Total</b>	<b>1,7 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Terceira coleta: 21/11/2010</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	13.000	33.000	39.000	19.500
CHLOROPHYCEAE	4.648.500	4.231.500	5.563.500	4.578.000
CYANOPHYCEAE	19.500	11.000	13.000	19.500
CRYPTOPHYCEAE	13.000	27.000	6.500	19.000
EUGLENOPHYCEAE	85.000	61.000	71.500	77.500
ZIGNEMAPHYCEAE	-	-	-	6.500
<b>Total</b>	<b>4,7 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,6 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,7 x 10<sup>6</sup></b>

### 5.2.2.2. Zooplâncton

A comunidade zooplancônica foi composta por 12 gêneros, pertencentes a três grupos, sendo que sete pertencem a Rotífera (*Asplanchna*, *Brachionus*, *Colurella*, *Keratella*, *Lecane*, *Lepadella* e *Proales*) (58%), três a Copépoda (*Mesocyclops*, *Microcyclops* e *Termocyclops*) (25%) e dois a Cladóccera (*Moina* e *Chidorus*) (17%). A dominância dos rotíferos provavelmente está associada ao ciclo biológico de menor duração desses organismos, que atingem maturidade mais cedo e apresentam taxas de

reposição mais rápidas que a dos microcrustáceos (NOGUEIRA & MATSUMURA-TUNDISI, 1996).

Na análise quantitativa, constatou-se que Rotífera correspondeu a 80,00% da densidade total, seguida por Copépoda (10,00%) e Cladóceras (10,00%) (Tabela 13). Dentre os grupos zooplanctônicos encontrados na água de cultivo, a predominância foi de rotíferos com o gênero *Brachionus* em maior abundância seguido do gênero *Colurella*. Rotíferos são itens importantes na alimentação das fases iniciais de desenvolvimento dos peixes (SOARES et al., 1997; FURUYA et al., 1999), e desta forma, a obtenção de altas densidades destes se faz necessário para a produção de alevinos.

Tabela 13 - Densidade de indivíduos (ind.L<sup>-1</sup>), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 23/10/2010</b>				
<b>Grupos/ inds. L<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
CLADÓCERA	6,88	2,08	6,88	-
COPÉPODA	2,92	9,73	2,71	2,86
ROTÍFERA	1,67	6,53	20,56	4,10
<b>Total</b>	<b>11,47</b>	<b>18,34</b>	<b>30,15</b>	<b>6,96</b>
<b>Segunda coleta: 06/11/2010</b>				
CLADÓCERA	1,94	0,55	0,63	0,21
COPÉPODA	8,89	0,98	0,35	0,14
ROTÍFERA	132,71	65,06	49,23	60,14
<b>Total</b>	<b>143,54</b>	<b>66,59</b>	<b>50,21</b>	<b>60,49</b>
<b>Terceira coleta: 21/11/2010</b>				
CLADÓCERA	0,49	0,14	0,14	-
COPÉPODA	0,35	-	-	-
ROTÍFERA	6,54	3,96	3,06	3,45
<b>Total</b>	<b>7,38</b>	<b>4,10</b>	<b>3,20</b>	<b>3,45</b>

A alta densidade de rotífera dentre os indivíduos totais presentes na comunidade zooplanctônica, pode ser explicada pelo efeito do efluente de esgoto tratado abastecendo os tanques de peixes, contribuindo para um ambiente favorável para o crescimento de organismos r-estrategistas. Altas concentrações de fósforo total, amônia

e altas temperaturas favorecem espécies com rápida taxa reprodutiva e curto tempo de vida, como os rotíferos (WALZ et al., 1995).

O principal fator que deve ter influenciado reduzida densidade dos grupos copépodos e cladóceros, é que por serem organismos zooplancônicos de maior tamanho talvez sejam mais susceptíveis a predação por peixes que se orientam visualmente. Os peixes devem exercer uma alta pressão de predação sobre a assembléia zooplancônica, pois com aumento da densidade de estocagem houve redução da densidade de zooplâncton.

### 5.2.2.3. Conteúdo fecal

Na análise do conteúdo fecal dos alevinos de carpa comum, a classe Chlorophyceae representou 63,70% do total, seguida pelos rotíferos com 31,80 %, este resultado pode ser consequência de altas densidades no próprio ambiente, ou seja, as células são ingeridas em grandes quantidades e o tempo de passagem pelo trato digestório é muito pequeno (Figura 17).

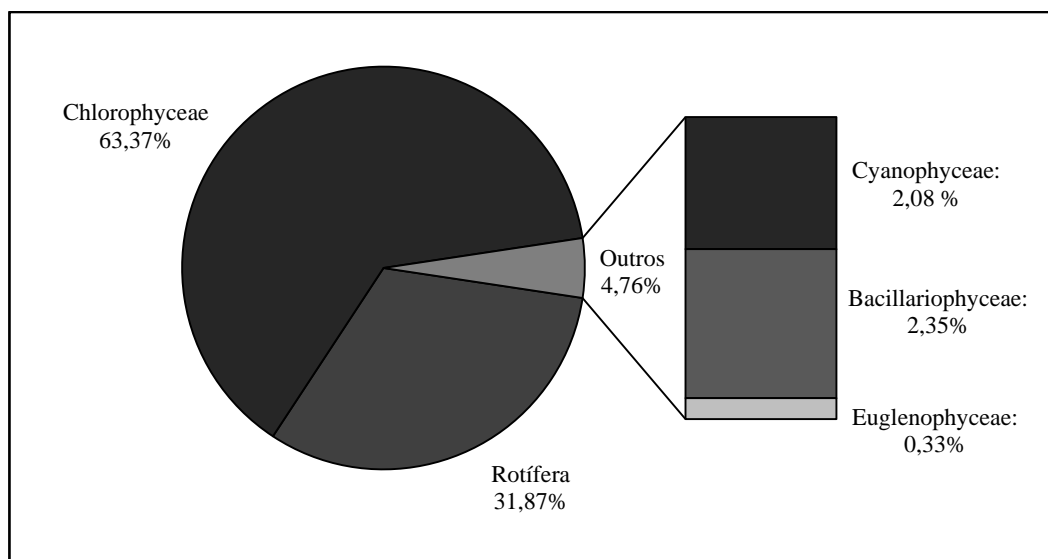


Figura 17 - Conteúdo fecal dos alevinos de carpa comum.

Os alevinos ao se alimentarem através da filtração branquial eles capturam e concentram as células das algas e os indivíduos do zooplâncton, aumentando assim a densidade destes organismos no conteúdo fecal.

Comparada a densidade da água de cultivo a porcentagem da classe Bacillariophyceae (2,35%) no conteúdo fecal aumentou em relação as outras classes do fitoplâncton, este fato pode ser indicativo que o trato digestório dos alevinos de carpa comum apresentou dificuldade para digerir essas algas, uma vez que, a constituição da parede celular é impregnada por sílica.

### 5.2.3. Parâmetros zootécnicos

Foi observado que com o aumento da densidade de estocagem, reduziu o ganho de peso, ganho de biomassa, crescimento e a taxa de sobrevivência dos alevinos de carpa comum (Tabela 14 e Figura 18).

Tabela 14 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem

<b>Desempenho Zootécnico</b>	<b>Densidade de estocagem (alevinos/m<sup>3</sup>)</b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Peso inicial (g)	0,74 ± 0,20	0,84 ± 0,26	0,73 ± 0,24	0,83 ± 0,27
Peso final (g)	3,69 ± 1,70	1,94 ± 0,71	1,11 ± 0,47	0,92 ± 0,32
Ganho de Peso (g)	3,38	0,88	0,40	0,23
CT inicial (cm)	4,18 ± 0,42	3,93 ± 0,12	4,08 ± 0,39	4,08 ± 0,38
CT final (cm)	6,08 ± 1,27	5,82 ± 0,79	5,02 ± 0,87	4,65 ± 0,52
Crescimento CT (cm)	1,92	1,40	0,88	0,36
CP inicial (cm)	3,40 ± 0,31	3,17 ± 0,14	3,17 ± 0,24	3,21 ± 0,29
CP final (cm)	4,78 ± 0,95	4,43 ± 0,66	3,98 ± 0,63	3,68 ± 0,25
Crescimento CP (cm)	1,38	1,04	0,70	0,36
Biomassa Inicial (g)	33,20	64,50	66,70	94,90
Biomassa Final (g)	166,20	149,70	101,40	104,70
Ganho de Biomassa (g)	133,00	85,20	34,70	9,80
Sobrevivência (%)	94	80	63	40

Legenda: CT = comprimento total; CP = comprimento padrão.

O menor ganho de peso (0,23 g) e o menor crescimento tanto para comprimento total e padrão (0,36 cm) associados à maior densidade (40 alevinos/m<sup>3</sup>) pode estar relacionado com a disponibilidade de alimento (plâncton), ou seja, a biomassa de alimento natural pode ter sido pequena, o que limitou a quantidade de alimento disponível para cada peixe, reduzindo seu crescimento. O menor ganho de biomassa observado para a densidade de estocagem com 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>, pode ser

explicado pela menor taxa de sobrevivência ocorrida nestes tratamentos 63 e 40 % respectivamente.

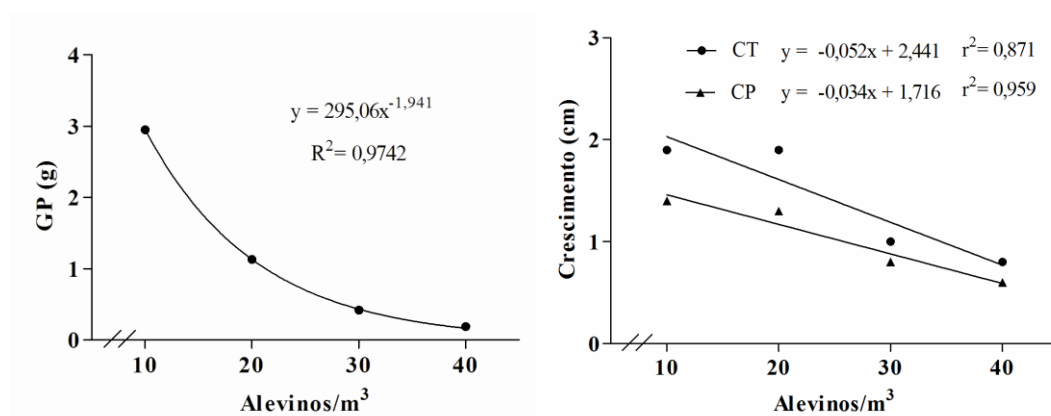


Figura 18 - Ganho de peso (GP) e crescimento (comprimento total - CT e comprimento padrão - CP) dos alevinos de carpa comum para as diferentes densidades de estocagem.

Graeff e Pruner (2000) trabalhando com alevinos de carpa comum cultivados com ração e adubo orgânico com diferentes densidades de estocagem (1; 0,5; 0,33 peixes/m<sup>2</sup>) no período de verão, encontrou resultados similares aos desta pesquisa, para maior densidade de estocagem o crescimento e ganho de peso foram menor, porém o maior ganho de biomassa foi para o tratamento com maior densidade de estocagem.

O maior de ganho de peso (2,95 g) para menor densidade de estocagem foi semelhante aos resultados de Chakrabarti e Sharma (1998) trabalhando com alevinos de carpa comum com peso médio inicial ( $0,70 \pm 0,12$  g) e densidade de estocagem de 20 alevinos/m<sup>3</sup> por 90 dias relataram ganho de 10g em águas fertilizadas com esterco. Nascimento e Melo (1989), em experimento com diferentes densidades de estocagem (100, 200 e 400 larvas/m<sup>3</sup>) de larvas de carpa comum, por 30 dias, observaram quedas no incremento em peso e em sobrevivência com o aumento da densidade. Sin e Chiu (1987) utilizando efluentes sanitários tratados em policultivo de carpas comum, capim e cabeça grande, obteve ganho de peso de 221,0 g após um ano de cultivo.

Altas concentrações de nitrogênio amoniacal na água de cultivo associada a um alto valor de pH, pode ser determinante para a taxa de sobrevivência obtida em pesquisas utilizando efluente de lagoa de estabilização para cultivo de peixes, isso pelo fato do pH afetar diretamente o equilíbrio da reação, onde, em pH menor que 7 a fração  $\text{NH}_4^+$  é predominante e em pH superior a 7 a fração de  $\text{NH}_3$  aumenta atingindo concentrações tóxicas para os peixes.

#### **5.2.4. Aspecto sanitário**

As concentrações de Coliformes termotolerantes/g encontradas nos alevinos de carpa comum para os tratamentos com 10 e 20 alevinos/ $\text{m}^3$  foram de  $1,1 \times 10^3$  NMP/g e para os tratamentos com 30 e 40 alevinos/ $\text{m}^3$  foram respectivamente de 23 e 43 NMP/g. Segundo León e Moscoso (1996), a concentração máxima é de  $0,7 \times 10^3$  coliformes/g no músculo dos peixes. Os resultados encontrados para as densidades de 10 e 20 alevinos/ $\text{m}^3$  indicam que os alevinos de carpa comum podem ter suas carnes contaminadas bacteriologicamente. Vale ressaltar que a análise foi feita do alevino sem retirar ou separar escamas e vísceras dos músculos, pela dificuldade em dissecar os alevinos para retirar os músculos sem contaminação. É importante salientar que estes peixes ainda são alevinos, isto é, não estão em tamanho de consumo. Se forem cultivados em ambientes livres de contaminação microbiológica poderão depurar e ficar totalmente livres desta.

Tanto a carpa comum como o curimatá-pioa que possuem hábito alimentar onívoro e iliófago respectivamente, espécies que procuram alimento no fundo dos tanques (sedimento) apresentaram níveis elevados de coliformes termotolerantes/g.

### **5.3. CARPA CABEÇA GRANDE**

#### **5.3.1. Qualidade da água**

Os valores médios de temperatura, pH e oxigênio dissolvido da água durante o período experimental manteve-se dentro dos valores recomendados para a espécie de peixe estudada (Tabela 15). Experimentos conduzidos por Bettoli et al. 1985, indicaram que alevinos de carpa cabeça grande (0,6-0,7cm) apresentaram melhor crescimento no intervalo de temperatura entre 26 e 32°C. Os valores de OD e pH foram satisfatórios para o cultivo de peixes segundo Boyd (1982b).

Tabela 15 - Média e desvio padrão dos valores de Temperatura (°C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas nos tanques de piscicultura para as diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Horário		
	6:00	12:00	18:00
Temperatura (°C)	24,24 ± 0,44	29,65 ± 0,58	29,29 ± 0,99
pH	8,35 ± 0,93	9,90 ± 0,48	10,29 ± 0,53
OD (mg/L)	5,26 ± 0,78	8,09 ± 1,28	9,46 ± 1,27

Ao longo de 24 horas, ocorrem processos de fotossíntese/respiração, e os organismos fitoplânctônicos apresentam um padrão circadiano no qual liberam oxigênio e consomem gás carbônico durante o dia e o contrário ocorre a noite. Este mecanismo influencia no ambiente em que o peixe vive, porque a presença de oxigênio na água, além de vital para sua sobrevivência, influencia indiretamente no pH, pois as flutuações nos volumes de gás carbônico na água afetam o ritmo nictemeral do pH, dependendo da dureza e alcalinidade da água (BOYD, 1981; ESTEVES, 1988).

De acordo com Sobue (1980) e Castagnolli et al. (1982), águas ligeiramente alcalinas são mais ricas em organismos aquáticos, garantindo alta disponibilidade de CO<sub>2</sub> para a síntese orgânica do fitoplâncton e apresenta rápida liberação dos nutrientes.

Na Tabela 16 encontram-se os resultados dos parâmetros físicos e químicos monitorados nos reservatórios (controle) e no sistema de piscicultura, expressos em termos de médias ao longo do período. Pode-se afirmar que o efluente gerado pelo sistema piloto de tratamento de esgoto doméstico em lagoas de polimento que abasteceu

a unidade de piscicultura, e os tanques de criação com diferentes densidades de estocagem, apresentaram condições adequadas para o cultivo de alevinos de carpa cabeça grande (JHINGRAN, 1991). Parâmetros físico-químicos da água desempenham papel significativo na biologia e fisiologia dos peixes.

Tabela 16 - Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água no Reservatório (Controle) e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem ao longo do período experimental

Parâmetros	Reservatório	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
		10	20	30	40
pH	7,77	8,27	8,48	8,43	8,62
OD (mg/L)	5,31	6,83	7,16	7,21	7,32
CE (µS/cm)	170,57	116,98*	119,37*	120,35*	122,11*
SST (mg/L)	41,00	15,50*	10,17*	15,00*	14,67*
PS (mg/L)	1,89	1,49*	1,47*	1,57*	1,55*
PT (mg/L)	2,56	1,60*	1,61*	1,96*	1,83*
N-ORG (mg/L)	3,42	1,69*	1,24*	1,55*	1,76*
N-NH <sub>4</sub> (mg/L)	1,56	0,25*	0,16*	0,15*	0,12*
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	1,72	0,70*	0,60*	0,68*	0,66*
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	169,16	50,07*	46,17*	70,33*	56,69*
DBO (mg/L)	8,53	7,71	5,98	8,07	7,91
DQO (mg/L)	97,50	143,75	167,00	117,17	127,25

\* Médias diferem significativamente do controle (Reservatório) usando o Teste de Dunnett (P<0,05).

