Campus de São Carlos

INFLUÊNCIA DO PACU (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG,
1887) E DO FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NAS CARACTERÍSTICAS
LIMNOLÓGICAS DE VIVEIROS DE PISCICULTURA

MARCIA NOELIA ELER

ORIENTADORA: Profa. Dra. TOSAYA MATSUMURA TUNDISI

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA

INFLUÊNCIA DO PACU
(*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887)
E DO FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NAS CARACTERÍSTICAS
LIMNOLÓGICAS DE VIVEIROS DE PISCICULTURA

MARCIA NOÉLIA ELER

DEDALUS - Acervo - EESC

31100017783

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Takako Matsumura-Tundisi

São Carlos, SP

1996

Ficha Bibliográfica

Eler, Marcia Noélia - Influência do Pacu (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887) e do fluxo contínuo de água nas características limnológicas de viveiros de piscicultura. Dissertação de Mestrado. PPG-CEA- CHREA, USP. 1995.

Palavras-chave: Ecologia de viveiros, fitoplâncton, zooplâncton, diversidade de espécies, fluxo de água, características limnológicas.

DEDICATÓRIA

Joanir,

Estes anos juntos foram vencidos com base em sua amizade, carinho, cumplicidade e dedicação, sem os quais não teria sido possível cumprir esta etapa. Por isso,

dedico-lhe este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À prof. Dra. Takako, pela orientação, estímulo e ajuda dispensada nas diversas fases deste trabalho.

Aos professores Odete Rocha e Pedro Américo Cabral Senna, pela amizade, incentivo, colaboração e sugestões.

Ao Centro de Recursos Hidricos e Ecologia Aplicada e ao Programa de Pós Graduação em Ciências da engenharia Ambiental, pelo apoio e ajuda dispensada.

Ao CEPTA-IBAMA, pelas facilidades concedidas para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Aos pesquisadores do CEPTA: Geraldo Bernardino, Vera Maria da Costa, Fernando Bruni Lucas e José Sávio Colares de Melo pelo apoio integral durante o decorrer do trabalho.

Aos técnicos do CEPTA, Donizete Aparecido Ribeiro (Pio) e do CHREA, Luci e Marcelo pela ajuda no campo e no laboratório.

Aos Bibliotecários Anita, Elenice e Timóteo (CEPTA) e Regina (CHREA) pelo apoio durante toda a fase da revisão bibliográfica e pela correção final da bibliografia.

À Secretária do CHREA, Claudete, pela amizade e apoio durante todo o curso.

Ao colega de Pós-Graduação, Edson Sampaio pela ajuda na classificação e contagem do zooplâncton. Aos colegas Janda, Maria José, Walter e Albano também pela colaboração na classificação dos organismos planctônicos.

A minha irmã Rosemary, que ajudou a tornar possível meu sonho universitário.

Aos meus pais que sempre fizeram o possível e o impossível pela educação de seus filhos.

SUMÁRIO

I - Introdução	1
1 - Considerações gerais	1
1.1 - Histórico	1
1.2 - Viveiros	4
II - Bases científicas	8
1 - Influência do peixe na cadeia alimentar dos viveiros	8
2 - Importância da criação de Pacu em viveiro	14
3 - Influência do fluxo contínuo de água nas características limnológicas dos viveiros	17
III - Objetivos.	21
IV - Material e métodos	22
1- Local de estudo	22
2 - Preparação dos viveiros	22
3 - Análise das variáveis físicas e químicas da água	23
3.1- Dureza	24
3.2 - Condutividade	24
3.3 - pH e alcalinidade	24
3.4 - Oxigênio dissolvido	24
3.4 - Temperatura	24
3.5 - Transparência	25
3.7 - Nutrientes	25
3.8 - Material e suspensão	28
4 - Fatores bióticos	30
4.1 - Produção primária do fitoplâncton	30
4.2 - Clorofila <u>a</u>	31
4.3 - fitoplâncton	32
4.4 - Zooplâncton	34

4.5 - Análise do conteúdo estomacal do Pacu	35
5 - Análise estatística	36
V- Resultados	37
1- Variáveis físicas e químicas da água	37
1.1 - Dureza	37
1.2 - Material em suspensão	37
1.3 - pH	38
1.4 - Alcalinidade	39
1.5 - Temperatura	40
1.6 - Transparência e coeficiente de extinção da luz.	40
1.7 - Condutividade elétrica	41
1.8 - Oxigênio dissolvido	41
1.9 - Nutrientes	42
2 - Variáveis biológicas	49
2.1 - Clorofila <u>a</u>	49
2.2 - Produção primária do fitoplâncton	51
2.3 - Comunidade do fitoplâncton	53
2.4 - Comunidade do zooplâncton	61
2.4 - Análise do conteúdo estomacal dos peixes	68
2.6 - Análise estatística.....	70
VI- Discussão	71
1.1- Influência do Pacu e do fluxo de água nas variáveis físico-químicas do viveiro.. . . .	71
2- Influência do Pacu e do fluxo de água nas comunidades plnctônicas	80
2.1-Comunidade fitoplanctônica.	80
2.2-Comunidade zooplanctônica.	87
3- Interações ecológicas entre as comunidades nos viveiros de piscicultura . . .	93
VII- Conclusões	100

VIII- Recomendações.	102
IX- Perspectivas futuras	103
IX- Tabelas.	106
XI- Bibliografia	140
XII- Apêndice	158

LISTA DE TABELAS

	Página
Tab.1 - Dureza (Dur.), Material em suspensão (MS), Matéria orgânica particulada (MOP) e Potencial hidrogeniônico (pH) da água nos viveiros com Pacu e controle	106
Tab.2 - Fosfato total (PO_4 Tot.), Fosfato dissolvido (PO_4 Dis), Fosfato Inorgânico (PO_4 Inor.) e alcalinidade (Alcal) da água nos viveiros com Pacu e controle .	107
Tab.3 - Temperatura (Temp), Transparência (Transp) e Condutividade (cond) da água nos viveiros com Pacu e controle	108
Tab.4 - Concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18) de acordo com o período do dia e com a profundidade	109
Tab.5 - Concentração de: Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Íon amônio (NH_3^-) e Silicato Reativo (SiO_2) da água nos viveiros com Pacu e controle.	110
Tab.6 - Produção Primária Bruta ($\text{mgC/m}^3/\text{h}$) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18), de acordo com o período do dia e com a profundidade.. . . .	111
Tab.7 - Composição (gênero ou espécie) do fitoplâncton identificado nos viveiros com Pacu e controle.	112
Tab.8 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro x 10^4 do fitoplâncton identificado no viveiro controle	115
Tab.9 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro controle (C18).	118
Tab.10 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro x 10^4 do fitoplâncton identificado no viveiro com Pacu.. . . .	119
Tab.11 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro com Pacu	122
Tab.12 - Composição (gênero ou espécie) do zooplâncton dos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle).	123
Tab.13 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro do zooplâncton identificado no viveiro com Pacu.	126

Tab.14 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro do zooplâncton identificado no viveiro controle.	129
Tab.15 - Composição dos itens alimentares encontrados nos estômagos de 31 Pacus criados no viveiro C16.	133
Tab.16 - Volume percentual dos principais componentes alimentares encontrados nos estômagos de peixes amostrados no viveiro C16, analisados pelo método volumétrico	136
Tab.17 - Itens alimentares encontrados com maior frequência e abundância nos estômagos do juvenis de Pacu.	137
Tab.18 - Grau de repleição de 31 estômagos de peixes amostrados no viveiro C16, analisados pelo método subjetivo.	138
Tab.30 - Concentração de clorofila a nos viveiros controle e com Pacu	139

LISTA DE TABELAS

	Página
Tab.1 - Dureza (Dur.), Material em suspensão (MS), Matéria orgânica particulada (MOP) e Potencial hidrogeniônico (pH) da água nos viveiros com Pacu e controle	106
Tab.2 - Fosfato total (PO ₄ Tot.), Fosfato dissolvido (PO ₄ Dis), Fosfato Inorgânico (PO ₄ Inor.) e alcalinidade (Alcal) da água nos viveiros com Pacu e controle .	107
Tab.3 - Temperatura (Temp), Transparência (Transp) e Condutividade (cond) da água nos viveiros com Pacu e controle	108
Tab.4 - Concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18) de acordo com o período do dia e com a profundidade	109
Tab.5 - Concentração de: Nitrato (NO ₃ ⁻), Nitrito (NO ₂ ⁻), Íon amônio (NH ₃ ⁻) e Silicato Reativo (SiO ₂) da água nos viveiros com Pacu e controle.	110
Tab.6 - Produção Primária Bruta (mgC/m ³ /h) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18), de acordo com o período do dia e com a profundidade.. . . .	111
Tab.7 - Composição (gênero ou espécie) do fitoplâncton identificado nos viveiros com Pacu e controle.	112
Tab.8 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro x 10 ⁴ do fitoplâncton identificado no viveiro controle	115
Tab.9 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro controle (C18).	118
Tab.10 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro x 10 ⁴ do fitoplâncton identificado no viveiro com Pacu.. . . .	119
Tab.11 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro com Pacu	122
Tab.12 - Composição (gênero ou espécie) do zooplâncton dos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle).	123
Tab.13 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro do zooplâncton identificado no viveiro com Pacu.	126

Tab.14 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos por litro do zooplâncton identificado no viveiro controle.	129
Tab.15 - Composição dos itens alimentares encontrados nos estômagos de 31 Pacus criados no viveiro C16.	133
Tab.16 - Volume percentual dos principais componentes alimentares encontrados nos estômagos de peixes amostrados no viveiro C16, analisados pelo método volumétrico	136
Tab.17 - Itens alimentares encontrados com maior frequência e abundância nos estômagos do juvenis de Pacu.. . . .	137
Tab.18 - Grau de repleição de 31 estômagos de peixes amostrados no viveiro C16, analisados pelo método subjetivo.. . . .	138
Tab.30 - Concentração de clorofila <i>a</i> nos viveiros controle e com Pacu	139

LISTA DE FIGURAS

	Página
Fig.1 - Concentração do material em suspensão (mg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	38
Fig.2 - Distribuição do pH nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	39
Fig.3 - Alcalinidade total (meq/l) nos viveiros C16(com Pacu) e C18 (controle)	40
Fig.4 - Oxigênio Dissolvido (mgO ₂ /l) nos viveiros C16(com Pacu) e C18 (controle) de acordo com o período de coleta e com a profundidade.	42
Fig.5 - Concentração de fósforo total (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	43
Fig.6 - Concentração de fosfato dissolvido (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	44
Fig.7 - Concentração de fosfato inorgânico (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	45
Fig.8 - Concentração de nitrato (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle) .	46
Fig.9 - Concentração de nitrito (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle) .	47
Fig.10 - Concentração de amônia (µg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)	48
Fig.11 - Concentração de silicato reativo (mg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle).	48
Fig.12 - Concentração de clorofila a (mg/l) nos viveiros com Pacu e controle	50
Fig.13a - Produção primária bruta (mgC/m ³ /h) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18) de acordo com o período do dia e com a profundidade da coleta.	52
Fig.13b - Respiração (mgC/m ³ /h) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18) de acordo com o período do dia e com a profundidade da coleta.	53
Fig.14 - Densidade (número de organismos por litro x 10 ⁴) da espécie <i>Staurastrum</i> <i>gracile</i> nos viveiros	54
Fig.15 - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Staurastrum paradoxum</i> e <i>St. smithii</i> nos viveiros	55

Fig.16 - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Spondylosium planum</i> nos viveiros.	55
Fig.17 - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Gloeocystis vesiculosa</i> nos viveiros.	56
Fig.18a - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Characium rostatum</i> nos viveiros	56
Fig.18b - Distribuição temporal das espécie mais frequentes nos viveiros	57
Fig.18c - Distribuição temporal das três espécie mais abundantes nos viveiros.	57
Fig.19 - Distribuição temporal da densidade do gênero <i>Microcystis</i> nos viveiros.	58
Fig.20 - Diversidade de espécies do fitoplâncton no viveiro controle, segundo o método de Shannon-Weaver	59
Fig.21 - Diversidade de espécies do fitoplâncton no viveiro com Pacu, segundo o método de Shannon- Weaver	60
Fig.22 - Índices de diversidade de espécies do zooplâncton no viveiro controle, segundo o método de Shannon-Weaver.	61
Fig.23a - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Moina micrura</i> , <i>Daphnia laevis</i> e <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> no viveiro com Pacu	63
Fig.23b - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Moina micrura</i> , <i>Daphnia laevis</i> e <i>Argyrodiaptomus furcatus</i> no viveiro controle.	64
Fig.24a - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Conochilus coenobasis</i> e <i>keratella cochleares</i> no viveiro com Pacu	64
Fig.24b - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Brachionus quadridentatus</i> , <i>Conochilus coenobasis</i> e <i>keratella cochleares</i> no viveiro controle.	64
Fig.25 - Índices de diversidade de espécies do zooplâncton no viveiro com Pacu, segundo o método de Shannon-Weaver	65

Fig.26a - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Bosmina hagmani</i> , <i>Bosminopsis deitersi</i> e <i>Diaphanosoma brevirreme</i> no viveiro com Pacu	67
Fig.26b - Distribuição temporal da densidade da espécie <i>Bosmina hagmani</i> , <i>Bosminopsis deitersi</i> e <i>Diaphanosoma brevirreme</i> no viveiro controle	67
Fig.27 - Conteúdo estomacal do exemplar de Pacu nº 17	69

RESUMO

ELER, M. N. **Influência do Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1987) e do fluxo de água nas características limnológicas de viveiros de piscicultura.** São Carlos, 1996. 158p. Dissertação (Mestrado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Realizou-se, no Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura - CEPTA/IBAMA, em Pirassununga/SP, entre 28 de junho e 12 de agosto de 1991, um experimento com o objetivo de avaliar a influência de juvenis de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, HOLMBERG, 1887) nas características limnológicas da água. Avaliou-se também o impacto do fluxo contínuo de água nas comunidades planctônicas e na qualidade de água do viveiro.

O experimento foi conduzido em dois viveiros retangulares escavados, com área útil de 350m², 1% de declividade, com abastecimento de água individual feito através de canaletas de concreto a céu aberto. A água de abastecimento foi proveniente da represa Velha (área de 5ha.), alimentada pelo córrego da Barrinha. Os viveiros foram abastecidos com um volume de 277m³ de água, atingindo uma profundidade máxima de 1,2m. Esses viveiros foram tratados com 50g/m² de calcário dolomítico e 200g/m² de esterco fresco de bovino, sendo que um serviu como controle e o outro foi povoado com pacu. No viveiro com Pacu foi feito arraçãoamento diário com 1050g de ração comercial. As amostras de água dos viveiros foram coletadas no período de 28 de junho a 12 de agosto de 1991, em intervalos que variaram de 2 a 3 dias.

Foram monitoradas as seguintes variáveis limnológicas: temperatura, pH, transparência da água, material em suspensão, alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, nitrito, nitrato, amônia, fosfato total, fosfato dissolvido, fósforo inorgânico, silicato reativo, fitoplâncton, produção primária do fitoplâncton, clorofila a, zooplâncton e conteúdo estomacal dos juvenis de Pacu.

A presença do Pacu no viveiro afetou a qualidade da água, elevando as concentrações de nutrientes e contribuindo para a diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido.

Com isto, a produção primária bruta foi, em média, mais elevada no viveiro com Pacu do que no controle. O fluxo contínuo de entrada e saída de água também afetou a qualidade da água dos viveiros, principalmente em relação à concentração de oxigênio dissolvido. O sinergismo entre o fluxo de água e a presença do Pacu contribuiu para que houvesse uma perturbação nas comunidades planctônicas em desenvolvimento nos viveiros.

A comunidade do fitoplâncton esteve dominada pelas clorofíceas, principalmente pelas desmidiáceas. A densidade do fitoplâncton foi mais elevada no viveiro com Pacu. Durante todo o experimento, os cladóceros foram bem sucedidos em ambos os viveiros, o que não aconteceu com os rotíferos e nem com os copépodos. A alta densidade populacional dos cladóceros provavelmente deve ter influenciado na densidade de rotíferos no viveiro com Pacu, pois as duas populações mostraram relação inversa. Os copépodos contribuíram com uma espécie filtradora, sendo que as demais eram capturadoras. Os Cyclopoida foram mais abundantes no viveiro com Pacu.

Na análise do conteúdo estomacal foram encontrados os seguintes itens alimentares: ração, sementes, gramas, plâncton, animais bentônicos e detritos. Os itens do plâncton mais freqüentes foram: zooplâncton (ovos de copépodos, ovos de rotíferos, larvas de chironomideo e restos de zooplâncton parcialmente digeridos) e fitoplâncton (*Eunotia hexasghliphis* e *Scenedesmus quadricauda*)

Palavras-chave: Ecologia de viveiros, fitoplâncton, zooplâncton, diversidade de espécies.

ABSTRACT

ELER, M.N. The influence of Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) and continuous water flow on limnological characteristics of fishponds. São Carlos, 1996. 158p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

An experiment to evaluate the influence of young forms of Pacu (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887) on limnological characteristics of water was conducted at Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura - CEPTA/IBAMA, located in Pirassununga, SP, Southeastern Brazil, from 06/28 until 08/12/1991. The impact of continuous water flow on the planktonic communities and water quality was also evaluated.

The experiment was performed in two fishponds with 350m², 1.2m of depth and 1% of declivity. Water supply came from open channels from Represa Velha (50.000m²), that was supplied from Barrinha stream. The fishponds received 277m³ of water, 50g/m² of dolomitic calcareous and 200g/m² of fresh manure. One fishpond was kept as a control and the other received young forms of Pacu that were fed daily with 1,050g of commercial feed. Samplings were carried out from June, 28 to August, 12 at two or three days of intervals.

Temperature, pH, water transparency, suspended materials, alkalinity, hardness, electrical conductivity, dissolved oxygen, nitrites, nitrates, ammonia, total phosphate, dissolved phosphate, inorganic phosphorus, reactive silicate, phytoplankton, primary production of phytoplankton, chlorophyll a, zooplankton and stomach contents analysis of young forms of Pacu were obtained as limnological variables.

The presence of Pacu in the fishponds affected water quality by increasing nutrients concentration and contributing to the decrease of dissolved oxygen. Thus the primary production was higher in this system than in the control. The continuous incoming and outgoing water flow affected water quality on fishponds, mainly in relation to concentration of dissolved oxygen. Synergistic effect between water flow and presence of Pacu contributed to changes in the developing planktonic communities in the fishponds.

The planktonic communities were dominated by Chlorophyta, mainly desmids. The phytoplankton density differed between the two fishponds, being higher in the one with Pacu.

During the experiment, the Cladocera was successful in both fishponds, but this did not occur with Rotifera and Copepoda. The success of Cladocera probably controlled the density of Rotifera

in the water. One of Copepoda was a filtering specie and the others were predators. The Cyclopoida was more abundant in the fishpond with Pacu than in the control.

Stomachal content analysis showed: ration, seeds, grass, plankton, bentonic animals and detritus. The most frequent items of plankton were zooplankton (eggs of Copepoda, eggs of Rotifera, Chironomideo larvae and zooplankton partially digested) and phytoplankton (*Eunotia hexaghliphis* and *Scenedesmus quadricauda*).

Keywords: Ecology of fishponds, fitoplankton, zooplankton, diversity of species

I. INTRODUÇÃO

I - 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PISCICULTURA

I.1.1- Histórico

A piscicultura é o ato de criar peixes de forma racional utilizando um semi controle ou um controle total do crescimento e reprodução dos mesmos. Por isso é considerada como uma atividade da agropecuária que exige um certo grau de conhecimento de vários ramos da ciência, dentre os quais podem-se destacar a limnologia, ictiologia, parasitologia, genética, ecologia de sistemas, botânica e zoologia.

As finalidades da piscicultura e suas modalidades são múltiplas. Podem-se criar peixes para fins ornamentais, higiênicos, testes de laboratório, recreacionais, povoamento e repovoamento de lagos e rios e finalmente para ser consumido como alimento na dieta humana.

A criação de peixes para fins de consumo é considerada uma prática vantajosa porque podem-se produzir alimentos de alto valor nutritivo economicamente através do aproveitamento de esterco de origem animal e restos vegetais, utilizando-se áreas de difícil manejo para culturas tradicionais, mas que são apropriadas para se construir viveiros ou pequenas represas adequadas a criação de peixes.

Aliada ao aproveitamento racional dos dejetos e áreas numa granja está a escolha da forma de manejo e as técnicas de criação. As principais formas de manejo podem ser classificadas como: extensiva, onde não existe controle ambiental, fornecimento de alimentos ou adubação; semi-intensiva, quando ocorre o fornecimento apenas de adubos ao viveiro; intensiva, quando ocorre um controle ambiental e há fornecimento de alimentação artificial e adubação do viveiro; e superintensiva, na qual ocorrem todos os procedimentos efetuados

no manejo intensivo, porém adiciona-se a aeração. As principais técnicas de criação podem ser classificadas como: policultura, que é a criação de duas ou mais espécies de acordo com o hábito alimentar de cada uma; monocultura que utiliza somente uma espécie; monosexo, que não deixa de ser uma monocultura, porém consiste em eliminar todas as possibilidades de reprodução. Na verdade, para se obter um bom êxito em termos econômicos, o correto é interagir as formas de manejo e as técnicas de criação ao conhecimento físico, químico e biológico da microbacia onde está situada a granja de piscicultura.

A criação de peixes é uma atividade antiga. Existem desenhos datados do Egito antigo, ilustrando cenas de pesca e conservação de peixes em tanques. Os documentos mais antigos descrevendo técnicas de criação são da China, com aproximadamente 4.000 anos (ROSA, 1988; CASTAGNOLLI, 1992). Da Ásia, a piscicultura expandiu-se para a Europa. Somente durante a idade média houve um maior desenvolvimento com a construção de viveiros nos mosteiros a fim de se obter peixes na época de abstinência religiosa (DE SOUZA & TEIXEIRA FILHO, 1985).

No Brasil, a piscicultura iniciou-se de maneira rudimentar com a criação de peixes em águas salobras, nas zonas estuarinas de nossos rios e nas regiões de manguezais, nos tempos mais recuados de nossa história. Esta prática foi observada por Maurício de Nassau, durante a ocupação holandesa em Pernambuco. Nessa época Nassau ordenou a construção de viveiros semelhantes aos existentes próximo a sua casa de recreio, possivelmente nas imediações do atual Parque Amorim em Recife (MENEZES, 1986). Em 1876 foi publicado o livro "Breves Noções Sobre a Piscicultura", na Bahia. No ano de 1882 introduziu-se a criação de Carpas (*Cyprinus carpio*) trazidas dos Estados Unidos da América para o Rio de Janeiro (GODOY, 1965), e no Estado de São Paulo em 1893, por iniciativa de alguns

alemães (GODOY, 1972). Os primeiros estudos na área iniciaram-se com Rodolpho von Ihering, a partir de 1912, sendo este pesquisador considerado o pai da piscicultura no Brasil (NOMURA, 1977). A principal meta de Ihering era estudar as espécies nativas do rio Mogi Guaçu e Piracicaba a fim de limitar a introdução de espécies exóticas no país. Dentre as espécies estudadas podemos destacar o dourado, *Salminus maxillosus*; a piracanjuba, *Triurobrycon lundii*; a piava, *Leporinus copelandii*; o pacu peva, *Mylophoeus asterias*; a tabarana, *Salminus hilarii*; a traíra, *Hoplias malabaricus* e o mandi amarelo, *Pimelodus clarias* (IHERING, 1929).

Um importante passo na piscicultura brasileira foi a criação da primeira Estação Experimental de Biologia e Piscicultura em Pirassununga, SP, no ano de 1939. Os pesquisadores desta instituição estabeleceram como prioridade a criação de peixes nativos e exóticos para a obtenção de alevinos e distribuição posterior para os criadores particulares.

Mesmo tendo a preocupação de produzir peixes para o abastecimento do mercado, faltava aos pesquisadores pioneiros um conhecimento maior das características ecológicas dos corpos de água que eram empregados na criação de peixes. KLEEREKOPER (1941) já manifestava essa preocupação ao escrever em seu "Estudo Limnológico da Bacia do Rio Mogi Guaçu" que, sem um profundo conhecimento ecológico regional das pequenas represas que deveriam ser exploradas para a piscicultura, não conseguiríamos elevar a nossa piscicultura ao mesmo nível técnico alcançado pelos Estados Unidos e Europa.

Os estudos relacionados aos peixes e seu ambiente não foram muito frequentes. O mais antigo foi desenvolvido por IHERING e sua equipe, cujo principal objetivo era a identificação e avaliação das formas de interação peixe-ambiente. Os estudos mais recentes são atribuídos a CASTAGNOLLI *et alii* (1986), COSTA NETO (1990), SAMPAIO (em

preparação), MATHEUS (1993) e SIPAÚBA-TAVARES (1994,1995). No entanto, estes estudos ainda não são suficientes para esclarecer as muitas questões que são levantadas nas reuniões técnicas dirigidas ao setor de piscicultura. Várias indagações ainda estão sem respostas. Este trabalho procura discutir alguns pontos, no que se refere à interação entre os peixes e as características limnológicas de viveiros.

I.1.2 - Viveiros

O viveiro é definido por GARCIA BADDELL (1985) como sendo uma massa d'água pouco profunda, contida numa cavidade natural ou em escavação artificial, para fins de piscicultura e disposto de tal forma, que se possa encher e esvaziar de acordo com o manejo.

De acordo com a hidrobiologia, os viveiros podem ser classificados segundo BOYD (1985), em: 1) Viveiros do tipo terraço que só represam águas pluviais; 2) Viveiros do tipo aprisionamento de águas, que recebem fluxos de água no período das chuvas; 3) Viveiros escavados; e 4) Viveiros construídos pelo aprisionamento de correntes permanentes ou pelo aprisionamento dos grandes aquíferos. Os viveiros do tipo escavados são mantidos pela adição de água dos reservatórios, poços ou de águas correntes. WOYANAROVICH (1985) sugere que para regiões tropicais, como o Brasil, podem-se construir diques com paredes perpendiculares ou quase perpendiculares e sua classificação para viveiros é baseada na topografia da bacia. São eles:

- a) Viveiros do tipo barragem: construídos em vale chato ou entre colinas pequenas. Podem-se construir vários diques atravessados, formando uma cadeia de viveiros;
- b) Viveiros parcialmente circundados com dique: são construídos em áreas de declive acentuado;
- c) Viveiros totalmente circundados com diques: são construídos em planícies, suas

dimensões são geralmente grandes, variando de 5 a 10 hectares ou mais de modo a diminuir o custo de construção;

d) Viveiros semi-escavados: o solo escavado é utilizado para construir os diques, geralmente de pequenas dimensões;

e) Viveiros escavados: viveiros pequenos, com sistema de escoamento feito através de estruturas de drenagem denominadas monge.

Além do aspecto relativo à construção do viveiro, deve-se também considerar o balanço hídrico devido as entradas de água através das chuvas, escoamento superficial, influxos de aquíferos, correntes fluviais e outras fontes.

Em viveiros, os mecanismos e processos limnológicos são consideravelmente complexos, por serem ecossistemas artificiais, construídos para suportar altas concentrações de biomassa de peixes, fitoplâncton e zooplâncton, estabelecendo portanto, o "contorno" para a produção orgânica (COSTA NETO, 1990).

Ecologicamente o viveiro é dividido em três compartimentos que são distintos em termos ambientais, sendo conseqüentemente povoados por diferentes grupos e espécies aquáticas. Os compartimentos compreendem a faixa do talude, a coluna d'água e o fundo.

O talude é ocupado por plantas emergentes e às vezes por plantas submersas. Nestas plantas são encontrados diferentes grupos de insetos, algas perifíticas, moluscos e algas filamentosas. Os alevinos e as post-larvas também preferem este compartimento. A coluna d'água é habitada pelo plâncton em geral e pelos peixes. O fundo age como depósito de plantas e animais mortos, enriquecendo o lodo com matéria orgânica. Os materiais depositados servem como fonte de alimentos para os peixes iliófagos, larvas de Chironomidae e Ephemeroptera. Na superfície do lodo são encontrados larvas de Chaoborus

e moluscos (WOYNAROVICH, 1985).