As concentrações dos nutrientes nitrogênio e fósforo e os valores de clorofila *a*, sólidos suspensos totais e condutividade elétrica da água de cultivo para ambos os tratamentos reduziram em relação à água de abastecimento (Reservatório). O cultivo de alevinos de carpa cabeça grande afetou significativamente os parâmetros da qualidade da água, o que pode ser resultado do consumo de algas pelo zooplâncton herbívoro (cladóceros e rotíferos) e pelos alevinos de carpa cabeça grande.

Zhang et al. (2006) e Ke et al. (2009) confirmaram os resultados encontrados neste estudo, que o cultivo de carpa cabeça grande proporcionou maior transparência da coluna d'água devido a remoção de nutrientes.

Apesar dos valores de DQO da água de cultivo aumentarem em relação ao controle, não foram diferentes significativamente. Alguns pesquisadores relataram que, a introdução de peixes pode contribuir para a elevação do teor de DQO (biomassa algal, zooplâncton e matéria orgânica particulada), ao promoverem a manutenção em suspensão ou a ressuspensão de sólidos sedimentáveis (EDWARDS, 1992). Segundo Kolar et al. (2005), os alevinos de carpa cabeça grande podem apresentar hábito alimentar generalista, quando a densidade de plâncton é baixa, os alevinos também podem se alimentar de detritos e sedimentos.

### 5.3.2. Comunidade planctônica

#### 5.3.2.1. Fitoplâncton

A comunidade fitoplanctônica foi composta por 55 gêneros, pertencentes a sete classes, sendo que 27 pertencem a classe Chlorophyceae (49%), 12 a Cyanophyceae (22%), seis a Bacillariophyceae (11%), cinco a Euglenophyceae (9%), três a Zygnemaphyceae (5%), um a Cryptophyceae (2%) e um a Dinophyceae (2%) (Tabela 17). Dominância de Chlorophyceae também foi encontrada em trabalhos com lagoas de estabilização (KONIG et al., 1999; GRANADO, 2004; CRUZ, 2005).

Tabela 17 - Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados no reservatório e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem

Classes	Gêneros
CHLOROPHYCEAE	<i>Actinastrum, Ankistrodesmus, Chlamydomonas, Chlorella, Chlorococcum, Chlorolobium, Choricystis, Coelastrum, Desmodesmus, Diacanthos, Dictyosphaerium, Didymocystis, Elakatothrix, Eutetramorus, Golenkinia, Micractinium, Monoraphydium, Oocystis, Pediastrum, Radiococcus, Scenedesmus, Sphaerocystis, Stigeoclonium, Ulothrix, Uronema, Westella, Willea</i>
CYANOPHYCEAE	<i>Anabaena, Arthrospira, Chroococcus, Cyanothece, Gleiterinema, Lyngbya, Merismopedia, Microcrocis, Oscillatoria, Phormidium, Pseudanabaena, Synechococcus</i>
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Amphipleura, Gomphonema, Navicula, Pinnularia, Cyclotella, Synedra</i>
EUGLENOPHYCEAE	<i>Astasia, Euglena, Lepocinclis, Menoidium, Phacus</i>
ZYGNEMAPHYCEAE	<i>Closterium, Cosmarium, Micrastérias</i>
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas</i>
DINOPHYCEAE	<i>Peridinium</i>

Vários estudos em ambientes de água doce tem estabelecido que o crescimento do fitoplâncton pode ser controlado pela limitação de nutrientes, disponibilidade de luz e composição e abundância do zooplâncton (BASUALTO et al., 2006).

Na análise quantitativa, constatou-se que a classe Chlorophyceae correspondeu a 90,93% da densidade total, seguida pela Cyanophyceae (6,40%), Euglenophyceae (1,00%), Dinophyceae (1,00%), Bacillariophyceae (0,42%), Zygnemaphyceae (0,22%) e Cryptophyceae (0,03%) (Tabela 18).

Tabela 18 - Densidade de células (cels mL<sup>-1</sup>), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 27/01/2011</b>				
<b>Classes/ céls. ml<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
BACILLARIOPHYCEAE	2.700	-	950	-
CHLOROPHYCEAE	534.700	326.050	399.500	517.000
CYANOPHYCEAE	16.200	9.550	20.050	19.000
CRYPTOPHYCEAE	-	950	-	1.000
DINOPHYCEAE	4.500	3.800	2.900	3.000
EUGLENOPHYCEAE	4.500	5.750	6.700	9.000
ZIGNEMAPHYCEAE	900	-	2.900	-
<b>Total</b>	<b>5,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Segunda coleta: 15/02/2011</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	900	2.000	3.400	5.750
CHLOROPHYCEAE	622.100	506.100	794.100	599.400
CYANOPHYCEAE	32.800	21.400	15.200	9.500
CRYPTOPHYCEAE	-	-	-	-
DINOPHYCEAE	8.100	7.400	8.000	14.000
EUGLENOPHYCEAE	900	5.200	4.600	4.750
ZIGNEMAPHYCEAE	900	-	3.400	1.900
<b>Total</b>	<b>6,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>8,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Terceira coleta: 02/03/2011</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	850	6.750	1.000	6.650
CHLOROPHYCEAE	400.750	433.300	679.500	682.400
CYANOPHYCEAE	140.150	98.900	24.000	69.700
CRYPTOPHYCEAE	-	-	-	-
DINOPHYCEAE	12.000	2.500	3.100	5.700
EUGLENOPHYCEAE	10.200	4.200	4.200	8.550
ZIGNEMAPHYCEAE	850	-	2.100	2.850
<b>Total</b>	<b>5,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>7,1 x 10<sup>5</sup></b>	<b>7,7 x 10<sup>5</sup></b>

Observa-se na Tabela 18, que a densidade fitoplanctônica aumentou da primeira para segunda coleta. Este fato pode ser explicado pelo hábito alimentar zooplanctófago da espécie estudada, a qual se alimenta de zooplâncton de maior tamanho (copépodos e cladóceras), levando ao aumento na densidade de indivíduos zooplanctônicos menores (Tabela 19), por exemplo, os rotíferos que são considerados herbívoros por se alimentarem de algas (YANG et al., 2005) o que acarretou em maior pressão na predação de algas, o que reduziu sua concentração.

Da segunda para terceira coleta observa-se redução da densidade fitoplanctônica para maioria das classes, o que pode sugerir consumo de algas pelos alevinos de carpa cabeça grande, uma vez que, seu alimento preferencial (zooplâncton) se encontrar escasso, consequência da predação.

Vários autores trabalhando com carpa cabeça grande encontraram que cladóceros, copépodos e rotíferos são importantes itens alimentares, e que, esta espécie pode se alimentar de algas quando concentrações de zooplâncton são baixas (LAZAREVA et al., 1977; CREMER & SMITHERMAN, 1980; OPUSZYNSKI, 1981; SPATARU et al., 1983; BURKE et al., 1986; OPUSZYNSKI et al., 1991; TAKAMURA et al., 1993; DONG & LI, 1994; GU et al. 1996; LIEBERMAN, 1996). De acordo com Opuszynski e Shireman (1995) a carpa cabeça grande se alimenta tanto de fitoplâncton quanto de zooplâncton.

#### **5.3.2.2. Zooplâncton**

A comunidade zooplanctônica foi representada por 10 gêneros, pertencentes a três divisões, sendo que cinco pertencem a Rotífera (50%), três a Copépoda (30%) e dois a Cladóceras (20%). Gêneros de rotífera (*Brachionus*, *Colurella*, *Lecane*, *Lepadella* e *Proales*) foram constantes no período amostrado. Gêneros de Cladóceras (*Chidorus* e

*Moina*) e Copépoda (*Mesocyclops*, *Microcyclops* e *Thermocyclops*) foram constantes, porém com densidade mais baixa do que rotífera.

Na análise quantitativa, constatou-se que Rotífera correspondeu a 75% da densidade total, seguida por copépoda (23%) e cladócera (2%) (Tabela 19). Gêneros de rotífera foram dominantes dentre a comunidade zooplancônica durante o período estudado, sendo *Brachionus* predominante e as formas jovens (náuplios e copepoditos) predominaram para copépoda.

Observa-se na Tabela 19 que com a introdução dos alevinos de carpa cabeça grande houve redução da densidade total da comunidade de zooplâncton para todos os tratamentos, independente da densidade de estocagem a resposta foi similar, o que comprova forte efeito da predação do zooplâncton pelos alevinos de carpa cabeça grande. Resultados semelhantes foram encontrados por Burke et al. (1986).

Tabela 19 - Densidade de indivíduos (ind.L<sup>-1</sup>), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 27/01/2011</b>				
<b>Grupos/ ind. L<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
CLADÓCERA	4,10	2,23	2,29	2,78
COPÉPODA	27,36	28,55	24,93	20,56
ROTÍFERA	22,16	31,74	35,08	48,95
<b>Total</b>	<b>53,62</b>	<b>62,52</b>	<b>62,3</b>	<b>72,29</b>
<b>Segunda coleta: 15/02/2011</b>				
CLADÓCERA	0,07	0,14	-	-
COPÉPODA	1,53	0,49	0,49	0,56
ROTÍFERA	10,90	4,44	3,26	3,20
<b>Total</b>	<b>12,50</b>	<b>5,07</b>	<b>3,75</b>	<b>3,76</b>
<b>Terceira coleta: 02/03/2011</b>				
CLADÓCERA	0,07	-	-	-
COPÉPODA	0,56	0,63	0,56	0,42
ROTÍFERA	2,16	1,74	4,17	2,78
<b>Total</b>	<b>2,79</b>	<b>2,37</b>	<b>4,73</b>	<b>3,20</b>

Em populações de copépodos um padrão bem comum encontrado por muitos autores, em diferentes habitats de água doce e que corroboram com os deste estudo, é a predominância de formas jovens, como náuplios e copepoditos (PAGGI & JOSE DE

PAGGI, 1990; VASQUEZ & REY, 1992; NUNES et al., 1996; SAMPAIO & LÓPEZ, 2000; NEVES et al., 2003). Altas densidades de formas imaturas são o resultado de uma reprodução contínua desses organismos, em regiões tropicais, com superposição de várias coortes (EDMONDSON, 1959).

### 5.3.2.3. Conteúdo Fecal

Os alevinos ao se alimentarem através da filtração branquial eles capturam e concentram as células das algas e os indivíduos do zooplâncton, aumentando assim a densidade destes organismos no conteúdo fecal. Segundo Burke et al. (1986), algas podem ter sido filtradas incidentalmente quando os alevinos tentam se alimentar de zooplâncton escasso. A maior parte da alga consumida passou pelo intestino sem sofrer alterações. Na análise do conteúdo fecal dos alevinos de carpa cabeça grande a classe Chlorophyceae apresentou 90,96% do total (Figura 19). Alta porcentagem pode ser atribuída, a baixa digestibilidade dessas células e também a altas densidades no próprio ambiente, o que sugere que pela alta disponibilidade como alimento foi capturada pela filtração branquial, mas não foram digeridas. Baixa digestibilidade pode estar relacionada à alta taxa de passagem no trato digestório, tempo não suficiente para ação das enzimas e ruptura da parede celular.

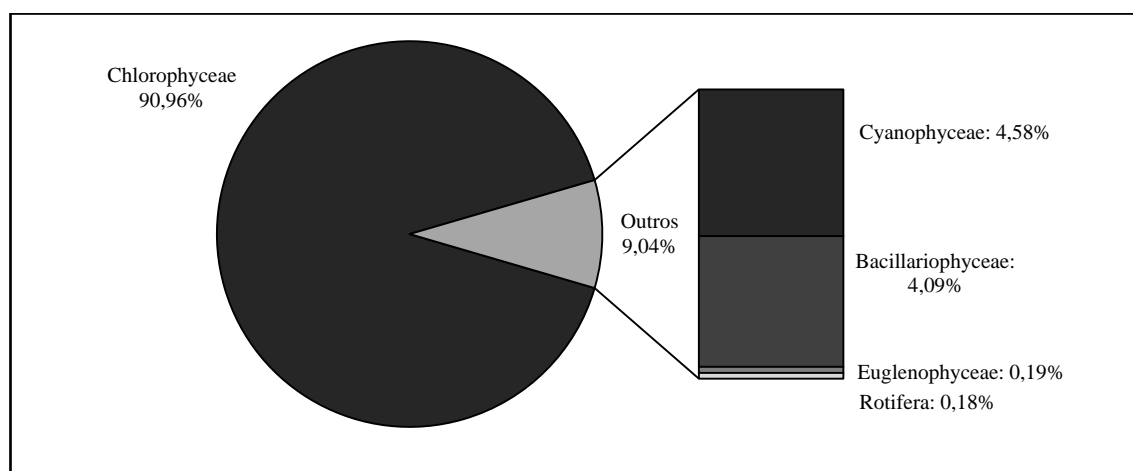


Figura 19 - Conteúdo fecal dos alevinos de carpa cabeça grande.

Observa-se que os indivíduos do zooplâncton, tiveram participação insignificante no conteúdo fecal. Indivíduos de Cladóceras e Copépoda não foram identificados e apenas Rotífera teve participação de 0,18%. Pelo fato do hábito alimentar ser zooplancófago, carpa cabeça grande, apresentou que além de capturar também pode digerir os indivíduos do zooplâncton e utiliza-los como alimento.

Os rotíferos são excelentes como fonte alimentar para fase inicial de desenvolvimento dos peixes em decorrência de seu tamanho, da digestibilidade e dos altos teores de vitaminas e lipídios em seus tecidos (LUBZENS et al., 1989).

### 5.3.3. Parâmetros zootécnicos

Foi observado que com o aumento da densidade de estocagem, reduziu o ganho de peso dos alevinos (Tabela 20 e Figura 20).

Tabela 20 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de carpa cabeça grande para as diferentes densidades de estocagem

Desempenho Zootécnico	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
	10	20	30	40
Peso médio inicial (g)	0,69 ± 0,16	0,83 ± 0,28	0,91 ± 0,26	0,82 ± 0,34
Peso médio final (g)	4,70 ± 1,54	2,90 ± 0,96	2,00 ± 0,62	1,90 ± 0,73
Ganho de Peso (g)	3,98	2,05	1,11	1,18
CT inicial (cm)	4,32 ± 0,33	4,63 ± 0,29	4,30 ± 0,19	4,58 ± 0,25
CT final (cm)	7,80 ± 0,61	6,90 ± 0,61	6,00 ± 0,45	5,60 ± 0,34
Crescimento CT (cm)	3,27	2,49	1,71	0,93
CP inicial (cm)	3,53 ± 0,31	3,93 ± 0,37	3,45 ± 0,22	3,72 ± 0,19
CP final (cm)	6,20 ± 0,43	5,70 ± 0,38	5,00 ± 0,44	4,50 ± 0,31
Crescimento CP (cm)	2,59	1,96	1,38	0,78
Biomassa Inicial (g)	33,00	80,00	130,47	157,80
Biomassa Final (g)	210,80	257,80	263,50	333,30
Ganho de Biomassa (g)	177,80	177,76	133,03	175,50
Sobrevivência (%)	94	94	93	92

Legenda: CT = comprimento total; CP = comprimento padrão.

A densidade é um fator determinante na piscicultura, pois irá influenciar na nutrição, produção e qualidade da água, além de afetar o crescimento, comportamento e consequentemente a saúde dos animais. Adensamentos inadequados podem acarretar em

interações negativas entre peixes, resultando em comportamento agressivo, redução na eficiência alimentar e crescimento lento (TOKO et al., 2007). A adequada densidade a ser utilizada em sistemas fechados dependerá da espécie, do tamanho do peixe e do produto final almejado.

Ao final do período experimental o maior crescimento foi de 3,27 cm (CT) e 2,59 cm (CP) para o tratamento com 10 alevinos/m<sup>3</sup>, seguido pelos tratamentos com 20 (2,49 e 1,96 cm), 30 (1,71 e 1,38 cm) e 40 alevinos/m<sup>3</sup> (0,93 e 0,78 cm).

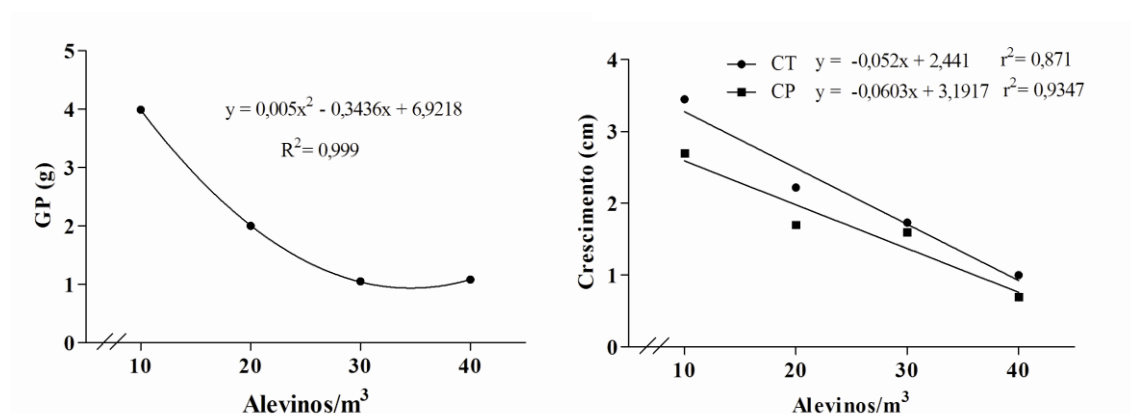


Figura 20 - Ganho de peso e crescimento (comprimento total – CT e comprimento padrão - CP) dos alevinos de carpa cabeça grande para as diferentes densidades de estocagem.

Os organismos planctônicos presentes no efluente não foram suficientes para sustentar a biomassa de peixes a partir da densidade de 10 alevinos/m<sup>3</sup>. Verificou-se que a capacidade suporte foi atingida na densidade de 10 alevinos/m<sup>3</sup>. A partir daí o alimento pode ter sido o fator limitante, o que resultou em menores ganhos de biomassa e crescimento quando a densidade foi aumentada.

Jhingran e Pullin (1985) trabalhando com alevinos de carpa cabeça grande com comprimento e peso inicial de 0,75 cm e 0,002g respectivamente, em 10 dias de cultivo atingiram 1,3 cm pesando 0,09 g. A taxa de crescimento de alevinos podem ser 6,3 g/dia e de adultos jovens de 14,7 g/dia.

Experimento realizado com carpa cabeça grande em águas fertilizadas sem alimentação adicional, com peso inicial médio de  $11,40 \pm 3,25g$  e com taxa de

estocagem de 160 peixes em 0,08 ha após um ano de cultivo atingiu  $902,00 \pm 4,63g$  (AFZAL et al., 2008).

Com a abundância de microalgas e de zooplâncton evidenciam a capacidade de suporte trófico deste ecossistema permitindo o estabelecimento e o sucesso de alevinos de carpa cabeça grande, os quais apresentaram elevada taxa de sobrevivência para as diferentes densidades de estocagem.

#### **5.3.4. Aspecto sanitário**

A análise bacteriológica dos alevinos de carpa cabeça grande apresentou concentração de coliformes totais e termotolerantes menor do que 3 NMP/g (NMP – numero mais provável). De acordo com Buras et al. (1987), estes valores se encontram com boa qualidade para consumo humano.

### **5.4. CURIMBATÁ-PIOA**

#### **5.4.1. Qualidade da água**

Na Tabela 21 encontram-se os resultados das análises dos parâmetros físicos e químicos monitorados nos reservatórios (afluente) e no sistema de piscicultura, expressos em termos de médias. O efluente gerado pelo sistema piloto de tratamento em lagoas de polimento que abasteceu a unidade de piscicultura, e a água dos tanques de criação, apresentaram condições adequadas para o cultivo de alevinos de curimbatá-pioa.

Os valores de pH aumentaram significativamente ( $P < 0,05$ ) na água de cultivo em relação a água de abastecimento (controle). Em sistemas aquáticos pH eleva-se com a atividade fotossintética, pois as algas, com o consumo de  $CO_2$ , retiram acidez carbônica do meio líquido. Assim, a elevação do pH na água de cultivo pode estar relacionada à predominância da fotossíntese promovida pelo fitoplâncton em pleno

desenvolvimento (Tabela 24). Não obstante, os valores de pH (Tabela 21) permaneceram sempre dentro das faixas recomendadas para o cultivo de organismos aquáticos (SIPAÚBA-TAVARES (1994).

Tabela 21 - Valores médios dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água no Reservatório (Controle) e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem

Parâmetros	Reservatório	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
		10	20	30	40
pH	8,12	8,66*	8,52	8,62*	8,91*
OD (mg/L)	6,43	6,90	6,58	6,85	7,53
CE (µS/cm)	179,04	134,28*	134,15*	139,54*	139,10*
SST (mg/L)	190,00	253,42	306,08	396,08	437,25
PS (mg/L)	1,09	0,86*	0,77*	0,83*	0,75*
PT (mg/L)	1,45	1,06*	0,99*	1,15*	1,11*
N- <sub>ORG</sub> (mg/L)	4,45	1,96*	2,46*	2,14*	2,40*
N- <sub>NH<sub>4</sub></sub> (mg/L)	0,56	0,30*	0,24*	0,17*	0,11*
N- <sub>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub> (mg/L)	2,45	0,83*	0,71*	0,83*	0,70*
Clorofila <i>a</i> (µg/L)	338,30	222,61*	181,61*	190,38*	203,09*
DBO (mg/L)	12,98	7,53	8,46	7,98	8,28
DQO (mg/L)	94,50	76,75*	87,58	80,42*	83,25*

\* Médias diferem significativamente do controle (Reservatório) usando o Teste de Dunnett (P<0,05).

Houve diferença significativa (P>0,05) entre os valores de condutividade elétrica (CE) da água de cultivo para as diferentes densidades de estocagem comparadas ao controle (Tabela 21). A redução dos valores de CE pode estar relacionada com a intensificação da produtividade primária na água de cultivo (maior biomassa algal) (Tabela 24). De acordo com Sipaúba-Tavares (1994), alta produtividade primária leva à redução da condutividade elétrica da água, tendo esse fato sido também observado por Feiden e Hayashi (2005).

As concentrações dos nutrientes nitrogênio e fósforo e os valores de clorofila *a* da água de cultivo para ambos os tratamentos reduziram significativamente (P<0,05) em relação à água do Reservatório. Crescimento e desenvolvimento do fitoplâncton são

principalmente controlados pela disponibilidade de energia solar, forças hidrodinâmicas como estratificação e mistura nos níveis de nitrogênio e fósforo (CHELLAPPA et al., 2009).

O desenvolvimento de peixes é dependente da manutenção de baixos valores do nitrogênio amoniacal, pois altos valores podem alterar o equilíbrio fisiológico dos animais, prejudicando o seu crescimento ou levando-os à morte (COLT & ARMSTRONG, 1979) como também reduzindo o teor de oxigênio dissolvido na água (ESTEVES, 1988). Boyd (1990) recomendou como aceitável que, na água de cultivo, o teor de amônia e de nitrato seja de até 0,6 mg/L e 10,0 mg/L respectivamente. Quando a concentração de amônia na água está acima do valor recomendado, o peixe diminui a excreção desse produto metabólico, acumulando-o no sangue e tecidos, podendo, então, ocorrer auto-intoxicação. Os níveis de amônia e nitrato nesta pesquisa foram aceitáveis, e os menores valores dessas variáveis foram observados nos tanques de criação, sendo significativamente diferentes daqueles registrados no controle.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) dos valores de sólidos suspensos totais (SST). Observa-se na Tabela 21, que houve aumento dos valores de SST na água de cultivo dos alevinos de curimatá-pioa. O aumento na concentração de SST na água de cultivo pode ser devido o hábito alimentar de *Prochilodus costatus* ser considerado iliófago. Ao buscar alimentos disponíveis no fundo dos tanques, pode ter causado ressuspensão de sedimento presente no fundo dos tanques de criação.

Na Tabela 21 observa-se a remoção de DBO e DQO nos tanques de cultivo dos alevinos em relação ao controle, porém DBO não foi diferente significativamente em relação ao controle. Os valores de DQO normalmente são maiores que os da DBO, devido a oxidação química decompor matéria orgânica não biodegradável. Segundo Spiering (1995), o efluente biológico possui valores da relação DQO/DBO

usualmente superiores a 3,0. Boyd e Tucker (1998) identificaram como limite máximo de DQO em sistemas de aquicultura a concentração de 90 mg/L.

Em relação ao oxigênio dissolvido na água de cultivo ao longo de 12 horas (Tabela 22), as menores concentrações foram registradas pela manhã (6:00) e as maiores, à tarde (12:00 as 18:00), devido à maior atividade fotossintética do fitoplâncton. O teor de OD variou de 5,38 a 7,60 mg/L, a temperatura da água, de 21,54 a 26,46 e os valores de pH de 7,92 a 9,14. De acordo com Croux (1992), um incremento significativo no crescimento de curimba foi observado em temperaturas acima de 26,8°C e segundo Boyd (1990) a faixa ideal de pH para o cultivo de peixes é entre 6,5 a 9,0.

Tabela 22 – Média e desvio padrão dos valores de temperatura (T °C), pH e oxigênio dissolvido (OD) no intervalo de 12 horas

Parâmetros	Horário		
	6:00	12:00	18:00
Temperatura (°C)	21,54 ± 0,49	26,46 ± 0,55	25,94 ± 0,68
pH	7,92 ± 0,79	9,01 ± 0,52	9,14 ± 0,53
OD (846/L)	5,38 ± 1,30	7,37 ± 1,40	7,60 ± 1,45

## 5.4.2. Comunidade planctônica

### 5.4.2.1. Fitoplâncton

Os primeiros alimentos de todas as formas jovens de peixes, independente da espécie ou hábito alimentar, logo após a reabsorção do saco vitelino, são os organismos do plâncton. As larvas podem ingerir diretamente, entretanto, para algumas espécies, o fitoplâncton constitui apenas um elo inicial da cadeia alimentar, pois servem de alimento a protozoários e estes a rotíferos, microcústáceos, larvas de insetos, vermes e outros animais que, por sua vez, constituem o alimento dos peixes (BASILEMARTINS, 1984).

A comunidade fitoplanctônica foi composta por 56 gêneros, pertencentes a sete classes, sendo que 27 pertencem a classe Chlorophyceae (48%), 13 a classe Cyanophyceae (23%), cinco a classe Bacillariophyceae (9%), cinco a classe Euglenophyceae (9%), quatro a Zygnemaphyceae (7%), um a Cryptophyceae (2%) e um a Dinophyceae (2%) (Tabela 23).

Tabela 23 – Relação das Classes e Gêneros dos principais representantes do fitoplâncton identificados no reservatório e nos tanques de criação de peixes para as diferentes densidades de estocagem

Classes	Gêneros
CHLOROPHYCEAE	<i>Chlamydomonas, Chlorella, Chlorococcum, Chlorolobium, Choricystis, Coelastrum, Desmodesmus, Diacanthos, Dictyosphaerium, Didymocystis, Elakatothrix, Eutetramorus, Golenkinia, Kirchneriella, Micractinium, Monoraphidium, Oocystis, Pediastrum, Radiococcus, Scenedesmus, Sphaerocystis, Spirogyra, Stigeoclonium, Ulothrix, Uronema, Westella, Willea</i>
CYANOPHYCEAE	<i>Anabaena, Aphanocapsa, Arthrospira, Chroococcus, Cyanothece, Gleiterinema, Lyngbya, Merismopedia, Microcrocis, Oscillatoria, Phormidium, Pseudanabaena, Synechococcus</i>
BACILLARIOPHYCEAE	<i>Amphipleura, Cyclotella, Gomphonema, Navicula, Pinnularia</i>
EUGLENOPHYCEAE	<i>Astasia, Euglena, Lepocinclis, Menoidium, Phacus</i>
ZYGNEMAPHYCEAE	<i>Closterium, Cosmarium, Euastrum, Micrastérias</i>
CRYPTOPHYCEAE	<i>Cryptomonas</i>
DINOPHYCEAE	<i>Peridinium</i>

Na análise quantitativa, constatou-se que a classe Chlorophyceae correspondeu a 96,75% da densidade total, seguida pela Cyanophyceae (1,68%), Dinophyceae (0,77%), Euglenophyceae (0,41%) e Bacillariophyceae (0,39%) (Tabela 24). Espécies mais representativas do fitoplâncton foram *Chlorella*, seguida de *Chlamydomonas*, *Scenedesmus* e *Pseudanabaena*.

Com o cultivo de alevinos de 85ósforo85i-pioa, a densidade total da comunidade fitoplanctônica aumentou (Tabela 24) para todos os tratamentos, já a comunidade zooplanctônica diminuiu (Tabela 25).

Tabela 24 - Densidade de células (cels mL<sup>-1</sup>), das classes do fitoplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 01/04/2011</b>				
<b>Classes/ céls. MI<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
BACILLARIOPHYCEAE	1.300	-	-	550
CHLOROPHYCEAE	543.700	271.900	371.250	447.500
CYANOPHYCEAE	9.650	26.200	5.550	1.100
DINOPHYCEAE	13.000	2.600	15.000	-
EUGLENOPHYCEAE	-	-	550	-
<b>Total</b>	<b>5,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,9 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,4 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Segunda coleta: 18/04/2011</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	4.000	2.200	4.500	9.400
CHLOROPHYCEAE	423.600	668.000	891.800	1.692.500
CYANOPHYCEAE	5.600	8.250	11.700	23.400
DINOPHYCEAE	4.800	750	1.900	-
EUGLENOPHYCEAE	800	1.500	650	4.700
<b>Total</b>	<b>4,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,8 x 10<sup>5</sup></b>	<b>9,1 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>6</sup></b>
<b>Terceira coleta: 02/05/2011</b>				
BACILLARIOPHYCEAE	5.950	12.000	2.700	3.000
CHLOROPHYCEAE	594.750	1.162.000	1.473.300	1.473.000
CYANOPHYCEAE	9.000	9.000	19.200	24.000
DINOPHYCEAE	750	6.000	5.500	3.000
EUGLENOPHYCEAE	5.250	15.000	11.000	18.000
<b>Total</b>	<b>6,5 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>6</sup></b>

Ao se alimentar principalmente do zooplâncton filtrador como os cladóceros e rotíferos, fez com que a densidade dos predadores diretos das algas fosse reduzida na água de cultivo, contribuindo assim para elevação da densidade das algas. Resultados semelhantes foram encontrados por Marques et al. (2007) trabalhando com seletividade alimentar de organismos alimento por formas jovens de *Prochilodus lineatus*.

#### 5.4.2.2. Zooplâncton

A comunidade zooplânctônica foi composta por 11 gêneros, pertencentes a três divisões, sendo que cinco pertencem a Rotífera (*Brachionus*, *Colurella*, *Lecane*, *Lepadella* e *Proales*) (46%), três a Copépoda (*Mesocyclops*, *Microcyclops* e *Thermocyclops*) (27%) e três a Cladóceros (*Alona*, *Moina* e *Chidorus*) (27%).

Em atividades de piscicultura, a produção de plâncton é um fator importante, pois constitui o alimento mais adequado para os peixes na fase inicial do desenvolvimento, especialmente rotíferos e cladóceros. A presença destes organismos no ambiente pode resultar em melhor desenvolvimento larval (FEIDEN & HAYASHI, 2005).

Na análise quantitativa, constatou-se que Copépoda correspondeu a 54,58% da densidade total da comunidade zooplancônica, seguido por Rotífera (41,32%) e Cladóceros (4,10%) (Tabela 25). A densidade total do zooplâncton foi reduzida para ambos os tratamentos durante o cultivo.

Tabela 25 - Densidade de indivíduos (ind.L<sup>-1</sup>), dos grupos do zooplâncton, na primeira, segunda e terceira coleta de plâncton para as diferentes densidades de estocagem

<b>Primeira coleta: 01/04/2011</b>				
<b>Grupos/ ind. L<sup>-1</sup></b>	<b>Alevinos/m<sup>3</sup></b>			
	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
CLADÓCERA	3,82	6,11	7,15	12,64
COPÉPODA	48,13	60,55	26,46	41,26
ROTÍFERA	12,29	74,31	24,1	26,61
<b>Total</b>	<b>64,24</b>	<b>140,97</b>	<b>57,71</b>	<b>80,51</b>
<b>Segunda coleta: 18/04/2011</b>				
CLADÓCERA	0,14	0,14	-	-
COPÉPODA	10,34	24,17	12,99	16,95
ROTÍFERA	6,74	7,08	6,32	10,29
<b>Total</b>	<b>17,22</b>	<b>31,39</b>	<b>19,31</b>	<b>27,24</b>
<b>Terceira coleta: 02/05/2011</b>				
CLADÓCERA	0,70	0,28	0,21	0,07
COPÉPODA	8,19	9,31	10,21	8,68
ROTÍFERA	12,5	10,07	12,36	5,56
<b>Total</b>	<b>21,39</b>	<b>19,66</b>	<b>22,78</b>	<b>14,31</b>

De acordo com Roche e Rocha (2005) a presença de peixes usualmente reduz a abundância do zooplâncton maior, especialmente cladóceros, favorecendo o aumento do zooplâncton menor, como os rotíferos. No entanto, peixes filtradores podem levar ao aumento de copépodos, os quais possuem mecanismos de escape bem desenvolvidos, fato que pode suprimir os rotíferos. Segundo Tavares (1993), para os copépodos, a fase

de náuplio possui maior importância pela facilidade de predação quando fornecido às larvas em comparação com as fases adulta e de copepodito.

#### 5.4.2.3. Conteúdo fecal

A composição de algas consumidas por *Prochilodus costatus*, muito provavelmente refletem a disponibilidade desses recursos nos tanques de criação (Tabela 24). A classe Chlorophyceae foi a mais abundante assim como na água de cultivo (Figura 21).