Do ponto de vista biotecnológico, o papel do piscicultor consiste em controlar a cadeia trófica do viveiro, procurando estabelecer um sistema de circulação de matéria orgânica de forma mais propícia, a fim de conseguir uma maior rentabilidade. Para que isso aconteça precisa-se conhecer o histórico da bacia onde está localizada a piscigranja, a fim de melhorar as características físicas e químicas da água. Manejar a cadeia trófica significa:

- i) acelerar o crescimento de plantas destinadas à alimentação dos peixes, através de adubação adequada;

- ii) limitar o crescimento descontrolado do fitoplâncton e das macrofitas, que ao morrerem poderão ocasionar uma eutrofização exagerada e perniciosa; e iii) controlar o ecossistema de tal maneira que os organismos que se desenvolvem no viveiro sejam suficientes e adequados para o requerimento da espécie de peixe escolhida. Neste caso, tanto o fito como o zooplâncton, devem servir exclusivamente de alimentos aos peixes. As competições e os possíveis predadores deverão se eliminados do sistema (GARCIA-BADELL, 1985).

A fertilização é uma técnica que incrementa a produção em viveiros, podendo ser usada matéria orgânica ou matéria inorgânica. Esta técnica tende a aumentar a quantidade de alimentos naturais, desenvolvendo um papel vital no fornecimento de nutrientes disponíveis na coluna d'água ao fitoplâncton, que conseqüentemente irá influenciar o crescimento do zooplâncton e dos peixes.

A técnica que emprega o fertilizante orgânico é adequada tanto do ponto de vista ecológico como do ponto de vista econômico, porque funciona como um mecanismo de reciclagem dos resíduos da agricultura e industrial, que ao serem aplicados nos viveiros irão reduzir ou eliminar totalmente o emprego de fertilizantes industrializados, diminuindo com

isto os custos elevados dos fertilizantes inorgânicos. Atualmente esta técnica é largamente empregada em piscicultura, tendo sido amplamente estudada desde a década de 20, e teve como pioneiro o pesquisador norte americano Wiebe. HAPHER (1962) e recentemente CASTAGNOLLI *et alii* (1982), salientam o quanto é importante em piscicultura o uso de fertilizantes, quando se visa a um aumento da produção primária em viveiros.

A modelagem ecológica enquadra o viveiro como um ecossistema complexo, onde sobrevivem e crescem os organismos (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton, organismos bentônicos e peixes), interagindo com a água. PIEDRAHITA (1988), salienta que um bom conhecimento desses fatores, nos leva a construção de modelos que auxiliarão no controle da qualidade da água. O modelo adequado para determinado corpo d'água deve ser delineado de acordo com os fluxos de entrada e saída de água, gases e materiais.

Para BOYD & LICHTKOPPLER (1982) os fatores que influenciam a qualidade de água em viveiros são: temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, turbidez e coloração da água, dióxido de carbono, amônia, alcalinidade, dureza, comunidades plactônicas e de macrófitas, peixes e poluentes.

Segundo ALABASTER (1982), a precipitação também pode influenciar a qualidade de água do viveiro, porque traz material particulado para o interior do viveiro, proveniente das cabeceiras dos rios de abastecimento, poeiras, partículas de sais e resíduos de áreas agrícolas. Os principais impactos causados pela lixiviação e materiais particulados nos viveiros são:

- a) ação direta sobre os peixes reduzindo-lhes o movimento, matando-os ou reduzindo a resistência a doenças;
- b) impacto negativo no desenvolvimento das larvas;
- c) redução da eficiência dos peixes sobre a captura das presa, pela obstrução da visão.

II- BASES CIENTÍFICAS

1. INFLUÊNCIA DOS PEIXES NA CADEIA ALIMENTAR DOS VIVEIROS DE PISCICULTURA

As interações entre os peixes e seu ambiente têm sido amplamente estudadas, principalmente com relação ao impacto que os mesmos geram nas estruturas das comunidades e na dinâmica populacional dos ecossistemas de água doce (TURNER & MITTELBACH, 1990).

A princípio pesquisadores consideravam que o fluxo energético no sistema era unidirecional. O caminho da energia iniciava com a assimilação dos nutrientes pelo fitoplâncton, em seguida passava pelo zooplâncton e terminava nos peixes predadores, considerados como o último nível trófico da teia alimentar. Com o avanço das pesquisas outro ponto de vista surgiu indicando que os peixes predadores, que ocupam níveis superiores da cadeia alimentar, exercem um impacto no sistema que regula os níveis inferiores da mesma.

Estes dois pontos de vistas, a princípio, parecem ser bem contraditórios. Por isso MacQUEN *et alii* (1986) os testaram e chegaram às seguintes conclusões: 1) a biomassa de cada nível trófico é controlada de baixo para cima ("down up"), de acordo com a disponibilidade de nutrientes no sistema; 2) o fator controlador atua intensamente no nível mais baixo da teia (primeiro nível trófico), tornando-se duas vezes mais fraco à medida que a energia é transferida de um nível para outro superior; 3) à medida que a energia é transferida de um nível para outro, as predições das interações de baixo para cima decrescem; 4) as interações partindo do topo para o início da cadeia, são mais fortes na vizinhança do último nível, mas enfraquece quando se aproxima do primeiro nível trófico;

5) a variabilidade que ocorre na linha ascendente pode ser explicada pelas forças exercidas pela linha descendente na teia alimentar.

Os peixes podem exercer controle nas comunidades planctônicas de duas formas, a saber: diretamente através da interação predador-presa, ou indiretamente através da ingestão e excreção de nutrientes (VANNI, 1986).

Alguns peixes selecionam suas presas na comunidade zooplânctônica, interferindo na sua estrutura, na sua composição e na sua distribuição espacial e temporal (MAIA BARBOSA & MATSUMURA-TUNDISI, 1984). VANNI (1986, 1987), demonstrou que tanto a pressão de predação quanto a disponibilidade de alimentos são importantes para determinar a abundância das espécies de zooplâncton, no lago por ele estudado. A remoção do predador que ocupa o topo da teia provocou a quase extinção de algumas espécies de zooplâncton e outras chegaram mesmo a se extinguirem. Isto sugere que o o peixe predador é muito menos seletivo que os predadores de outras comunidades.

A maioria dos peixes planctófagos tem preferência pelo zooplâncton de porte maior, como os Cladoceros. A Perca amarela de tamanho pequeno do lago Oneida captura principalmente a *Daphnia pulex* e captura muito pouco os Copepoda. Os peixes maiores, de 32-37 cm, preferiram capturar os Copepoda (MILLS *et alii*, 1984).

TURNER & MITTELBAACH (1990) propuseram um delineamento experimental desenvolvido em pequenos tanques que já continham a presença de um planctófago facultativo (*Lepomis macrochirus*). Os autores manipularam a presença ou não de peixes piscívoros, o "Largemouth bass" (*Micropterus salmoides*), no tanque e examinaram o efeito indireto desse peixe sobre o zooplâncton e na dinâmica da comunidade fitoplanctônica. Observou-se que, na ausência do peixe, cladoceros dos gêneros *Daphnia* e *Ceriodaphnia*

dominavam suas comunidades em cerca de 97%. Na presença do peixe, as *Daphnia* e *Ceriodaphnia* foram rapidamente eliminadas e substituídas por pequenos Cladoceros, tais como *Bosmina longirostris* e *Chydorus sphaericus*, e também por várias espécies de Rotífera. Neste caso, as concentrações de clorofila *a* também foram significativamente altas para os tratamentos com *Daphnia* ou *Ceriodaphnia*. No viveiro sem peixe, porém com grande desenvolvimento de *Daphnia*, ocorreu a redução de Clorofila *a* devido ao fato de que as *Daphnia* pastam mais intensamente sobre o fitoplâncton do que os Cladocera de menor porte. Neste experimento, o maior efeito produzido pelos peixes foi a redução da intensidade da pastagem, devido à remoção da biomassa dos grandes Cladocera.

As interações entre os peixes e os organismos que lhes servem de alimento são consideradas de grande importância em sistemas de viveiros. O melhor meio de maximizar a produção em viveiros é associação de peixes de diferentes hábitos alimentares, de forma a aproveitar efetivamente o alimento natural disponível (HEPHER *et alii*, 1989).

O conceito da interação entre peixes e ambiente tem sido também empregado com o intuito de diminuir o grau de eutrofização de lagos. O enriquecimento da água contribui para o crescimento excessivo do fitoplâncton, o que reduz a penetração de luz na água, causando queda de oxigênio e mortalidade de peixes além de provocar mau odor na água.

Atualmente os pesquisadores têm concentrado seus esforços na possibilidade de controlar o processo de eutrofização através dos peixes filtradores. KAJAK *et alii* (*apud* LAZARRO, 1987) povoaram um lago eutrofizado com uma determinada população de Carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), que reduziu em 4,5 vezes a biomassa média do fitoplâncton do lago, reduzindo assim as densidades de Cyanophyceae e promovendo o desenvolvimento dos dinoflagelados e do nanofitoplâncton.

DRENNER *et alii* (1982) calcularam que a população de Gizzard shad (*Dorosoma cepedianum*) no lago Pattem-Texas, pode filtrar um volume de água equivalente ao volume total do lago num espaço de 130 horas. OPUSZINSKI & SHIREMAN (1993a), estimaram que a taxa de filtração da carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) é de 185 a 256ml/h/g de peixe, isto quer dizer que 1.000kg de peixe pode filtrar um volume equivalente a 10.000m³ em aproximadamente 54 horas. Observou-se também que houve um aumento da biomassa do fitoplâncton e da produtividade primária. O aumento do fitoplâncton na água ocorreu porque houve uma supressão do zooplâncton, que por sua vez se alimentava das algas. Isto pode também estar ligado à rápida reciclagem de nutrientes causada pelo alto consumo, combinada à baixa assimilação das algas pelos peixes. A maior parte das algas ingeridas foi eliminada parcialmente digerida pelos peixes, retornando ao meio em forma de "pelets" de fezes, que aceleram a regeneração do fósforo e do nitrogênio (DRENNER *et alii*, 1984 a, b).

OPUSZYNSKI & SHIREMAN (1993) desenvolveram a técnica da coleta de fezes, com o objetivo de sanar o problema do enriquecimento promovido pela defecação. Esta técnica permite desenvolver pesquisas sobre o comportamento global dos peixes filtradores e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, onde os mesmos vivem, embora este não tenha sido o objetivo principal almejado pelos autores. O coletor de fezes possibilita a diminuição da eutrofização, através da retirada total do bolo fecal produzido. Oferece também, como alternativa, o emprego das fezes de peixe como fertilizante nas terras agricultáveis e nos viveiros de piscicultura. A técnica consiste em acoplar aos tanques-redes de piscicultura intensiva, funís ligados a uma bomba de sucção, responsável por bombear as fezes para o exterior dos viveiros.

NASCIMENTO (1994) mostrou que um sistema de piscicultura realmente gera impacto que colabora para acelerar a eutrofização dos efluentes, devido às descargas de nutrientes eliminadas de dentro dos viveiros para o meio.

Uma maneira de reduzir o impacto ambiental com a manutenção do nível de produção estável, seria o planejamento adequado do manejo, utilizando principalmente as interações ecológicas entre o peixe e seu ambiente. A policultura é apresentada por HEPHER *et alii* (1989) como sendo uma ferramenta importante no balanceamento entre as espécies de peixes. O conceito de policultura está fundamentado nas relações entre os organismos de diferentes níveis tróficos da cadeia alimentar. O fator chave no sistema é a densidade de peixes estocados, porque ao estocar uma densidade maior que o nível de suporte do viveiro, uma espécie tende a invadir o nicho trófico da outra, resultando em competição entre as espécies, no lugar do mutualismo sobre itens alimentares (HEPHER, 1988; MILSTEIN *et alii*, 1988).

Na policultura podem-se observar dois tipos de interações: peixe-peixe e peixe-ambiente. A primeira é denominada de sinergismo e a segunda, de antagonismo (MILSTEIN, 1992). É chamado de sinergismo o conjunto de interações positivas entre as espécies, isto é, o crescimento e o rendimento de algumas espécies poderá ser bem melhor em presença de outras, do que quando são criadas em monocultura. A Carpa comum, por exemplo, terá um rendimento bem melhor quando consorciada com a Carpa prateada, do que quando criada em monocultura (HEPPER, 1988). As interações sinérgicas entre os peixes estão baseadas em dois processos interrelacionados: a melhoria dos recursos alimentares disponíveis e a melhoria das condições ambientais.

O exemplo de interação sinérgica descrito a seguir foi apresentado por MILSTEIN

(1992): os restos fecais depositados pela Carpa prateada, ricos em fitoplâncton parcialmente digerido, podem ser ingeridos pela Carpa comum, que não tem condições fisiológicas para ingerir o fitoplâncton diretamente. Por outro lado, ao revirar o lodo do fundo do viveiro, a Carpa comum promove a reciclagem dos nutrientes na coluna d'água, colocando-os em suspensão, aumentando com isso a produtividade primária do fitoplâncton, que por sua vez servirá de alimento para a Carpa prateada.

De acordo com o habitat, as espécies criadas em regime de policultura podem ser divididas em espécies de superfícies, do nécton e bentônicas. Geralmente as espécies da superfície se alimentam de organismos planctônicos (Carpa cabeça grande). As comunidades do nécton são compostas principalmente pelos herbívoros (Carpa capim). Os peixes bentônicos possuem um comportamento alimentar do tipo iliófago, alimentando-se no lodo do fundo do viveiro, em busca de pequenos gastrópodos, insetos, larvas, algas bentônicas e outros organismos que vivem enterrados no lodo ou na camada superficial do sedimento.

HAO-REN (1982) apresenta um elenco de espécies e suas possíveis interações sinérgicas para a China, embora a maioria das espécies, constituídas pelo grupo das Carpas sejam utilizadas mundialmente em piscicultura. Uma série de outras combinações são sugeridas por outros pesquisadores, como a combinação baseada no consórcio de Tilápias, Carpas, Bass e Tainha apresentada por MILSTEIN (1992).

COSTA-NETO (1990) apresentou um modelo de policultura baseado nos consumidores primários, representados pelas Carpa prateada e Carpa capim; os consumidores secundários, representados pela Carpa cabeça-grande ; onívoros (que podem ser vistos como uma mistura dos níveis tróficos dos consumidores primários e secundários), representados pela Carpa capim e a *Tilapia nilotica* .

2 - IMPORTANCIA DA CRIAÇÃO DE PACU EM VIVEIROS

O Pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) é um Serrasalmineo, pertencente à família Characidae e integrante da ordem Ostariophysi. Os Ostariophysi são essencialmente de água doce, constituindo um grupo dominante, fato que parece estar relacionado ao desenvolvimento do aparelho de Weber, que aumentaria a capacidade auditiva destes animais.

A família Characidae possui ampla distribuição na América do Sul, ocorrendo desde a bacia do Orenoco na Venezuela, até a bacia Platina no Uruguai.

O gênero *Piaractus* é originário da bacia Paraná-Paraguai e seus tributários. A taxonomia deste gênero é controversa, com alguns autores considerando *Piaractus* como sinônimo de *Colossoma* (GOSLINE, 1951), enquanto que NELSON (1961) prefere manter os dois gêneros em separado. Porém GERRY (1977), propõe dois subgêneros para o gênero *Colossoma*, a saber: o subgênero *Colossoma* e o subgênero *Piaractus*. Segundo este autor, devido à prioridade cronológica na descrição da espécie, deve-se adotar *P. mesopotamicus* Homberg, 1887 no lugar de *C. mitrei* BERG, 1895. Esta controvérsia foi pauta da reunião sobre o cultivo de *Colossoma*, no CEPTA em 1991, onde os pesquisadores decidiram adotar a classificação taxonômica segundo Holmberg (1887).

O conhecimento da ecologia do Pacu é escassa. SILVA (1987) realizou um estudo bem elaborado sobre a alimentação do Pacu no Pantanal do Mato Grosso. Com base na análise do conteúdo estomacal e morfologia do aparelho digestivo a autora concluiu que este peixe é predominantemente herbívoro, do tipo podador, com preferência frugívora e/ou granívora, embora possa incluir itens secundários na sua dieta, como peixes, crustáceos e às vezes moluscos. Detalhando mais o estudo, a autora concluiu ainda que o Pacu além de ter

hábito alimentar especializado, possui também um comportamento oportunista, isto é, os resultados mostraram que no período das enchentes ele foi quase que exclusivamente frugívoro e/ou granívoro, nas calhas dos rios. Nos três primeiros meses das cheias, foi um podador não especializado, alimentando-se de frutos, sementes e folhas que estavam disponíveis e em abundância. Durante o período da seca, nas baias, o Pacu foi filófago, alimentando-se oportunamente de peixes devido à pouca disponibilidade de outros alimentos.

Um estudo semelhante foi feito por PAULA *et alii* (1989), cujo principal objetivo era estabelecer parâmetros tecnológicos para a criação do Pacu em cativeiro, destinando-o à exploração comercial. Estes autores concordaram com SILVA (1987) mas destacaram que este grau de oportunismo e hábito de herbivoria pode estar relacionado à economia energética, devido à facilidade de capturar estes tipos de itens alimentares durante a pastagem. Caso haja escassez de vegetais, o Pacu passa então a se alimentar de outros itens em disponibilidade no ambiente.

IHERING (1947) ressalta as potencialidades dessa espécie, indicando-a como uma das mais promissoras para a piscicultura nacional. Recentemente, SAINT-PAUL (1986) apresenta novamente o Pacu como sendo uma espécie com grande potencial para a aquicultura na América do Sul. Nesse sentido, trabalhos experimentais realizados por vários pesquisadores (vide anexo 1) confirmam a viabilidade da criação da espécie em viveiros de piscicultura. Três estudos relevantes sobre a alimentação natural de larvas de Pacu, contribuíram para uma melhor compreensão da relação ecológica predador/presa (TAVARES, 1988; YAMANAKA, 1988; FREGADOLI, 1990). Estes estudos mostraram que se pode obter excelentes resultados na criação das larvas quando estas são adequadamente alimentadas, observando-se a quantidade e a qualidade do zooplâncton oferecido. Os estudos

mostraram ainda, que larvas de Pacu têm preferência alimentar pelos Cladocera.

YAMANAKA (1988) defendeu a hipótese da preferência alimentar das larvas por zooplâncton, através das características morfológicas das mesmas, sendo que as principais são a falta dos dentes faríngeos, que geralmente têm função trituradora e dilaceradora dos tecidos vegetais e o fato de o Pacu, na fase larval, não produzir a enzima celulase, responsável pela digestão da celulose. Então neste estágio de desenvolvimento (20-25 mm de comprimento padrão) o Pacu não poderia ser herbívoro. Essa autora observou, neste experimento, que larvas de 50mm de comprimento padrão ingeriam outras de tamanho menor (15 a 20mm), e que apesar de ter sido oferecida ração com boa aceitação por parte das larvas, elas deram preferência ao plâncton, quando ambos estavam disponíveis.

Outro aspecto, observado por FREGADOLI (1990), é o comportamento espacial durante a fase larval do Pacu. O autor concluiu que possivelmente esta espécie tenha um hábito alimentar iliófago, com os indivíduos mantendo-se sempre no fundo do aquário e só se aproximando da superfície para capturar as presas oferecidas. Após a captura ou não das mesmas, retornavam ao fundo do aquário. Foi observado também que, se houvesse uma certa abundância de presas no fundo, a captura era efetuada neste local.

O hábito de distribuição gregária tem sido observado em várias espécies de peixes. ALLEE (*apud* ODUM, 1983), conduzindo experimentos com peixes de caráter gregário, concluiu que, quando estes animais estavam em grupo, conseguiam resistir muito melhor a uma determinada dose de veneno introduzida na água do que os indivíduos isolados. Foi observado que quando indivíduos isolados eram colocados na mesma água que havia sido ocupada antes pelo grupo de peixes, estes resistiam melhor ao veneno do que quando colocados em água sem o condicionamento biológico. Neste caso, o muco e outras secreções

produzidos pelo conjunto de peixes ajudavam a neutralizar o veneno, revelando assim o mecanismo da ação em conjunto. O comportamento gregário também pode estar relacionado aos processos reprodutivos, às mudanças meteorológicas sazonais ou diárias, e à resposta a diferentes locais e hábitat.

A distribuição gregária tem sido estudada no Pacu, principalmente em relação ao seu crescimento heterogêneo. PEREIRA DA SILVA (1990), desenvolveu um estudo detalhado sobre o crescimento heterogêneo de Pacu, concluindo que este fenômeno existe na espécie e é intensificado pela condição de grupamento. Existem animais dominantes sobre o grupo, sendo que estes ingerem, em média, mais alimentos que os submissos. Este tipo de comportamento influencia a biomassa, causando uma redução no crescimento médio do grupo. Muitos peixes não atingem o tamanho comercial.

Conhecendo-se o comportamento ecológico do Pacu e sua interação com os fenômenos limnológicos do viveiro, pode-se minimizar muitos dos fatores que interferem no crescimento e desenvolvimento dessa espécie.

3 - INFLUÊNCIA DO FLUXO CONTÍNUO DE ÁGUA NAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS DOS VIVEIROS

Nos viveiros, reservatórios artificiais, o funcionamento é regulado pelas variáveis físicas, químicas e biológicas. Além destes fatores, o fluxo de entrada e saída de água é também de fundamental importância na determinação das flutuações que ocorrem nas populações planctônicas e nas características abióticas do meio.

As irregularidades no regime hidrológico poderão acarretar uma taxa de renovação elevada e possibilitar diferentes formas de adaptação e habilidade na manutenção das

populações. De acordo com MARGALEF (1983), como consequência dessas irregularidades, a biomassa do zooplâncton tende a ser menor e de composição mais pobre nas represas, quando comparadas com os sistemas lacustres naturais.

Em represas, verificou-se que o sucesso de determinadas espécies pode estar relacionado com o fatores hidrodinâmicos tais como movimento da água, velocidade de corrente, vazão vertida ou turbinada. Na represa de Barra Bonita-SP, por exemplo, com o fechamento dos vertedouros ocorreu diminuição da comunidade fitoplanctônica. Esta diminuição foi atribuída ao "stress" fisiológico resultante da submissão das células a diferentes fluxos de correntes e turbulências, assim como à deficiência do fósforo que foi perdido em razão dos fluxos (ARANHA, 1991).

Dentre os fatores responsáveis pela adaptação das espécies nestes tipos de ambientes, o tempo de residência da água é seguramente um dos mais importantes por permitir a fixação de populações planctônicas com diferentes potenciais de reprodução (FONSECA, 1990), pois o tempo de residência curto propicia o desenvolvimento de espécies com rápida taxa de reprodução. No reservatório do Lobo em São Carlos, cujo tempo de retenção é de aproximadamente 20 dias, os rotíferos foram os grupos predominantes (MATSUMURA-TUNDISI & TUNDISI, 1976). No reservatório de Jacaré-Pepira, os rotíferos também predominaram, sendo que este aspecto foi relacionado com o tempo de retenção (CLARO, 1981). O tempo de residência longo possibilita a ocupação de espécies com característica de ambientes lênticos, como é o caso de Barra Bonita, cujo tempo de residência varia de 30 dias a 6 meses meses. Os principais componentes do plâncton nesta represa são os copépodos, principalmente os Cyclopoida (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1988).

Segundo FONSECA (*op. cit*) a variabilidade do tempo de residência e a vazão podem estar relacionados com as estratégias r-k dos organismos. O tempo de residência curto provavelmente possibilita bom desenvolvimento de grande número de organismos e células pequenas com alta taxa de reprodução (estrategistas r) enquanto que o tempo de residência longo possibilita o acúmulo de biomassa e o estabelecimento de populações mais estáveis e com células maiores, formando aglomerados (estrategistas k).

O sucesso de certas espécies zooplancônicas neste tipo de ambiente pode estar ainda associado à velocidade de natação, como foi observado por SANDER-DAVIS (1989, *apud* MATSUMURA-TUNDISI *et alli*, 1990) , possibilitando às espécies explorar ambientes que apresentam diferentes fluxos de água. Os rotíferos são os que melhor se adaptam às represas porque além da velocidade de natação, reproduzem-se em curtos períodos de tempo e não possuem uma alimentação especializada, desenvolvendo assim grandes populações transitórias, típicas de ambientes instáveis.

Segundo MATSUMURA-TUNDISI *et alli* (1990), sob o ponto de vista descrito acima, os reservatórios favorecem o desenvolvimento de espécies oportunistas, razão pela qual os rotíferos dominam sobre outros grupos zooplancônicos nesses ambientes. Em lagos fechados as condições estáveis permitem um melhor desenvolvimento de outros organismos e desfavorece as espécies oportunistas.

O fluxo horizontal é responsável pelo arrasto dos organismos para fora do sistema, principalmente daqueles que vivem na superfície, tais como as algas cianofíceas. Além disso, de acordo com a intensidade da vazão, muitas células se soltam, provocando quebras nas colônias. Esta pode ser uma via de escoamento do sistema para fora, diminuindo a disponibilidade e colaborando desta forma para a diminuição da produção primária

(GAVILÁN-Dias, 1991).

Os fatores físicos-químicos também são alterados de acordo com o tempo de residência da água nos reservatórios. O maior valor de condutividade e a maior variação sazonal do pH em Barra Bonita coincidiu com o maior tempo de residência (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, *apud* GAVILÁN-DÍAS, 1990), mostrando que as variações dos íons no meio também sofrem ação do fluxo de entrada e saída de água nestes ambientes.

Segundo BOYD (1982), comportamento semelhante ocorre em viveiros de piscicultura com relação aos nutrientes. O fluxo de entrada e saída de água quando intenso torna-se responsável pela remoção do excesso de nutrientes e outros materiais do viveiro. O maior benefício de se manipular adequadamente o fluxo de água está relacionado com a qualidade de água (LAWSON *et alli*, 1983), melhorando principalmente a concentração de oxigênio dissolvido, diluindo os produtos de excreção ou excessivas florações de algas e introduzindo novos organismos alimentares ao corpo d'água (ALLAN & MAGUIRE, 1993 *apud* SIPAÚBA-TAVARES & MORENO, 1993).

Sendo os viveiros corpos d'água de pequena profundidade, o fluxo contínuo de água, a ação do vento e a precipitação promovem freqüentemente uma circulação da água, transformando os viveiros em ecossistemas dinâmicos. Deste modo, algumas variáveis limnológicas tendem a flutuar ciclicamente ao longo do dia, resultando em balaço contínuo entre os processos fotossintéticos e respiratórios das comunidades aquáticas (SIPAÚBA-TAVARES *et alii*, 1994). Portanto, a qualidade da água, por ser um fator limitante desde a eclosão dos ovos até o processo de engorda dos peixes, necessita de um monitoramento criterioso. Assim, trabalhos focalizando o fluxo contínuo de água em viveiros de piscicultura poderá contribuir para aprimorar as técnicas de cultivo.

III - OBJETIVOS DESTE EXPERIMENTO

1. Avaliar a influência exercida pelo Pacu nas características limnológicas de um viveiro:

1.1 - Influência na qualidade da água;

1.2 - Influência na estrutura das comunidades planctônicas em termos de composição e produção de biomassa.

1.3 - Influência na produtividade primária do fitoplâncton.

2.- Avaliar a influência do fluxo contínuo de entrada e saída de água em viveiros:

2.1 - Influência na qualidade da água;

2.2 - Influência na estrutura das comunidades planctônicas em termos de composição e produção de biomassa.

2.3 - Influência na produtividade primária do fitoplâncton.

IV - MATERIAL E MÉTODOS

1 - LOCAL DE ESTUDO

O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa e Treinamento em Aquicultura-CEPTA, localizado em Pirassununga, SP, a 22° 02' de latitude Sul e 47° 30' de longitude Oeste, a margem do Rio Mogi-Guaçu, próximo à Cachoeira de Emas. O CEPTA ocupa uma área de 260 ha e possui instalações que comportam a administração, laboratórios, fábrica de ração, biblioteca, alojamento para estudantes e um conjunto de 112 viveiros destinados ao desenvolvimento de pesquisas em aquicultura. Dispõe ainda de duas represas, uma com 5 ha (represa Velha), fonte principal de suprimento de água para os viveiros, e outra com 3,5 ha.

2 - PREPARAÇÃO DOS VIVEIROS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dois viveiros escavados com 1% de declividade, cada um contendo uma área de 350 m², com profundidade máxima de 1,2 m, profundidade média de 95 cm e com volume de 277 m³. Os viveiros são de forma retangulares (4:1), com entrada e saída de água opostas longitudinalmente sendo que o abastecimento de água é feito de maneira individual, através de canaletas de concreto a céu aberto. Os taludes são recobertos por vegetação rasteira, com predominância de gramínea.

A parte experimental iniciou-se no dia cinco (05) de junho de 1991, após o esvaziamento dos viveiros. As coletas foram realizadas no período de 28 de junho a 12 de agosto de 1991, com periodicidade amostral de 3 vezes por semana, perfazendo um total de 20 amostragens. As coletas foram efetuadas sempre das 8:30 às 9:30 hs.

O experimento foi desenvolvido em duas fases distintas:

1ª Fase:

- 1) Esgotamento de água, do dia 05 ao dia 10 de junho;
- 2) Secagem ao sol por 03 dias;
- 3) Calagem (14 de junho) , utilizando-se o calcário dolomítico na ordem de 50 g/m²;
- 4) Início do abastecimento de água (15 de junho);
- 5) Adubação dos viveiros com 200g/m² de esterco bovino fresco;
- 6) Introdução dos alevinos de Pacu, numa densidade de 200g/m³, no viveiro C16 após o atingimento da profundidade máxima de 120 cm.
- 7) Adição diária de 1050 g de ração balanceada por volta das 15:00 horas.
- 8) Manutenção do fluxo contínuo de água nos dois viveiros atéo dia 12 de julho.

2ª Fase:

- 1) Interrupção do fluxo contínuo de entrada e saída de água (12/07), o qual foi mantido de forma descontínua, apenas para compensar as perdas por evaporação e infiltração, mantendo-se, assim, o volume inicial de 277 m³.
- 2) Adubação e calagem, no dia 12 de julho, com a mesma quantidade citada anteriormente.
- 3) As amostragens foram feitas no monge.

3. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

As amostras de água para as análises de nutrientes, pH, dureza, alcalinidade, material em suspensão e clorofila *a* foram coletadas com auxílio de garrafa de Van Dorn, to tipo horizontal (capacidade para 2,5 litros) a 0,5 m de profundidade.

Para análise quantitativa e qualitativa do plâncton as amostras foram coletadas em cinco níveis de profundidade, de 25 em 25 cm, utilizando também a garrafa de Van Dorn, sendo

que as amostras destes estratos foram misturadas e filtradas.

3.1 - Dureza

A dureza foi analisada pela metodologia descrita em BOYD (1982), que utiliza um agente complexante (EDTA), para formar o complexo MgEDTA e CaEDTA. O ponto final é obtido com a utilização de uma segunda solução complexante, o ERIO-CROMO NEGROT. A titulação estará terminada quando o ponto de virada for azul intenso.

3.2 - Condutividade

Para medir a condutividade da água usou-se o condutivímetro YSI modelo 33-SC T meter.

3.3 - pH e Alcalinidade

O pH foi determinado em laboratório, utilizando-se o medidor do tipo B278 da Micronal. A alcalinidade foi determinada pelo método descrito por BOYD (1982), utilizando HCl 2N. O método é baseado na quantidade de ácido requerida para titular bases em água, ou seja, o número de bases incluindo carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, silicatos, fosfatos, amônia e vários compostos orgânicos que ocorrem na água.

3.4 - Oxigênio dissolvido

Foi utilizado o método de WINKLER modificado por POMEROY & KIRSCHMAN (1978), utilizando azida sódica, como descrito por BOYD (1982).

3.5 - Temperatura

A temperatura da água foi medida com o auxílio de uma sonda, acoplada a um oxímetro da marca YSI modelo 57.

3.6 - Transparência

Esta variável foi determinada utilizando-se Disco de Secchi de 20 cm de diâmetro,

com quadrantes coloridos em preto e branco, de maneira alternada. O disco estava preso a uma corda de nylon graduada em centímetros e mergulhado na água do lado do monge até o seu desaparecimento total. A leitura é expressa em centímetros.

3.7 - Nutrientes

A água foi coletada com utilização de uma garrafa de Van Dorn, com capacidade de 2,5 l e transferida para frascos de vidro de cor âmbar. Em laboratório separou-se uma quantidade de 200ml da amostra sem filtrar, que foi acondicionada em saco plástico devidamente etiquetado, para análise posterior. Para a determinação da amônia, filtrou-se 100ml da amostra em filtro da marca klabin, com 15 cm de diâmetro. Para a determinação de fósforo inorgânico, fosfato total, nitrato, nitrito e silicato filtraram-se 500ml da amostra em filtro de fibra de vidro do tipo MILLIPORE AP15. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, próprios para "freezer" e congeladas a uma temperatura de aproximadamente -20°C , permanecendo assim até a data da análise no Laboratório de Limnologia do CENTRO DE RECURSOS HÍDRICOS E ECOLOGIA APLICADA-USP, São Carlos.

As análises de nutrientes foram determinadas segundo as seguintes metodologias:

Nitrito

As determinações seguiram o método proposto por MACKERETH et alii (1978). O método é baseado no fato de que, em meio fortemente ácido o nitrito (HNO_2) reage com a sulfanilamida para formar um composto diazonio. Este reage com bicloridrato-N-1-Naftil-etilenodiamina para formar um composto de coloração rósea, no qual foi medida a absorbância por leitura em espectrofotômetro a 543nm. As concentrações foram calculadas através da equação obtida a partir da curva padrão (absorbância x concentração de NO_2) pelo

método dos quadrados mínimos.

Nitrato

O nitrato é uma forma oxidada de nitrogênio. É um nutriente essencial para os seres autótrofos e, em alguns casos, pode ser um nutriente limitante ao crescimento do fitoplâncton. O método está baseado na redução do nitrato a nitrito, através do cádmio amalgamado (MACKERETH et alii, 1978). O nitrito já reduzido é complexado pela sulfanilamida N-1 naftil etilenodiamida. A concentração foi determinada através da leitura em espectrofotômetro num comprimento de onda de 543 nm, sendo que os cálculos foram efetuados através da equação obtida a partir da curva padrão (absorbâncias x concentrações de NO_3^-) pelo método dos quadrados mínimos.

Amônia

A amônia foi determinada segundo o método descrito por KOROLEFF(1976). O princípio do método está baseado na reação da amônia com o fenol e o hipoclorito de sódio, em solução alcalina, para formar uma solução de coloração azul. A reação é catalizada pelo nitroprussiato de sódio. A leitura foi feita em espectrofotômetro a comprimento de ondas de 630 nm. A concentração de amônia na amostra foi determinada através da equação obtida a partir da curva padrão (absorbância x concentração de amônia), pelo método dos quadrados mínimos.

Fósforo Total

O princípio do método é o seguinte: para permitir que os compostos nitrogenados sejam oxidados é necessário o emprego de um meio alcalino, para que o nitrogênio seja produzido num conteúdo quantificável. A oxidação dos compostos fosforados deve ser realizada em meio ácido. Numa oxidação simultânea, a reação inicia-se em pH 9,7 e termina

em pH 5,0 ou 6,0. Estas condições são obtidas através do sistema ácido bórico-hidróxido de sódio. À temperatura elevada (120°C em autoclave) forma-se um precipitado que é dissolvido quando a oxidação se completa. Os produtos obtidos sob o processo de oxidação de vários compostos nitrogenados dependem da forma da ligação nitrogenada. O tempo de digestão é de 30 minutos. A análise para fósforo total segue a mesma técnica descrita para fósforo inorgânico dissolvido (Valderrama, 1980).

Fosfato total dissolvido

O método empregado foi descrito por GOLTERMAN et alii (1978) e baseia-se no seguinte princípio: em soluções extremamente ácidas o ortofosfato poderá formar um complexo amarelo com íons de molibdato. Este pode então ser reduzido a um complexo de coloração azulada. O ácido ascórbico é usado como agente redutor. A coloração azul é estimulada pela adição de tartarato de antimônio e potássio. Para que ocorra a reação do molibdato com fósforo ligado às substâncias orgânicas e polifosfato, o complexo é levado à autoclave em temperatura de 130°C e 1 atmosfera de pressão, por 30 minutos. Nesta etapa o material contido na amostra é digerido em presença de persulfato de potássio. A absorbância foi lida em espectrofotômetro a comprimento de onda de 882 nm. O resultado da leitura foi confrontado com a curva padrão e a concentração obtida através do método dos quadrados mínimos.

Fosfato Inorgânico Dissolvido

O fosfato inorgânico (PO_4^{3-}), foi determinado segundo a metodologia descrita em GOLTERMAN et alii (1978), cujo princípio está baseado na acidificação da amostra. O fósforo reage com o molibdato para formar o ácido fosfórico, o qual é reduzido a um complexo de coloração azul. A leitura da amostra foi feita no espectrofotômetro a 882 nm.

As concentrações do fosfato inorgânico dissolvido foram obtidas pelo método dos quadrados mínimos.

Silicato Reativo

O silicato reativo foi determinado segundo a metodologia descrita em GOLTERMAN et alii (1978). O método baseia-se no princípio de que o silicato forma um complexo amarelo, com íons molibdatos, os quais podem a seguir serem reduzidos para um complexo azul, em pH baixo (em torno de 3 e 4). A absorbância foi lida em espectrofotômetro a 815 nm. Para o cálculo das concentrações foi aplicado o método dos quadrados mínimos.

3.8 - Material em suspensão

Em estudos limnológicos em viveiros de piscicultura, a medida do material em suspensão é muito importante, pois permite que se obtenham informações sobre a concentração de partículas orgânicas e inorgânicas, bem como sua distribuição no sistema aquático, além de contribuições alóctones que chegam ao viveiro através do fluxo de entrada da água de abastecimento.

Segundo TUNDISI (1977, apud BARBOSA, 1979), o material em suspensão além de servir como alimento, altera a qualidade óptica, influenciando o coeficiente vertical de luz. Pode também fornecer indicações sobre a estrutura térmica da massa de água.

O material em suspensão ou seston é constituído por uma fração de natureza orgânica e outra de natureza inorgânica. A técnica empregada neste trabalho para determinar a concentração do material em suspensão foi a gravimétrica (TEIXEIRA & KUTNER, 1962). Utilizou-se filtro MILLIPORE AP15 (de microfibras de vidro borossilicato, unidas a resina acrílica), previamente lavado em água destilada, levado à mufla em temperatura de 450°C

por 30 minutos, esfriado no dessecador e pesados para determinação do peso inicial (P_1). A amostra foi filtrada e levada à estufa em temperatura de 80°C por duas horas, sendo em seguida, levada ao dessecador para resfriamento e pesada, obtendo-se a quantidade total de material em suspensão (P_2).

Após a pesagem, o filtro foi levado à mufla para ser incinerado à temperatura de 450°C por 30 minutos, sendo novamente pesada (P_3). O material em suspensão (MS) foi determinado de acordo com a seguinte equação:

$$MS = 1000 \times \frac{(P_2 - P_1)}{v}$$

sendo v = Volume filtrado.

A fração orgânica foi obtida pela diferença de peso dos filtros secos em estufa (80°C) e incinerados na mufla a 450°C ($P_2 - P_3$).

4 - FATORES BIÓTICOS

4.1 - Produção primária do fitoplâncton

A análise da produção primária em viveiros de criação de peixes fornece uma variável importante sobre a dinâmica do viveiro e qualidade da água, facilitando o tipo de manejo a ser empregado durante a estação de larvicultura, reprodução e engorda.

Várias técnicas são descritas em literatura (WOLLENWEIDER, 1971; HALL & MOLL, 1975; ARNOLD, 1976; BOYD, 1981), que são eficazes na determinação da produção primária, porém neste trabalho, a técnica do oxigênio dissolvido através da incubação "in situ", usando os frascos claros e escuros foi a empregada durante todo o experimento. Este método permite, além da medida fotossintética, a medir a respiração da

comunidade incluindo o processo de decomposição.

Para cada viveiro foi empregado uma série de quatro frascos, que foram incubados em duas profundidades. Foram usados frascos de volume conhecido, do tipo pirex. Os frascos escuros de coloração âmbar foram envolvidos totalmente em papel alumínio.

A água foi coletada com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, do tipo horizontal com capacidade de 2,5 litros. As amostragens foram feitas na superfície e no fundo. Os frascos foram completamente preenchidos com água, deixando escorrer um pouco a água para evitar formação de bolhas e possível contaminação atmosférica. Os frascos foram incubados suspensos em suportes de aço. O tempo de incubação foi de 4 horas, tanto no período da manhã, como no da tarde. No período de cada incubação, um terceiro frasco foi coletado, fixado imediatamente e analisado segundo a técnica de WINKLER modificada, utilizando azida sódica. Esta amostra foi denominada de frasco de oxigênio inicial. Após o término do período de incubação a quantidade de O_2 dos frascos foi determinada.

Os cálculos da produção primária foram feitos usando-se as seguintes equações:

$$PPL = (LB - IB) \times 375,35$$

$$R = (IB - DB) \times 375,35$$

$$PPB = PL + R$$

Sendo;

PPL = produção primária líquida; R = respiração; PPB = produção primária bruta;

LB = frasco claro; IB = frasco inicial; DB = frasco escuro.

375,35 = fator de conversão do O_2 em C expressando a produção em $mg\ C/m^3$. O resultado final foi dado em $mg\ C/m^3/h$, dividindo-se o resultado obtido pelo tempo de incubação (4 horas)

4.2 - Clorofila a

A clorofila é um pigmento básico no processo da fotossíntese. É considerada uma variável que pode ser usada para estimar a quantidade de biomassa fitoplanctônica dos ecossistemas aquáticos e também um indicativo da produtividade primária.

Coletou-se o material com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, do tipo horizontal, com capacidade para 2,5 litros. A amostra foi filtrada a vácuo em aparelho de filtração do tipo Millipore, em filtros de fibra de vidro WATTMAN do tipo GF/C. No processo de filtração adicionou-se 0,1 ml de $MgCO_3$ (RAI, 1980). Os filtros foram dobrados, envelopados, estocados em câmara escura com sílica gel e congelados, até o momento do processo de extração da clorofila a.

A extração da clorofila a foi feita utilizando etanol 90% a quente (80° C), no laboratório do Centro de Recursos Hídrico e Ecologia Aplicada-USP.

A absorbância das amostras foi determinada no espectrofotômetro nos comprimentos de onda 663 nm e 750 nm. A equação utilizada para a realização dos cálculos é a descrita por GOLTERMAN & CLYMO (1969):

$$gPl/l = U_{E663}^{1cm} \times \frac{1000}{K} \times \frac{vol. extraído (ml)}{vol. filtrado (l)}, \quad \text{onde:}$$

K = coeficiente de extinção da luz = 89;

1000 = fator de correção de alíquota para litros;

Vol. extraído = 10 ml.

$$U_{E663}^{1cm} = \frac{U_{E663} - U_{E750}}{\text{caminho Óptico}}, \quad \text{onde:}$$

U_{E663} = Leitura da absorbância em 663 nm;

U_{E750} = Leitura da absorbância em 750 nm;

Caminho óptico = 1 cm.

O objetivo da leitura a 750 nm é fornecer uma estimativa da turbidez da água, que pode falsear o resultado dos pigmentos totais.

4.3 - Fitoplâncton

As amostras foram coletadas junto ao monge, com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, com capacidade para 2.5 litros. As amostragens foram feitas de acordo com as recomendações do STANDARD METHODS (1971). Foram coletadas segundo estratos de profundidade (25 cm), 5 garrafas de água, que foram concentradas através da filtração em rede com 20 μ m de abertura de malha. As amostras foram preservadas em solução de formalina neutra a 4% de concentração.

4.3a - Identificação

A identificação foi feita com base nas seguintes literaturas: BICUDO & BICUDO (1971); BOURRELLY (1968), BOURRELLY (1970); BOURRELLY (1972); HINO & TUNDISI(1984); PARRA et alii (1982), HUSTEDT (1930); PATRICK & REIMER (1966); VAN HEURCK (1883); VANLADINGHAN (1969); WHITFORD & SHUMACHER (1973); PRESCOT et alii (1977, 1981, 1982); CROASDALE et alii (1983); DA SILVA & TORGAN (1981); TORGAN (1981); DA COSTA & TORGAN (1991); UNGARETTI (1981); SANT' ANNA et alii (1989).

4.4b - Análise Quantitativa

A contagem do fitoplâncton foi feita em câmara de Sedgwick/Rafter. Foi utilizado o microscópio Óptico comum Olympus. Toda a análise quantitativa foi feita no Laboratório

de limnologia, do Departamento de Floresta e vida Selvagem da Universidade do Nebraska-USA.

Para efeito de contagem, tomou-se a amostra e retirou-se uma subamostra de 1 ml, que foi diluída com água destilada em balão volumétrico, com capacidade de 10 ml. A amostra foi bem homogeneizada, retirando-se a seguir 1 ml, que foi colocada na câmara. A amostra permaneceu por 30 minutos em repouso antes da contagem, esperando-se desta forma o processo de sedimentação. A contagem foi feita em objetiva de 20 x. Foram contados de 28 a 100 campos, de acordo com a concentração do plâncton na mesma.

A contagem foi feita no sentido diagonal, contando-se sempre 2 campos horizontais e 2 verticais, até a obtenção do número pretendido de campos. A densidade de organismos por litro de água do viveiro, foi obtida de acordo com a seguinte equação:

$$N^{\circ} \text{ org./ml} = \frac{C \times 1000 \text{ mm}^3}{A \times D \times F}, \quad \text{onde:}$$

C = Número de organismos contados na amostra;

A = Área do campo;

D = Profundidade do campo;

F = Número de campos contados;

1000mm^2 = Área total da câmara de Sedgwick-Rafter;

1mm = Profundidade da Câmara de Sedgwick-Rafter;

1000mm^3 = 1 ml = Volume total da câmara.

O volume de organismos por litro de água do viveiro, foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$N^{\circ} \text{ de organismos /l de água do viveiro} = \frac{N^{\circ}/\text{ml} \times 1000}{\text{Fator de concentração}}$$

O fator de concentração foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Fator de Concentração} = \frac{\text{Volume de água filtrada (ml)}}{\text{Volume da amostra concentrada (ml)}}$$

4.4 - Zooplâncton

As amostras de zooplâncton foram coletadas em diferentes estratos de profundidade (a cada 25 cm) com o auxílio da garrafa de Van Dorn (2.5 litros de capacidade). Foram coletadas 5 garrafas de água, concentradas em rede de 37 µm de abertura de malha e fixadas com formalina neutra a 4%.

4.4a - Análise qualitativa

O zooplâncton foi identificado sob microscópio óptico da marca Wild e sob o estereomicroscópio Zeiss. Foram utilizadas as seguintes bibliografias: EDMONDSON (1959); PENNAK (1953); KOSTE (1978, a e b), MATSUMURA-TUNDISI (1983); REID (1985); ROCHA & MATSUMURA-TUNDISI (1986), SMIRNOV (1974); MATOX (1954); MIRINCEEK & PETROV (1991); SMITH & FERNANDO (1980); WRIGHT (1936); WRIGHT (1937); MONTÚ & GOEDEN (1986).

4.4b - Análise quantitativa

A contagem do número de organismos do zooplâncton foi feita com o auxílio de uma câmara de contagem de acrílico, com campos quadrados, sob o estereomicroscópio. O número de organismos por litro de água foi calculado da seguinte forma:

$$N^{\circ} \text{ Org./litro} = \frac{N \times V}{vI}, \quad \text{onde:}$$

N = número de organismos contados da amostra;

V = volume de água amostrada, filtrada na rede;

v1 = volume da subamostra.

4.5 - Conteúdo estomacal

Esta análise foi feita, com o objetivo de se obterem informações adicionais sobre o comportamento alimentar dessa espécie em viveiros de criação intensiva.

Com o auxílio de uma rede de arrasto, foram coletados aleatoriamente, 33 exemplares de Pacu. Cada exemplar foi medido e pesado, anestesiados com éter sulfúrico e a seguir sacrificados.

Para análise do conteúdo estomacal, efetuou-se primeiramente um corte longitudinal na parte ventral do abdomen do animal. As vísceras foram retiradas, lavadas com água destilada e colocadas em uma placa de Petri. O estômago foi separado das vísceras, através de uma incisão na porção inferior do esôfago e outra na região do duodeno. Ambas as extremidades foram amarradas com uma linha de nylon, evitando-se perdas do material ingerido. O órgão foi pesado e fixado em formalina a 4%.

Posteriormente o estômago foi retirado do frasco e transferido para uma placa de Petri previamente forrada com um papel de filtro comum, da marca Klabim, drenando o excesso de água por 60 minutos. O estômago foi seccionado longitudinalmente, no sentido da grande curvatura do mesmo. Com o auxílio de duas pinças o tecido estomacal foi removido (apenas a parte que estava voltada para cima) obtendo-se com esse procedimento o grau de repleição e a disposição dos alimentos no interior do estômago.

Todo o conteúdo foi transferido para uma proveta com capacidade de 25ml e o volume foi anotado. As paredes do tecido estomacal foram lavadas com jatos de água destilada. A água de lavagem foi completada para um volume conhecido e transferida para a proveta. O conteúdo foi homogeneizado, através da agitação da proveta. O material permaneceu 4 horas em repouso para que ocorresse a sedimentação e quando a água acima do sedimento estava totalmente clara e transparente, foi feita a leitura do volume da água

clara. O volume do conteúdo estomacal é igual ao volume de água deslocado na proveta. Foi colhida uma subamostra de 1ml do material bem homogeneizado, diluído com água destilada em balão volumétrico com capacidade para 10 ml. Foi feita uma contagem dos organismos com o auxílio da câmara de Sedwick-Rafter e de um microscópio óptico comum, da marca Olympus. Os cálculos para a determinação do número de organismos por mililitro, foi o mesmo descrito na análise quantitativa do fitoplâncton. Os macroorganismos foram contados em câmara quadrada de acrílico, com fundo quadriculado. Utilizou-se um esteriomicroscópio da marca Zeiss. O cálculo do número de organismo por mililitro seguiu-se o mesmo método descrito para a análise quantitativa do zooplâncton.

Foram usados três métodos de análise, para a interpretação dos dados:

- a) método subjetivo, o qual consiste em estimar o grau de repleção do estômago. em que foram atribuídos os seguintes valores para classificação: 1 - para estômago 1/4 cheio; 2 - para o estômago 1/2 cheio; 3 - para o estômago 3/4 cheio; 4 - para o estômago cheio e 5 - para o estômago cheio e dilatado.
- b) método volumétrico, que consiste em medir o volume total dos itens alimentares ingeridos e o volume dos itens alimentares de grande volume, tais como pedras, pedaços de grama, de folhas e de pau, que se tornaram impróprios ao método numérico.
- c) método numérico, que consiste na contagem dos organismos encontrados, os quais foram agrupados segundo a categoria alimentar.

A metodologia descrita acima, foi baseada nos trabalhos de HYSLOP (1980); FROST (1977 apud FREGADOLLI, 1990); HELLAWELL & ABEL (1971); OPUSZYNSKI et alii (1991).

5. - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram submetidos a análises descritiva e gráfica. Os viveiros foram comparados entre si, pelo teste não paramétrico "U" de Mann-Whitney (SIEGEL, 1956), para cada variável. O nível de significância adotado foi de 5%.

V - RESULTADOS

Os resultados foram relacionados de acordo com o fluxo contínuo de entrada e saída de água dos viveiros. Durante a primeira etapa do experimento o fluxo de entrada e saída de água ocorreu de forma contínua, com uma vazão de 60l/m (28 de junho até o dia 12 de julho). Durante a segunda fase o fluxo foi interrompido, com reposição apenas para manter o nível de água (12 de julho a 12 de agosto)

1 - Variáveis Físicas e Químicas da Água

1.1 - Dureza

A dureza da água (Tabela 1) foi baixa na primeira etapa do experimento, variando de 4 a 7 mg/l no viveiro controle e de 4 a 10 mg/l no viveiro com Pacu.

Como resposta ao fechamento do fluxo, à calagem e adubação, observou-se cinco dias após esse manejo um aumento da dureza da água em ambos os viveiros.

O valor máximo atingido pela dureza no viveiro controle foi de 24 mg/l e no com Pacu 25 mg/l.

1.2 - Material em Suspensão

Analisando-se o material em suspensão (Tabela 1), na primeira fase do experimento, nota-se que seus valores são mais elevados no viveiro controle do que no com Pacu. O menor valor amostrado nesta fase foi obtido no viveiro com Pacu (2,5 mg/l) no dia 5 de julho.

Na segunda fase do experimento, os valores do material em suspensão (Figura 1) oscilaram muito em ambos os viveiros. O maior valor obtido ocorreu cinco dias após o manejo. Este aumento pode estar relacionado às partículas de calcário e esterco bovino aspergido na coluna d'água.

Figura 1 - Concentração do Material em suspensão (mg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

1.3 - pH

Os viveiros controle e com Pacu apresentaram pH ácido (Tabela 1), com valores variando entre 5,3 e 6,3 durante o período experimental. Embora os viveiros tenham sofrido um processo de calagem (calcário dolomítico), não se observaram valores de pH próximo ao pH básico. Deve-se no entanto, considerar o fato de que havia um fluxo de entrada e saída de água no viveiro.

No dia 12 de julho efetuou-se uma nova calagem, concomitante a uma readubação e interrupção do fluxo contínuo de entrada e saída de água. A partir desta data até 7 de agosto os valores oscilaram. Não foi observado qualquer pico acentuado para o pH. As oscilações foram de pequena amplitude, sendo que no viveiro com Pacu, os valores situaram-se entre 5,1 e 6,5 (Figura 2)

Da mesma forma que no viveiro controle o viveiro com Pacu, tanto na primeira quanto na segunda fase do experimento, não foi obtido nenhum valor de pH próximo ao básico. O valor máximo tendeu para o neutro (6,5) e a média foi igual a 5,9.

Figura 2 - Distribuição do pH nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

1.4 - Alcalinidade Total

No viveiro controle, a alcalinidade total (Tabela 2) oscilou entre 5 e 10 meq/l na primeira etapa do trabalho. O menor valor amostrado (5 meq/l) em todo o experimento, também foi nesta fase.

Os procedimentos de readubação, calagem e manipulação da entrada e saída de água no viveiro controle, determinaram uma mudança relevante da alcalinidade total. Como pode ser observado na figura 3, os valores amostrados no dia 19 de julho (18 meq/l) aumentaram. Contudo, foram observadas oscilações a partir de 26 de julho.

No viveiro com Pacu, a alcalinidade total (figura 3) também variou entre 5 e 10 meq/l na primeira fase do experimento. Os valores permaneceram baixos até o dia 12 de julho, quando voltaram a subir. A média da alcalinidade nesta primeira fase foi igual a 6,8 meq/l, ou seja, 0,4 meq/l a mais que a do viveiro controle nesta mesma fase.

Na segunda fase, a alcalinidade foi mais elevada que na fase anterior. A média da alcalinidade no viveiro com Pacu (22,07 meq/l) foi ligeiramente superior a do viveiro controle (21,15 meq/l). O pico máximo foi 29 meq/l, tendo sido amostrado para ambos os viveiros no último dia do experimento.