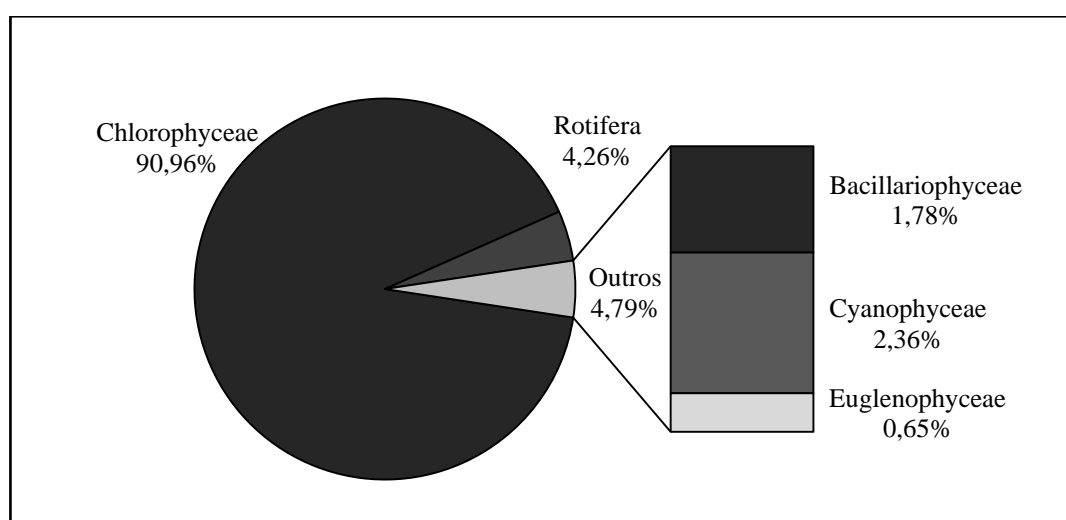


Figura 21 – Conteúdo fecal dos alevinos de curimatá-pioa.

A presença de determinado tipo de alimento nos estômagos não significa, necessariamente, que se trata do alimento preferido, tendo em vista que ele pode ter sido ingerido somente por estar disponível, enquanto o alimento preferido estiver ausente, pouco frequente ou difícil de capturar (DRENNER et al., 1978; CYRUS, 1988).

Altas densidades de Bacillariophyceae no conteúdo fecal podem ser devidas a maior resistência das carapaças de sílica à digestão, quando comparada a sua densidade na água de cultivo e aos demais grupos de algas. Figueireido et al., (2009), pesquisando com conteúdo estomacal de *Prochilodus brevis*, encontrou principalmente algas, sendo

Bacillariophyceae a classe mais abundante. A elevada densidade de Rotífera pode indicar baixa digestibilidade.

De acordo com Pelli (1997), rotíferos não tiveram importância significativa como item alimentar para curimba, e os microcrustáceos foram responsáveis por 55% de toda frequência de ocorrência e insetos aquáticos por 36%.

### 5.4.3. Parâmetros zootécnicos

Observou-se que com o aumento da densidade de estocagem, reduziu o ganho de peso e o crescimento dos alevinos de 89ósforo89i-pioa (Tabela 26 e Figura 22). Resultados semelhantes foram encontrados com larvas de *Prochilodus scrofa* submetidas a diferentes densidades de estocagem (KOBBERSTEIN & DURIGAN, 2001).

Tabela 26 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros zootécnicos dos alevinos de curimatá-pioa para as diferentes densidades de estocagem

Desempenho Zootécnico	Densidade de estocagem (alevinos/m <sup>3</sup> )			
	10	20	30	40
Peso médio inicial (g)	0,84 ± 0,38	0,89 ± 0,45	0,96 ± 0,43	0,82 ± 0,37
Peso médio final (g)	6,45 ± 2,30	4,40 ± 2,09	3,08 ± 1,55	2,62 ± 1,35
Ganho de Peso (g)	5,66	3,45	2,12	1,67
CT inicial (cm)	4,38 ± 0,44	4,27 ± 0,80	4,60 ± 0,65	4,83 ± 0,29
CT final (cm)	9,25 ± 0,75	8,09 ± 0,58	7,50 ± 1,04	6,42 ± 0,97
Crescimento CT (cm)	4,86	3,82	2,78	1,74
CP inicial (cm)	3,27 ± 0,46	3,38 ± 0,59	3,56 ± 0,51	3,78 ± 0,31
CP final (cm)	7,50 ± 0,63	6,58 ± 0,66	5,93 ± 0,75	5,10 ± 0,91
Crescimento CP (cm)	4,24	3,30	2,36	1,42
Biomassa Inicial (g)	40,30	85,00	137,80	158,00
Biomassa Final (g)	258,10	365,20	379,10	329,82
Ganho de Biomassa (g)	217,80	280,20	241,30	171,82
Sobrevivência (%)	83%	90%	85%	65%

Legenda: CT = comprimento total; CP = comprimento padrão.

O menor ganho de peso (1,67 g) e o menor crescimento comprimento total (1,74 cm) e crescimento comprimento padrão (1,42 cm) associados à maior densidade de estocagem (40 alevinos/m<sup>3</sup>) pode estar relacionado com a disponibilidade de alimento (plâncton), ou seja, a biomassa de alimento natural pode ter sido pequena, o que limitou a quantidade de alimento disponível para cada peixe, reduzindo seu

crescimento. O menor ganho de biomassa observado para a densidade de estocagem com 40 alevinos/m<sup>3</sup>, pode ser explicado pela menor taxa de sobrevivência neste tratamento (65%).

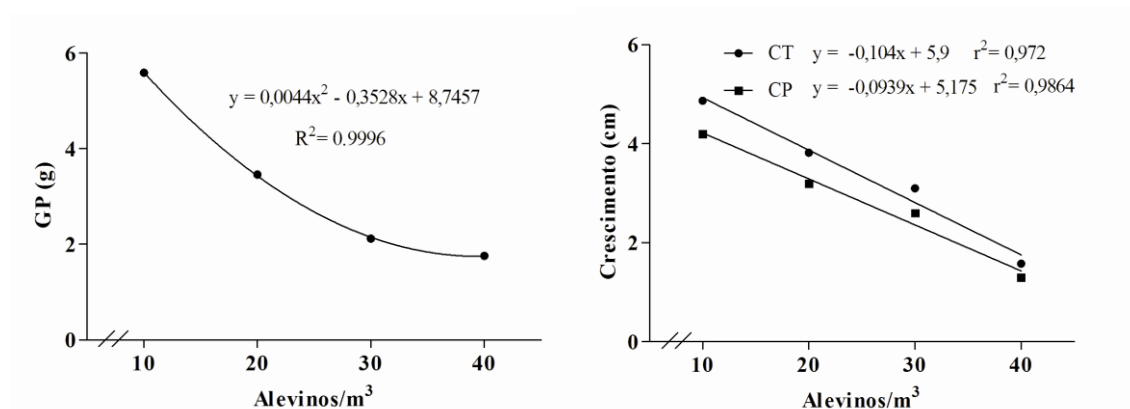


Figura 22 - Ganho de peso e crescimento (comprimento total – CT e comprimento padrão – CP) dos alevinos de curimatá-pioa para as diferentes densidades de estocagem.

Hayashi et al. (1998) avaliaram o efeito da utilização de plâncton e dieta artificial (24 e 30% de proteína bruta) na alimentação do curimatá (*Prochilodus lineatus*) na fase inicial, durante um período de 30 dias e concluíram que, nas condições do trabalho, a dieta contendo 24% de proteína bruta, associada ao plâncton, mostrou-se mais adequada para o curimatá na fase inicial (100,95g de ganho de peso e 95% de sobrevivência).

Silva et al. (2009) ao utilizarem larvas de *Prochilodus costatus* ( $6,7 \pm 0,4$  mm e  $1,7 \pm 0,3$  mg) na densidade de 15 larvas/L durante 10 dias testando diferentes dietas contendo náuplios de *Artemia* sp., zooplâncton e ração, encontraram que maiores valores de sobrevivência (95%), comprimento total final ( $13,3 \pm 1,1$  mm) e peso final ( $22,9 \pm 7,0$  mg) foram com o fornecimento de náuplios de *Artemia* sp., seguidos pela ração e zooplâncton.

A capacidade suporte foi atingida na densidade de 20 alevinos/m<sup>3</sup>. A partir daí o alimento pode ter sido o fator limitante, o que resultou em menores ganhos de

biomassa mesmo quando a densidade foi aumentada. A capacidade suporte é a máxima biomassa de peixe capaz de ser sustentada em uma unidade de produção e é determinada segundo Kubitza (2000), pela quantidade e qualidade de alimento disponível; pelos níveis críticos de oxigênio dissolvido e pela concentração de amônia, gás carbônico e nitrito.

#### **5.4.4. Aspecto sanitário**

A análise bacteriológica dos alevinos de curimatá-pioa apresentou concentração de coliformes totais e termotolerantes menor do que 3 NMP/g (NMP – numero mais provável) para todos os tratamentos, exceto para o tratamento com maior densidade de estocagem. Segundo León e Moscoso (1996), a concentração máxima é de  $0,7 \times 10^3$  coliformes/g no músculo dos peixes. O resultado encontrado para a densidade de 40 alevinos/m<sup>3</sup> ( $1,1 \times 10^3$ ) indica que os alevinos podem ter suas carnes contaminadas bacteriologicamente. Este fato pode explicar a menor taxa de sobrevivência para este tratamento (65%).

A análise foi realizada nos alevinos de curimatá-pioa sem retirar e separar o trato gastrointestinal (vísceras), pele e escamas do músculo. Assim como a carpa comum, é uma espécie que se alimenta no sedimento (fundo dos tanques) o que pode ter contribuído para aumentar as concentrações de coliformes termotolerantes nos alevinos.

O bem estar dos peixes nos traduz o estado deste animal em relação ao meio de criação. Sendo que a densidade de estocagem tem sido o foco de algumas pesquisas (DI MARCO et al., 2008, TSUZUKI et al., 2008), pois a utilização de elevadas densidades pode reduzir o bem estar dos peixes, seja pela redução na qualidade da água ou pela competição entre os animais por espaço e alimento (NORTH et al., 2006).

## 6. CONCLUSÕES

Foram realizados quatro experimentos com os objetivos de avaliar o uso de efluentes de esgotos domésticos tratados em lagoas de polimento em cultivo de alevinos de carpa capim, carpa comum, carpa cabeça grande e curimba. Concluiu-se que:

- o efluente de esgoto doméstico tratado é propício para o cultivo de peixes, por apresentar altas densidades de organismos planctônicos que foram utilizados como alimento natural na fase inicial do desenvolvimento dos peixes.

- com aumento da densidade de estocagem reduziu o ganho de peso para ambas as espécies estudadas.

- o cultivo de alevinos de peixes, contíguo às lagoas de polimento, atua como uma etapa de tratamento, removendo nutrientes e contribuindo com a melhoria da qualidade da água descartada como efluente final.

- experimentos futuros utilizando policultivo das espécies estudadas neste trabalho, em efluentes de esgoto doméstico tratado em lagoas de polimento, é uma atividade promissora, pois o hábito alimentar não se sobrepõem, evitando, portanto competição entre as espécies por alimento e proporcionará maior produtividade com menor gasto de insumos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFZAL, M.; RAB, A.; AKHTAR, N.; AHMED, I. et al. Growth performance of bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) in monoculture system with and without supplementary feeding. **Pakistan Vet. J.** 28 (2): 57-62, 2008.

ALMEIDA, V.L.L.; RESENDE, E.K.; LIMA, M.S. et al. Dieta e atividade alimentar de *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) no Pantanal do Miranda-Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista UNIMAR**, v.15, p.125-141, (Suplemento), 1993.

ANAGNOSTIDIS, K & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3: Oscillatoriales. **Algological Studies**, v.50, n.53, p.327-472, 1988.

ANTHONINSEN, A.C.; LOEHR, R.C.; PARKSAM, T.B.S.; SRINATH, D.E. Inhibition of nitrification by ammonia and nitrous acid. **Journal of Water Pollution Control Federation**, 48: 835-852, 1976.

APHA, AWWA, WEF. American public health association, American water works association, water environment federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**.20.ed. Washington, DC: APHA, 1998.

ARAUZO, M. Harmful effects of unionized ammonia on the zooplankton community in a deep waste treatment pond. **Water Research**, 37, 1048–1054, 2003.

ARCEIVALA, S.J. **Wastewater treatment and disposal**. Marcel Dekker, New York. 892p., 1981.

ARCIFA, M.S., FROEHLICH, O. and NORTHCOTE, T.G. Distribution and feeding ecology of fishes in a tropical Brazilian reservoir. **Memorias de 936 Sociedad de Ciencias Naturales La Salle**, vol. 48, no. 2, p. 301-326, 1988.

ARRIGNON, J. **Ecologia y piscicultura de águas dulces**. Madrid: Mundi Prensa, 365 p., 1979.

ASANO, T. & PETTYGROVE, G. **Manual Prático de Riego com Agua Residual Municipal Regenerada**. Catalunya: Edicions de 936 Universitat Politècnica Madrid, 481 p., 1990.

ATHAYDE JUNIOR, G. B.; LEITE, V. D.; ARAUJO, H. W. C.; SILVA, J. B. P.; SANTOS, V. D.; SOUSA, J. T.; SILVA, W. R. Estudo de espécies de fósforo e nitrogênio em lagoas de estabilização. In: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, XXVII, Porto Alegre, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro: AIDIS, ABES (CD Rom) 2000.

AZEVEDO, P. & VIEIRA, B.B. Biologia do 94ósforo (Characidae, Curimatinae). **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** Rio, Rio de Janeiro, 33 (4): 481-553, 1938.

AZEVEDO, A.D.P.; BARBIRATO JÚNIOR, L.; SILVA, N.L. e ELIAS, V.F. “Peixamento de lagoas facultativas”. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Natal, RN, Brasil, Volume 2, Tomo1, 534-543, 1993.

BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. 2. 94ó. – Santa Maria: Ed. Da UFSM, 352p., 2009.

BASILE-MARTINS, M.A. Criação de organismos para alimentação de larvas de peixes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3. São Carlos-SP. **Anais...** São Carlos: USFCar e CESP.705p. p.97-100, 1984.

BASTOS, R.K.X; BEVILACQUA, P. D.; NUNES, F.D.; SOEIRO, G P. S.; SILVA, C. V. Avaliação do tratamento de esgotos sanitários em lagoas de estabilização tendo em vista a utilização do efluente na agricultura e piscicultura. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGIENERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVIII, Cancún, Mexico. **Trabajos Técnicos...** México, D.F.: AIDIS, 2002 (CD ROM).

BASTOS, R.K.X.; FREITAS, A.S.; SALARO, A.L.; LANNA E.A.T.; BEVILACQUA, P.D. Avaliação da produção de Tilápia do Nilo em lagoas de estabilização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL, 22, Joinville – SC. **Anais...** Rio de janeiro: ABES, (CD ROM) 2003<sup>a</sup>.

BASTOS, R.K.X.; NETO, C.O.A.; FILHO, B.C.; MARQUES, M.O. Introdução In: BASTOS R.K.X. (Org.). **Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e psicultura**. São Carlos, RiMa Artes e Texto. P. 1-22. (Projeto PROSAB) 2003b.

BASTOS, R. K. X.; RIOS, E. N.; CORREA, J. L. P.; OLIVEIRA, D. V. M. (2005). Reator UASB + Biofiltro Submerso Aerado. Um sistema eficiente, mas que requer

cuidados operacionais. In: ASSEMBLÉIA NACIONAL DA ASSEMAE, 35, Belo Horizonte. **Anais...** Jaboticabal: Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento – ASSEMAE, (Anais eletrônicos), 2005.

BASTOS, R. K. X. & BEVILACQUA, P. D. Normas e critérios de qualidade para 95ºsfo da água. In: SANTOS, M. L. F. **Tratamento e Utilização de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABES, RiMas, p. 17-61, 2006.

BASTOS, R. K. X.; RIOS, E. N.; DORNELAS, F. L.; ASSUNÇÃO, F. A. L.; NASCIMENTO, L. E. Ammonia and Phosphorus Removal in Polishing Ponds. A Case Study in Southeast Brazil. In: IWA SPECIALIST CONFERENCE ON WASTE STABILIZATION PONDS, 7, Bangkok, 2006. **Proceedings...** Bangkok: International Water Association, 2006b.

BASTOS, R. K. X.; RIOS, E. N.; ROSA, A. P. Caracterização e comportamento de uma série de lagoas de polimento tratando esgotos sanitários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, Belo Horizonte-MG, **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2007.

BASUALTO, S.; TAPIA, J.; CRUCES, F.; BERTRAN, C.; SHZATTER, R.; PENACORTES, F.; HANNSTEIN, E. The effect of physical and chemical parameters on the structure and composition of the phytoplankton community of lake Budi (IX Region, Chile). **Journal of the Chilean Chemical Society**, vol. 51, no. 3, p. 993-999, 2006.

BETTOLI, P.W.; NEILL, W.H.; KELSCH, S.W. Temperature preference and heat resistance of grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes), bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* (Gray), and their F1 hybrid. **Journal of Fish Biology** 27:239-247, 1985.

BEVILACQUA, P. D.; BASTOS, R. K. X.; LANNA, E. A. T. Uso de esgotos tratados para produção animal. In: FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSÊ, M. M. (Coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, p. 275-330. (Projeto PROSAB), 2006.

BOURRELLY, P. **Lesalgues d’eau douce: initiation à la systématique: les algues bleues et rouges, 95ºs Eugléniens, Peridiniens, et Cryptomonadines**. Éditions N. Boubée, Paris, 1985.