FIG. 3 - Alcalinidade Total (meq/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

1.5 - Temperatura da Água

A temperatura da água em ambos os viveiros (Tabela 3) variou de 16,2°C a 21°C. Como o experimento foi desenvolvido durante o inverno, as menores temperaturas foram registradas durante o mês de julho. A média esteve em torno de 18,6°C. O menor valor de temperatura foi medido no dia 3 de julho e o maior no dia 12 de agosto.

1.6 - Transparência e Coeficiente de Extinção da Luz.

As medidas de transparência (Tabela 3) variaram de 80cm a 100cm no viveiro controle e de 50 a 100cm no viveiro com Pacu.

Na primeira fase do experimento a média de transparência foi de 91cm e 93cm respectivamente. No viveiro controle, a primeira medida tomada nesta fase foi a mínima. No segundo dia de amostragem verificou-se um aumento de 10cm na transparência. Nas terceira e quarta amostragens os valores permaneceram constantes em 100cm. Entre as quinta e a oitava amostragens, os valores foram oscilantes.

O coeficiente vertical médio, nesta primeira fase, foi igual a 1,9 em ambos os viveiros, revelando uma água levemente turbida. Apenas nos dias 28 de junho, 8 e 12 de julho a água foi considerada turbida.

Na segunda fase do experimento, em ambos os viveiros, os valores de transparência

foram, em média, igual a 100cm, embora no viveiro com Pacu tenham sido detectadas transparências iguais a 50cm no dia 17 de julho e de 80cm no dia 19 de julho. Nesta fase a média do coeficiente de extinção da luz foi igual a 1,7 nos dois viveiros, o que também possibilita classificar a água nesta fase como levemente turbida.

No viveiro controle, a quantidade média de luz que chegou no fundo do viveiro, foi de 122 e 134 lux respectivamente para as duas fases. No viveiro com Pacu, os valores foram semelhantes aos do viveiro controle, na primeira fase (média de 123 lux). Na segunda fase, a média foi um pouco mais alta (127 lux), tendo sido obtida uma medida de 67,5 lux no dia de 17 de julho.

1.7 - Condutividade Elétrica

Os valores da condutividade elétrica (Tabela 3) da água foram, de modo geral, baixos na primeira etapa do trabalho nos dois viveiros (10 μ S/cm, do dia 28 de junho ao dia 12 de julho). Os valores aumentaram gradativamente na segunda fase, até atingir 55 μ S/cm no dia 24 de julho. O maior valor medido foi 57 μ S/cm, obtido no dia 12 de agosto, última medição.

1.8 - Oxigênio Dissolvido (OD)

Os dados relativos à concentração de oxigênio dissolvido são apresentados na Tabela 4 e a Figura 4 mostra as oscilações ocorridas ao longo do tempo em ambos os viveiros. Como pode ser observado nesta figura, as concentrações de oxigênio dissolvido tanto no viveiro controle quanto no com Pacu foram relativamente altas na primeira fase do experimento. As oscilações dos dados obtidos para as concentrações foram semelhantes em ambos os viveiros tanto na superfície como no fundo. A média geral obtida nesta primeira fase foi aproximadamente 7,3mgO₂/l.

Como resposta imediata ao fechamento do fluxo os valores das concentrações decresceram até atingir os valores mínimos. No viveiro com Pacu a concentração mínima foi obtida no fundo do viveiro no período da manhã (1,24mg/l) enquanto que no viveiro

controle os mínimos foram obtidos na superfície e no fundo no período da tarde (3,56mg/l).

A queda das concentrações de oxigênio dissolvido estão provavelmente relacionadas ao fluxo contínuo de água no viveiro o qual permite a renovação da mesma no sistema. Ao renovar a água, grande parte da matéria orgânica morta em decomposição na coluna é removida diminuindo os processos metabólicos responsáveis pelo consumo de oxigênio dissolvido.

Os processos metabólicos que poderiam estar contribuindo para este declínio nas concentrações foram: mortalidade de peixes na semana anterior, decomposição de ração não consumida pelos peixes, mineralização do esterco bovino fresco que foi adicionado como fertilizante e morte dos organismos vivos que ocupam os diversos compartimentos do viveiro.

Após a ocorrência dos picos mínimos, os valores voltaram a subir de forma gradativa em ambos os viveiros.

Comparando-se os dois viveiros, observa-se que as concentrações no viveiro com Pacu foram inferiores as obtidas no viveiro controle.

Figura 4 - Oxigênio Dissolvido ($\text{mg O}_2/\text{l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle) de acordo com o período de coleta e com a profundidade
S = Superfície
F = Fundo

1.9 - Nutrientes

Os valores obtidos para fósforo total, fosfato dissolvido e fosfato inorgânico são apresentados na Tabela 2, enquanto que os valores de nitrato, nitrito, amônia e silicato estão

na Tabela 5.

Fósforo total (PO_4 total)

Conforme pode ser observado na figura 5, a amplitude das concentrações de fósforo total foram de 86 $\mu\text{g/l}$ a 2,97 $\mu\text{g/l}$ no viveiro controle e de 112,82 $\mu\text{g/l}$ e 384,04 $\mu\text{g/l}$ no viveiro com Pacu. As variações não mostraram contudo, um padrão homogêneo. A primeira amostragem forneceu um valor de 143 $\mu\text{g/l}$ no viveiro controle e de 153 $\mu\text{g/l}$ no viveiro com peixe. Nas três amostragens seguintes, ocorreu uma diminuição, voltando a subir a partir do sétimo dia de experimento.

Coincidindo com a calagem, a adubação e a interrupção do fluxo contínuo de entrada e saída de água, no dia 12 de julho foi observado um aumento abrupto nas concentrações, atingindo o pico máximo de 297 $\mu\text{g/l}$ e 384,04 $\mu\text{g/l}$, respectivamente para os viveiros C18 e C16, no dia 17 de julho.

Seguindo-se ao pico, observa-se uma nova tendência de queda. Neste período, os

Figura 5 - Concentração de fósforo total ($\mu\text{g/l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

valores mínimos encontrados foram de 166 $\mu\text{g/l}$ e 173 $\mu\text{g/l}$, ou seja, 23 $\mu\text{g/l}$ acima da concentração do primeiro dia de experimento e superior à concentração mínima verificada na primeira fase (28 de junho a 12 de julho). O valor mínimo da segunda fase foi obtido no último dia do experimento (12 de agosto).

As concentrações de PO_4 total obtidas no viveiro com Pacu foram superiores, as obtidas para o viveiro controle. O valor de pico encontrado no viveiro controle foi inferior cerca de $87,04\mu\text{g/l}$, uma quantidade considerável, principalmente porque ela ainda é superior em pelo menos $1,04\mu\text{g/l}$ à mínima encontrada para todo o período experimental no viveiro controle. Em geral as concentrações obtidas no viveiro com Pacu foram superiores, as encontradas no viveiro controle.

O PO_4 total está correlacionado positivamente com a dureza (0,56), alcalinidade (0,60) e com o pH (0,44). Isto quer dizer que o aumento da disponibilidade de fósforo total na coluna d'água depende também da quantidade de íons carbonatos que estão dissolvidos na água, bem como teor de bases dissolvidas.

Fosfato Dissolvido

As concentrações de fosfato dissolvido no viveiro controle (figura 6) permaneceram

Figura 6 - Concentração de fosfato dissolvido ($\mu\text{g/l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

praticamente constante na primeira fase do experimento. As maiores concentrações obtidas foram de $15,45\mu\text{g/l}$ (C18) e $22,29\mu\text{g/l}$ (C16) as menores $6,97\mu\text{g/l}$ (C18) e $10,23\mu\text{g/l}$ (C16).

Na segunda fase (a partir de 12 de julho) ocorreu um aumento abrupto a partir do quinto dia do manejo, seguindo-se uma queda gradual com pequenas oscilações nas últimas amostragens. As concentrações de fosfato dissolvido no viveiro com Pacu são bem superiores

às do viveiro controle.

Fosfato Inorgânico

O fosfato inorgânico pode ser encontrado nos ambiente aquáticos, em sua maior quantidade sob a forma de ortofosfato (PO_4^{3-}), em menores quantidades sob as formas de HPO_4^{2-} e H_2PO_4^- . É também um componente fracionário do PO_4 total. As concentrações obtidas nos viveiros com Pacu e controle estão representadas na figura 7.

A maior concentração no viveiro controle (122,63 $\mu\text{g/l}$) ocorreu no dia 19 de junho, aproximadamente uma semana após o início da segunda fase. O menor valor observado, ocorreu no dia 10 de julho, quando ainda havia um fluxo contínuo de entrada e saída de água do viveiro. No viveiro com Pacu, a maior concentração (137,71 $\mu\text{g/l}$) ocorreu no dia 17 de julho, 7 dias após o manejo. O manejo influenciou visivelmente as concentrações do nutriente que foram ainda mais elevadas no viveiro com Pacu. A vazão contínua de água para fora do viveiro arrasta consigo os nutrientes.

Figura 7 - Concentração de fosfato inorgânico ($\mu\text{g/l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

Nitrato

Os valores das concentrações de nitrato para os dois viveiros podem ser observados na figura 8. Na primeira etapa do experimento, os valores foram mais elevados no viveiro

controle que no com Pacu. Na segunda fase, as concentrações aumentaram após a adubação e a calagem. As concentrações mais elevadas para ambos os viveiros, foram

Figura 8 - Concentração de nitrato ($\mu\text{g/l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

atingidas somente no dia 2 de agosto no viveiro com Pacu e no dia 7 de agosto no viveiro controle. Os valores altos dessa variável em agosto podem estar relacionados ao lento processo de mineralização dos organismos, fazendo com que o retorno do nitrogênio ao ambiente seja mais demorado. Os valores máximos foram respectivamente 102,6 $\mu\text{g/l}$ no viveiro controle e 108,4 no viveiro com Pacu.

Nitrito

As oscilações de nitrito estão representadas na figura 9. Houve uma oscilação dos dados muito maior no viveiro com Pacu do que no controle. Ambos os viveiros mostraram uma tendência de aumento ao longo do tempo. Os valores máximos das concentrações foram atingidos na segunda etapa do experimento. O viveiro com Pacu respondeu imediatamente ao manejo empregado e o valor máximo obtido foi de 6,81 $\mu\text{g/l}$ enquanto que no controle o máximo foi 6,33 $\mu\text{g/l}$.

Amônia

A figura 10 mostra as variações nas concentrações de amônia durante o período experimental. A maior concentração do viveiro controle (161,3 μ g/l) ocorreu no dia 22 de julho. A menor (81,55 μ g/l), no dia 2 de agosto. Durante a primeira etapa do experimento,

Figura 9 - Concentração de nitrito (μ g/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

o menor valor amostrado foi 106,4 μ g/l. Embora tenham ocorrido oscilações na concentração deste íon nesta primeira fase, não se observou uma inclinação muito acentuada na curva. Houve um ligeiro aumento na segunda amostragem, seguido de queda nas amostragens seguintes. O valor máximo obtido nesta fase foi 158,04 μ g/l, obtido no dia 8 de julho.

Na segunda fase, as concentrações também oscilaram. O padrão de amônia difere no entanto, das frações fosforadas, uma vez que estas últimas apresentaram seus valores máximos no início da segunda fase do experimento. O viveiro com Pacu apresentou concentrações elevadas (pico de 222,1 μ g/l), com uma média de concentração 21,1 μ g/l maior que no viveiro controle, demonstrando a influência do Pacu na concentração da amônia.

Figura 10 - Concentração de amônia ($\mu\text{g/l}$) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

Silicato reativo

Durante toda a amostragem foi observado uma variação irregular na concentração de silicato reativo, as quais, na primeira etapa, após o manejo, houve um aumento em ambos os viveiros. Os valores máximos foram 2,92 mg/l no viveiro com Pacu e 2,81 no controle. Os mínimos foram 1,32 e 0,96 respectivamente, nos viveiros com Pacu e controle.

Figura 11 - Concentração de silicato reativo (mg/l) nos viveiros C16 (com Pacu) e C18 (controle)

2 - Variáveis Biológicas

2.1 - Clorofila a

A figura 12 apresenta os valores de clorofila a ao longo do experimento nos viveiros. Pode-se observar que, na primeira etapa do experimento, os valores de clorofila a oscilaram de 6,5 a 14,6mg/l no viveiro controle. Estas oscilações apresentaram um comportamento semelhante ao dos nutrientes, isto é, a primeira amostragem apresentou um número elevado (13,5mg/l), que diminuiu na amostragem seguinte (11,23mg/l), tendo sido observado um novo aumento na terceira amostragem (14,6mg/l). Observou-se porém, uma tendência de queda, nas amostragens seguintes. No dia 5 de julho a concentração caiu para 6,5mg/l, aumentando ligeiramente no dia 8 de julho (9,8mg/l) e diminuiu novamente.

Na segunda etapa do experimento, houve um aumento da clorofila a. Após a readubação e recalagem do viveiro e fechamento da saída de água não houve perda do suprimento de nutrientes. Isto, talvez tenha influenciado diretamente o aumento da concentração de clorofila a na primeira semana que se seguiu ao referido manejo. Contudo, as oscilações foram muito grandes.

Comparando-se a clorofila a com os nutrientes nitrogenados, observa-se que o padrão gráfico obtido pelos nitrogenados difere significativamente. O nitrito apresentou sua maior concentração na última amostragem; nitrato, no antepenúltimo dia, mas ambos mostraram picos de concentração no final do experimento. A amônia seguiu o mesmo padrão apresentado pelos outros nutrientes. O maior valor de clorofila a foi observado no dia 15 de julho e os maiores valores dos nutrientes fosforados foram observados próximos a esta data.

A clorofila a e o oxigênio dissolvido mostraram correlação positiva (0,44), indicando que o aumento de clorofila a no viveiro promove também um aumento do OD. Os nutrientes: fósforo total, fósforo inorgânico, fosfato dissolvido, nitrato, nitrito e silicato dissolvido estão correlacionados negativamente com a clorofila a. Os valores da correlação foram: -0,25 (PO_4 total); -0,42 (fósforo inorgânico); -0,47(fosfato dissolvido); -0,42 (nitrato); -0,61(nitrito); -0,02 (silicato reativo), ou seja, o aumento da clorofila a no

Figura 12 - Concentração de clorofila a nos viveiros com Pacu (azul) e controle (vermelho)

viveiro controle implica em diminuição da concentração de nutrientes.

Para o viveiro com pacu, observa-se na primeira fase do experimento que as concentrações de clorofila a, iniciaram-se medindo 14,51mg/l no dia 26 de junho. No dia 02 de julho este valor aumentou, atingindo um pico de 20,44mg/l. Nas amostragens seguintes, as concentrações diminuíram gradativamente. O menor valor amostrado nesta fase foi 9,5mg/l no dia 8 de julho. A média das concentrações nesta fase foi 14,42mg/l. Houve um aumento a partir do dia 12 de julho sendo que a maior concentração (47,83mg/l) foi obtida no dia 17. Após a ocorrência deste pico, houve tendência de queda até o dia 26, data em que se obteve a menor concentração da segunda fase (1,83mg/l). Nas amostragens houve muita oscilação. Em média, as concentrações amostradas na segunda fase foram menores que as amostradas na primeira fase (14,4mg/l e 10,3mg/l, respectivamente para o viveiro com Pacu e controle). A média do viveiro controle (5,7mg/l) foi bem menor que a do viveiro com Pacu (10,4 mg/l), nesta segunda fase.

2.2 - Produção Primária Bruta do Fitoplâncton (PPB)

A produção primária bruta do fitoplâncton oscilou muito ao longo do tempo em ambos os viveiros. Observando a figura 13a nota-se que no viveiro com Pacu houve poucas diferenças das concentrações produzidas tanto na superfície quanto a 0,8m de profundidade; enquanto que no viveiro controle não ocorreu nenhuma diferença entre as duas profundidades. A intensidade luminosa distribuída ao longo da coluna d'água, pode ter contribuído para que houvesse essa uniformidade na produção do fitoplâncton em ambas as profundidades. A pouca profundidade dos viveiros permitiu que os raios solares atingisse desde a superfície até o fundo, tendo ocorrido pouca atenuação da luminosidade em todo o corpo d'água

O fluxo contínuo de entrada e saída de água dos viveiros provavelmente influenciou a produção fitoplanctônica. O fluxo de água interrompido permitiu uma maior concentração de nutrientes na coluna d'água que foi prontamente utilizada pelas algas na fotossíntese. O pico máximo de produção foi obtido no viveiro com Pacu no período da tarde (385,15mgC/m³/h); após a ocorrência deste pico as concentrações diminuíram.

As médias das concentrações, no período da manhã, na superfície e no fundo do viveiro com Pacu foram respectivamente 97,42mgC/m³/h e 72,22mgC/m³/h. No período da tarde ocorreu uma inversão 66,26mgC/m³/h na superfície e 80,72mgC/m³/h no fundo. A intensidade luminosa pode estar inibindo a fotossíntese na superfície, pois a quantidade de radiação que chega na superfície é muito alta e funciona como um fator limitante à produção fitoplanctônica. Já no fundo do viveiro, a radiação que chega é menor porque ocorre a atenuação da mesma pelo material em suspensão na coluna d'água.

No período da tarde, os valores foram em média mais elevados do que de manhã, o que pode estar relacionado à taxa de consumo do próprio fitoplâncton à noite, pois durante o período noturno estes consomem parte da matéria orgânica produzida no período diurno para a sua própria manutenção metabólica. No período da tarde sintetizam o excedente.

Figura 13a - Produção Primária Bruta ($\text{mgC/m}^3/\text{h}$) nos viveiros de acordo com o período do dia e com a profundidade da coleta (S = Superfície, F = 0,80 m).

A taxa de consumo, atribuída principalmente à respiração do fitoplâncton (figura 13b), também mostrou poucas diferenças entre a superfície e o fundo dos viveiros tanto no período da manhã quanto no período da tarde.

O viveiro com Pacu apresentou uma média de consumo um pouco mais elevada no período da manhã do que no da tarde. As médias foram respectivamente $32,27\text{mgC/m}^3/\text{h}$ e $24,7\text{C/m}^3/\text{h}$ de manhã e à tarde.

As maiores taxas de consumo ocorreram entre os dias 08 e 19 de julho, sendo que neste período também foram obtidas as maiores concentrações de clorofila a em ambos os viveiros, sendo este, o período de maior produtividade do fitoplâncton.

Figura 13b - Respiração (mg/m³/h) nos viveiro de acordo com o período do dia e, com a profundidade da coleta (S = Superfície, F = Fundo).

3 - Comunidade do fitoplâncton

3.1 - Análise qualitativa e quantitativa

A composição fitoplânctônica em ambos os viveiros foram semelhantes, diferindo um viveiro do outro apenas em relação à quantidade de células encontradas. A tabela 7 apresenta todos os taxa que foram identificados nas amostras de ambos os viveiros enquanto que as tabelas 8 e 10 mostram a densidade em número de organismos por litro de água do viveiro.

Durante todo o experimento a divisão Chlorophyta predominou tanto em riqueza de espécies quanto em concentração de organismos na amostra. As espécies mais frequentes foram *Staurostrum gracile*, *St. paradoxum*, *St. smithii*, *Spondilosium planum*, *Gloeocystis vesiculosa* e *Sphaerocystis sp.* A espécie *St. gracile* apresentou uma frequência relativa de

95% nas amostras analisadas em ambos os viveiros e, conforme foi registrado na tabela 9, a espécie foi dominante na primeira fase do experimento.

A figura 14 mostra a variação da densidade da *St. gracile* durante o período

Figura 14 - Distribuição temporal das densidades da espécie *Staurastrum gracile* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

experimental no viveiro controle e com Pacu. Observa-se a presença desta espécie somente na primeira fase do experimento, cujo máximo de densidade foi atingido no dia 5 de julho em ambos os viveiros. Após o manejo, a espécie foi observada apenas em quantidade insignificante.

As espécies *Staurastrum paradoxum* e *St. smithii* (Figura 15), embora com densidades bem menores, apresentaram frequência de 74% nas amostras analisadas. Dentre estas, *Staurastrum paradoxum* foi muito abundante (Tabela 9) no início do experimento. Após o manejo sua presença foi rara. *Staurastrum Smithii* apresentou uma baixa abundância relativa, sendo que ambas as espécies foram mais frequentes no viveiro controle.

Spondylosium planum (Figura 16) apresentou frequência de ocorrência de 68% nas amostras analisadas, tendo sido rara a sua presença no início do experimento, a qual aumentou sua densidade consideravelmente após o manejo. No entanto, na última semana do experimento sua concentração foi insignificante.

Figura 15 - Distribuição temporal das densidades das espécies *Staurastrum paradoxum* e *Staurastrum smithii* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

Figura 16 - Distribuição temporal das densidades da espécie *Spondylosium planum* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

As espécies *Gloeocystis vesiculosa* e *Sphaerocystis sp* (Figura 17) estiveram presentes em 57% das amostras do viveiro controle. No viveiro com Pacu, as frequências foram maiores: 84% para *G. vesiculosa* e 73% para *Sphaerocystis*. A maior densidade populacional foi de *G. vesiculosa*, observada cinco dias após o manejo, no viveiro controle.

Figura 17 - Distribuição temporal das densidades da espécie *Gloeocystis vesiculosa* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

Na divisão Chlorophyta, como pode ser visto na Figura 18a, a espécie *Characium rostratum*, apesar de ter apresentado baixa ocorrência, (37%), apresentou, ao longo do tempo, uma distribuição diferente das espécies acima descritas. Seu crescimento populacional ocorreu na última semana do experimento. As figuras 18b e 18c mostram a distribuição das espécies mais abundantes no viveiro controle, focalizando a sucessão. Primeiramente ocorreu uma predominância da família Desmidiaceae, que foi sendo substituída pelos gêneros *Gloeocystis* e *Spondilosium* e estes, finalmente sucedidos pelo gênero *Characium*.

Figura 18a - Distribuição temporal das densidades da espécie *Characium rostratum* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

Figura 18b - Distribuição temporal das espécies de fitoplâncton no viveiro controle. Figura 18c - Distribuição das três espécies mais abundantes do fitoplâncton no viveiro controle
 A = *Gloeocystis vesiculosa*; B = *Dinobryon cylindricum*; C = *Microcystis* sp.; D = *Peridinium pusilum*; E = *Euglena acus*; F = *Staurastrum gracile*; G = *Characium rostratum*.

Das Cyanophyta, o gênero *Microcystis* (Figura 19) apresentou frequência de ocorrência de 95% mas sua densidade populacional não foi elevada como a das Chlorophyta. Este gênero foi mais bem sucedido após o manejo, principalmente no viveiro com Pacu. A estabilidade do sistema após o fechamento do fluxo e o aumento nas concentrações de nutriente (P e N), pode ter favorecido o crescimento dessa alga.

A espécie *Peridinium pusilum*, da divisão Xantophyta, esteve presente em 74% das amostras analisadas, mas sua densidade populacional não foi alta. Esta espécie foi abundante no início do experimento, com declínio gradativo na segunda fase. Ainda dentro da divisão Xantophyta, as espécies *Ophyocytium capitatum* e *Dinobryon cylindricum* apresentaram baixas frequência e abundância sendo que *O. capitatum* surgiu apenas no final do experimento.

Na divisão Bacillariophyta, as espécies mais frequentes foram: *Anomoeoneis seriens* (47%), *Eunotia hexaglyphis* (37%), *Surirella robusta* (21%) e *Pinnularia interrupta* (21%), todas com baixa densidade.

A espécie *Euglena acus* foi a mais bem sucedida dentre as Euglenophyta, tendo sido encontrada em 95% das amostras analisadas, apesar de sua baixa densidade. Seus picos de

Figura 19 - Distribuição temporal das densidades do gênero *Microcystis* nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18)

concentração foram no início e na última semana do experimento. Em geral esta espécie ocorre no início da sucessão nos viveiros.

3.2 - Diversidade de espécie do fitoplâncton

Estão representados na figura 20 os valores obtidos para os índices de diversidade de espécies (H), segundo o método de Shannon-Weaver. Os valores foram consideravelmente baixos e ocorreram muitas oscilações ao longo do tempo. Vários fatores podem estar relacionados a estas oscilações: a curta duração do ciclo de vida do fitoplâncton e as flutuações nas densidades dos organismos. Também o pH, os nutrientes, a calagem e adubação e a temperatura podem ter influenciado diretamente a comunidade do fitoplâncton no viveiro controle. Além disso, o impacto ambiental, resultante da quantidade de uso e dos diferentes tipos de manejo sofrido pelo viveiro, pode ter influenciado os índices de diversidade de espécies. No caso do viveiro controle, a uniformidade foi baixa, devido às altas densidades de uma ou duas espécies e baixa densidade nas demais. O valor obtido no dia 5 de julho, por exemplo, está diretamente relacionado ao fenômeno da baixa uniformidade. O valor de H foi igual a 0,82 bits/ind e, neste dia, foi detectada uma alta

Figura 20 - Diversidade de espécies do fitoplâncton do viveiro controle, segundo o método de Shannon-Weaver.

densidade de *St. gracile* ($24,2 \times 10^4 \text{org/l}$) e também uma contribuição da *G. vesiculosa* ($2,2 \times 10^4 \text{org/l}$). As demais espécies analisadas apresentaram densidades inferiores a $0,8 \times 10^4 \text{org/l}$. No dia 17 obteve-se um valor bem menor para H (0,55 bits/ind). Neste dia, no entanto, quatro espécies foram dominantes: *S. planum* ($1,1 \times 10^4 \text{org/l}$), *D. cylindricum* e *Sphaerocystis sp* ($0,4 \times 10^4 \text{org/l}$) e *St. gracile* ($0,6 \times 10^4 \text{org/l}$). As demais espécies tiveram uma representatividade inferior a $0,09 \times 10^4 \text{org/l}$. No último dia de amostragem, o índice de diversidade foi baixo novamente. Neste dia ocorreu um alto florescimento de *Microcystis sp* ($0,9 \times 10^4 \text{org/l}$), *Euglena acus* ($0,4 \times 10^4 \text{org/l}$), *Caraciun rostratum* ($0,4 \times 10^4 \text{org/l}$), *Eunotia hexaglyphis* ($0,1 \times 10^4 \text{org/l}$) e *Peridinium pusilum* ($0,1 \times 10^4 \text{org/l}$). As demais espécies estiveram presentes com valores de densidade abaixo de $0,05 \times 10^4 \text{org/l}$. O maior índice foi obtido no dia 29 de julho ($H = 2,24$). Neste dia não houve espécie dominante na amostra. As espécies que apresentaram densidade mais elevada foram: *E. acus* ($0,5 \times 10^4 \text{org/l}$), *A. serians* ($0,3 \times 10^4 \text{org/l}$), *S. gracile* ($0,2 \times 10^4 \text{org/l}$), *Microcystis sp* ($0,2 \times 10^4 \text{org/l}$), *E. hexaglyphis* ($0,1 \times 10^4 \text{org/l}$) e *S. planum* ($0,1 \times 10^4 \text{org/l}$). As demais apresentaram densidade inferior a $0,05 \times 10^4 \text{org/l}$.

A figura 21 apresenta as variações na diversidade de espécie do fitoplâncton no viveiro com Pacu. Neste também os valores calculados para o índice de diversidade de espécies não foram altos. Contudo, a amplitude de variação no viveiro com Pacu foi mais

Figura 21 - Diversidade de espécies do fitoplâncton no viveiro com Pacu, segundo o método de Shannon-Weaver.

homogênea, não ocorrendo quedas acentuadas na primeira etapa. Durante toda a primeira fase, a diversidade variou de 1,1 a 1,62bits/ind. Nota-se também que ocorreu uma ligeira queda nas segunda e terceira amostragens, porém após o dia 5 de julho a diversidade aumentou gradativamente até o dia 17 de julho, já na segunda etapa do experimento. Entre os dias 19 e 29 de julho alternam-se aumentos e diminuições na diversidade. O maior valor foi obtido no dia 5 de agosto ($H = 2,51\text{bits/ind}$) que foi seguido de queda no dia 9, atingindo-se o menor valor ($0,68\text{bits/ind}$) no dia 12 de agosto.

O viveiro controle apresentou três quedas bastante acentuadas, todas com os índices abaixo de 1bit/ind: uma no dia 5 de julho, outra no dia 19, quando foi observado o índice mais baixo de todo o experimento. A terceira foi no dia 12 de agosto. O viveiro com Pacu apresentou apenas uma queda com índice abaixo de 1bit/ind. Ambos os viveiros apresentaram índices baixos no dia 12 de agosto, embora os valores tenham sido diferentes ($0,68$ e $0,85$ para os viveiros com Pacu e controle, respectivamente). Observou-se neste dia, no viveiro com Pacu, um florescimento muito alto de *Characium rostratum* ($29,8 \times 10^4 \text{org/l}$) que dominou sobre as demais espécies. No viveiro controle, o alto florescimento foi de *Microcystis sp.* O viveiro com Pacu apresentou, em média, um índice de diversidade maior

que o viveiro controle. As médias foram respectivamente 1,7 e 1,4 para o viveiro com Pacu e controle.

4 - Comunidade do Zooplâncton

As espécies que foram identificadas nos viveiros controle e com Pacu estão representadas na Tabela 12 e suas densidades nas Tabelas 13 e 14. Foram encontrados nas amostras: microcrustáceos da subclasse Copepoda (duas espécies da ordem Calanoida, seis da ordem Cyclopoida, 11 da ordem Cladocera, 31 do Phylum Rotifera e da ordem Conchostraca, apenas um indivíduo classificado até o nível de família). Foram também encontrados macroinvertebrados, com predominância da ordem Chironomidae e, menos frequentes, Culicidae, Coleoptera (os três insetos), Chaetogaster (Anelida) e alguns da ordem Acarina (Aracnida). Foi também observada a presença de protozoários, muito embora a técnica usada não tenha permitido quantificá-los.

De acordo com a figura 22, os índices de diversidade das espécies do zooplâncton foram relativamente baixos no viveiro controle. A diversidade de espécies variou de acordo com a densidade das mesmas na amostra. Em viveiros de piscicultura, ambientes enriquecidos, a densidade de algumas espécies tende a ser alta, com uma ou duas dominando

Figura 22 - Índices de diversidade das espécies do zooplâncton no viveiro controle

a amostra, o que pode provocar uma queda nos valores dos índices, uma vez que estes levam em conta o número de diferentes espécies presentes.

No caso do viveiro controle, os menores valores de índice de diversidade do zooplâncton ocorreram entre os dias 22 e 26 de julho. No dia 22 de julho ocorreu a predominância de *Moina micrura*, contribuindo com uma dominância de 85% sobre as outras espécies. No dia 24, *Keratella cochlearis* teve uma dominância de 94% e no dia 26 dominou ainda em cerca de 88% sobre as amostras quantificadas. Desta forma justifica-se o baixo índice de diversidade observado (0,9; 0,31; 0,60bits/ind).

O maior índice observado ocorreu no dia 5 de agosto e o mais importante neste dia foi a ausência de uma espécie dominante sobre as demais na amostra. A forma mais abundante foram os nauplios de Calanoida, que representaram apenas 20% da densidade total das demais espécies quantificadas.

Observou-se também uma intensa oscilação ao longo do tempo nos valores dos índices. Analisando a figura 22, verifica-se que inicialmente os valores apresentaram tendência a aumentos que foram seguidos de diminuições. Os maiores valores ocorreram na primeira fase do experimento. Após o manejo administrado no dia 12 de julho, a tendência dos índices foi de diminuição gradativa. As quedas podem ter ocorrido devido ao enriquecimento do viveiro, gerando maior disponibilidade de nutrientes na água e acarretando também maior disponibilidade de alimentos, pelo florescimento do fitoplâncton e aumento da densidade de organismo tais como bactérias e protozoários na coluna d'água. O controle do fluxo de entrada e saída de água pode também ter influenciado, uma vez que o fechamento do fluxo levou a uma redução da perda de nutrientes.

A análise da frequência de ocorrência das espécies no viveiro controle mostrou que os nauplios de Calanoida e *Moina micrura* foram mais frequentes, tendo estado presentes em 100% e 90% das amostras analisadas, respectivamente. Além destes tiveram presença constantes nas amostras, *Argyrodiaptomus furcatus* (74%), nauplios de Cyclopoida (68%), copepoditos de Cyclopoida (63%), *Polyarthra vulgaris* (53%) e *Daphnia laevis* (53%).

Dos 72 taxa identificados, 28 foram classificados como de ocorrência comum porque tiveram frequência entre 10 e 50% nas amostras. Chironomidae (42%), Culicidae (21%) e *Bosmina hagmani* (42%) exemplificam o rol dos taxa considerados de ocorrência comum. Os taxa que tiveram frequência abaixo de 10% foram consideradas de ocorrência rara. A maioria dessas espécies pertencem ao Phylum Rotifera e aos macroinvertebrados.

Entre os Cladocera, *M. micrura* foi a espécie mais bem sucedida nos viveiros, tendo apresentado frequência de 90%. Durante o crescimento populacional de *D. laevis* e *A. furcatus* a densidade de *M. micrura* diminuiu, o que pode ter ocorrido em virtude da competição por alimento principalmente no viveiro controle (figura 23b). As figuras 23a e 23b mostram as oscilações destas espécies nos viveiros ao longo do tempo.

Os rotíferos mais abundante em termos de densidade de organismos por litro de água do viveiro foram: *K. colearis* (94% da densidade total no dia 24 de julho e 88% no dia 26), *C. coenobasis* (91% da densidade total no dia 17 de julho), *P. vulgaris* (36% no dia 05 de julho) e *B. quadridentatus* (34% e 45%, respectivamente nos dias 28 de junho e 1 de julho). Contudo a contribuição das espécies em termos de abundância nas amostras não quer dizer que as mesmas estejam frequentes nas amostras ao longo do período estudado. Destas,

Figura 23a - Distribuição temporal das densidades de *M. micrura*, *D. laevis* e *A. furcatus* no viveiro C16 (com Pacu)

Figura 23b - Distribuição temporal das densidades de *M. micrura*, *D. laevis* e *A. furcatus* no viveiro C18 (controle)

Figura 24a - Distribuição temporal das densidades de *Brachionus quadridentatus*, *Conochilus coenobasis* e *Keratella cochlearis* nos viveiros C16 (com Pacu)

Figura 24b - Distribuição temporal das densidades de *Brachionus quadridentatus*, *Conochilus coenobasis* e *Keratella cochlearis* no viveiro C18 (controle)

apenas *K. cochlearis* foi considerada de ocorrência comum (50%), as demais espécies tiveram frequência inferior a 33%. As figuras 24a e 24b mostram a distribuição temporal dos rotíferos mais abundantes e frequentes.

A figura 25 mostra os índices de diversidade de espécies de zooplâncton no viveiro com Pacu. Os índices variaram de 0,84 a 2,8bits/ind. O maior valor foi obtido na primeira fase do experimento, no dia 1º de julho e o menor, no dia 22 de julho, já na segunda fase.

Durante a primeira fase do experimento ocorreram várias flutuações nas populações do zooplâncton no viveiro com Pacu, o que refletiu diretamente nos índices de diversidade.

Após a aplicação do manejo, os índices diminuíram, atingindo menor valor no dia 22 de julho. Neste dia ocorreu uma explosão populacional de *Moina micrura* (11472 org/l), *Diaphanosoma brevirremi* (1446org/l), *Bosminopsis deitersi* (336org/l) e *Paracyclops fimbriatus* (334org/l). Em seguida, os índices mostraram uma tendência de aumento.

O viveiro com Pacu (1,8bits/ind.) apresentou, em média, maiores índices de diversidade que o controle (1,6bits/ind.). Os índices mínimos foram observados no mesmo período para ambos os viveiros. Os índices foram baixos devido à alta densidade de algumas espécies dominantes; no dia 22, *Moina micrura* e nos dias 24 e 26, *Keratella cochlearis*. No dia 26 foi também observado alta densidade de náuplios de Calanoida. No dia em que

Figura 25 - Índices de diversidade, segundo Shannon-Weaver, de espécies do zooplâncton no viveiro com Pacu.

ocorreu o maior índice de diversidade não havia uma espécie dominante sobre as demais.

Analisando-se as frequências de ocorrência, verificou-se que das taxa analisados, *Moina micrura* foi a espécie mais frequente em ambos os viveiros (90% e 95%, respectivamente, para os viveiros com Pacu e controle). Em ambos os viveiros *M. micrura* foi uma espécie de presença constante ($F \geq 50\%$). Foram ainda consideradas como espécies de presença constante as seguintes taxa: *Argyrodiaptomus furcatus* (74%), náuplios de Calanoida (74%), copepodito de Calanoida (68%), *Paracyclops fimbriatus* (63%), *Keratella cochlearis* (63%), *Bosmina hagmani* (58%), *Diaphanosoma brevirremi* (58%), Chironomidae (58%), náuplios de Cyclopoida (63%), *Bosminopsis deitersi* (53%), *Cephalodella* sp (53%), *Brachionus quadridentatus* (53%) .

Os taxa considerados de ocorrência comum (frequência entre 10 e 50%) foram: *Daphnia laevis* (47%), copepoditos de Cyclopoida (47%), *Thermocyclops decipiens* (32%), *Thermocyclops minutus* (32%), *Philodina* sp (32%), Acarina (26%), Culicidae (26%), *Filinia longiseta* (26%), *Keratella americana* (26%), *Thermocyclops prasinus meridionalis* (21%), *Mesocyclops brasiliensis* (21%), Espongiários (21%), *Collotheca* sp (21%), *Brachionus mirus* var. *reductus* (21%), *Polyarthra vulgaris* (21%), *Simocephalus serrulatus* (15%), *M. longisetus* (15%), *Conochilus unicornis* (10%), *Notodiatomus iheringi* (10%). As demais espécies, com menos de 10% de frequência, foram consideradas de rara ocorrência. Ao todo foram encontrados, no viveiro com Pacu, 13 taxa de rara ocorrência, 12 constante e 19 comum. No viveiro controle foram observados apenas 5 taxa classificados como de ocorrência constante.

Dos cladóceros, *Daphnia laevis* comportou-se como espécie de ocorrência constante apenas no viveiro controle. Por outro lado, *Diaphanosoma brevirreme*, *Bosmina hagmani* e *Bosminopsis deitersi* obtiveram esta mesma classificação apenas no viveiro com Pacu. As figuras 26a e 26b apresentam a distribuição destas espécies nos viveiros.

No viveiro com Pacu, a espécie *Paracyclops fimbriatus* foi constante na amostra, enquanto que no controle, ocorreu raramente. *Notodiatomus iheringi* ocorreu apenas no viveiro com Pacu.

Figura 26a - Distribuição temporal das densidades de *Bosmina hagmani* (Bh), *Bosminopsis deitersi* (Bd) e *Diaphanosoma brevirreme* (Db) no viveiro C16 (com Pacu)

Figura 26b - Distribuição temporal das densidades de *Bosmina hagmani* (Bh), *Bosminopsis deitersi* (Bd) e *Diaphanosoma brevirreme* (Db) no viveiro C18 (controle)

Dentre os rotíferos, *Polarthra vulgaris* foi constante nas amostras do viveiro controle e de ocorrência comum no viveiro com Pacu. As espécies *K. cochlearis* e *B. quadridentatus* ocorreram de forma constante no viveiro com Pacu e comum no controle.

Os viveiros com Pacu e controle agiram como ambientes independentes, apesar de

situarem-se próximos um do outro e de terem sido abastecidos pela mesma fonte de água. As comunidades existentes em cada viveiro tenderam a responder ao "stress" sofrido em seu ambiente, ocorrendo, por isso, diferenças nas frequências de cada espécie. O viveiro com Pacu recebeu diariamente uma carga a mais de nutrientes através da ração fornecida e das fezes dos animais. Os peixes também aumentaram a circulação dos nutrientes na coluna d'água pelo ato de revolver o lodo, promovendo um maior florescimento do fitoplâncton e consequentemente maior disponibilidade de alimentos para o zooplâncton herbívoro.

Embora o Pacu também se alimente de larvas de insetos, verificou-se que larvas e pulpas de Chironomidae foram taxa constantes no viveiro com Pacu. Provavelmente o suplemento de ração oferecido aos peixes tenha limitado a procura por alimentos naturais.

5 - Análise do Conteúdo Estomacal dos Peixes

5.1 - Itens alimentares

Embora os peixes tenham recebido uma cota diária de ração, realizou-se uma análise do conteúdo estomacal de 31 exemplares a fim de se obterem informações sobre a qualidade da dieta natural do Pacu e também sobre a possível interferência desta espécie nas comunidades do plâncton. Os peixes foram coletados de forma aleatória e em seus estômagos foram observados os seguintes itens alimentares: ração, detritos, folhas, gramíneas, zooplâncton e fitoplâncton. A tabela 15 apresenta a composição desses itens alimentares.

Os resultados da análise pelo método volumétrico são apresentados na Tabela 16. O item ração foi o mais consumido; em 12 exemplares analisados, mais de 50% do volume total analisado era constituído por ração; em apenas quatro exemplares a ração constituía menos de 50% do volume do conteúdo estomacal. O item plâncton foi o segundo mais consumido pelos peixes. Em um único exemplar o item detrito constituiu cerca de 46% do volume total do conteúdo.

Pelo método numérico (Tabela 17), os itens ovos de copépodos e partes de zooplâncton foram os mais frequentes e os mais abundantes. Estes itens foram encontrados

nos estômagos de 17 peixes. Os itens ovos de rotíferos e *Scenedesmus quadricauda* foram encontrados em 13 estômagos (76%), o terceiro mais freqüente foi o Ehipio (ovos de resistência dos cladoceros), *Eunotia hexaghliphis* também foi um item bastante freqüente na dieta dos pacus. Os demais itens foram menos freqüentes.

Dos itens alimentares analisados no estereomicroscópio, as larvas de Chironomidae, pedaços de grama e pedaços de pau foram os itens menos consumidos. Contudo é importante salientar que dois exemplares apresentaram seus estômagos completamente cheios de Conchostraca. Foram contados um total de 300 destes, intactos, e algumas carapaças soltas que não foram quantificadas. Também foram encontrados dois exemplares nos quais aproximadamente 100% do conteúdo estomacal era constituído de gramíneas (um tipo de capim que se desenvolveu nas margens do viveiro). As larvas de insetos fizeram parte da dieta, porém nenhum exemplar se alimentou exclusivamente deste item.

A análise mostrou que, embora a maioria dos estômagos estivesse quase repleta de ração, os peixes procuraram também alimentos naturais disponíveis no viveiro, mostrando que o hábito alimentar do Pacu é do tipo oportunista. Como exemplo, a figura 27 quantifica os vários alimentos encontrados no interior do estômago do exemplar número 17, que

Figura 27 - Conteúdo estomacal do exemplar de Pacu n°17:

apresentava as seguintes medidas: peso = 380,0g; comprimento total = 24,5cm, peso do estômago = 24,0g; grau de compleição = 3/4 cheio

5.2 - Grau de repleição

O grau de repleição refere-se ao quanto o estômago está repleto ou não de alimentos no momento da captura dos peixes. A Tabela 18 mostra o grau de repleição dos 31 exemplares de Pacu capturados no fim do experimento. Observou-se que cerca de 42% possuía seus estômagos cheios e 19% completamente cheios e dilatados. Dois exemplares apresentaram os estômagos três quartos cheios, outros 19% meio cheios e 12% com apenas um quarto de seu volume total contendo alimentos.

6 - Análise estatística

O teste não paramétrico de Mann-Whitney revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dois viveiros nas seguintes variáveis analisadas: material em suspensão, fósforo total, fosfato inorgânico dissolvido, nitrito, nitrato, amônia, silicato reativo, oxigênio dissolvido, clorofila a, produção primária bruta, alcalinidade e pH.

Estes resultados indicam que a presença do Pacu pode influenciar as condições limnológicas do viveiro.

VI - DISCUSSÃO

1 - INFLUÊNCIA DO PACU E DO FLUXO DE ÁGUA NAS VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a qualidade da água sofreu alterações de acordo com o manejo empregado, a saber: controle do fluxo de entrada e saída de água dos viveiros, fertilização, calagem e emprego de alimentação artificial.

O fluxo contínuo de entrada e saída de água do viveiro age como um diluidor sobre as variáveis químicas da água (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Assim, durante a primeira etapa do experimento, este manejo influenciou consideravelmente as variáveis químicas do viveiro. As concentrações de íons de carbono, medidos através da dureza e alcalinidade na água, o pH, a condutividade e os nutrientes apresentaram-se numa faixa bem inferior a que foi obtida na segunda etapa. Por outro lado, o oxigênio dissolvido apresentou concentrações bem superiores na primeira etapa do que na segunda. O que indica que a renovação de água que ocorreu no viveiro devido ao fluxo contínuo alterou a quantidade de oxigênio dissolvido na água, mas arrastam para fora a matéria orgânica e os nutrientes disponíveis na coluna d'água. (BOYD, 1982), influenciando por sua vez na cadeia trófica do viveiro.

Nos corpos d'água a temperatura é um fator de extrema importância porque influencia diretamente a solubilidade dos gases na água, principalmente o oxigênio dissolvido e gás carbônico. Também pode acelerar a velocidade das reações e consequentemente elevar a taxa de degradação da matéria orgânica na água, além de influenciar o metabolismo dos peixes principalmente em relação ao consumo de alimentos (BRANCO & ROCHA, 1977; ALABASTER & LLOYD, 1982), mas neste trabalho não foram observadas diferenças significativas na temperatura entre os dois viveiros nem mesmo o tratamento aplicado não interferiu no perfil da mesma na coluna d'água dos dois viveiros.

COSTA NETO (1990) no entanto, ao desenvolver seu estudo neste mesmo ambiente por um período de tempo mais longo descreveu a presença de estratificação térmica na

coluna d'água nos viveiros durante o inverno e o verão. Por outro lado, LUCAS *et alii* (1988), costataram que durante o dia as temperaturas na superfície dos viveiros são bem maiores que as temperaturas encontradas no fundo, enquanto que no período noturno ocorre uma inversão térmica. Nos presente estudo as medidas de temperatura efetuadas no período da manhã, em três profundidades, não mostraram nenhuma estratificação nos dois viveiros. A temperatura média de 18°C foi considerada baixa em comparação com outros viveiros que se encontram em latitudes mais baixas.

Em relação à condutividade elétrica obteve-se na primeira fase do experimento foram baixos (10 μ S/cm), para ambos os viveiros, o que coincidiu com os trabalhos de NASCIMENTO (1994) e COSTA NETO (1990), os quais encontraram valores semelhantes para o Córrego da Barrinha e para a Represa Velha, sistemas que são utilizados para abastecer a maioria dos viveiros do CEPTA.

Durante a primeira fase, os viveiros apresentam características de ambientes oligotróficos em relação a condutividade elétrica da água. A baixa condutividade observada no início do experimento está relacionada ao fluxo contínuo de entrada e saída de água, que era alto (60l/min). Com o fechamento do fluxo ocorreu um aumento gradativo (10 a 574 μ S/cm) da condutividade elétrica em ambos os viveiros, o que pode ser comparado com os resultados encontrados por SIPAÚBA-TAVARES (1994), que trabalhou com viveiros de fluxo contínuo de água. Os valores obtidos na segunda fase caracteriza os viveiros como ambientes eutróficos em relação a condutividade elétrica. SAMPAIO (em preparação) entretanto, obteve uma medida de condutividade bem elevada em viveiros experimentais com policultivo (394 μ S/cm) ao utilizar resíduo industrial da Citrosuco como fertilizante.

Em ambientes naturais, a alta condutividade propicia o desenvolvimento de plâncton e de peixes, como ocorreu na represa de Barra Bonita onde a condutividade registrada chegou a 400 μ S/cm (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1990). Em ambientes naturais de baixa condutividade, não se observa um bom crescimento de peixes e de plâncton

(ROCHA, 1994).

Por outro lado, o aumento do pH num sistema de criação de peixes pode estar relacionado as condições de extrema alcalinidade e à dureza da água. Estas três variáveis, estão intimamente relacionadas num sistema aquático. Neste experimento, tanto a alcalinidade quanto o pH não foram pronunciadamente elevados durante a primeira etapa. A dureza foi menor que a alcalinidade, indicando a presença de bicarbonatos na água. Sistemas de cultivo, com predominância de bicarbonatos são considerados ideais para o cultivo (BOYD, 1990; SIPAÚBA-TAVARES *et alii.*, 1993).

No presente estudo não se verificou aumento do pH relacionando ao sistema tampão do CO₂ pela ação da fotossíntese, mas através do fluxo de entrada e saída de água do viveiro. O pH foi bem mais elevado na segunda parte do experimento, quando não havia entrada e saída contínua de água. A presença do Pacu, embora em densidade baixa, elevou o pH do viveiro.

A importância do pH em viveiros de piscicultura está muito além do relacionamento entre a produção primária e o sistema tampão. Na verdade, a maior importância desta variável é quando está associada à concentração de amônia. Quando ambos são elevados num viveiro, a mortalidade de peixes ocorre em grande escala. Durante a terceira semana do experimento observou-se a ocorrência de mortalidade no viveiro, provavelmente relacionada com o balanço nas concentrações de amônia/pH, além da temperatura. O povoamento do viveiro foi feito no inverno, com temperaturas baixas. Estes três fatores associados podem ter levado os peixes ao "stress" e, diminuindo a sua resistência e levando-os a morte.

As principais fontes de suplementação do oxigênio dissolvido na água são as atividades fotossintéticas do fitoplâncton e fontes de difusão atmosférica através da interface ar-água. As perdas ocorrem através da respiração dos organismos aquáticos, pela decomposição da matéria orgânica e pela oxidação de íons metálicos (BOYD, 1981; ESTEVES, 1988; STONE & WEISBURD, 1992). Nos ecossistemas naturais, tais como rios, lagos e córregos, a decomposição da matéria orgânica autóctone ou alóctone resulta na

eliminação parcial ou total do oxigênio dissolvido na água, o qual é consumido nas reações bioquímicas da matéria biodegradável (HAWKES *apud* BRANCO & ROCHA, 1977; CHANG & OUYANG, 1988).

A matéria orgânica alóctone que entra no viveiro é oriunda principalmente do arraçamento e da adubação orgânica. Esta entrada no sistema é responsável por um grande consumo de oxigênio dissolvido, utilizado na decomposição da matéria orgânica depositada na coluna d'água. A matéria orgânica de natureza autóctone, responsável pelo consumo de oxigênio, é resultante do aumento nas populações do fitoplâncton, do zooplâncton, de animais que habitam o fundo do viveiro e também devido à mortalidade de peixes durante o cultivo.

Geralmente os sistemas rasos de cultivo apresentam-se bem oxigenados devido ao fluxo contínuo de água e curto tempo de residência, o que dificulta a existência de anoxia no fundo destes viveiros (SIPAÚBA-TAVARES, 1994). Em ambos os viveiros estudados este fato foi comprovado. Durante toda a primeira fase do experimento, a concentração de oxigênio dissolvido na água foi alta, tanto no fundo quanto na superfície da coluna d'água, mostrando que havendo um fluxo contínuo e abundante de água no viveiro, a presença do peixe não influencia a concentração de oxigênio dissolvido. No presente trabalho, houve um declínio em ambos os viveiros quando o fluxo foi interrompido. O declínio foi, no entanto, muito mais acentuado no viveiro com peixes do que no controle. A queda brusca da concentração do oxigênio no viveiro com Pacu poderia ser explicada, pelo menos em parte, pelo processo de respiração.

As concentrações mínimas encontradas no viveiro com peixes estão abaixo do padrão recomendado por BOYD (1990), que é de 4mg/l de oxigênio dissolvido na água. De qualquer forma, não ocorreu mortalidade de peixes neste período. Sabe-se que o Pacu tolera baixos níveis de oxigênio dissolvido na água mas, para que haja crescimento e conversão alimentar adequados, esses níveis necessitam estar dentro ou próximos dos limites descritos por CARLSON *et alii* (1980). Por exemplo, se existe uma baixa concentração de oxigênio

dissolvido, além dos peixes, muitos outros organismos que habitam o sedimento poderão morrer, alterando a química da água. Além disto, as concentrações de nitrito, amônia e gás sulfúdrico poderiam contribuir para o desenvolvimento de um quadro de anoxia na água (CHANG, 1986).

Em viveiros de piscicultura, a transparência da água é também uma variável muito importante. O plâncton é a principal fonte de turbidez, sendo que o material em suspensão é formado por organismos planctônicos vivos e matéria orgânica morta, que constitui o seston. Dessa forma a medida de transparência pode oferecer uma estimativa da produção do plâncton no viveiro (BOYD, 1981; MELO & NASCIMENTO, 1988). Os valores desta variável foram considerados elevados em ambos os viveiros, segundo as recomendações de BOYD (1990). A variação foi porém maior no viveiro com Pacu ao longo do experimento.

Segundo DURIGAN *et alii* (1992), existe uma relação direta entre o aumento da biomassa de algas e a turbidez da água. O viveiro com Pacu apresentou turbidez mais elevada quando ocorreu o pico da biomassa do fitoplâncton. Essa relação não foi verificada no viveiro controle, indicando influência direta ou indireta da presença do Pacu. SIPAÚBA-TAVARES & MORENO (1994), estudando viveiros povoados com tilápias, concluíram que a presença das mesmas reduziu os valores da transparência, devido à sua movimentação na coluna d'água. Além disso, o arraçoamento e o hábito alimentar das tilápias, extremamente oportunista e alimentando-se de detritos do fundo, contribuiu para adicionar material em suspensão na água. O Pacu possui hábito alimentar semelhante ao da tilápia e comportamento gregário, o que pode ter contribuído para suspender o lodo no viveiro e desse modo reduzir a transparência da água do viveiro.

Deve-se considerar também a importância da adubação nos dois sistemas, isto é, no viveiro controle e no viveiro com Pacu. Alguns autores (CASTANGNOLLI *et alii*, 1982; NUÑER & VERANI, 1994) concluíram que a fertilização afeta diretamente as medidas de transparência da água e a disponibilidade de nutrientes, que por sua vez, contribui com o aumento na biomassa do fitoplâncton. Esta disponibilidade de nutrientes dissolvidos na água

é um fator essencial para a produtividade, capacitando o crescimento das populações e desenvolvendo toda a biomassa necessária a uma boa produção de peixes. As mais altas produções em viveiros não resultam diretamente de alcalindade alta, mas sim de altos níveis de fósforo e outros elementos essenciais que se tornam disponíveis em presença de alcalinidade elevada (WEI & LAWS, 1989; SIPAÚBA-TAVARES *et alii.*, 1994).

Os nutrientes nos ecossistemas podem ocorrer ou sofrer trocas entre três compartimentos, ou seja: 1) os nutrientes podem estar disponíveis na própria coluna d'água ou estar no material em suspensão na superfície pelágica ou no sedimento; 2) podem também estar incorporados na matéria orgânica viva ou morta do ecossistema, da zona pelágica ou do sedimento e 3) podem estar incorporados nos minerais do sedimento ou da zona pelágica, compreendendo o compartimento mineral. Os organismos aquáticos absorvem e assimilam os nutrientes disponíveis tanto na região pelágica como do sedimento. Os nutrientes disponíveis podem ser provenientes da excreção, transpiração, lixiviação, respiração e decomposição (LIKENS, 1972). Nos viveiros o ambiente pode ainda ser enriquecido com matéria orgânica ou inorgânica.

Foram encontradas diferenças significativas entre os dois tratamentos para quase todas as frações de nutrientes amostrados, exceto para fosfato dissolvido. Foram também detectados picos de curta duração nas concentrações de fósforo total dissolvido, fosfato dissolvido e fosfato inorgânico, bem como nas concentrações das frações nitrogenadas, embora estes picos tenham ocorrido em períodos diferentes. Os compostos nitrogenados e fosforados tiveram concentrações relativamente altas em ambos os viveiros.