BOYD, C.E. Fertilization of warm water fish ponds. **Journal of Soil and Water Conservation** 36:142-145, 1981.

BOYD, C.E. **Water quality management for pond fish culture**. Elsevier Science, Amsterdam; 317p., 1982.

BOYD, C.E. Managing water quality in channel catfish ponds. **Journal of Soil and Water Conservation** 37:207-209, 1982b.

BOYD, C.E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture**. Alabama Agriculture Experiment Station; 482p., 1990.

BOYD, C. E. & TUCKER, C. S. (1998). **Pond Aquaculture water quality management**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 700p., 1998.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 2º Ed., CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo – SP, Brasil, 616p., 1978.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3 ed., CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo – SP, Brasil, 640p., 1986.

BRITSKI, H.S. Peixes de água doce do Estado de São Paulo – Sistemática. In: **Poluição e piscicultura**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública e Instituto de Pesca, CPRN – Secretaria de Agricultura, p.79-108, 1972.

BURAS, N.; DUEK, L.; NIV, S. et al. Microbiological aspects of fish grown in treated waste water. **Water Research**, 21 (1): 1-10, 1987.

BURKE, J.S.; BAYNE, D.R.; REA, H. Impact of silver and bighead carps on plankton communities of channel catfish ponds. **Aquaculture**, 55:59-68, 1986.

CAMARGO, M. A. V. & MARA, D. D. Nitrogen removal via ammonia volatilization in maturation ponds. In: IWA Specialist conference on waste stabilization ponds, 7, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: International Water Association, 2006.

CASTAGNOLLI, N.; OLIVEIRA, G. T.; OSTINI, S.; PEREIRA FILHO, M. Influência da estação do ano e do fertilizante aplicado na produção de tanques de criação de peixes. I – Produção primária. **Bol. Inst. Pesca**, 9:91, 1982.

CASTAGNOLLI, N. Situação atual e perspectiva da agricultura na região Sul do Brasil. In: **Anais...** da Agricultura, p. 37-11, 1984.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: Funep. L89p., 1992.

CAVALCANTI, P.F.F.; van HAANDEL, A.C.; KATO, M.T.; 976s SPERLING, M.; LUDUVICE, M.L.; MONTEGGIA, L.O. Pós-tratamento de efluentes anaeróbios por lagoas de polimento. In: CHERNICHARO, C.A.L. (Coord.) **Pós-tratamento de reatores anaeróbios**. Belo Horizonte [s.n], p. 105-170 (Projeto PROSAB) 2001.

CAVALCANTI, P.F.F. Integrated application of the UASB reactor and ponds for domestic sewage treatment in tropical regions. **PhD Thesis**. Wageningen University. The Netherlands, 2003.

CHAKRABARTI, R. & SHARMA, J. G. Influence of management protocols on common carp growth under nursery conditions: relative importance of food and water quality. **Journal of Aquaculture International** 6: 293-301, 1998.

CHELLAPPA, S.; BUENO, R.M. X.; CHELLAPPA, T.; CHELLAPPA, N.T.; VAL, V.M.F.A. Reproductive seasonality of the fish fauna and limnoecology of semi-arid Brazilian reservoirs. **Limnologia**, v. 39, p. 325-329, 2009.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 246p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 5), 1997.

COLT, J. & ARMSTRONG, D. **Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and mollusks**. California: Dep. Civil Eng. Univ. 30p., 1979.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). **Resolução** sobre 976sfo de água. Documento nº 4 – Reúso na aquicultura, 2003.

CONAMA 357. **Resolução CONAMA número 357, de 17 de março de 2005 – dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu**

**enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministério do Meio Ambiente, 23p, 2005.

CROUX, M.J.P. Comportamiento y crecimiento de *Prochilodus lineatus* (Pisces, Curimatidae) en condiciones controladas. **Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral**, 23:9-20, 1992.

CREMER, M.C. & SMITHERMAN, R.O. Food habits and growth of silver and bighead carp in cages and ponds. **Aquaculture**, 20:57-64, 1980.

CRUZ, L. S. Variação temporal quali-quantitativa das comunidades fitoplanctônicas em uma lagoa de polimento de efluente anaeróbio. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. Campo Grande: **Anais...** Campo Grande: ABES, v. 1, p. 1-9, 2005.

CYRUS, D.P. Episodic events and estuaries: effects of cyclonic flushing on the benthic fauna and diet of *Solea Bleekeri* (Teleostei) in Lake St. Lucia on the south-eastern coast of Africa. **J. Fish. Biol., London**, v. 33 (suppl. A), p. 1-7, 1988.

DABROWSKI, K. Ontogenetic development of cyprinid-like type of digestive tract. **Reprod. Nutr. Develop.**, 24: 807-819, 1984.

DARLEY, W. M. Phytoplankton: environmental factors affecting growth. In: **Algal Biology: a 98ósforo98in989898 approach.** (eds) Blackwell Scientific Publications. P. 45: 46, 1982.

DI MARCO, P. et al. Physiological responses of European sea bass *Dicentrarchus labrax* to different stocking densities and acute stress challenge. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 275, n. 1-4, p. 319-328, 2008.

DONG, S. & LI, D. Comparative studies of the feeding selectivity of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, and bighead carp, *Aristichthys nobilis*. **Journal of Fish Biology**, 44:621-626, 1994.

DRENNER, R.W.; STRICKLER, JR.; O'BRIEN, W.J. Capture probability: The role of zooplankton escape in the selective feeding of planktivorous fish. **J. Fish. Res. Bd. Can.** 35:1370-1373, 1978.

EASA, M. E.; SHEREIF, M.M.; SHAABAN, A.I.; MANCY, K.H. Public health implications of waste water reuse for fish. **Water Science and Technology**. 32 (11): 145-152, 1995.

EDMONDSON, W.T. **Freshwater Biology**. 2ed., New York: John Wiley, 1959.

EDWARDS, P.; SINCHUMAPSAK, O.; TABUCANON, M. The harvest of microalgae from the effluent of sewage fed high rate stabilization pond by *Tilapia nilotica* – Part I, II and III. **Aquaculture**, v.23, p.107-147, 1981.

EDWARDS, P. **Reuse of human wastes in aquaculture A technical review**. UNDP-World Bank Water Research Program. Washington D.C: THE WORLD BANK, 350 p., 1992.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Universa: Brasília, 156p., 1997.

EMERSON, K.; RUSSO, R.S.; LUND, R.E.; THURSTON, R.V. Aqueous ammonia equilibrium calculations: Effect of pH and temperature. **Journal of the fisheries Research Board of Canada** 32: 2379-2383, 1975.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro, Interciência/FINEP. 575p., 1988.

ESTEVEES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2ed. Interciência/Finep, Rio de Janeiro, 602p., 1998.

EL-GOHARY, F. EL-HAWARRY, S.; BADR, S.; RASHED, Y. Wastewater treatment and reuse for aquaculture. **Water Science and Technology** 32 (11): 127- 136, 1995.

FALCO, P. B. Estrutura da comunidade microbiana (algas e bactérias) em um sistema de lagoas de estabilização em duas escalas temporais: nictemeral e sazonal. **Tese de Doutorado**. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2005.

FEIDEN, A. & HAYASHI, C. Desenvolvimento de juvenis de Piracanjuba (*Brycon orbygnianus*), Valenciennes (1849) (Teleostei: characidae) em tanques experimentais

fertilizados com adubação orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 591-600, out./dez, 2005.

FELIZZATO, M. R. **Reúso de água em Piscicultura no Distrito Federal: Potencial para Pós-Tratamento de Águas Residuárias associado à produção de pescado**. 2000. 190 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2000.

FELIZATTO, M. R.; STARLING, F. L. R. M.; SOUZA, M. A. A. Estudos preliminares para a verificação da possibilidade de reúso direto em piscicultura no Distrito Federal. I Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Anais....** Simpósio Brasília DF, Brasil, 2000<sup>a</sup>. CD-ROM.

FELIZATTO, M. R.; STARLING, F. L. R. M.; SOUZA, M. A. A. Reúso de água em piscicultura: análise da possibilidade de aplicação de efluente de lagoas de estabilização em série. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XXVIII, Porto Alegre, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000b. CD-ROM.

FIGUEIREIDO, B.R.S.; ARAUJO, G.J.M.; SILVA, M.J.; MEDEIROS, E.S.F. Análise da alimentação de *Prochilodus brevis* (Steindachner 1874), (Characiformes: Prochilodontidae) em ambientes aquáticos do semiárido brasileiro. **Anais...** São Lourenço-MG, IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13-17 de setembro, 2009.

FOWLER, H. W. Os Peixes de Água Doce do Brasil. **Arquivos de Zoologia**, 6: 333-340, 1950.

FREITAS, A.S. **Utilização de esgotos sanitários tratados em lagoas de polimento para a criação de alevinos de Tilápia do Nilo – aspectos produtivos e econômicos**. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2006.

FUGI, R. & HAHN, N.S. Espectro alimentar e relações morfológicas com o aparelho digestivo de três espécies de peixes comedores de fundo do rio Paraná, Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, Rio de Janeiro, 51 (4): 873-879, 1991.

FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; SOARES, C.M.; GALDIOLI, E.M. Influência de plâncton, dieta artificial e sua combinação sobre o crescimento e sobrevivência de larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*). **Acta Scientiarum** 21(3):699-703, 1999.

GALLI, L.F & TORLONI, C. E. **Criação de Peixes**. São Paulo, Nobel, 120 p., 1985.

GERKING, S.D. **Feeding Ecology of Fish**. London: Academic Press, 1994.

GHOSH, A., RAO, L.H., SAHA, S. K. Culture prospects of *Sarotherodon mossambicus* in small ponds fertilized with domestic sewage. **J. Inland Fish. Soc. India** 12, 74-80, 1980.

GHOSH, A., SAHA, S. K., CHAKRABORTY, P. K. **Carp production using domestic sewage**. Aquaculture extension manual, Central Inland Fisheries Research Institute, Barrackpore, India, 1985.

GNERI, F.S. & ANGELESCU, V. Lanutricion de 101ós peces iliofagos en relacion con 101ó metabolismo general deI ambiente acuatico. **Rev. Inst. Invest. Mus. Argent. Cienc. Nat. Ciencias Zoológicas**, Buenos Aires, 2 (I): 1-44, 1951.

GOLDMAN, C. H. R. & HORNE, A. J. **Limnology**. McGraw-Hill Book Company, New York, 464p. 1983.

GRAEFF, A. & PRUNER, E. N. Efeito da densidade de povoamento na produtividade final em carpas (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) em fase de engorda, durante o verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 639-645, 2000.

GRANADO, D.C. Variações nictemerais e sazonais na estrutura da comunidade fitoplanctônica num sistema de lagoas de estabilização (Novo Horizonte, SP) (**Dissetação de mestrado**). São Carlos: USP/ Escola de Engenharia de São Carlos, 2004.

GU, B.; SCHELL, D.M.; HUANG, X.; YIE, F. Stable isotope evidence for dietary overlap between planktivorous fishes in aquaculture ponds. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 53:2814-2818, 1996.

GUERRIN, F. Valorization of wastewater treatment ponds zooplankton as a basis to feed larvae and juveniles of cyprinids. **Bulletin Francaise Peche et Piscicultur** 311, 113–125, 1998.

HANEZ, C. Limnologia em viveiros de piscicultura. In: Encontro Anual de Aquicultura de Minas Gerais, 5, Belo Horizonte, **Resumos...** Belo Horizonte, Associação Mineira de Aquicultura, 125-130p., 1986.

HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B.; SOARES, C.M., et al. Plâncton e dieta artificial na alimentação do “curimbatá” (*Prochilodus lineatus*), na fase inicial. In: AQUICULTURA BRASIL’98. Recife, PE. **Anais...** Recife : Persona, p.28. 253p, 1998.

HICKLING, C. F. On the feeding process in the White Amur, *Ctenopharyngodon idella*. **J. Zool.**, 148:408-419, 1966.

HORTEGAL FILHA, M. S. R.; MOTA, S.; CEBALLOS, B. S. O.; SILVA, F. J. A.; SANTIAGO, R. G. E COSTA, F. H. F. Viabilidade do uso de lagoas de maturação na Piscicultura. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 3434-3441, 1999 (CD-ROM).

INFANTE, A.G. **El 102ósforo102 de 102ós 102ósfo continentales**. Serie de Biologia, Monografia 33. EUA:OEA, 1988.

JANA, B.B. Sewage-fed aquaculture: The Calcutta model. **Ecological Engineering**: 11, 73-85, 1998.

JENSEN, F.B. Uptake and effects of nitrite and nitrate in animals. Walsh, P.J. e Wright, P. editors. **Nitrogen Metabolism and Excretion**. Boca Raton: CRC Press. 289-303, 1995.

JHINGRAN, V.G. & PULLIN, R.S.V. **A hatchery manual for the common, Chinese and Indian major carps**. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila. 191 p., 1985.

JHINGRAN, V.G. **Fish and Fisheries of India**, 3<sup>rd</sup> ed. Hindustan Publishing Corporation, Delhi, India, 727p., 1991.

KE, Z.; XIE, P.; GUO, L. Impacts of two biomanipulation fishes stocked in a large pen on the plankton abundance and water quality during a period of phytoplankton seasonal succession. **Ecological Engineering** 35:1610-1618, 2009.

KELLNER, E. & PIRES, E.C. **Lagoas de estabilização: projeto e operação**. Rio de Janeiro: ABES, cap 1 e 2, 1998.

KIBRIA, G.; NUGEGODA, D.; FAITCLOUGH, R.; LAM, P.; BRADLY, A. **Zooplâncton: Its biochemistry and significance in aquaculture**. Naga, The Iclarm Quarterly, v.20, n.2, 1997.

KHADKA R.B. & RAMAKRISHNA R.T. Prey size selection by common carp (*Cyprinus carpio*) larvae in relation to age and prey density. *Aquaculture* 54:89-96, 1986.

KOBERSTEIN, T.C.R.D. & DURIGAN, J.G. Produção de larvas de curimatá (*Prochilodus scrofa*) submetidas a diferentes densidades de estocagem e níveis de proteína bruta nas dietas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p. 123-127, 2001.

KOLAR, C. S.; CHAPMAN D.C.; COURTENAY W. R.; HOUSEL C.M.; WILLIAMS J.D.; JENNINGS D. P. **Asian carps of the genus *Hypophthalmichthys* (pisces, cyprinidae)**. A biological synopsis and environmental risk assessment, Washington, DC: United States Fish and Wildlife Service, 2005.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. *In*: B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.). **Süßwasser flora von Mitteleuropa**. Elsevier: Spektrum Akademischer Verlag, Munique, 759 p., 2005.

KOSTE, W. **Rotatoria: Die Rädertiere Mitteleuropas Ein Bestimmungswerk begründet von Max Voigt**. Überordnung Monogonta. Gebrüder Borntraeger: Berlin, 637p., 1978.

KONIG, A. Ecophysiological studies on some algae and bacteria of waste stabilization ponds. **Doctor Thesis**. University of Liverpool. Liverpool, 1984.

KÖNIG, A.; SOUZA, M.S.M.; COSTA, N.A.F.; FREITAS, V.L.B.; CEBALLOS, B.S.O. Variação nictemeral da qualidade do efluente final de uma lagoa facultativa

secundária e a influência das algas. In: **Anais...** 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro. I – 118 : 587-596, 1999.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Jundiaí: F. Kubitza, 285p., 2000.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí, 265p., 2003.

LAIR, N.; TALEB, H.; REYES-MARCHANT, P. Horizontal distribution of the rotifer plankton of Lake Aydat (France). **Aqua. Sci.** 58(3): 253-268, 1996.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o Entendimento do Reúso Planejado da Água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. São Paulo, Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 191p. São Paulo, 1987.

LAZAREVA, L.P.; OMAROV, M.O.; LEZINA, A.N. Feeding and growth of the bighead, *Aristichthys nobilis*, in the waters of Dagestan. **Journal of Ichthyology** 17(1):65-71, 1977.

LAZZARO, X. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding, behaviours, selectivities, and impacts. **Hydrobiologia**, 146, 97- 167, 1987.

LE CREN, E.D. & LOWE-MCCONNELL, R.H. **The functioning of freshwater ecosystems**. London, Cambridge University Press, 588 p., 1980.

LEITE, R.G.; R.L. BARBIERI; F.J.HERNANDEZ-BLAZQUEZ. Morfologia do trato digestivo do Curimbatá, *Prochilodus scrofa*, 11. Morfometria. **BoI. Inst. Pesca** São Paulo, 15 (2): 221-227, 1988.

LÉON, G. & MOSCOSO, J. **Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales**. CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias 104ós Ambiente. OPS – Organización Pan-Americana de Saúde, Lima, Peru, 151p., 1996.

LEWIS, W.M. & MORRIS, D. P. Toxicity of nitrite to fish: a review. **Transactions of American Fisheries Society**, 115: 183-195, 1986.