Os peixes nos viveiros contribuem com uma fonte adicional de fósforo e nitrogênio no sedimento e na coluna d'água, devido ao acúmulo de excretas, fezes e restos de ração (RIJN *et alii.*, 1986; KROM *et alii.*, 1989). O aumento nas concentrações de nutrientes nos viveiros são assimilados imediatamente pelas algas, acelerando a ciclagem e regeneração dos nutrientes pelos peixes (BOYD, 1981). Contudo, a ciclagem rápida de nutrientes, na maioria das vezes é seguida por uma baixa assimilação das algas pelos peixes, sendo que a maior

parte delas não é digerida. A parcela não digerida volta à coluna d'água através das fezes dos peixes, acelerando novamente a regeneração do fósforo e do nitrogênio (OPUZINSK & SHIREMAN, 1993). Em viveiros experimentais, SIPAÚBA-TAVARES & MORENO (1994) observaram que, após a introdução de peixes, houve uma variação da concentração de nutrientes nos períodos de seca.

Nos viveiros, além da presença de peixes, fatores físicos tais como fluxo contínuo e tempo de retenção, podem influenciar as variáveis químicas da água, favorecendo o aumento da biomassa. ALLAN & MAGUIRE (1993), detectaram que o fluxo de água em viveiros apresentou um efeito direto sobre a concentração de fósforo, o mesmo não ocorrendo com os compostos nitrogenados. No presente trabalho, verificou-se que em ambos os viveiros os compostos nitrogenados e fosforados estiveram mais diluídos durante a primeira etapa e mais concentrados durante a segunda. Porém deve-se destacar que a intensidade das concentrações de nutrientes no viveiro com Pacu foi superior às encontradas no viveiro controle.

Após o fechamento do fluxo, no viveiro com Pacu, os nutrientes fosforados apresentaram resposta imediata, enquanto que os compostos nitrogenados só apresentaram aumentos de concentração a partir do quinto dia após a readubação.

Os compostos nitrogenados são fortemente correlacionados com o pH. Se o pH for alto, haverá uma perda bem mais elevada dos mesmos enquanto que se o pH for baixo ocorrerá um aumento na taxa de NH_4^+ e NH_3 . A mineralização do nitrogênio ocorre pela ação dos microorganismos que decompõem a matéria orgânica. Este processo contribui para que haja um decréscimo na concentração do nitrogênio inorgânico no ambiente. Através do processo denominado amonificação tem-se a produção, no meio aquático, da amônia (NH_3) e do íon amônio (NH_4^+). Destes dois compostos, a amônia é muito tóxica para os organismos aquáticos, podendo provocar uma alta mortalidade dos peixes estocados nos viveiros. Segundo SIPAÚBA-TAVARES (1995), os principais efeitos da amônia nos peixes são: 1) elevação do pH do sangue; 2) efeito na permeabilidade do peixe, reduzindo a

concentração interna de íons; 3) aumento no consumo de oxigênio nos tecidos; 4) mudanças histológicas, principalmente nos rins e baço; e 5) aumento da suscetibilidade do peixe a doenças.

Dos compostos nitrogenados, os que mais responderam ao manejo empregado foram NH_4^{+} e NH_3 . Este incremento pode estar relacionado à excreção dos peixes, embora também possa resultar da decomposição da matéria orgânica (KNUD-HANSEN, 1991). Concentrações de amônia iguais ou superiores a 0,025mg/l, afetam o crescimento dos peixes, embora a concentração letal (LC_{50}) seja igual a 0,5mg/l. Segundo BOYD (1979) 0,5mg/l significam grande produtividade nos viveiros. SAMPAIO (em preparação) encontrou valores em torno de 600µg/l. Além disso, as baixas concentrações encontradas para os compostos nitrogenados nos viveiros estão inteiramente relacionadas ao pH e à alcalinidade os quais também foram baixos durante o período de estudo.

COSTA NETO (1990), estudando vários viveiros do CEPTA, obteve concentrações do íon amônio bem inferiores aos encontrados no presente trabalho, sendo que o maior pico foi 60,64µg/l, valor inferior ao mínimo obtido, no viveiro controle, neste trabalho que foi de 81,55µg/l. Igualmente inferiores foram os valores encontrados para os demais compostos nitrogenados.

De acordo com BOYD (1979), após um florescimento elevado de fitoplâncton, segue-se normalmente, um aumento nas concentrações de amônio e de gás carbônico nos viveiros. O aumento de amônio logo após o florescimento pode estar relacionado à decomposição rápida das algas que vão morrendo. Em ambos os viveiros, observou-se um comportamento semelhante, verificando-se que as maiores concentrações de clorofila a precediam ao aumento das concentrações de nitrogênio amoniacal. SAMPAIO (em preparação) observou um comportamento contrário em algas nos tanques da Citrosuco, isto é, as maiores concentrações de clorofila a ocorreram após o aumento nos níveis de nitrogênio amoniacal. Neste caso o aumento da biomassa foi atribuído à fixação do nitrogênio atmosférico pelas cianofíceas.

O fósforo pode ser considerado a chave metabólica e o seu suprimento regula a produtividade das águas naturais (SIPAÚBA-TAVARES, 1995), sendo um fator limitante nos viveiros de cultivo por ser um nutriente essencial na formação da estrutura celular do fitoplâncton, além de armazenar energia na forma de ATP. A entrada de fósforo nos ecossistemas aquáticos pode ser efetuada via atmosfera, escoamento, fragmentos de plantas e restos animais. Em viveiros, a maior contribuição para a entrada de fósforo é via fertilização orgânica ou inorgânica, além de uma carga suplementar proveniente dos restos de alimentos oferecidos aos peixes. As principais fontes de remoção do fósforo em viveiros fertilizados com resíduos orgânicos é a precipitação dos íons fosfato para o sedimento. O pH é elevado e concomitantemente a uma alta concentração de cálcio, que reage com o fosfato, precipitando sob a forma de fosfato de cálcio. Outro fator responsável pela remoção do fósforo do sistema é a absorção do mesmo pelo fitoplâncton. A anaerobiose no hipolímnio também impede a reciclagem do fósforo na coluna d'água (MATHEUS, 1993; SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

Em viveiros de piscicultura bem como em ecossistemas naturais, a concentração dos compostos fosforados pode funcionar como bom indicador de qualidade de água. Este é um fator de extrema importância para o piscicultor porque, ao contrário dos ambientes naturais, espera-se que um viveiro seja rico em fosfatos. E em ambiente de cultivo, o fósforo apresenta-se geralmente em concentrações baixas quando está sendo utilizado pelas algas e macrófitas. O fitoplâncton cresce até extinguir todo o fósforo do sistema contudo, com a morte do mesmo, o fósforo é liberado rapidamente ao sistema.

As concentrações de fósforo em ambos os viveiros foram altas, principalmente durante a segunda fase do experimento. Conclui-se assim, que o mesmo não foi um fator limitante ao crescimento do fitoplâncton durante toda a fase experimental. O mesmo comportamento em relação a este nutriente foi obtido por SAMPAIO (em preparação) nos viveiros da Citrosuco. De maneira contrária, as concentrações de fósforo foram bem inferiores, variando de 0,1 a 87µg/l, em viveiros do Centro de Aquicultura da UNESP-Jaboticabal (SIPAÚBA-TAVARES, 1995).

2 - INFLUÊNCIA DO PACU E DO FLUXO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES PLANCTÔNICAS

2.1 - Comunidade Fitoplanctônica

As comunidades fitoplanctônicas dos viveiros apresentam mudanças periódicas em sua composição, comportamento semelhante ao das comunidades de água doce de ambientes naturais. Geralmente as flutuações que ocorrem na densidade da comunidade do fitoplâncton estão intimamente associadas com a comunidade do zooplâncton. Isto acontece porque grande parte dos organismos da comunidade zooplanctônica é herbívora filtradora. BACHION & SIPAÚBA-TAVARES (1992) confirmaram esta hipótese em estudo experimental desenvolvido em viveiros de piscicultura. Nesse estudo observou-se estreita relação entre as duas comunidades, principalmente no que se refere ao domínio do grupo das Chlorophyta, principal alimento para a maioria das espécies zooplanctônicas herbívoras, sobre o fitoplâncton. Resultados semelhantes foram obtidos no presente trabalho. A divisão Chlorophyta predominou durante todo o período experimental, promovendo uma disponibilidade qualitativa de alimentos para o zooplâncton herbívoro, que esteve representado principalmente pelos cladóceros, rotíferos e algumas espécies de copépodos.

Segundo MOSS (1988), as águas oligotróficas são dominadas principalmente pelas Desmidiaceae, como por exemplo *Staurodesmus*, *Sphaerocystis* e pequenas Diatomaceae. Na composição do ambiente mesotrófico ocorre a dominância de dinoflagelados (*Peridinium* e *Ceratium*) e Desmidiaceae (com predomínio dos gêneros *Staurostrum*, *Closterium* e *Cosmarium*). Outras pequenas algas verdes tais como *Scenedesmus* e *Pediastrum* também podem ser encontradas, assim como algumas algas azuis filamentosas (*Anabaena* e *Oscillatoria*). Por outro lado, em um ambiente mais eutófico ou hiper-eutrófico, a comunidade é dominada por *Oscillatoria* e Diatomaceae, além de pequenas algas verdes do grupo das Chlorococcales. Nos ambientes enriquecidos com fertilizantes ou matéria orgânica, as Euglenophyta constituem o grupo dominante.

No presente trabalho os gêneros *Staurodesmus*, *Staurastrum*, *Cosmarium*, *Scenedesmus*, *Closterium* e *Spondilosium*, assim como o gêneros *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Gloeocystis*, *Peridinium*, *Pediastrum* e *Coelastum* foram os mais representativos, sendo que o grupo das Desmidiaceae dominou o fitoplâncton durante todo o experimento. Os gêneros ou espécies encontrado seguindo a Classificação de MOSS (op. cit) são comuns em ambientes oligotrófico, mesotrófico e hipereutrófico, ficando difícil indicar alguma espécie como típica de um determinado sistema.

No entanto, as espécies grupo das Desmiaceae têm preferência por ambientes oligotróficos e com baixos teores de cálcio com crescimento fortemente relacionado ao pH, à alcalinidade e à baixa concentração de cálcio do corpo d'água (CHAPMAN & CHAPMAN, 1973). Em experimento de laboratório, MOSS (1988) observou que a maioria das Desmidiaceae pode crescer em presença de cálcio, desde que o teor de bicarbonato não seja alto. A habilidade deste grupo de sobreviver em ambientes desfavoráveis está ligado ao mecanismo fisiológico, principalmente relacionado com a obtenção de CO_2 para a fotossíntese, mesmo quando a concentração deste gás é muito baixa na água.

Além da alcalinidade associada ao pH, as taxas de fósforo e nitrogênio são muito importantes para o crescimento das Desmidiaceae. Se as taxas destes dois nutrientes são baixas, há tendência das espécies deste grupo competirem com outros tipos de algas. Não se trata, portanto, de vantagens ou desvantagens da riqueza em fertilizantes dos corpos d'água, mas sim de estratégias do fitoplâncton em desenvolver mecanismos para garantir sua sobrevivência nestes corpos d'água.

As elevadas densidades de *Staurastrum gracile* e das outras espécies do mesmo grupo, encontradas nos viveiros, podem estar ligadas aos baixos valores de pH, que tenderam para ácido durante todo o período. A alcalinidade também não foi tão alta e a fonte de carbono dominante foi o bicarbonato. Sabe-se que as espécies do grupo da *Staurastrum gracile* conseguem usar HCO_3^- como fonte de carbono para a fotossíntese (MOSS, 1988), por isso o pH dos viveiros tendendo para ácido não foi desvantajoso para o seu crescimento. Neste

caso, a *St. gracile* foi uma espécie bem sucedida. Não se pode, no entanto, desprezar o fluxo contínuo de água no viveiro. As maiores concentrações desta espécie ocorreram na primeira fase do experimento. O declínio da população de *St. gracile* coincidiu com o aumento da alcalinidade e dureza da água. Nesta segunda etapa houve aumento da concentração de nutrientes disponíveis na coluna d'água. Portanto, os nutrientes não estariam funcionando como fatores limitantes ao crescimento de *St. gracile* nos viveiros, não se podendo dizer o mesmo em relação a alcalinidade e a dureza da água.

No mesmo período em que a *St. gracile* foi bem sucedida, observou-se que outras espécies do fitoplâncton também tiveram um crescimento expressivo nos viveiros, sendo a maioria pertencentes à divisão Chlorophyta. Após o fechamento do fluxo de água, estas espécies foram sendo substituídas por outras, algumas delas atingindo o pico máximo de crescimento nesta etapa. Foi o que ocorreu, por exemplo, com *Dinobryon cylindricum*, que apresentou o maior florescimento no dia 19 de julho e ainda com *Chararium rostratum*, com densidade máxima no dia 12 de julho.

Como discutido anteriormente, existe uma relação causa-efeito entre o pH e a abundância do fitoplâncton, envolvendo os nutrientes essenciais à fotossíntese das algas e o carbono inorgânico. De uma maneira geral, nos lagos produtivos com baixa alcalinidade mas com altas concentrações dos principais nutrientes, o carbono pode tornar-se um nutriente limitante ao crescimento do fitoplâncton (MOSS, *op. cit.*). A taxa de produção do fitoplâncton pode ser potencialmente limitada pela depleção do carbono inorgânico e pela mudança na forma do carbono disponível na água (REINOLDS, 1986). Mas com o aumento nas concentrações de nutrientes na água, espera-se que algumas espécies sejam substituídas por outras mais tolerantes à nova condição do ambiente. Observou-se nos viveiros um aumento nas densidades de *Microcystis sp* e *Euglenophyta*. Algumas espécies das divisões Bacillariophyta e Xantophyta, mostraram-se mais freqüentes e mais abundantes em função do aumento da carga de nutrientes na água, o que ocorreu em virtude do controle do fluxo da água.

Embora tenha ocorrido um aumento na densidade de *Microcystis* no viveiro, a densidade de Cyanophyta não foi potencialmente elevada. Em ambientes eutróficos, mas com baixa alcalinidade como o Lago Paranoá, este grupo domina o fitoplâncton. Segundo STARLING (1989), esta dominância é devida principalmente às implicações competitivas na sucessão das comunidades fitoplanctônicas relacionadas ao pH e a formas de carbono.

Alguns trabalhos experimentais têm demonstrado a existência de correlação entre o aumento do pH e o florescimento de cianofíceas. A redução artificial do pH pela adição de ácido ou de CO_2 leva à substituição da predominância das algas cianofíceas pelas clorofíceas na composição original do fitoplâncton (SHAPIRO, 1973, 1984). No presente estudo, não se verificou em momento algum o predomínio absoluto das algas cianofíceas nos viveiros. Foi todavia constatado, em ambos os viveiros, um crescimento na população do gênero *Microcystis*, em função do aumento da alcalinidade e das taxas de nutrientes.

Além da influência do fluxo contínuo de água no viveiro, o fitoplâncton mostrou-se mais abundante na presença dos peixes. Isto se deve muito provavelmente ao aumento da disponibilidade de nutrientes através da eliminação das fezes na água. Os peixes são também responsáveis pelo aumento do microzooplâncton, uma vez que, ao se alimentarem das espécies maiores, provocam o aumento dos pequenos organismos. Restos de carcaças de peixes constituem outra fonte de nutrientes (SHINDLER, 1992; KRAFT, 1991. Finalmente, o aumento da taxa de nutrientes contribui para o aumento da produção primária na água.

O Pacu é responsável pelo aumento da carga de nutrientes no viveiro através das fezes, dos movimentos que fazem na água no ato de revolver o lodo e, indiretamente, através do suprimento alimentar oferecido diariamente. De acordo com VANNI & FINDLAY (1990), a presença de peixes provoca realmente um aumento da taxa de crescimento do fitoplâncton. Primeiramente ocorre um aumento na abundância de Cyanophyta e das algas verdes do grupo das Chlorococcales. Segundo REINOLDS (1984), as espécies destes grupos necessitam de altas concentrações de fósforo na água para crescer. No presente trabalho, observou-se que o crescimento de *Microcystis sp* foi muito maior no viveiro com peixes,

confirmando estas hipóteses. Observou-se que o *Dinobryon cylindricum* também foi abundante no viveiro com peixes. VANNI & FINDLAY (1990), encontraram maior abundância do gênero *Dinobryon* no tanque, cuja concentração de fósforo era bem inferior. Mesmo com o declínio nas concentrações de fósforo nos viveiros, observou-se após o dia 26 de julho o desaparecimento desta espécie em ambos os viveiros, sugerindo que outros fatores poderiam ter influenciado sua permanência nos viveiros estudados.

Os peixes não influenciaram a composição e a densidade fitoplanctônica apenas quando interferiram na ciclagem dos nutrientes na água, mas também através de um efeito direto, ao se alimentarem dessas algas. Na análise do conteúdo estomacal verificou-se que os peixes ingeriram algas, mesmo tendo o estômago repleto de outros itens alimentares. A espécie mais frequente nos estômagos analisados, *Scenedesmus quadricauda*, foi também mais frequente no viveiro com peixes do que no controle. As outras espécies mais frequentes foram *Coelastrum scabrum*, *Eunotia hexaglyphis*, *Surirella robusta*, *Netrium digitus* e *Anabaena sp.*

Além dos fatores físicos e da presença de peixes no viveiro, o zooplâncton também pode causar um grande impacto na comunidade do fitoplâncton (VANNI & FINDLAY, 1990; MOSS, 1988; DRENNER *et alii*, 19897). A maioria das espécies presentes nos viveiros era do tipo filtrador que se alimenta essencialmente do fitoplâncton. Reforçando esta hipótese, foi observado que a comunidade zooplanctônica era dominada por grandes zooplânctons filtradores (*Daphnia laevis*, *Moina micrura*, *Diaphanosoma brevirreme* e *Argyrodiaptomus furcatus*), filtradores de menor porte (*Bosminopsis deitersi* e *Bosmina hagmani*) e pelos pequenos filtradores pertencente ao grupo Rotifera.

A produção primária é geralmente definida como a taxa de carbono fixada ou o potencial de energia estocada pela fotossíntese ou pela quimiossíntese dos organismos. É estendida a todos os organismos do ecossistema e não somente ao fitoplâncton uma vez que o funcionamento do ecossistema depende de todas as fontes de matéria orgânica que o compõem (LIKENS, 1972). O fitoplâncton na verdade é uma das fontes de entrada de

natureza autóctone no sistema. Porém o perifíton, as macrófitas e os organismos quimiossintetizantes contribuem em alta escala com a produção global.

São vários os fatores que podem alterar a produção primária no ecossistema. O fluxo contínuo de água é um deles. Se o fluxo for intenso a biomassa fitoplânctônica pode ser reduzida pela remoção dos organismos através da água que sai do viveiro. Além disso o fluxo também pode alterar a densidade e a composição das espécies (DICKMAN, 1969). Outro fator capaz de alterar a produção primária é a supressão do fitoplâncton pelos organismos filtradores. Os peixes filtradores, por exemplo, podem suprimir o fitoplâncton direta ou indiretamente através da supressão do zooplâncton herbívoro (DRENNER *et alii*, 1986). De acordo com DRENNER (1987), a espécie *Tilapia galilaea*, de menor porte, apresenta uma taxa de alimentação muito maior sobre o zooplâncton do que sobre o fitoplâncton. A supressão foi todavia, das algas de grande porte e não do nanofitoplâncton.

A produção primária do fitoplâncton tem, no entanto, servido como indicador do grau de trofia nos corpos d'água. Valores aproximadamente semelhantes da produção primária em lagos oligotróficos e eutróficos foram sugeridas por RODHE 1969, (*apud* LIKENS, 1972). Segundo este autor a taxa anual para um lago oligotrófico varia de 7 a 25gC/m²/dia. Para os lagos eutróficos, os valores seriam de 75 a 250gC/m²/dia, enquanto que para os lagos poluídos os valores seriam por volta de 350 a 700gC/m²/dia. Os resultados obtidos em ambos os viveiros, neste experimento, desmonstraram uma alta taxa de produtividade primária. Com valores bem superiores aos sugeridos por LIKENS (*op. cit*) para lagos eutróficos. As recomendações para ambientes temperados e para ambientes tropicais poderiam no entanto ser muito diferentes.

Deve-se considerar ainda a morte natural do fitoplâncton durante o experimento, devido às mudanças diárias nos fatores físicos e químicos da água. BARBOSA *et alii* (1989), por exemplo, trabalhando na lagoa Carioca durante o período de iluminação verificaram que o pico de produção primária, no período da manhã é menor que o pico do período da tarde no inverno. Porém no verão (fevereiro) os mesmos autores observaram que o pico no

período da manhã, era maior que o da tarde. Essas diferenças foram atribuídas à periodicidade e à ocorrência de ritmos endógenos na atividade fotossintética do fitoplâncton. No presente trabalho, os picos de produção primária bruta ocorreram no meio da tarde.

A periodicidade na fotossíntese é um fenômeno típico de regiões temperadas e tropicais, podendo estar ligada ao deslocamento do fitoplâncton na coluna d'água, à flutuações na quantidade de clorofila (como resultado da alternância altas e baixas intensidades de luz no ambiente) e também devido à inibição fotossintética e por último, à alimentação por parte do zooplâncton (BARBOSA *et alii*, op. cit.). Nos viveiros entretanto, houve dificuldade para mensurar a radiação incidente e, conseqüentemente, a radiação debaixo da água. Mas, apenas o fator radiação não é suficiente para explicar as oscilações que ocorreram na produção primária do fitoplâncton. Os fatores de natureza endógena, como por exemplo, a variação na concentração de clorofila, podem ter interferido. Infelizmente, as medidas de clorofila foram feitas apenas no período da manhã e em apenas uma profundidade, dificultando as conclusões em relação a esta variável.

Além dos ritmos endógenos, é preciso levar em conta os exógenos. Como discutido anteriormente, o fluxo de água interferiu na concentração de oxigênio dissolvido, de nutrientes disponíveis na água, no pH, na alcalinidade e na dureza da água. Isto interferiu também na concentração de clorofila e na biomassa de zooplâncton nos viveiros e, como consequência, deve ter influenciado a produção primária nos dois sistemas. Corroborando com esta hipótese, nota-se que os picos de produção primária ocorreram na segunda parte do experimento, período em que havia mais disponibilidade de nutrientes. Houve, entretanto, uma diminuição significativa na produção a partir do dia 24 de julho, quando houve também queda nas concentrações de nutrientes e no aumento dos organismos zooplancônicos, na sua maioria filtradores. Não parece portanto apropriado relacionar as oscilações nos valores da produção primária a cada fator isoladamente mas sim, observar o conjunto de mudanças endógenas e exógenas que poderiam estar interferindo no funcionamento global dos dois sistemas.

2.2 - Comunidade zooplancônica

A composição de uma comunidade zooplancônica é influenciada pelos fatores físicos, químicos, biológicos e geográficos (HUTCHINSON, 1967). Os impactos impostos ao meio ambiente podem atuar em conjunto com estes fatores, alterando a composição das espécies (MARGALEF, 1959; REINOLDS, 1993).

A exploração de viveiros de piscicultura implica em manejos temporários que atuam de forma agressiva na comunidade biótica. Estes impactos estão relacionados com o tempo de residência da água, tempo de cultivo, cuidados sanitários e fertilização com adubos orgânicos ou inorgânicos, além da escolha da espécie de peixes empregada no manejo (COSTA NETO, 1990).

Neste experimento, em ambos os viveiros, as espécies dominantes, ainda que em épocas diferentes, foram: *Moina micrura* e *Daphnia laevis*, além de náuplios de Calanoida. No viveiro controle além destas, também foram consideradas como dominantes as espécies *Conochilus coenobasis* e *Keratella cochlearis*.

A maioria do zooplâncton observado neste experimento é composto por espécies filtradoras de cladóceros, rotíferos e copépodes, o que pode estar relacionado com o comportamento alimentar da ictiofauna de Pacu com idade acima de cinco meses estocados no viveiro. Resultado semelhante foi observado por OLIVEIRA *et alii* (1992), embora estes autores tenham enfatizado que o Pacu com idade acima de um ano não interfere diretamente na população zooplancônica. Segundo ZARET (1975) e LAZARRO (1987), quando a espécie povoada em viveiros for do tipo planctófaga, a tendência é selecionar visualmente as espécies maiores, favorecendo o aumento populacional das espécies menores, fato que não ocorreu no viveiro referente a este experimento. Aqui foram encontradas espécies maiores tais como: *Daphnia laevis*, *Moina micrura*, *Argyrodiaptomus furcatus*, *Mesocyclops longisetus*, *Diaphanosoma brevirremi*, *Notodiatomus iheringi*, *Paracyclops fimbriatus*, *Thermocyclops decipiens* e *Tropocyclops prasinus meridionalis*. Entretanto a frequência de

ocorrência das espécies não foi a mesma, observando-se flutuações distintas para cada uma.

Um segundo ponto, que vale a pena salientar neste trabalho, ainda em relação à influência do Pacu sobre os organismos do zooplâncton, foi a ingestão elevada de ovos de copépodes. Dos 17 estômagos analisados ao microscópio, encontrou-se densidade superior a 1000 ovos por ml do conteúdo estomacal em 6, aproximadamente 100 ovos/ml em 7 e nos últimos 4 uma densidade em torno de 17 ovos/ml. Segundo SIPAÚBA-TAVARES (comunicação pessoal), os ovos poderiam passar intactos pelo trato digestivo do animal e ao serem eliminados estarem em condições de eclodir. Se de fato isto ocorre, o Pacu estaria influenciando apenas indiretamente na comunidade zooplanctônica. Mas, se ao contrário, os ovos forem digeridos, o Pacu estaria controlando a quantidade de copépode no viveiro através da grande ingestão de ovos, principalmente considerando-se que o potencial reprodutivo desses organismos é um pouco mais baixo que o dos cladóceros e dos rotíferos.

Observou-se também, neste estudo, embora em menor quantidade, a ingestão de ovos de rotíferos e ovos de resistência de cladóceros (ephipio) pelos peixes. Inclusive as densidades de náuplios no viveiro controle foram bem superiores as observadas no viveiro com Pacu. Houve, portanto, maior eclosão de ovos no viveiro controle. É importante salientar também que inúmeras partes do corpo de copépodes foram observados no interior dos estômagos dos peixes, não sendo contudo possível identificar claramente a que grupos pertenciam.

Os ovos no interior dos estômagos poderiam ter sido capturados conjuntamente com as fêmeas, ou terem sido capturados sozinhos na coluna d'água. O mais importante, é observar que os mesmos podem ser considerados de bom paladar, caso contrário os peixes os teriam regurgitado. FREGADOLLI (1994), observou que quando um alimento ingerido não possui boa palatabilidade, o peixe o regurgita imediatamente para fora da boca.

Um outro fato importante refere-se ao intervalo de administrações de ração, que foi muito longo. Durante este tempo os peixes procuraram complementar a dieta com plâncton,

macrófitas, sementes e insetos bentônicos disponíveis no interior do viveiro.

A espécie *Argyrodiaptomus furcatus* foi muito freqüente, embora pouco abundante, na maioria das amostras do viveiro com Pacu. Entretanto, observaram-se densidades bem elevadas da mesma espécie no viveiro controle. Esta baixa densidade populacional no viveiro com Pacu pode estar relacionada com a ingestão dos ovos de Copepoda, como também a predação sobre os indivíduos adultos e copepoditos, além da morte natural da espécie, principalmente quando a temperatura cai abaixo de 20°C, para os Calanoida a taxa de mortalidade em temperatura de 23°C não é superior a 20%, mas numa faixa de temperatura que varia de $\pm 18^\circ$ pode, dependendo da espécie, atingir 90%, a taxa de sobrevivência também diminui na transição de náuplios para copepoditos, refletindo por sua vez na população adulta (ROCHA & SIPAÚBA-TAVARES, 1994). No presente trabalho observou-se que a densidade de náuplios era bem mais elevada, com um declínio acentuado na densidade de copepoditos, o que, por sua vez, refletiu numa densidade inferior de adultos.

As espécies *Moina micrura* e *Daphnia laevis*, também estiveram presentes em ambos os viveiros. Porém as duas espécies provavelmente competem entre si, pois quando as densidades de *M. micrura* aumentaram no viveiro a tendência foi ocorrer uma queda na população de *D. laevis* e vice e versa, o que pode estar relacionado à competição uma vez que as duas espécies são filtradoras especializadas e se alimentam do fitoplâncton.

Dessas duas espécies, *M. micrura* foi a mais bem sucedida no viveiro com Pacu. As espécies *D. laevis* e *A. furcatus*, coexistiram com a *M. micrura*, porém suas densidades foram muito baixas. O alimento pode ter sido um fator limitante ao crescimento das outras duas espécies neste dia. A biomassa do fitoplâncton, medida através da clorofila a, foi das mais baixas, levando as espécies a competirem entre si por alimento. Deve-se ainda levar em conta que outros organismos filtradores e microfiltradores também apresentaram densidade elevada, tais como *Diaphanosoma brevireme*, *Bosmina hagmani*, *Bosminopsis deitersi* e *Keratella Cochlearis*.

Os rotíferos estiveram presentes em ambos os viveiros, aumentando o número de

espécies identificadas, porém pode-se verificar que, no viveiro com pacu, apenas *K. cochlearis* e *Brachionus quadridentatus* foram bem sucedidas. Já no viveiro controle, além destas duas, foram bem sucedida as espécies *Conochilus coenobasis*, *Brachionus mirus* var. *reductus*, *Philodina* sp. e *Polyarthra vulgaris*, as quais foram frequentes na maioria das amostras.

Ao contrário de SAMPAIO (em preparação), neste trabalho não foi observado um predomínio na abundância de rotíferos sobre as populações de cladóceros e copépodos. Os viveiros estudados pelo referido autor detinham um grau de eutrofização bem mais elevado. Tais ambientes facilitaram a colonização pelos grupos de rotíferos os quais, segundo SLÁDECEK (1983), conseguem sobreviver em ambientes eutróficos e até mesmo poluídos. A predominância dos cladóceros e copépodos no viveiro estudado pode não estar relacionado aos nutrientes mas a outras variáveis tais como o pH, a dureza, a alcalinidade e a condutividade que eram relativamente baixas.

Muitos fatores interferiram nos pulsos de densidade do zooplâncton dos viveiros, tais como concentração de nutrientes, alcalinidade, pH, fluxo de entrada e saída de água, a presença de peixes no viveiro e a competição do próprio zooplâncton por alimento.

Segundo SIERZEN (1990), a qualidade do alimento é fundamental, porque pode afetar a taxa de ingestão, a respiração, o estoque de lipídios, a sobrevivência e reprodução. Os rotíferos e os copépodos apresentam um notável senso de seletividade alimentar. O gênero *Brachionus* mostrou que pode distinguir a qualidade de diferentes espécies de algas, boas para o seu consumo, embora estas apresentem o mesmo tamanho corporal das outras algas presentes no mesmo local (STARKWEATHER, 1980; *apud* SIERZEN *op. cit.*). As espécies *Keratella cochlearis* e *Polyarthra vulgaris* possuem a capacidade de diferenciar as algas de melhor palatabilidade, mesmo que sejam do mesmo tamanho (De MOTT, 1986). Embora as espécies filtradoras sejam aptas a selecionar o próprio alimento, a competição entre elas, no viveiro, pode ter influenciado a captura de alimentos pelos rotíferos, levando este grupo a se alimentar de outras fontes disponíveis.

De acordo com os experimentos desenvolvidos por SIERSEM (*op. cit*), as interações entre a qualidade e a abundância relativa dos alimentos podem ser a chave para determinar a seletividade alimentar. Estas interações provavelmente contribuem para a coexistência destas espécies com as outras. ROCHA & SIPAÚBA-TAVARES (1993) mostraram que os rotíferos são oportunistas quanto à seletividade alimentar e além disso, apresentam a capacidade de se reproduzirem em quase todas as temperaturas. Os cladóceros também são considerados oportunistas, porém seu potencial reprodutivo é inferior ao dos rotíferos, sendo mais sensíveis às variações de temperatura, além de apresentarem intervalo de geração um pouco mais longo. Com relação aos copépodos, sabe-se que possuem um potencial reprodutivo mais baixo apesar de sua maior habilidade de escape aos predadores, apresentando ainda, maior capacidade de selecionar as partículas alimentares maiores.

Outras causas prováveis da redução da população de rotíferos do viveiro são a alta densidade populacional de *Daphnia laevis*, de *Moina micrura* e *Argyrodiaptomus furcatus* a partir da metade do experimento. Deve-se salientar que os rotíferos, apesar de serem oportunistas em termos alimentares e com alta taxa reprodutiva, não conseguiu resistir à competição com os cladóceros e copépodos.

A densidade dos cladóceros no viveiro com Pacu também suplantou a dos demais grupos. Ao contrário do que ocorreu no viveiro controle, *M. micrura* foi dominante tanto em relação à abundância relativa quanto em relação a frequência nas amostras. Na maioria das vezes a espécie *A. furcatus* também apresentou uma densidade elevada (> 60 org/l). A maior abundância de espécies filtradoras colaborou para que a densidade de rotíferos fosse bem menor no viveiro com Pacu que no viveiro controle.

Além da competição entre as espécies filtradoras, algumas espécies onívoras, como *Thermocyclops decipiens* e carnívoras, como *Mesocyclops*, podem ter contribuído para que houvesse um controle populacional de rotíferos. Além da predação intrazooplancônica, deve-se ainda considerar a pressão exercida por peixes, neste caso a população de Pacu. Os resultados obtidos quanto a análise de conteúdo estomacal mostram o consumo dos gêneros

Collotheca, *Asplanchna*, *Hexarthra*, *Keratella* e *Thricocerca*, juntamente com as espécies *Conochilus coenobasis*, *Filinia longiseta* e *Polyarthra vulgaris*. O item mais freqüente foi *Conochilus coenobasis*, colocando em evidência o caráter oportunista do Pacu em relação à seletividade alimentar, uma vez que *C. coenobasis* foi a espécie com maior densidade no viveiro, dentre os rotíferos. Portanto os resultados demonstram que a predação por peixes também é um importante fator controlador da densidade populacional dos organismos aquáticos, principalmente em relação ao plâncton.

3 - INTERAÇÕES ECOLÓGICAS ENTRE AS COMUNIDADES NOS VIVEIROS DE PISCICULTURA

As interações ecológicas em viveiros de piscicultura, assim como em outros ambientes lacustres, são determinadas pelas perturbações de natureza interna (endógenas) ou externa (exógenas) ao sistema. São consideradas perturbações em um ambiente, os estímulos ou variações que ocorrem numa dada escala de tempo, e que os tornam capazes de romper o equilíbrio entre as comunidades presentes no ecossistema (SOMMER *et al*, 1993).

O equilíbrio de uma comunidade ou ecossistema é o estado estável das populações em que as interações e a utilização dos recursos levam a uma variação mínima dos parâmetros fundamentais. Ou seja, estado estável é aquele em que ocorre apenas pequena variação dos parâmetros de que depende o equilíbrio. Caso contrário, o estado é instável (WATANABE *et al*, 1988).

Os estímulos ou variações que podem romper o equilíbrio de um dado sistema podem ser de caráter interno ou externo. São considerados de caráter externo: temperatura, intensidade luminosa, fluxo de entrada de água no viveiro, ventos, chuvas e, principalmente, a forma de manejo empregada no ambiente. Os estímulos internos são determinados pelas flutuações dos recursos disponíveis, mortes, competição e predação. SOMMER (op cit), salienta que nem sempre é possível distinguir se a origem da perturbação é interna ou externa. Assim, a determinação da origem da perturbação é menos importante do que a determinação do impacto por ela causada nas comunidades. Deve-se ter em mente que nunca haverá espaço de tempo suficiente para que os ambientes naturais estejam em equilíbrio, de forma a permitir, por exemplo, que a exclusão competitiva realmente se estabeleça. Alguma forma de perturbação sempre ocorrerá, de forma rápida, com forte intensidade ou mesmo de forma gradual, eliminando a comunidade já existente e permitindo assim, que se inicie o processo da sucessão nas fases iniciais (PADISÁK, 1993).

Em limnologia, o estudo das comunidades ou do sistema como um todo, sob o ponto de vista das perturbações sofridas, foi adaptado da hipótese de CONNEL (1978, *apud*

REINOLDS, 1993) por REINOLDS (1993). O objetivo é discutir a estrutura, organização e dinâmica da comunidade fitoplanctônica face aos distúrbios. As vantagens de se estudar uma comunidade pela hipótese da intervenção por meio de perturbações, é que se torna possível reconciliar as disparidades propostas por outras hipóteses como, por exemplo, a de HARDIN (1960, *apud* REINOLDS, 1993) sobre as predições de interações inter-específicas que caminhem para a dominância através da exclusão ou a proposta por HUTCHINSON (1961, *apud* REINOLDS, 1993), sobre a coexistência de várias espécies no mesmo ecossistema, competindo por recursos num ambiente heterogêneo.

No presente trabalho aplicaram-se alguns estímulos externos que refletiram nas estruturas física, química e biológica dos viveiros. Foram aplicados os seguintes estímulos: adubação, calagem, manejo do fluxo contínuo de entrada e saída de água e, no viveiro com Pacu, alimentação artificial. O emprego da adubação e da calagem aumentaram os sólidos suspensos na coluna d'água e, conseqüentemente, diminuíram a penetração de luz. Além disso, ocorreu também um aumento nas concentrações dos nutrientes, aumento do pH, da alcalinidade e da dureza da água. O emprego da alimentação artificial reforçou a disponibilidade de nutrientes no viveiro com Pacu. O manejo do fluxo, por sua vez, evitou a perda de nutrientes para fora dos viveiros e a perda de biomassa mas, em compensação, provocou um impacto muito intenso nas comunidades do plâncton e teve influência na queda das concentrações de oxigênio dissolvido na água.

Um padrão semelhante de composição e sucessão de espécies fitoplanctônicas foi observado no viveiro controle e no com Pacu, sendo que a única diferença esteve relacionada à espécie *Spondilosium planum* que foi mais abundante no viveiro com Pacu.

Como se pode observar, a espécie *St. gracile* teve sua maior concentração na primeira fase do experimento. Também já foi discutido no capítulo anterior que esta espécie tem preferência por ambientes mais ácidos, de baixa alcalinidade e com menor grau de trofia e que a queda na sua densidade populacional está relacionada à intensidade do estímulo aplicado (fluxo contínuo de água). Até o dia 12 de julho as águas do viveiro possuíam

concentrações de nutrientes relativamente baixas, baixa alcalinidade e pH tendendo para ácido. Estas condições permitem o bom desenvolvimento de espécies da família Desmidiaceae. Observa-se também que após o pico máximo de densidade populacional, que ocorreu no dia 8 de julho, ocorreram reduções graduais. A manipulação do fluxo de água levou à diminuição das perdas de nutrientes para fora dos viveiros. Como estes foram readubados na mesma data do manejo do fluxo, observou-se uma elevação nas concentrações de nutrientes, além de um aumento da alcalinidade e do pH. Estes fatores, em conjunto, contribuíram para a queda da biomassa de *St. gracile* no viveiro. Aparentemente, a abundância de *St. gracile* não limitou o crescimento de outras espécies em nenhum dos dois viveiros. Esta espécie pôde conviver perfeitamente com outras num mesmo ambiente sem desaparecer por competição (MOSS, 1988).

Quanto à espécie *Gloeocystys vesiculosa*, seu crescimento ocorreu concomitantemente com o aumento da concentração de fósforo, embora a queda gradual na concentração deste nutriente não tenha, provavelmente, limitado a sua permanência nos viveiros.

Outra espécie a apresentar uma densidade elevada em ambos os viveiros, num dado período, foi a *Characium rostratum*, cuja maior densidade ocorreu no dia 7 de agosto no viveiro controle e no dia 12 de agosto no viveiro com Pacu. Neste período, as concentrações de nutrientes foram bem mais elevadas, indicando que a maior disponibilidade dos nutrientes na água estaria contribuindo para o seu aumento populacional.

No viveiro com Pacu, a espécie *Spondilosium planum* aparece com uma densidade bem elevada, assumindo o lugar correspondente à *G. vesiculosa* no viveiro controle, isto é, apresenta uma alta densidade entre os dias 15 e 19 de julho decrescendo a seguir. Este comportamento evidencia uma competição em que uma espécie regula a densidade da outra, sendo que as perturbações sofridas pelas comunidades podem fazer populações inteiras desaparecerem. Com o desaparecimento de uma espécie, a tendência é o desenvolvimento de outras. Eventualmente a competição pode selecionar algumas espécies e excluir outras (HARDIN, 1960 *apud* SOMMER *et alii*, 1993) e somente algumas espécies poderiam

coexistir nas situações em que hajam fatores limitantes.

Na hipótese da perturbação, o ponto relevante é o aumento da diversidade de espécies no ecossistema devido à instalação de um processo de sucessão ecológica da comunidade. Após a ocorrência de perturbações, não importando a sua origem, surgem as espécies colonizadoras que serão substituídas gradualmente pelas espécies mais especializadas (REYNOLDS, 1993; SOMMER *et alii*, 1993). No presente trabalho, observou-se que os índices de diversidade de espécies oscilaram muito durante o período experimental em ambos os viveiros. Estas oscilações constantes demonstram que o sistema estava imaturo. O processo de sucessão com relação ao fitoplâncton ainda estava acontecendo nos viveiros, não se podendo aqui, afirmar com segurança que o processo de sucessão tenha iniciado com as espécies pertencentes à divisão Chlorophyta, uma vez que não foram efetuadas amostragens nos viveiros durante o período de enchimento.

As perturbações podem também influenciar a estrutura e o funcionamento da comunidade zooplancônica nos viveiros. Como já foi discutido anteriormente, o zooplâncton de ambos os viveiros foi composto quase que exclusivamente de organismos filtradores. Os microfiltradores estiveram representados pelos rotíferos, náuplios de copépodos e pequenos cladóceros (*Bosmina* e *Bosminopsis*). Numa comunidade de zooplâncton predominantemente filtradora, as únicas exceções foram a presença de *Mesocyclops longisetus*, e *Paracyclops fimbriatus* consideradas espécies predadoras (FERNANDO *et alii*, 1990) e *Thermocyclops decipiens*, uma espécie de hábito onívoro.

Um fator importante a se considerar na dinâmica das populações é a hidrodinâmica dos sistemas, pois alterações no fluxo de água (vazão) e o tempo de residência, estão diretamente relacionados aos valores de "standing-stock" do plâncton, promovendo mudanças na composição do mesmo (SOTO & VILLALOBOS, 1984 apud OLIVEIRA NETO, 1993). A alta densidade populacional de rotíferos se encontra estritamente associada às altas taxas de fluxo de água. No Reservatório do Lobo, os rotíferos são organismos predominantes, sugerindo que as baixas taxas de "turn-over" (1,85/dia) destes organismos

minimizam sua perda por fluxo e podem apresentar aumento populacional mesmo sob regime intenso de fluxo de água (OLIVEIRA NETO op. cit). NOGUEIRA (1990), ao estudar a Represa do Monjolinho em São Carlos (SP), observou que os valores elevados da taxa de renovação de água (2 dias) não mostrou nenhuma influência sobre as populações de rotíferos e sim sobre a de copépodes e cladóceros.

Os viveiros de piscicultura, deste experimento, apresentaram uma alta taxa de renovação nos primeiros 15 dias (aproximadamente 60 litros de água por minuto; tempo de residência de 3 dias), corroborando com as afirmações acima citadas. As densidades populacionais de cladóceros e rotíferos apresentaram variações de densidades populacionais de grande amplitude, particularmente das espécies *Moina micrura* e *Daphnia laevis*, que alternaram na dominância. Dentre os rotíferos, a alternância ocorreu entre as espécies *Brachionus quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *Conochilus coenobasis* e *Polyarthra vulgaris*, no viveiro controle. No viveiro com Pacu, as comunidades apresentaram poucas exceções aos padrões ocorridos no viveiro controle. A mais marcante foi a presença de copépodos Cyclopoida de hábito predador. A espécie mais freqüente e mais abundante foi *Paracyclops fimbriatus*, seguida pelo *Thermocyclops decipiens* e *Mesosyclops longisetus*. As flutuações destas espécies mostram que *P. fimbriatus* dominou a comunidade, embora as outras espécies tenham conseguido coexistir com ela, provavelmente pela disponibilidade de alimentos no viveiro ou mesmo pela diferença de hábito alimentar.

A presença das espécies de Cyclopoida, no viveiro com Pacu, pode estar relacionada a presença dos peixes. O viveiro com Pacu apresentou concentração mais elevada de nutrientes e maior concentração de clorofila, implicando em maior disponibilidade de alimentos e contribuindo para o aumento da população zooplancônica.

Além da hidrodinâmica, a presença do Pacu funcionou como um estímulo autogênico no viveiro. As interações entre peixes e comunidades planctônicas foram amplamente discutidas por LAZZARO (1987), mostrando que as respostas da comunidade fitoplancônica se comportam de maneira diferenciada de acordo com a presença de peixes planctófagos,

predadores visuais e filtradores. Corroborando a afirmação acima, CARPENTER et al (1987) sugeriram a hipótese das interações tróficas pelo efeito "cascata". Esta hipótese sugere o seguinte mecanismo de interações: o peixe predador, que pertence ao último nível trófico, ao se alimentar dos peixes que se alimentam exclusivamente do plâncton, pode determinar a abundância destes últimos peixes, os quais, por sua vez, irão determinar a abundância, estrutura e produtividade do zooplâncton e do fitoplâncton.

Já foi salientado que o Pacu é um peixe de comportamento alimentar oportunista. Embora sejam preferencialmente herbívoros, esta espécie geralmente se alimenta do item mais abundante e de fácil captura no corpo d'água. No presente trabalho, este comportamento foi observado, tendo sido encontrado ração, grama, Conchostraca, restos de zooplâncton, ovos de zooplâncton, larvas de insetos aquáticos, sementes e fitoplâncton no interior dos estômagos analisados e embora não tenha se alimentado exclusivamente de plâncton, o Pacu estimulou o desenvolvimento das comunidades planctônicas aumentou a disponibilidade de nutrientes na água através da excreção, o que contribuiu para o aumento da densidade do fitoplâncton. Este aumento, por sua vez, proporcionou o crescimento da comunidade do zooplâncton herbívoro e como resposta ao aumento da densidade dos dois primeiros níveis tróficos, observou-se densidade bem mais elevada de copépodos com hábito raptorial, que se alimentam de cladóceros e rotíferos. Neste caso o controle na cadeia ocorreu de baixo para cima ("bottom up") (VANNI, 1987; VANNI & FINDLAY, 1990; CARPENTER *op cit.*). Por outro lado, o Pacu pode estar exercendo, de maneira menos agressiva, o controle da cadeia alimentar de cima para baixo ("top down"). Ao se alimentar dos ovos de zooplâncton, o Pacu controlaria a cadeia alimentar pela diminuição da densidade de rotíferos e copépodos, ítems alimentares de origem zooplanctônica mais encontrados em seus estômagos.

Com relação aos cladóceros, a espécie *M. micrura* foi extremamente freqüente e abundante no viveiro com Pacu, tendo sido a espécie mais bem sucedida entre os Cladocera. Por outro lado, sua densidade foi muito baixa no viveiro controle, sugerindo a presença de um mecanismo causador de controle populacional. A densidade de *M. micrura* diminuiu

ainda mais a partir do dia 29 de julho, quando ocorreu a explosão populacional de *D. laevis*. Esta relação sugere que a *D. laevis* controla a presença de *M. micrura* no viveiro e vice-versa, por competirem pelo mesmo tipo de alimento. Caso haja abundância de alimentos no viveiro, elas podem coexistir prolongadamente (MATSUMURA-TUNDISI *et al*, 1990). Ocorrendo uma alteração ambiental a mais apta frente a nova situação tende a aumentar sua densidade, utilizando com maior eficiência os recursos disponíveis, enquanto que a outra tende a diminuir sua densidade ou mesmo a desaparecer.

Segundo VANNI (1986), as grandes populações de *D. pulex* no pequeno lago Larimore suprimiram o fitoplâncton inteiramente, afetando a densidade dos rotíferos e copépodos. Em ambos os viveiros as populações de cladóceros foram bem elevadas afetando as populações de rotíferos, que apresentaram explosões populacionais em forma de pulsos como o que ocorreu com as populações de *K. cochlearis*, *B. quadridentatus*, *C. coenobasis* e *P. vulgaris*. As hipótese de supressão do fitoplâncton pelo zooplâncton herbívoro (VANNI *op cit*; McQUEEN *et al*, 1986), pode ser observada em ambos os viveiros onde a densidade populacional do fitoplâncton tanto em termos de número de organismos como de biomassa (clorofila a) apresentou uma relação inversa com os picos populacionais de zooplâncton..

VII - CONCLUSÕES

1. A presença do Pacu no viveiro influenciou as características limnológicas do viveiro, alterando a alcalinidade, dureza, material em suspensão e as concentrações dos compostos fosforados e nitrogenados, principalmente as concentrações de amônia.

2. Como consequência do aumento das concentrações de nutrientes houve um aumento da densidade do fitoplâncton e do zooplâncton, da clorofila a e da produção primária bruta.

3. O fluxo contínuo de entrada e saída de água dos viveiros teve também o seu papel na mudança das variáveis limnológicas, pois na primeira fase do experimento as variáveis limnológicas tais como condutividade elétrica, pH, alcalinidade, dureza, material em suspensão, nutrientes fosforados e nitrogenados, silicato reativo e produção primária bruta foram relativamente mais baixas, enquanto que o oxigênio dissolvido foi relativamente mais alto.

4. O fluxo contínuo de entrada e saída de água influenciou principalmente a população de *Staurastrum gracile* que apresentou uma densidade populacional bem elevada na primeira fase. O fechamento do fluxo provavelmente determinou o colapso desta população devido principalmente ao aumento da alcalinidade, dureza da água e do aumento do zooplâncton filtrador.

5. Após o fechamento do fluxo houve um desenvolvimento das espécies *Gloeocystis vesiculosa*, *Characium rostratum*, *Dinobryon cylindricum*, *Peridinium pusillum*, *Microcystis sp* e *Spondylosium planum* nos viveiros.

6. As espécies *Gloeocystis vesiculosa*, *Characium rostratum*, *Dinobryon cylindricum*, *Peridinium pusillum*, *Staurastrum gracile*, *Eunotia hexaghyphis* e *Spondylosium planum* foram mais abundantes no viveiro com Pacu. As espécies *Microcystis sp.*, *Staurastrum paradoxum* e *Staurodesmus validus* foram mais abundantes no viveiro controle.

7. A composição do zooplâncton foi semelhante em ambos os viveiros, porém a densidade da mesma foi relativamente alta no viveiro com Pacu.

8. Os copépodos Cyclopoida foram mais abundantes e freqüentes no viveiro com Pacu do que no viveiro controle.

9. Quanto a composição das espécies mais freqüentes e abundantes foram em ordem: Cladocera> Copepoda> Rotifera.

10. Dentre os Cladocera: *Moina micrura*, *Bosmina hagmani*, *Bosminopsis deitersi* e *Daphnia laevis* foram as espécies mais freqüentes. Ocorreram raramente *Alona monocantha*, *Diaphanosoma brevireme*, *Simocephalus serrulatus*, *Graptoleberis sp* e *Ilyocriptus spinifer*.

Dentre os Copepoda, *Argyrodiaptomus furcatus* e *Paracyclops fimbriatus*. ocorreram raramente *Thermocyclops decipiens*, *Tropocyclops prasinus meridionalis*, *Mesocyclops longisetus*, *Mesocyclops brasiliensis* e *Thermocyclops minutus*.

Dentre os Rotifera, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella cochlearis*, *Polarthra vulgaris* e *Philodina sp* foram os mais frequentes, ocorrendo raramente *Conochilus coenobasis*, *Brachionus mirus*, *Cephalodella*, *Collotheca* e *Lecane sp*.

11. A cadeia alimentar do viveiro com Pacu apresenta dois tipos de sistemas de controle:

a- A cadeia é controlada de baixo para cima ("Bottom up") através das excreções produzidas pelo Pacu e ressuspensão do fundo do viveiro que conduz ao enriquecimento em termos nutricionais.

b- A cadeia é controlada por uma pressão de cima pra baixo ("top down"), quando as larvas de insetos, ovos, organismos zooplancônicos e fitoplanctônicos são ingeridos pelo Pacu

12. Em média os índices de diversidade do fitoplâncton e do zooplâncton foram maiores no viveiro com Pacu do que no controle; o viveiro com Pacu, neste caso provavelmente possibilitou um maior número de nicho.

VIII - RECOMENDAÇÕES

1- De acordo com os resultados deste trabalho a adoção de algumas medidas poderão otimizar o manejo de viveiros de cultivo de peixes. Dentre as quais podem ser citados:

a) O monocultivo em viveiros leva ao desperdício de vários nichos disponíveis. O cultivo combinado de várias espécies com diferentes hábitos alimentares, possibilitaria um melhor aproveitamento dos diferentes tipos de alimentos naturais reduzindo o custo de produção ao diminuir o emprego de ração artificial.

b) O monitoramento das principais variáveis físicas e químicas e biológicas, tais como pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido, transparência da água e temperatura devem ser medidos diariamente. Os nutrientes, condutividade elétrica, abundância do plâncton e dureza devem ser medidos pelo menos mensalmente ou antecedendo a readubação e calagem.

c) O fluxo contínuo e o tempo de residência da água devem ser manipulados a fim de causar um efeito positivo na qualidade da água, principalmente removendo o excesso de nutrientes, promovendo níveis adequados de oxigênio, diluindo os produtos de excreção e evitando a formação de "blooms" de algas, principalmente as cianofíceas.

d) A calagem e a fertilização devem ser feitas para que haja maior crescimento populacional das comunidades fitoplanctônicas e zooplanctônicas. Este procedimento deve ser repetido numa periodicidade de 10 em 10 dias, se o manejo empregado for o monocultivo.

e) O enchimento deve ser precedido de estudos do sedimento para as determinações do pH do solo e nutrientes disponíveis afim de quantificar as dosagens de calcário e fertilizantes a serem empregados.

f) A utilização de pesquisa básica e aplicações dos resultados implicam na melhoria da qualidade de água dos viveiros, possibilitando um maior desempenho na produção de peixes.

2 - Ao término desta pesquisa constatou-se que a adoção de algumas medidas poderão aperfeiçoar novos estudos em viveiros de piscicultura. A saber:

a) Para a quantificação da produção primária, o método de incubação "in situ" dos frascos claros e escuros são eficientes. Contudo, em viveiros a incubação não deve exceder o tempo de uma hora (Boyd, 1982).

b) Uma pesquisa que vise o estudo das flutuações e sucessão do plâncton em viveiros deve ser feita por um período maior que 40 dias. Após a abertura do fluxo de água para o enchimento do viveiro as coletas devem ser feitas diariamente e após o enchimento, as de dois em dois dias. A partir do segundo mês o espaçamento pode ser maior.

c) A instalação de um anemômetro, mesmo que simples, é fundamental nos estudos ecológicos de viveiros, uma vez que a literatura destaca que a ação do vento promove frequentes circulações da água influenciando a estrutura espacial e temporal das comunidades planctônicas.

IX - PERSPECTIVAS FUTURAS

Estudar a diversidade de espécies do fitoplâncton em ambientes com alto grau de perturbação, como os viveiros de piscicultura, analisando a variação da mesma de acordo com a intensidade de estímulos aplicados ao ambiente.