- LIEBERMAN, D.M. Use of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*) for algae control in a small pond: changes in water quality. **Journal of Freshwater Ecology** 11:391-397, 1996.
- LUBZENS, E. Raising rotifer for use in aquaculture. **Hydrobiologia**, 147: 245-255, 1987.
- LUBZENS, E.; TANDLER, A.; MINLOFF, G. Rotifers as food in Aquaculture. **Hydrobiologia**, 186/187, 387- 400, 1989.
- MAKINOUCI, S. Criação de carpas em água parada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 67, p. 30-47, 1980.
- MANCUSO, P. C. S. & SANTOS, H. F. (editores). **Reuso de Água**. Manole, Barueri, São Paulo, 579p., 2003.
- MARA, D.D. Waste stabilization ponds: effluent quality requirements and implications for process design. In: IAWQ INTERNATIONAL SPECIALIST POND CONFERENCE, 3<sup>rd</sup>. João Pessoa, PB, Brazil. **Proceedings...** João Pessoa: IWAQ, UFPB, (Pre print 105ósforo) 1995.
- MARECOS DO MONTE, M.H.F. e SOUSA, M.S. (1992). Effects on crop of Irrigation with Facultative Pond Effluent. **Water Science and Technology**. Vol 26 (7-8), 1603-1613.
- MARGALEF, R. Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. **Oceanologica Acta**, 1: 493-509, 1978.
- MARGALEF, R. **Limnología**. Omega S.A., Barcelona, España, 1010 p., 1983.
- MARQUES, N. R.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M. e FERNANDES, E. B. F. Seletividade alimentar de organismos-alimento por formas jovens de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e curimba *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836). Maringá, **Acta Sci. Biol. Sci.**, v.29, n.2, p.167-176, 2007.
- MASSER, M. P., RAKOCY, J.; LOSORDO, T. M. Recirculating aquaculture tank production systems. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, 452: 1-12., 1999.

MASSERET, E. AMBLARD, C. BOURDIER, G. SARGOS, D. Effects of a waste stabilization lagoon discharge on bacterial and phytoplanktonic communities of a stream. **Water Environment Research**, 72 (3), p. 285-294, 2000.

MATHEUS, C. E. **Aspectos de crescimento e reprodução de *Sarotherodon niloticus* (Tilápia do Nilo) em lagoas de estabilização e sua influência no tratamento biológico**. Dissertação (Mestrado), Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil, 148p., 1984.

MATHEUS, C. E. Utilização de peixes em águas residuárias – uma revisão bibliográfica. **Revista DAE**, 45 (143), 383-385, 1985.

MATHEUS, C. E. **Policultivo de peixes em efluentes de Indústrias de Processamento de Frutas Cítricas e efeitos na qualidade da água**. Tese (Doutorado), Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, 375p, 1993.

MATHEUS, C. E.; POVINELLI, J.; TUNDISI, J. G. E AGUIAR, V. R. Ecotechnological system involving polyculture of fishes and industrial wastewater treatment. Verhandlungn International Verein. **Limnology**, 26, 2276-2279, 1998.

MITCHELL, A. Testing for water quality problems. **Aquaculture Magazine**, 3:78-82, 1998.

MOSCOSO, J.C.; NAVA, H.; FLÓREZ, A. M. **Reuso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan**. Sección III. Acuicultura. Lima, Peru: CEPIS, 1992<sup>a</sup>.

MOSCOSO, J.C., EGOICHEAGA, L. **Reuso en acuicultura de las aguas residuales tratadas en las lagunas de estabilización de San Juan**. Sección IV. Factibilidad técnica, económica y social. Lima, Peru: CEPIS, 1992<sup>b</sup>.

MOSCOSO, J. Acuicultura com 1066sf0 residuales tratadas en 1066s Lagunas de Estabilización de San Juan, Lima, Perú. 26<sup>o</sup> Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. AIDIS – Asociación Interamericana de Ingenieria Sanitaria y Ambiental. Lima, Peru, **Anais...** Congresso, 21p., 1998 (CD-ROM).

MOSCOSO, J. **Casos Práticos de Uso de Águas Residuales**. CEPIS – Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias 1076s Ambiente. OPAS – Organización Panamericana de 1076 Salud (OMS – Organización Mundial de La Salud) 2002.

NANDINI, S. Variations in 1076sfor-chemical parameters and plankton community structure in a series of sewage stabilization ponds. **Revista Biologia Tropical** 47 (Suppl. 1), 149–156, 1999.

NASCIMENTO, V. M. C. & MELO, J. S. C. Comparação entre três densidades de estocagem da carpa comum *Cyprinus carpio* L; 1758, nos primeiros trinta dias. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE AQUICULTURA, VI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1989, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: Abraq. P. 123., 1989.

NEVES, I.F.; ROCHA, O.; ROCHE, K.F.; PINTO, A.A. Zooplankton community structure of two marginal lakes of the River Cuiabá (Mato Grosso, Brazil) with analysis of Rotifera and Cladocera diversity. **Braz. J. Biol.** 63(2):329-343, 2003.

NOGUEIRA, M. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa de Monjolinho, São Carlos, SP). Dinâmica das populações 1076sforo107in107107. **Acta Limnológica Brasiliensia** 8:149-168, 1996.

NORTH, B. P. et al. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 255, n. 1-4, p. 466-479, 2006.

NUNES, M. A.; LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C.; ROBERTO, M. C. & RODRIGUES, L. Composição e abundância do zooplâncton de duas lagoas do horto florestal Dr. Luiz Teixeira Mendes, Maringá, Paraná. **Acta Limnológica Brasiliensia** 8:207-219, 1996.

O'BRIEN, W. J. Planktivory by freshwater fish: thrust and parry in the pelagia. – In: Kerfoot, W. C. and Sih, A. (eds.). **Predation**. U.P. of New England, Hanover and London. Pp. 3-16, 1987.

OGINO, C. Studies on the chemical composition of some natural foods of aquatic animals. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.**, Tokyo, 29: 459-462, 1963.

OLIVEIRA, R. et. Al. Biomassa e diversidade de gêneros de algas numa série longa de lagoas de estabilização. *In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais...* ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu, PR. 14-19 set, 1997.

OPUSZYNSKI, K. Weed control and fish production. J.V. Shireman (Ed.), **Proceedings...** of Grass Carp Conference, January 1978, University of Florida: 256 p., 1979.

OPUSZYNSKI, K. Comparison of the usefulness of the silver carp and the bighead carp as additional fish in carp ponds. **Aquaculture** 25:223-233, 1981.

OPUSZYNSKI, K.; SHIREMAN, J.V.; CICHRA, C.E. Food assimilation and filtering rate of bighead kept in cages. **Hydrobiologia** 220:49-56, 1991.

OPUSZYNSKI, K. & SHIREMAN, J.V. **Herbivorous fishes: culture and use for weed management.** U.S. Fish and Wildlife Service National Fisheries Resource Center, CRC Press, Boca Raton, Florida, 223p., 1995.

ORDOG, V.; NUNES, Z. M. P Sensibilidade de peixes a amônia livre. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO, 6 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAq, p.169-174, 1990.

PAGGI, J.C. & JOSÉ DE PAGGI, S. Zooplâncton de ambientes lóticos e lênticos do rio Paraná médio. **Acta Limnol. Brasil.**, v. 3, p. 685-719, 1990.

PALMER, M.C. A composite rating of algae tolerating organic pollution. **Phycol.**, v.5, p.78-82, 1969.

PAN, Y. & LOWE, R.L. Independence and interactive effects of nutrients and grazers on benthic algal community structure. **Hydrobiologia**, 291: 201-209, 1994.

PANTHA, M. B., GURUNG, H. P. Prospects for wastewater-fed aquaculture in Nepal. In: Edwards, P., Pullin, R. S. V. (Eds.), Wastewater-fed aquaculture. **Proceedings...** International seminar on Wastewater reclamation and reuse for aquaculture, Calcutta, India, p. 73-76, 1990.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. Maringá: EDUEM, 264p., 1999.

PAYNE, A.L. **The ecology of tropical lakes and Rivers**. New York, John Wiley e Sons, 301p., 1986.

PELLI, A., DUMONT NETO, R., SILVA, J.D. DA et al. Ingestão de ração por pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), curimba (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) e piauí (*Leporinus friderici* Bloch, 1794) em condições semi-intensivas. **B Inst Pesca**, São Paulo, v.24, n. especial, p.119-123, 1997.

PEREIRA, C. M. **Avaliação do uso de peixes planctófagos como auxiliares do tratamento de efluentes**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

PEREIRA, C. M. **Avaliação do potencial do efluente de lagoas de estabilização para utilização na piscicultura**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis – SC, 2004.

PIPALOVA, I. A review of grass carp use for aquatic weed control and its impact on water bodies. **Journal of Aquatic Plant Management**, 44: 1-12, 2006.

PONTIN, R.M. A key to the freshwater planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. **Freshwater Biological Association**. Scientific Publication 38: 1-178, 1978.

PROENÇA, C.E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de piscicultura tropical**. Brasília: Ibama, 196 p., 1994.

REID, J.W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia**, v.9, p.17 – 143, 1985.

REYNOLDS, C.S. Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. **Freshwater Biology**, v.14, n.2, p.111-142, 1984.

REYNOLDS, C. S. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? **Hydrobiologia**, v. 369/370, p. 11-26, 1998.

RIOS, E. N. **Caracterização e comportamento de uma série de Lagoas de polimento tratando esgotos sanitários**. Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa. 127p., 2007.

ROCHA, O.; SENDACZ, S. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 1995. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. In: TUNDISI, J. B.; BICUDO, C. E. & MATSUMURA-TUNDISI, T. 110ós. **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro, ABC/SLB. P.151-165, 1995.

ROCHA, O. **Perfil do conhecimento de biodiversidade em águas doces no Brasil**. Relatório Final, COBIO/MMA, GTB/CNPq, NEPAM/Unicamp, 37p., 2000.

ROCHA, O. & T. MATSUMURA-TUNDISI. **Atlas do zooplâncton** (Represa do Broa, São Carlos) Vol. I Copepoda . Univ. Fed. De São Carlos, 68 p., 1976.

ROCHE, K. & ROCHA, O. (Org.) **Ecologia trófica dos peixes com ênfase na planctivoria em ambientes lênticos de água doce no Brasil**. São Carlos: RiMa, 146 p., 2005.

ROTHBARD, S. & ROTHBARD, H. Spermiation response of carp to homologous pituitary gland. **Proc. Int. Symp. Reprod. Physiol. Fish**, 201p., 1982.

ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta II. **British Phycological Journal**, v.6, p.235-264, 1971.

ROUND, F.E. **Biologia das algas**. 2ª 1106. Rio de Janeiro, Guanabara Dois. 263p., 1983.

RUAS, D. B. & DORNELAS, F. L. Avaliação de uma unidade integrada de tratamento de esgotos sanitários e piscicultura. **Trabalho de Conclusão de Curso** de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Viçosa, MG, 57p., 2006.

RUTTNER, F. **Fundamentals of limnology**, 3<sup>rd</sup> ed. Univ. Toronto Press. 295p., 1963.

SÁ-JÚNIOR, W. P.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Produtividade primária fitoplanctônica e variação de parâmetros limnológicos ao longo do dia, em tanques de

cultivo planctônico da estação de hidrobiologia e piscicultura de furnas. **Acta Limnol. Bras.**, 9:83-91, 1997.

SAMPAIO, E.V. & LÓPEZ, C.M. Zooplankton community composition and some limnological aspects of an oxbow Lake of the Paraopeba River, São Francisco River Basin, Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** 62:525-545, 2000.

SANTOS, E. S.; MOTA, S.; AQUINO, M. D. et al. Cultivo de Tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização. **Anais...** 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2007.

SCOURFIELD, D.J., & HARDING, J.P. **A key to the British freshwater Cladocera with notes on their ecology**. 3<sup>rd</sup> edn. Freshwater Biological Association Scientific Publication, n<sup>o</sup>. 5, 1966.

SENZIA, M. A., MAYO, A. W., MBWETTE, T. S. A., KATIMA, J. H. Y., JORGENSEN, S. E. Modeling nitrogen transformation and removal in primary facultative ponds. **Ecological Modeling**, 154, pp 207-215, 2002.

SHEREIF, M.M.; EASA, M. EL – S.; EL-SAMRA, M.I. E MANCY, K.H. A demonstration of wastewater treatment for reuse applications in fish production and irrigation in Suez, Egypt. **Water Science and Technology**, 32 (11), 137-144, 1995.

SILVA, S.A. & MARA, D.D. **Tratamentos biológicos de águas residuárias: lagoas de estabilização**. 1º ed, ABES, Rio de Janeiro. 1979.

SILVA, C.L.; COSTA, D.C.; DUARTE, E.; et al. Diferentes dietas na latvicultura de cumatã-pioa. ZOOTECA, **Anais...** Águas de Lindóia-SP, 18-22 de maio, 2009.

SIN, A.W. & CHIU, M.T.L. The culture of Silver carp, bighead, grass carp and common carp in secondary effluent of a pilot sewage treatment plant. **Resources and Conservation** 13, 231-246, 1987.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. **Limnologia aplicada à 111ósforo111in111**. Jaboticabal: FUNEP, 70p., 1994.

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

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. & ROCHA, O. **Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos, Rima, 106p., 2001.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, W.M.; FURUYA, V. R. B.; MARANHÃO, T.C.F. Alimentação natural de larvas do cascudo preto (*Rhinelepis 112ósfor* Agassiz, 1829) (Osteichthyes – Loricariidae) em tanques de cultivo. **Bol. Inst. Pesca**, 24 (especial):109-117, 1997.

SOBUE, S. Efeito de diferentes fertilizantes na produção de tanques de criação de peixes. Jaboticabal, SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. **(Dissertação, Mestrado)**, 182p., 1980.

SOUZA, E.C.P.M; TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura fundamental**. São Paulo: Nobel, 88 p., 1985.

SOUZA, A. V. **Avaliação da Toxicidade de Efluentes de Lagoa de Estabilização tendo em vista o Reúso de Água na Piscicultura**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Publicação MTARH.DM- 047/02, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 170p., 2002.

SOUZA, A. V. & SOUZA, M. A. A. Avaliação da Toxicidade de Lagoa de Estabilização com Aplicação de Reúso de Água em Piscicultura. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Congresso, Joinville, SC, Brasil, 17p., 2003.

SPATARU, P.; WOHLFARTH, G.W.; HULATA, G. Studies on the natural food of different fish species in intensively manured polyculture ponds. **Aquaculture**, 35:283-298, 1983.

STRAUSS, M. & BLUMENTHAL, U. J. **Use of Human Wastes in Agriculture and Aquaculture** – Utilization, Practices and Health Perspectives – Executive Summary.

International Reference Centre of Waste Disposal (IRCWD). IRCWD Report No09/90. Duebendorf, Switzerland, 52p., 1990.

TAKAMURA, N.; LI, J.; YANG, H.; ZHU, X.; MIURA, T. A novel approach to evaluate feeding by mixed cyprinid species in a Chinese integrated fish culture pond using measurements of chlorophyll derivatives and photosynthesis in gut contents. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 50:946-952, 1993.

TALAMONI, J.L.B. Estudo comparativo das comunidades planctônicas de lagoas de diferentes graus de trofia e uma análise do efeito de *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae) sobre algumas espécies de microcrustáceos. Tese de Doutorado. 300p. São Carlos, SP, UFScar, 1995.

TANG, Y.A. Evaluation of balance between fishes and available fish foods in multispecies fish culture ponds in Taiwan. **Trans. Am. Fish. Soc.** 99 (4): 708-718, 1970.

TAVARES, L.H. Análise de seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu, *Piaractus mesopotamicus*), sobre os organismos zooplânctônicos. **Acta Limnol. Brasil.**, 6: 114-132, 1993.

TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à piscicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 70 p., 1994.

TAVARES, L. H. S.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RiMA, 106 p., 2001.

THOUVENOT, A., RICHARDOT, M., DEBROAS, D., DEVAUX, J. Bacterivory of metazooplankton, ciliates and flagellates in a newly flooded reservoir. **Journal of Plankton Research**, v. 21, p. 1659 – 1679, 1999.

TOKO, I. et al. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and vundu catfish (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish ponds (whedos): Effect of stocking density on growth, production and body composition. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 262, n. 1, p. 65-72, 2007.

TSUZUKI, M. Y.; CARDOSO, R. F.; CERQUEIRA, V. R. Growth of juvenile fat snook *Centropomus parallelus* in cages at three stocking densities. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 319-324, 2008.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Ed. RiMa, IIE. 248p., 2009.

Van DER WIND, J. J. Feeds and feeding in fry and fingerling culture FAO – EIFAC **Tech. Pap.** 35 (1): 59-72, 1979.

VÁSQUEZ, E. & REY, J. Composition, abundance and biomass of zooplankton in Orinoco 1146sforo114in lakes, Venezuela. **Annls Limnol.**, 28(1): 3-18, 1992.

VERANI, J.R.; MAINARDES PINTO, C.S.R.; ANTONIUTTI, D.M. et al. Crescimento do curimatá, submetido *Prochilodus scrofa* a diferentes tipos de fertilização orgânica. **Boletim Técnico CEPTA**, v.16, n.1, p.47-55, 1989.

1146s SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol 1, DESA – UFMG. 240p., 1995.

1146s SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e o tratamento de esgotos**. 2ª 1146. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

1146s SPERLING, M. **Lagoas de estabilização**. 2ª 1146. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 3). Universidade Federal de Minas Gerais, 196 p., 2002.

WALZ, N.; SARMA, S.; BENKER, U. Egg size in relation to body size in rotifers: an indication of reproductive strategy? **Hydrobiologia**, 313/314: 165-170, 1995.

WATANABE, T. **Fish nutrition and mariculture**. Tokio: JICA. 178p., 1988.

WERNER, E.E. & HALL, D.J. Optimal foraging and size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis mochochius*), **Ecology** 55, 1042-1052, 1974.

WETZEL, R.G. **Limnologia**. Ômega S. A., Barcelona, Espanha, 679 p., 1981.

WETZEL, R.G. & LIKENS, E. **Limnological Analysis**. Springer-Verlang, London. 391p., 1990.

WESTERHOFF, G. P. Un update of research needs for water reuse. In: Water reuse symposium, 3° **Proceedings...** San Diego, California, 1984.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and helth safeguards**. Of a WHO meeting of experts. Technical report series n.517. Geneva, 1973.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture**. World Health Organization Technical Report Series, N° 778. World Health Organization, Geneva, 1989.

WORLD HEALTH ORANIZATION. **WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. V.3 Wastewater and excreta use in aquaculture. World Health Organization, Geneva, 2006.

YANG, Y.F.; HUANG, X.F.; LIU, J.K.; JIAO, N.Z. Effects of fish stocking on the zooplankton community structure in a shallow lake in China. **Fish. Manage. Ecol.** 12, 81-89, 2005.

ZANOTELLI, C.T. Modelagem matemática de nitrogênio e fósforo em lagoas facultativas e de aguapés para tratamento de dejetos suínos. **Tese de Doutorado**. Florianópolis, SC, UFSC, 162p., 2000.

ZAVALA-CAMIN, L.A. **Introdução ao estudo sobre alimentação natural em peixes**. Maringá, EDUEM, 129p., 1996.

ZHANG, X.; XIE, P.; HAO, L.; GUO, N.C.; GON, Y.G.; HU, X.L.; CHEN, J.; LIANG, G.D. Effects of the phytoplanktivorous silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) on plankton and the hepatotoxic microcystins in an enclosure experiment in a eutrophic lake, Lake Shichahai in Beijing. **Aquaculture**, 257, 173-186, 2006.

## 8. ANEXOS

Tabela 1 - Média das densidades de células (cels mL<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do fitoplâncton, no reservatório (Res.), nos tanques de criação de alevinos de carpa capim e no conteúdo fecal (CF)

Densidades	Res.	Alevino/m <sup>3</sup>				CF
		10	20	30	40	
<b>Cyanophyceae</b>						
<i>Chrococcus</i> sp.	-	-	2,1 x 10 <sup>2</sup>	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Cyanothece</i> sp.	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Lyngbya</i> sp.	4,4 x 10 <sup>2</sup>	-	-	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Microcrocis</i> sp.	-	-	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Phormidium</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Pseudanabaena</i> sp.	8,2 x 10 <sup>3</sup>	3,8 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Synechococcus</i> sp.	2,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	3,8 x 10 <sup>2</sup>	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,1 x 10<sup>4</sup></b>	<b>4,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>7,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,8 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Chlorophyceae</b>						
<i>Actinastrum</i> sp.	2,3 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp.	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	3,7 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Chlorella</i> sp.	5,7 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	7,1 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>
<i>Chlorococcum</i> sp.	2,2 x 10 <sup>3</sup>	3,6 x 10 <sup>4</sup>	6,1 x 10 <sup>4</sup>	8,4 x 10 <sup>4</sup>	5,3 x 10 <sup>5</sup>	-
<i>Choricystis</i> sp.	3,6 x 10 <sup>4</sup>	1,7 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>
<i>Coelastrum</i> sp.	-	1,6 x 10 <sup>4</sup>	5,5 x 10 <sup>4</sup>	7,7 x 10 <sup>4</sup>	5,9 x 10 <sup>5</sup>	-
<i>Desmodesmus</i> sp.	8,4 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	4,7 x 10 <sup>4</sup>	9,2 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>5</sup>	4,5 x 10 <sup>5</sup>
<i>Diacanthos</i> sp.	-	2,1 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	9,5 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Eutetramorus</i> sp.	-	-	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Monoraphidium</i> sp.	1,6 x 10 <sup>4</sup>	5,4 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>4</sup>	7,6 x 10 <sup>4</sup>	8,7 x 10 <sup>5</sup>	-
<i>Oocystis</i> sp.	4,3 x 10 <sup>3</sup>	4,7 x 10 <sup>3</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	6,5 x 10 <sup>3</sup>	9,5 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Radiococcus</i> sp.	-	-	8,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	5,8 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	2,3 x 10 <sup>5</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>	6,1 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>5</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>
<i>Ulothrix</i> sp.	2,3 x 10 <sup>2</sup>	-	-	5,8 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Elakatothrix</i> sp.	-	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	2,4 x 10 <sup>2</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>8,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>6</sup></b>
<b>Bacillariophyceae</b>						
<i>Amphipleura</i> sp.	-	2,3 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	4,9 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>5</sup>
<i>Gomphonema</i> sp.	-	-	6,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Navícula</i> sp.	4,2 x 10 <sup>3</sup>	4,6 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>
<i>Pinnularia</i> sp.	4,2 x 10 <sup>3</sup>	8,6 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	3,3 x 10 <sup>3</sup>	2,2 x 10 <sup>5</sup>
<i>Cyclotella</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>8,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>4</sup></b>	<b>3,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>4</sup></b>	<b>6,1 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Euglenophyceae</b>						
<i>Euglena</i> sp.	1,6 x 10 <sup>3</sup>	8,1 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>2</sup>	9,5 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	6,8 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-
<i>Menoidium</i> sp.	7,5 x 10 <sup>3</sup>	9,8 x 10 <sup>2</sup>	2,1 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	3,8 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Phacus</i> sp.	4,5 x 10 <sup>3</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	2,9 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>4</sup>	9,2 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Cryptophyceae</b>						
<i>Cryptomonas</i> sp.	1,2 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	9,3 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<b>Dinophyceae</b>						
<i>Peridinium</i> sp.	3,4 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<b>Charophyceae</b>						
<i>Cosmarium</i> sp.	-	-	2,1 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	2,1 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>Densidade Total</b>	<b>9,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2,4 x 10<sup>6</sup></b>

Tabela 2 - Média das densidades de organismos (org. L<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do zooplâncton, no reservatório (Res.), nos tanques de criação de alevinos de carpa capim e no conteúdo fecal

Densidades (ind./L)	Res.	Densidade de estocagem				Conteúdo Fecal
		10	20	30	40	
<b>Rotífera</b>						
<i>Brachionus</i> sp.	77,50	246,54	176,60	153,77	165,00	1,6 x 10 <sup>4</sup>
<i>Colurella</i> sp.	0,42	0,07	4,06	3,14	0,91	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Keratella</i> sp.	0,31	0,04	0,16	0,21	0,40	-
<i>Lecane</i> sp.	-	0,23	3,45	1,53	0,82	6,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Lepadella</i> sp.	0,66	0,68	5,03	2,39	1,36	6,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Proales</i> sp.	2,50	0,23	0,80	1,95	0,87	1,4 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>81,39</b>	<b>247,78</b>	<b>190,11</b>	<b>162,99</b>	<b>169,35</b>	<b>4,4 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Cladóccera</b>						
<i>Alona</i> sp.	0,31	0,10	-	0,21	-	-
<i>Chidorus</i> sp.	0,11	0,10	0,28	0,14	0,76	-
<i>Moina</i> sp.	0,73	3,63	1,25	0,16	1,30	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,15</b>	<b>3,83</b>	<b>1,53</b>	<b>0,51</b>	<b>2,07</b>	-
<b>Copépoda</b>						
<i>Mesocyclops</i> sp.	0,11	2,53	0,75	0,85	0,45	-
<i>Microcyclops</i> sp.	0,31	0,90	0,24	0,71	0,19	-
<i>Thermocyclops</i> sp.	0,21	5,02	1,70	3,45	1,61	-
Nauplios	2,82	10,78	6,99	7,13	9,63	1,4 x 10 <sup>3</sup>
Copepodito	0,42	4,41	2,65	4,53	1,98	-
<b>TOTAL</b>	<b>3,86</b>	<b>23,64</b>	<b>12,35</b>	<b>16,68</b>	<b>13,87</b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>
<b>Densidade Total</b>	<b>86,40</b>	<b>275,25</b>	<b>203,99</b>	<b>180,18</b>	<b>185,29</b>	<b>4,5 x 10<sup>4</sup></b>

Tabela 3 - Média das densidades de células (cels mL<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do fitoplâncton presentes na água dos reservatórios (Res.), e nos tanques de cultivo de alevinos de carpa comum e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>)

Densidades (cél./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Cyanophyceae</b>									
<i>Chroococcus</i> sp.	7,0 x 10 <sup>2</sup>	2,2 x 10 <sup>3</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	-	-	2,2 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Cyanothece</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	1,4 x 10 <sup>4</sup>	-	2,8 x 10 <sup>4</sup>	-	1,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Geitlerinema</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lyngbya</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Microcrocis</i> sp.	-	-	-	1,8 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	-	1,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Oscillatoria</i> sp.	5,7 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Phormidium</i> sp.	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Pseudanabaena</i> sp.	2,3 x 10 <sup>3</sup>	7,4 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	3,4 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	6,0 x 10 <sup>3</sup>	5,8 x 10 <sup>4</sup>
<i>Synechococcus</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>3,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,8 x 10<sup>4</sup></b>	<b>7,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,9 x 10<sup>5</sup></b>	<b>9,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Chlorophyceae</b>									
<i>Chlamydomonas</i> sp.	2,9 x 10 <sup>3</sup>	3,6 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	6,8 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	-
<i>Chlorella</i> sp.	1,3 x 10 <sup>5</sup>	5,9 x 10 <sup>5</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	2,6 x 10 <sup>5</sup>	1,3 x 10 <sup>6</sup>	5,6 x 10 <sup>5</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	5,4 x 10 <sup>5</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>
<i>Chlorococcum</i> sp.	6,0 x 10 <sup>4</sup>	3,8 x 10 <sup>5</sup>	4,0 x 10 <sup>5</sup>	2,0 x 10 <sup>5</sup>	7,3 x 10 <sup>5</sup>	3,7 x 10 <sup>5</sup>	3,0 x 10 <sup>5</sup>	2,7 x 10 <sup>5</sup>	2,5 x 10 <sup>5</sup>
<i>Choricystis</i> sp.	1,8 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>	7,3 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Coelastrum</i> sp.	2,4 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	2,2 x 10 <sup>5</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>5</sup>	8,0 x 10 <sup>4</sup>	8,7 x 10 <sup>4</sup>
<i>Desmodesmus</i> sp.	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>	4,5 x 10 <sup>5</sup>	8,1 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Diacanthos</i> sp.	-	-	2,9 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	6,3 x 10 <sup>3</sup>	-	2,4 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Didymocystis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Elakatothrix</i> sp.	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	4,3 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Eutetramorus</i> sp.	-	2,9 x 10 <sup>3</sup>	-	4,3 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Golenkinia</i> sp.	-	-	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	4,6 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monoraphidium</i> sp.	2,7 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>4</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	4,5 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	-
<i>Oocystis</i> sp.	1,6 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	-	9,9 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Radiococcus</i> sp.	-	1,2 x 10 <sup>4</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	3,2 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	2,0 x 10 <sup>4</sup>	7,2 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>6</sup>	9,4 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	5,2 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>6</sup>	7,8 x 10 <sup>5</sup>	5,4 x 10 <sup>6</sup>
<i>Ulothrix</i> sp.	2,5 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>3</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>9,7 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,4 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2,1 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,8 x 10<sup>6</sup></b>	<b>7,2 x 10<sup>6</sup></b>

Tabela 3 - Continuação

Densidades (cél./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Bacillariophyceae</b>									
<i>Amphipleura</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	4,3 x 10 <sup>2</sup>	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-
<i>Gomphonema</i> sp.	4,7 x 10 <sup>2</sup>	4,4 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>5</sup>	9,4 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	3,1 x 10 <sup>3</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Navícula</i> sp.	2,2 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Pinnularia</i> sp.	4,8 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	5,6 x 10 <sup>3</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	5,1 x 10 <sup>3</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Cyclotella</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	1,8 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>4</sup></b>	<b>9,8 x 10<sup>4</sup></b>	<b>9,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Euglenophyceae</b>									
<i>Euglena</i> sp.	2,5 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	-	2,2 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	1,2 x 10 <sup>4</sup>	-	-	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-
<i>Menoidium</i> sp.	6,5 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	5,3 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	-
<i>Phacus</i> sp.	1,8 x 10 <sup>4</sup>	6,4 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	7,9 x 10 <sup>3</sup>	-	7,0 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>9,9 x 10<sup>4</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>8,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,2 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Cryptophyceae</b>									
<i>Cryptomonas</i> sp.	2,2 x 10 <sup>3</sup>	6,1 x 10 <sup>3</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	-	3,2 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>Dinophyceae</b>									
<i>Peridinium</i> sp.	2,2 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Zygnemaphyceae</b>									
<i>Cosmarium</i> sp.	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	5,3 x 10 <sup>2</sup>	-	2,7 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>Densidade Total</b>	<b>3,7 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>6</sup></b>	<b>6,0 x 10<sup>6</sup></b>	<b>9,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>6</sup></b>	<b>2,1 x 10<sup>6</sup></b>	<b>4,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,8 x 10<sup>6</sup></b>	<b>7,4 x 10<sup>6</sup></b>

Tabela 4 - Média das densidades de organismos (org. L<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do zooplâncton presentes na água dos reservatórios (Res.), na água de cultivo dos alevinos de carpa comum e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>)

Densidades (org. L <sup>-1</sup> )	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Rotífera</b>									
<i>Asplanchna</i> sp.	-	0,28	-	-	-	0,14	-	-	-
<i>Brachionus</i> sp.	145,44	45,96	-	23,33	-	23,93	-	21,83	-
<i>Colurella</i> sp.	1,39	0,34	2,5 x 10 <sup>3</sup>	1,39	3,0 x 10 <sup>3</sup>	0,09	2,0 x 10 <sup>3</sup>	0,48	2,0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Keratella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Lecane</i> sp.	-	0,07	-	0,09	-	-	-	-	-
<i>Lepadella</i> sp.	-	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	5,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,5 x 10 <sup>3</sup>
<i>Proales</i> sp.	-	0,32	3,1 x 10 <sup>5</sup>	0,37	3,0 x 10 <sup>5</sup>	0,16	2,4 x 10 <sup>5</sup>	0,25	1,2 x 10 <sup>5</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>146,83</b>	<b>46,97</b>	<b>3,13 x 10<sup>5</sup></b>	<b>25,18</b>	<b>3,08 x 10<sup>5</sup></b>	<b>24,33</b>	<b>2,44 x 10<sup>5</sup></b>	<b>22,56</b>	<b>1,25 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Cladóceras</b>									
<i>Chidorus</i> sp.	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-
<i>Moina</i> sp.	-	3,06	-	0,92	-	2,55	-	0,07	-
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>3,07</b>	<b>-</b>	<b>0,92</b>	<b>-</b>	<b>2,55</b>	<b>-</b>	<b>0,07</b>	<b>-</b>
<b>Copépoda</b>									
<i>Mesocyclops</i> sp.	-	0,32	-	0,46	-	0,25	-	0,21	-
<i>Microcyclops</i> sp.	-	-	-	0,21	-	0,05	-	0,07	-
<i>Thermocyclops</i> sp.	0,42	0,55	-	1,32	-	0,21	-	0,21	-
Nauplios	0,83	2,62	-	0,28	-	0,51	-	0,05	-
Copepodito	0,97	0,56	-	1,29	-	-	-	0,46	-
<b>TOTAL</b>	<b>2,22</b>	<b>4,05</b>	<b>-</b>	<b>3,57</b>	<b>-</b>	<b>1,02</b>	<b>-</b>	<b>1,00</b>	<b>-</b>
<b>Densidade Total</b>	<b>149,05</b>	<b>54,09</b>	<b>3,13 x 10<sup>5</sup></b>	<b>29,67</b>	<b>3,08 x 10<sup>5</sup></b>	<b>27,09</b>	<b>2,44 x 10<sup>5</sup></b>	<b>23,63</b>	<b>1,25 x 10<sup>5</sup></b>

Tabela 5 - Média das densidades de células (cels mL<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do fitoplâncton presentes nos reservatórios (Res.), na água de cultivo e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem dos alevinos de carpa cabeça grande (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>).

Densidades (cél./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Chlorophyceae</b>									
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp.	3,9 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	3,1 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	6,8 x 10 <sup>4</sup>	2,9 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>
<i>Chlorella</i> sp.	1,4 x 10 <sup>6</sup>	2,5 x 10 <sup>5</sup>	3,7 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	1,3 x 10 <sup>6</sup>	3,0 x 10 <sup>5</sup>	1,5 x 10 <sup>6</sup>	2,6 x 10 <sup>5</sup>	2,8 x 10 <sup>6</sup>
<i>Chlorococcum</i> sp.	1,6 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,2 x 10 <sup>4</sup>	-
<i>Chlorolobium</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Choricystis</i> sp.	1,5 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>4</sup>	9,4 x 10 <sup>4</sup>	8,4 x 10 <sup>3</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	8,1 x 10 <sup>4</sup>
<i>Coelastrum</i> sp.	1,2 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>5</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>5</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>
<i>Desmodesmus</i> sp.	2,5 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>4</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	9,4 x 10 <sup>4</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	5,5 x 10 <sup>4</sup>	9,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Diacanthos</i> sp.	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	4,3 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	2,5 x 10 <sup>4</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	-	6,2 x 10 <sup>4</sup>	3,5 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>5</sup>
<i>Elakatothrix</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	6,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-
<i>Eutetramorus</i> sp.	-	9,0 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Golenkinia</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	8,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-
<i>Micractinium</i> sp.	-	-	-	-	-	2,1 x 10 <sup>3</sup>	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Monoraphidium</i> sp.	1,7 x 10 <sup>4</sup>	7,5 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>	5,3 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>5</sup>	7,5 x 10 <sup>4</sup>	8,5 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>
<i>Oocystis</i> sp.	1,6 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	8,1 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>5</sup>	4,7 x 10 <sup>4</sup>	4,2 x 10 <sup>5</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>
<i>Pediastrum</i> sp.	-	-	3,7 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	-	2,5 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	7,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Radiococcus</i> sp.	-	6,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	1,6 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Scenedesmus</i> sp.	1,4 x 10 <sup>5</sup>	4,0 x 10 <sup>4</sup>	6,0 x 10 <sup>4</sup>	3,8 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>5</sup>	3,5 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>5</sup>	6,1 x 10 <sup>4</sup>	4,4 x 10 <sup>5</sup>
<i>Stigeoclonium</i> sp.	2,7 x 10 <sup>3</sup>	-	2,5 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,1 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Ulothrix</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>4</sup>
<i>Uronema</i> sp.	6,3 x 10 <sup>3</sup>	-	-	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	-	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Westella</i> sp.	-	-	2,5 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	-	9,4 x 10 <sup>4</sup>	-	6,3 x 10 <sup>3</sup>
<i>Willea</i> sp.	-	-	1,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	6,3 x 10 <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,8 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>9,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>6</sup></b>	<b>6,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,6 x 10<sup>6</sup></b>	<b>6,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,7 x 10<sup>6</sup></b>
<b>Cryptophyceae</b>									
<i>Cryptomonas</i> sp.	1,3 x 10 <sup>4</sup>	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<b>Dinophyceae</b>									
<i>Peridinium</i> sp.	3,8 x 10 <sup>4</sup>	8,2 x 10 <sup>3</sup>	-	4,6 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	4,7 x 10 <sup>3</sup>	-	7,6 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>

Tabela 5 - Continuação

Densidades (cél./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Cyanophyceae</b>									
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	6,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	6,5 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	-	6,3 x 10 <sup>2</sup>	-	1,4 x 10 <sup>3</sup>	-	1,3 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Geitlerinema</i> sp.	6,4 x 10 <sup>4</sup>	5,3 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	8,3 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Lyngbya</i> sp.	4,6 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,8 x 10 <sup>4</sup>	-	1,0 x 10 <sup>5</sup>	3,3 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>
<i>Merismopedia</i> sp.	6,5 x 10 <sup>2</sup>	-	-	1,3 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Microcrocis</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	-	2,8 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium</i> sp.	3,3 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,4 x 10 <sup>3</sup>	-	3,2 x 10 <sup>3</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Pseudanabaena</i> sp.	1,2 x 10 <sup>4</sup>	5,2 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	3,5 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	9,4 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>5</sup>
<i>Synechococcus</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,3 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>8,6 x 10<sup>4</sup></b>	<b>6,2 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Bacillariophyceae</b>									
<i>Amphipleura</i> sp.	-	-	1,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	-	6,2 x 10 <sup>3</sup>	-	6,3 x 10 <sup>3</sup>
<i>Cyclotella</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	6,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Gomphonema</i> sp.	5,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Navícula</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Pinnularia</i> sp.	1,6 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>
<i>Synedra</i> sp.	-	-	-	8,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>7,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>4</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>8,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,6 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Euglenophyceae</b>									
<i>Euglena</i> sp.	2,7 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Lepocinclis</i> sp.	1,0 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Menoidium</i> sp.	2,4 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	4,2 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>3</sup>	4,5 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Phacus</i> sp.	9,6 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>3</sup>	-	7,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>5,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>7,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Zygnemaphyceae</b>									
<i>Closterium</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Micrastérias</i> sp.	-	6,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	-	6,2 x 10 <sup>3</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	-	6,0 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>9,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>-</b>	<b>6,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>-</b>	<b>1,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,1 x 10<sup>4</sup></b>
<b>DENSIDADE TOTAL</b>	<b>2,0 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>9,8 x 10<sup>5</sup></b>	<b>4,8 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,9 x 10<sup>6</sup></b>	<b>6,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>3,8 x 10<sup>6</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>5</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>6</sup></b>

Tabela 6 - Média das densidades de organismos (org. L<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do zooplâncton presentes nos reservatórios (Res.), na água de cultivo e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem dos alevinos de carpa cabeça grande (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>)

Densidades (org/ L)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Rotífera</b>									
<i>Brachionus</i> sp.	11,0	10,0	1,1 x 10 <sup>3</sup>	11,0	2,3 x 10 <sup>3</sup>	12,8	2,2 x 10 <sup>3</sup>	15,8	4,0 x 10 <sup>3</sup>
<i>Colurella</i> sp.	0,5	-	-	0,1	1,5 x 10 <sup>3</sup>	0,4	9,0 x 10 <sup>2</sup>	0,4	-
<i>Lecane</i> sp.	-	-	-	0,1	-	-	-	1,0	-
<i>Lepadella</i> sp.	-	1,0	4,0 x 10 <sup>2</sup>	0,2	1,0 x 10 <sup>3</sup>	0,2	4,0 x 10 <sup>2</sup>	0,3	-
<i>Proales</i> sp.	1,0	1,0	8,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0	1,9 x 10 <sup>3</sup>	0,8	3,5 x 10 <sup>3</sup>	1,0	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>12,5</b>	<b>12,0</b>	<b>2,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>12,4</b>	<b>6,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>14,2</b>	<b>7,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>18,50</b>	<b>1,7 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Cladóccera</b>									
<i>Chidorus</i> sp.	-	0,2	-	0,2	-	0,3	-	-	-
<i>Moina</i> sp.	1,0	1,3	-	0,6	-	0,5	-	1,0	-
<b>TOTAL</b>	<b>1,0</b>	<b>1,5</b>	<b>-</b>	<b>0,8</b>	<b>-</b>	<b>0,8</b>	<b>-</b>	<b>1,0</b>	<b>-</b>
<b>Copépoda</b>									
<i>Mesocyclops</i> sp.	2,0	0,3	-	0,2	-	0,4	-	0,4	-
<i>Microcyclops</i> sp.	0,5	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Thermocyclops</i> sp.	3,0	0,5	-	0,4	-	0,4	-	0,5	-
Nauplios	19,0	9,0	1,0 x 10 <sup>2</sup>	9,0	-	7,4	1,0 x 10 <sup>2</sup>	5,6	5,0 x 10 <sup>2</sup>
Copepodito	3,0	0,3	-	0,5	-	0,4	-	0,6	-
<b>TOTAL</b>	<b>27,5</b>	<b>10,1</b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>10,20</b>	<b>-</b>	<b>8,6</b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,2</b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Densidade Total</b>	<b>41,00</b>	<b>23,60</b>	<b>2,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>23,40</b>	<b>6,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>23,60</b>	<b>7,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>26,70</b>	<b>1,7 x 10<sup>4</sup></b>

Tabela 7 - Média das densidades de células (cels mL<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do fitoplâncton presentes nos reservatórios (Res.), na água de cultivo e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem dos alevinos de curimba (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>)

Densidades (cél./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Chlorophyceae</b>									
<i>Chlamydomonas</i> sp.	8,1 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>4</sup>	8,1 x 10 <sup>4</sup>	5,4 x 10 <sup>4</sup>	2,3 x 10 <sup>5</sup>	5,8 x 10 <sup>4</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	4,5 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>5</sup>
<i>Chlorella</i> sp.	1,9 x 10 <sup>5</sup>	2,7 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>	3,4 x 10 <sup>5</sup>	8,6 x 10 <sup>6</sup>	4,8 x 10 <sup>5</sup>	5,5 x 10 <sup>6</sup>	3,6 x 10 <sup>5</sup>	2,4 x 10 <sup>6</sup>
<i>Chlorococcum</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,8 x 10 <sup>3</sup>	-	3,6 x 10 <sup>3</sup>	-	5,0 x 10 <sup>3</sup>	-	4,0 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Choricystis</i> sp.	3,3 x 10 <sup>4</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	3,3 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	3,8 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	2,8 x 10 <sup>4</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Coelastrum</i> sp.	1,6 x 10 <sup>4</sup>	8,0 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>	1,2 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>6</sup>	3,1 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>5</sup>	1,7 x 10 <sup>4</sup>	5,5 x 10 <sup>5</sup>
<i>Desmodesmus</i> sp.	2,6 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>4</sup>	7,3 x 10 <sup>5</sup>	2,6 x 10 <sup>4</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>	1,5 x 10 <sup>4</sup>	4,6 x 10 <sup>5</sup>	3,7 x 10 <sup>4</sup>	6,3 x 10 <sup>5</sup>
<i>Diacanthos</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>	7,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	-	2,5 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Dictyosphaerium</i> sp.	-	2,8 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>	7,3 x 10 <sup>3</sup>	3,0 x 10 <sup>5</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>
<i>Eutetramorus</i> sp.	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	-	2,5 x 10 <sup>4</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	-
<i>Kirchneriella</i> sp.	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	-	-	1,5 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>
<i>Micractinium</i> sp.	-	6,4 x 10 <sup>3</sup>	-	2,5 x 10 <sup>4</sup>	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,1 x 10 <sup>4</sup>	-
<i>Monoraphidium</i> sp.	4,7 x 10 <sup>3</sup>	9,6 x 10 <sup>3</sup>	-	2,0 x 10 <sup>4</sup>	3,4 x 10 <sup>5</sup>	3,4 x 10 <sup>4</sup>	4,7 x 10 <sup>5</sup>	2,1 x 10 <sup>4</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>
<i>Oocystis</i> sp.	3,6 x 10 <sup>3</sup>	5,6 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>	7,0 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>5</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	7,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Pediastrum</i> sp.	-	2,4 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>3</sup>	8,5 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	5,3 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Scenedesmus</i> sp.	2,1 x 10 <sup>4</sup>	5,6 x 10 <sup>4</sup>	1,6 x 10 <sup>5</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>	1,3 x 10 <sup>6</sup>	1,7 x 10 <sup>5</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>	1,1 x 10 <sup>5</sup>	2,6 x 10 <sup>5</sup>
<i>Westella</i> sp.	-	4,3 x 10 <sup>4</sup>	2,4 x 10 <sup>5</sup>	3,0 x 10 <sup>4</sup>	7,0 x 10 <sup>5</sup>	6,0 x 10 <sup>4</sup>	3,1 x 10 <sup>5</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	3,6 x 10 <sup>5</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>3,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,1 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>6</sup></b>	<b>9,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>7</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>6</sup></b>	<b>8,9 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>6</sup></b>
<b>Cyanophyceae</b>									
<i>Arthrospira</i> sp.	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	2,0 x 10 <sup>2</sup>	-	2,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	1,5 x 10 <sup>3</sup>	-	6,3 x 10 <sup>2</sup>	-	-	1,3 x 10 <sup>4</sup>	-	-
<i>Geitlerinema</i> sp.	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	-	1,5 x 10 <sup>5</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	-	3,8 x 10 <sup>4</sup>
<i>Lyngbya</i> sp.	6,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>	3,1 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>5</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	6,2 x 10 <sup>4</sup>
<i>Microcrocis</i> sp.	1,3 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	6,5 x 10 <sup>3</sup>	8,0 x 10 <sup>3</sup>	-	2,2 x 10 <sup>3</sup>	-	-	-
<i>Phormidium</i> sp.	-	-	-	3,0 x 10 <sup>2</sup>	-	1,3 x 10 <sup>3</sup>	-	8,0 x 10 <sup>2</sup>	-
<i>Pseudanabaena</i> sp.	1,8 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>3</sup>	4,4 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>4</sup>	5,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	4,5 x 10 <sup>3</sup>	3,8 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>7,5 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>3,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>5</sup></b>

Tabela 7 - Continuação

Densidades (céls./ml)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Bacillariophyceae</b>									
<i>Cyclotella</i> sp.	-	1,2 x 10 <sup>3</sup>	-	3,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	-	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>5</sup>
<i>Gomphonema</i> sp.	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>3</sup>	-	1,0 x 10 <sup>4</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	-	2,5 x 10 <sup>4</sup>
<i>Navícula</i> sp.	-	1,3 x 10 <sup>3</sup>	6,3 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>4</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>
<i>Pinnularia</i> sp.	6,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	-	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>8,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,2 x 10<sup>5</sup></b>
<b>Euglenophyceae</b>									
<i>Menoidium</i> sp.	1,2 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	-	3,5 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Phacus</i> sp.	8,2 x 10 <sup>4</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	-	2,0 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>5</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>4</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>5,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>-</b>	<b>1,1 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>5</sup></b>	<b>8,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>4</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>4</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Cryptophyceae</b>									
<i>Cryptomonas</i> sp.	3,5 x 10 <sup>3</sup>	-	6,3 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	-	1,3 x 10 <sup>4</sup>	-	-
<b>Dinophyceae</b>									
<i>Peridinium</i> sp.	1,0 x 10 <sup>4</sup>	2,7 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup>	3,7 x 10 <sup>3</sup>	3,8 x 10 <sup>4</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>4</sup>
<b>Densidade Total</b>	<b>3,9 x 10<sup>5</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>5</sup></b>	<b>7,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>9,6 x 10<sup>5</sup></b>	<b>7,3 x 10<sup>5</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>6</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>7</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>6</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>6</sup></b>

Tabela 8 - Média das densidades de organismos (org. L<sup>-1</sup>), dos gêneros identificados do zooplâncton presentes nos reservatórios (Res.), na água de cultivo e no conteúdo fecal para as diferentes densidades de estocagem dos alevinos de curimba (10, 20, 30 e 40 alevinos/m<sup>3</sup>)

Densidades (org/ L)	Res.	10		20		30		40	
		Água	CF	Água	CF	Água	CF	Água	CF
<b>Rotífera</b>									
<i>Brachionus</i> sp.	18,47	9,05	5,0 x 10 <sup>2</sup>	27,94	4,5 x 10 <sup>3</sup>	12,76	2,5 x 10 <sup>3</sup>	11,85	1,2 x 10 <sup>3</sup>
<i>Colurella</i> sp.	0,42	0,28	4,8 x 10 <sup>3</sup>	0,33	5,6 x 10 <sup>4</sup>	0,14	4,7 x 10 <sup>4</sup>	0,28	9,3 x 10 <sup>3</sup>
<i>Lepadella</i> sp.	0,14	0,39	1,1 x 10 <sup>3</sup>	0,60	6,5 x 10 <sup>3</sup>	0,39	4,0 x 10 <sup>3</sup>	1,30	1,6 x 10 <sup>3</sup>
<i>Proales</i> sp.	2,22	0,79	7,0 x 10 <sup>2</sup>	1,55	3,5 x 10 <sup>3</sup>	0,97	3,5 x 10 <sup>3</sup>	0,72	1,0 x 10 <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>36,38</b>	<b>9,62</b>	<b>7,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>8,57</b>	<b>7,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>9,34</b>	<b>5,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>7,93</b>	<b>1,3 x 10<sup>4</sup></b>
<b>Cladóceras</b>									
<i>Chidorus</i> sp.	-	0,19	-	0,12	-	0,30	-	0,16	-
<i>Moina</i> sp.	3,61	1,37	-	2,06	-	2,15	-	4,07	-
<b>TOTAL</b>	<b>7,41</b>	<b>0,39</b>	<b>-</b>	<b>0,21</b>	<b>-</b>	<b>0,21</b>	<b>-</b>	<b>0,07</b>	<b>-</b>
<b>Copépoda</b>									
<i>Mesocyclops</i> sp.	0,83	0,49	-	0,56	-	0,60	-	0,14	-
<i>Microcyclops</i> sp.	0,56	0,07	-	0,18	-	0,09	-	0,05	-
<i>Thermocyclops</i> sp.	0,83	0,74	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,69	-	1,16	-	0,51	-
Nauplios	12,02	19,81	1,0 x 10 <sup>2</sup>	26,53	5,0 x 10 <sup>2</sup>	12,75	-	20,88	6,0 x 10 <sup>2</sup>
Copepodito	1,11	1,11	-	2,38	-	1,95	5,0 x 10 <sup>2</sup>	0,72	-
<b>TOTAL</b>	<b>39,64</b>	<b>9,27</b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>16,74</b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>11,60</b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>12,82</b>	<b>6,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Densidade Total</b>	<b>83,43</b>	<b>19,28</b>	<b>7,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>25,52</b>	<b>7,0 x 10<sup>4</sup></b>	<b>21,15</b>	<b>5,7 x 10<sup>4</sup></b>	<b>20,82</b>	<b>1,3 x 10<sup>4</sup></b>