Acompanhar, por meio de perfis verticais, o comportamento dos principais grupos fitoplanctônicos e a sua substituição após a ocorrência dos estímulos no viveiro.

X - TABELAS

Tabela 1 - Dureza (Dur), Material em Suspensão (MS), Matéria Orgânica Particulada (MOP) e Potencial Hidrogeniônico (pH) da água nos viveiros com Pacu e controle

Data	Viveiro com peixe				Viveiro controle			
	Dur mg/l	MS mg/l	MOP mg/l	pH	Dureza mg/l	MS mg/l	MOP mg/l	pH
28/06	5	12,5	7,5	5,8	4	10,0	3,0	5,8
01/07	10	7,5	1,0	5,9	7	10,0	4,0	5,3
03/07	5	5,0	2,5	5,9	5	10,0	5,0	5,6
05/07	5	2,5	-	5,9	5	12,5	5,0	5,9
08/07	4	12,5	10,0	5,8	4	17,5	6,0	5,8
10/07	4	14,2	11,4	5,6	4	17,5	5,0	5,5
12/07	6	17,5	14,3	6,1	6	17,5	5,0	6,1
15/07	7	15,0	10,8	6,2	7	15,0	4,3	6,0
17/07	16	22,5	20,0	6,3	15	22,5	8,0	6,2
19/07	18	15,0	-	6,4	16	15,0	6,0	6,3
22/07	20	11,3	1,3	6,2	20	11,2	0,5	6,2
24/07	22	15,0	12,5	5,1	22	15,0	5,0	6,1
26/07	20	12,5	7,5	6,2	20	5,0	0,0	6,2
29/07	20	12,5	10,0	6,1	20	12,5	4,0	6,3
31/07	20	5,0	1,3	6	20	5,0	3,8	6,1
02/08	20	10,8	8,3	6,1	21	10,5	3,3	6,2
05/08	21	7,5	5,0	6,5	21	7,5	2,0	6,2
07/08	16	12,5	7,5	5,8	17	12,5	3,0	6,0
09/08	24	2,5	-	5,7	23	2,5	1,0	5,6
12/08	23	5,0	2,5	6,1	25	5,0	1,0	6,1

Tabela 2 - Fosfato Total (PO_4 Tot), Fosfato Dissolvido (PO_4 Dis), Fosfato Inorgânico(PO_4 Inor) e Alcalinidade (Alcal) da água nos viveiros com Pacu e controle

Data	Viveiro com peixe				Viveiro controle			
	PO_4 Tot $\mu\text{g/l}$	PO_4 Dis $\mu\text{g/l}$	PO_4 Inor $\mu\text{g/l}$	Alcal meq/l	PO_4 Tot $\mu\text{g/l}$	PO_4 Dis $\mu\text{g/l}$	PO_4 Inor $\mu\text{g/l}$	Alcal meq/l
28/06	153	22,29	8,91	10	143	11,86	6,5	7
01/07	139,61	21,32	11,62	5	140	15,45	8,91	5
03/07	132,92	17,73	7,4	8	86	8,93	6,2	7
05/07	122,87	10,88	6,19	5	123	6,97	6,5	5
08/07	163,05	14,14	7,4	5	116	9,25	8,31	5
10/07	112,82	10,23	7,1	5	126	7,95	5,29	6
12/07	-	-	-	10	-	-	-	10
15/07	163,05	19,69	10,42	10	183	32,73	18,56	10
17/07	384,04	177,17	137,71	20	297	139,67	107,55	16
19/07	340,51	179,12	103,32	20	264	160,54	122,63	18
22/07	296,98	170,65	102,42	25	270	146,85	102,12	23
24/07	223,32	132,17	108,45	27	223	117,5	71,35	27
26/07	253,46	155,32	77,08	25	230	93,05	47,82	22
29/07	219,97	74,79	35,15	27	183	74,14	38,77	25
31/07	206,58	88,48	51,74	22	190	76,74	38,77	22
02/08	199,88	69,46	45,11	20	170	80	37,26	25
05/08	196,53	66,64	31,53	21	166	86,53	34,85	21
07/08	189,84	64,03	25,8	19	190	60,12	27,01	19
09/08	209,93	64,68	26,1	22	190	89,13	32,14	18
12/08	173,1	95,33	49,63	29	176	88,48	33,95	29

Tabela 3 - Temperatura (Temp), Transparência (Transp) e Condutividade (Cond) da água nos viveiros com Pacu e controle

Data	Viveiro com peixe			Viveiro controle		
	Temp ° C	Transp cm	cond μS/cm	Temp ° C	Transp cm	cond μS/cm
28/06	20,0	90	10	20,1	80	10
01/07	18,0	90	10	17,8	90	10
03/07	18,5	100	10	18,5	100	10
05/07	16,2	100	10	16,2	100	10
08/07	17,1	80	10	17,1	80	10
10/07	17,0	100	10	16,9	100	10
12/07	18,0	90	15	18,0	90	10
15/07	18,5	90	20	18,5	90	20
17/07	19,0	50	40	19,0	90	37
19/07	19,4	80	46	19,4	100	40
22/07	19,8	100	51	19,8	100	51
24/07	17,8	100	55	17,8	100	55
26/07	18,0	100	50	18,0	100	43
29/07	18,1	100	50	18,1	100	47
31/07	19,2	100	50	19,1	100	47
02/08	20,0	100	50	20,0	100	50
05/08	18,0	100	50	18,0	100	50
07/08	19,2	100	51	19,2	100	51
09/08	20,1	100	52	20,0	100	51
12/08	21,0	98	57	21,0	93	57

Tabela 4 - Concentração de oxigênio dissolvido (mg/l) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18), de acordo com o período do dia e com a profundidade

Data	Superfície				Fundo			
	Manhã		Tarde		Manhã		Tarde	
	C16	C18	C16	C18	C16	C18	C16	C18
28/06	8,00	7,47	-	-	7,29	7,47	-	-
01/07	7,11	7,29	-	-	7,11	7,29	-	-
03/07	7,11	7,12	-	-	7,12	7,12	-	-
05/07	7,82	7,11	7,65	7,12	7,12	7,12	7,12	7,12
08/07	7,11	7,12	8,01	7,29	7,12	7,12	7,86	7,47
10/07	7,11	7,12	7,11	7,29	7,11	7,64	6,94	7,48
12/07	6,94	6,76	6,93	6,94	7,12	6,24	6,93	6,23
15/07	6,40	6,23	7,12	7,12	6,05	6,9	7,12	7,12
17/07	4,27	4,98	6,22	6,40	4,09	4,98	6,93	6,0
19/07	4,62	4,62	6,94	5,34	4,62	4,63	6,4	4,98
22/07	2,67	3,91	2,85	3,56	2,67	3,56	3,04	3,91
24/07	1,42	3,94	2,49	4,98	1,24	3,92	1,96	4,45
26/07	2,13	4,27	2,49	4,98	1,96	4,45	2,13	4,98
29/07	2,67	4,80	3,74	5,51	2,85	4,80	3,20	5,51
31/07	3,20	4,62	4,63	5,34	3,20	4,63	4,45	5,16
02/08	2,85	4,09	4,27	5,16	3,02	3,91	3,74	4,80
05/08	3,74	4,45	4,80	5,51	3,56	4,27	4,26	5,34
07/08	4,27	4,62	6,05	6,22	4,45	4,62	4,45	5,34
09/08	3,56	4,98	5,87	6,40	3,91	5,16	3,91	6,05
12/08	3,02	4,62	4,98	5,34	3,02	4,80	3,74	5,50

Tabela 5 - Nitrato (NO_3^-), Nitrito (NO_2^-), Íon Amônio (NH_4^+) e Silicato Reativo (SiO_3^-) da água nos viveiros com Pacu e controle

Data	Viveiro com peixe				Viveiro controle			
	NO_3^- $\mu\text{g/l}$	NO_2^- $\mu\text{g/l}$	NH_4^+ $\mu\text{g/l}$	SiO_2 mg/l	NO_3^- $\mu\text{g/l}$	NO_2^- $\mu\text{g/l}$	NH_4^+ $\mu\text{g/l}$	SiO_2 mg/l
28/06	38,64	2,01	102,47	1,32	44,46	2,35	-	1,32
01/07	32,83	2,41	121,42	1,36	44,66	2,12	106,4	1,3
03/07	32,83	1,65	123,39	2,76	44,46	2,06	141,7	1,33
05/07	32,83	1,42	144,97	2,79	61,91	2,12	118,82	0,96
08/07	44,46	2,18	122,09	1,41	38,64	3,11	158,04	1,13
10/07	38,64	1,07	110,97	2,92	21,2	1,3	120,12	2,37
12/07	-	-	-	-	-	-	-	-
15/07	32,88	1,07	207,73	2,53	21,2	1,59	107,05	2,44
17/07	32,88	2,48	-	2,53	61,91	2,7	102,47	2,81
19/07	27,01	2,76	207,73	2,51	67,72	3,29	145,62	1,85
22/07	50,28	5,75	139,74	2,65	61,91	3,7	161,31	2,33
24/07	50,28	2,76	220,15	2,32	61,91	2,94	115,55	2,33
26/07	38,64	2,76	222,11	2,48	32,83	2,53	141,04	2,5
29/07	38,64	2,24	139,08	2,53	50,28	3,11	102,47	2,27
31/07	44,46	4,58	113,59	2,27	38,64	3,99	97,9	1,46
02/08	102,62	6,16	94,63	1,36	44,46	4,16	81,55	1,87
05/08	56,09	2,12	106,39	2,05	61,91	5,92	86,78	1,32
07/08	44,46	3,29	206,42	2,15	108,43	4,87	87,44	1,52
09/08	56,09	3,7	82,21	1,53	61,91	5,34	99,2	2,25
12/08	102,52	6,81	101,82	2,54	73,54	6,33	139,74	1,98

Tabela 6 - Produção Primária Bruta (mgC/m³/h) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18), de acordo com o período do dia e com a profundidade

Data	Superfície				Fundo			
	Manhã		Tarde		Manhã		Tarde	
	C16	C18	C16	C18	C16	C18	C16	C18
28/06	86,46	83,46	-	-	50,09	166,91	-	-
01/07	97,43	31,31	-	-	116,58	81,36	-	-
03/07	30,90	33,43	-	-	32,88	0,10	-	-
05/07	50,52	117,25	100,52	33,43	100,42	32,67	50,42	66,02
08/07	110,77	83,71	16,97	67,20	83,71	82,73	17,27	132,68
10/07	80,76	50,07	34,75	50,08	34,60	101,15	50,42	116,05
12/07	83,53	100,18	33,97	16,76	134,63	102,29	100,46	116,03
15/07	100,21	100,18	67,34	100,65	201,40	84,40	385,14	266,33
17/07	283,82	150,22	133,91	67,49	134,37	100,25	66,85	46,9
19/07	217,04	50,10	167,54	66,80	84,26	33,48	150,54	32,87
22/07	50,10	33,41	100,30	83,54	67,19	66,80	50,10	32,84
24/07	50,09	33,41	16,90	50,36	33,61	16,78	50,11	33,44
26/07	50,44	83,48	33,59	66,83	33,70	33,47	33,41	217,04
29/07	33,42	33,39	33,70	33,44	33,84	33,48	33,43	33,50
31/07	50,11	33,39	50,23	50,14	50,09	116,92	133,58	33,44
02/08	116,87	83,47	33,61	33,44	66,77	66,85	83,51	33,37
05/08	116,89	83,49	50,48	50,12	66,77	116,92	33,44	16,74
07/08	83,47	150,26	33,89	133,61	50,10	150,13	16,75	117,10
09/08	50,10	116,87	100,66	100,23	83,46	83,57	83,51	100,01
12/08	66,80	33,41	83,89	33,64	33,38	100,25	33,43	37,50

Tabela 7 - Composição (gênero ou espécie) do fitoplâncton identificado nos viveiros com Pacu e controle

Espécies

CHLOROPHYTA

Actinotaenium sp
Arthrodesmus octornis
Cosmarium pseudodecoratum
Closterium bacillum
Closterium calosporum
Closterium lineatum
Closterium parvulum
Closterium sp
Desmidium aequale
Euastrum sp
Micrasterias laticeps f. *major*
Micrasterias radiata f. *deflexa*
Netrium digitus
Staurastrum aciculiferum
Staurastrum aculeatum
Staurastrum asterioideum
Staurastrum dickiei
Staurastrum gracile
Staurastrum leptocladum
Staurastrum paradoxum
Staurastrum punctulatum
Staurastrum quadrangulari
Staurastrum rotula
Staurastrum smithii
Staurastrum tetracerum

Tabela 7 (continuação) - Composição (gênero ou espécie) do fitoplâncton identificado nos viveiros com Pacu e controle

Espécies

CHLOROPHYTA

Spondilosium planum
Gloeocystis ampla
Gloeocystis veiculosa
Sphaerocystis sp
Crucigênia quadrata
Crucigênia tetrapedia
Coelastrum scabrum
Selenastrum bibraianus
Pediastrum birradiatum
Scenedesmus acutus
Scenedesmus quadricauda
Scenedesmus quadricauda va. longispina
Scenedesmus ecornis
Actinastrum sp
Ankistrodesmus falcatus
Characium rostratum
Chlorella vulgaris
Closteriopsis sp
Closteriopsis sp
Golenkinia sp
Kirchneriella sp
Volvox aureus
Hematococcus sp
Elakotrix gelatinatum
Staurodesmus validus

Tabela 7 (continuação) - Composição (gênero ou espécie) do fitoplâncton identificado nos viveiros com Pacu e controle

XANTOPHYTA

Dinobrium cylindricum

Ophyocytium capitatum

Peridinium pusillum

BACYLLARIOPHYTA

Actinella brasiliensis

Anomoeoneis serians

Eunotia diadom

Eunotia gibbosa

Eunotia hexaglyphis

Navicula sp

Pinnularia gibba

Pinnularia interrupta

Pinnularia maior

Pinnularia nobilis

Surirella robusta

EUGLENOPHYTA

Euglena acus

Euglena spirogyra

Phacus curvicauda

Phacus longicauda

Trachelomonas cylindrica

Trachelomonas bacilifera

CYANOPHYTA

Anabaena sp

Merismopédia tenuissima

Microcystis sp

Oscillatoria sp

Tabela 8 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos/l x 10⁴ do fitoplâncton identificado no viveiro controle

Espécie	junho	julho											agosto							
	28	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12	
CHLOROPHYTA																				
<i>Actinastrum</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Arthrodesmus octornis</i>	0,0	0,03	0,03	0,0	0,01	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	
<i>Characium rostratum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,03	0,01	0,05	0,0	0,09	12,2	2,2	3,9	
<i>Chlorella vulgaris</i>	0,1	0,1	0,1	0,01	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,04	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Closterium calosporum</i>	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,04	0,0	0,0	0,05	0,03	0,0	0,0	
<i>Coelastrum scabrum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	0,1	0,01	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	
<i>Cosmarium pseudodecorarum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,03	
<i>Crucigenia quadrata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>C. tetrapedia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	
<i>Dictyosphaerium</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,03	0,2	0,03	0,02	0,0	0,02	0,0	0,01	0,0	
<i>Gloeocystis ampla</i>	1,2	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>G. vesiculosa</i>	0,0	0,23	2,2	1,7	1,3	0,2	3,9	0,08	13,5	0,2	0,04	0,03	0,05	0,0	0,0	0,0	0,04	0,03	0,0	
<i>Golenkinia radiata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Hematococcus</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	
<i>Kirchneriella</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Mesotenium</i> sp.	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
<i>Pediastrum biradiatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	
<i>Pleurotaenium</i> sp	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,06	0,0	0,0	0,07	0,4	0,04	0,0	

Tabela 8 - Continuação

Espécie	junho	julho											agosto						
	28	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
<i>Scenedesmus acutus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0
<i>Sc. armatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sc. quadricauda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,03	0,01	0,0	0,0	0,05	0,05	0,01	0,0
<i>Selenastrum bibraianus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Spondylosium planum</i>	0,04	0,02	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	1,1	0,5	0,0	0,01	0,05	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sphaerocystis</i> sp	0,0	0,35	0,03	0,01	0,5	0,01	0,6	0,4	0,01	0,0	0,0	0,03	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
<i>Staurostrum gracile</i>	8,5	12,7	24,2	11,2	8,8	11,0	8,2	0,6	0,2	0,3	0,08	0,2	0,2	0,2	0,1	0,02	0,0	0,4	0,05
<i>St. paradoxum</i>	0,5	1,0	1,4	0,5	1,1	1,9	0,5	0,04	0,05	0,02	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,03	0,04	0,0	0,03
<i>St. smithii</i>	0,1	0,2	0,4	0,4	0,1	0,3	0,06	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0	0,03
<i>St. triangularis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,0	0,04	0,03
<i>Staurodesmus validus</i>	0,02	0,0	0,0	0,1	0,5	0,7	0,4	0,03	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tetraspora</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CYANOPHYTA																			
<i>Anabaena</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,07	0,0
<i>Microcystis</i> sp	1,3	0,1	0,2	0,4	0,2	0,7	0,6	0,9	0,03	0,0	0,9	1,7	0,2	0,2	0,04	0,01	0,6	0,4	0,1
BACILLARIOPHYTA																			
<i>Anomoeoneis seriens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,03	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,3	0,0	0,05	0,2	0,07	0,02	0,01
<i>Eunotia hexaglyphis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,1	0,01	0,0	0,3	1,1	0,0	0,0
<i>Navicula</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,02	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 8 - Continuação

Espécie	junho			julho										agosto					
	28	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
<i>Pinnularia gibba</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. interrupta</i>	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0
<i>P. maior</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,04	0,0
<i>P. nobilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	„01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Surirella robusta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,06	0,01	0,0
EUGLENOPHYTA																			
<i>Euglena acus</i>	1,9	0,6	0,8	0,2	0,3	0,3	1,0	0,1	0,4	0,0	0,03	0,0	0,5	0,3	1,3	0,1	0,2	0,8	0,4
<i>E. spirogyra</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,06	0,02
<i>Phacus curvicauda</i>	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,07
<i>P. longicauda</i>	0,0	0,0	0,02	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trachelomonas cylindrica</i>	0,0	0,0	0,02	0,01	0,0	0,0	0,0	0,09	0,0	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,01	0,03	0,1	0,03	0,03
<i>T. bacilifera</i>	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,09	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Trachelomonas</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,08	0,2	0,0	0,0	0,07	0,02	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0
XANTOPHYTA																			
<i>Dinobryon cylindricum</i>	0,2	0,0	0,0	0,02	0,05	0,02	0,09	0,4	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ophiocytium capiatum</i>	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,01	0,04	0,0	0,03	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Peridinium pusillum</i>	1,0.	0,8	0,3	0,1	0,1	0,04	0,3	0,05	0,0	0,1	0,0	0,04	0,0	0,01	0,0	0,01	0,02	0,1	0,0

Tabela 9 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais* (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro controle

Espécie	Grupos			
	1	2	3	4
<i>Arthrodesmus octornis</i>	R	R	NO	NO
<i>Characium rostratum</i>	NO	NO	R	D
<i>Dictiosphaerium sp.</i>	NO	NO	C	R
<i>Dinobryon cylindricum</i>	R	C	R	NO
<i>Euglena acus</i>	A	A	C	MA
<i>Eunotia poliglapha</i>	NO	R	C	A
<i>Gloeocystys vesiculosa</i>	A	MA	C	R
<i>Microcystis aeruginosa</i>	C	A	A	A
<i>Peridinium pusillum</i>	A	C	R	R
<i>Spondilosium planum</i>	C	A	R	NO
<i>Staurastrum gracile</i>	D	A	C	C
<i>Staurastrum paradoxum</i>	MA	A	R	R
<i>Staurastrum smithii</i>	C	C	R	R
<i>Staurodesmus validos</i>	R	A	R	NO

NO = não ocorreu

R = rara (1 a 5 indivíduos/25 campos S-R)

C = comum (6 a 19 indivíduos)

A = abundante (20 a 99 indivíduos)

MA = muito abundante (100 a 399 indivíduos)

D = dominante (mais de 400 indivíduos)

Tabela 10 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos/l x 10⁴ do fitoplâncton identificado no viveiro com Pacu

Espécie	junho	julho													agosto				
	28	01	03	05	08	10	12	17	19	22	24	26	29	31	02	5	7	9	12
CHLOROPHYTA																			
<i>Actinastrum</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Arthrodesmus octornis</i>	0,2	0,0	0,2	0,1	0,08	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0
<i>Characium rostratum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,0	0,2	0,0	0,0	0,03	0,01	0,05	0,0	0,09	12,2	2,2	3,9
<i>Closterium calosporum</i>	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>C. parvulum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Coelastrum scabrum</i>	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,03	0,05	0,13	0,4	0,03	0,0	0,05	0,05	0,04	0,2	0,0	0,0
<i>Cosmarium pseudodecorarum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,09	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,07	0,02	0,0	0,01	0,01
<i>Crucigenia quadrata</i>	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,04
<i>C. tetrapedia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,0	0,0	0,03	0,5	0,6	0,1	0,04
<i>Dictyosphaerium</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	6,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Elakotrix gelatinatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Gloeocystis ampla</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,04	0,2	0,01
<i>G. vesiculosa</i>	4,4	4,0	1,3	3,3	0,7	4,1	1,9	0,9	0,5	0,5	0,2	0,1	0,1	0,02	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0
<i>Golenkinia radiata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Hematococcus</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Kirchneriella</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,05	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Mesotenium</i> sp.	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Micrasterias laticeps</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pleurotaenium</i> sp	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Scenedesmus acutus</i>	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,0	0,01	0,06	0,1	0,04	0,0	0,0	0,04	0,01	0,1	0,2	0,03	0,06

Tabela 10 - Continuação

Espécie	junho	julho													agosto				
	28	1	3	5	8	10	12	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
<i>Scenedesmus. armatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,01
<i>Sc. bicaudatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sc. ecornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sc. quadricauda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,02	0,04	0,03	0,1	0,1	0,2	0,07	0,2	0,7	0,0	0,03
<i>Sc. quadricauda var. longispina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,05	0,2	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0
<i>Spondylosium planum</i>	1,4	0,3	0,6	0,8	0,6	0,4	0,5	5,0	9,7	0,4	0,05	0,0	0,0	0,02	0,0	0,01	0,6	0,0	0,01
<i>Sphaerocystis</i> sp	0,2	0,2	0,01	0,9	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,02	0,0	0,1	0,02	0,06	0,03	0,1	0,4	0,0	0,3
<i>Staurostrum aculeatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>St. gracile</i>	25,2	27,3	33,5	39,5	13,6	16,5	10,1	0,5	0,3	0,2	0,2	0,19	0,18	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	0,1
<i>St. paradoxum</i>	2,3	2,4	2,0	2,5	1,1	1,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,03	0,01	0,0	0,0
<i>St. punctulatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,09	0,02	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>St. rotula</i>	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,02	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>St. smithii</i>	0,1	0,0	0,2	0,4	0,4	0,1	0,3	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,0	0,0	0,0	0,03
<i>Staurodesmus validus</i>	1,2	1,2	3,7	2,4	1,1	0,5	1,0	0,03	0,01	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
<i>Tetraplektron laevis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,08	0,0	0,01	0,0
<i>Volvox aureus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CYANOPHYTA																			
<i>Anabaena</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,01	0,0	0,0	0,0
<i>Microcystis</i> sp	0,25	0,3	0,2	0,6	0,3	0,05	0,4	0,0	1,7	0,3	2,0	0,6	0,6	1,2	1,0	1,2	1,0	0,6	0,9

Tabela 10 - Continuação

Espécie	junho	julho													agosto				
	28	1	3	5	8	10	12	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
BACILLARIOPHYTA																			
<i>Actinella brasiliensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,04	0,0	0,0
<i>Anomoeoneis serians</i>	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,03	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia hexaglyphis</i>	0,0	0,14	0,3	0,2	0,03	0,1	0,02	0,0	0,1	0,05	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,02	0,0
<i>Navicula</i> sp	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,06	0,0	0,07	0,4	0,1	0,03
<i>Pinnularia interrupta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,01	0,03	0,1	0,2	0,05	0,05
<i>P. maior</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. nobilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,01	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,04	0,02
<i>Surirella robusta</i>	0,0	0,01	0,01	0,05	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,02	0,0	0,0	0,05	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EUGLENOPHYTA																			
<i>Euglena acus</i>	0,01	0,4	0,6	0,3	0,5	0,3	0,3	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,4	1,6	3,0	2,7	1,1
<i>E. spirogyra</i>	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,04	0,0	1,0	0,05	0,02
<i>Phacus curvicauda</i>	0,03	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02
<i>P. longicauda</i>	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,03	0,01	0,02	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,0	0,0
<i>Trachelomonas cylindrica</i>	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,01	0,0	0,04	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,04	0,07	0,02	0,0
XANTOPHYTA																			
<i>Dinobryom cylindricum</i>	2,45	0,82	1,3	11,1	6,7	4,1	0,4	12,5	23,4	4,9	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ophiocytium captatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Peridinium pusilum</i>	0,3	0,3	0,2	0,3	0,0	0,3	0,2	0,6	0,01	0,3	0,1	0,6	0,6	1,2	1,0	1,2	1,0	0,6	0,9

Tabela 11 - Abundância relativa de 4 grupos amostrais* (5 coletas cada) de fitoplâncton no viveiro com Paeu

Espécie	Grupos			
	1	2	3	4
<i>Arthrodesmus octornis</i>	C	R	R	R
<i>Characium rostratum</i>	NO	R	R	D
<i>Dictiosphaerium sp.</i>	NO	A	A	NO
<i>Dinobryon cylindricum</i>	D	D	A	NO
<i>Euglena acus</i>	A	A	R	MA
<i>Eunotia poliglapha</i>	C	R	R	R
<i>Gloeocystis vesiculosa</i>	MA	MA	C	R
<i>Microcystis aeruginosa</i>	A	C	A	A
<i>Peridinium pusillum</i>	C	R	C	A
<i>Spondilosium planum</i>	A	MA	C	R
<i>Staurastrum gracile</i>	D	D	D	D
<i>Staurastrum paradoxum</i>	MA	A	NO	R
<i>Staurastrum smithii</i>	A	C	R	C
<i>Staurodesmus validos</i>	MA	A	R	NO

NO = não ocorreu

R = rara (1 a 5 indivíduos/25 campos S-R)

C = comum (6 a 19 indivíduos)

A = abundante (20 a 99 indivíduos)

MA = muito abundante (100 a 399 indivíduos)

D = dominante (mais de 400 indivíduos)

Tabela 12 - Composição (gênero ou espécie) do zooplâncton dos viveiros C16 com peixes e C18 controle

ROTIFERA

Anuraeopsis fissa

Ascomorpha saltans

Brachionus angularis

Brachionus calyciflorus

Brachionus caudatus

Brachionus dolabratus

Brachionus mirus var. *reductus*

Brachionus quadridentatus

Cephalodella sp

Collotheca sp

Conochilus coenobasis

Conochilus unicornis

Dipleuchlanis propatula

Euchlanis dilatata

Hexarthra sp

Keratella americana

Keratella cochlearis

Keratella lenzi

Keratella tropica

Lecane bulla

Lecane closterocerca

Lecane leontina

Lecane levistila

Lecane lunaris

Lepadella obtusa

Macrochaetus sericus

Tabela 12 (Continuação) - Composição (gênero ou espécie) do zooplâncton dos viveiros com Pacu e controle

Notommata alantais

Philodina sp

Polyarthra vulgaris

Ptygura sp

Tricercera pusila

COPEPODA

Argyrodiaptomus furcatus

Notodiatomus iheringi

Mesocyclops brasiliensis

Mesocyclops longisetus

Paracyclops fimbriatus

Thermocyclops decipiens

Thermocyclops minutus

Tropocyclops prasinus meridionalis

CLADOCERA

Alona monocantha

Bosmina hagmani

Bosminopsis deitersi

Chydorus sphaericus

Daphnia laevis

Diaphanosoma breviremi

Graptoleberis sp

Ilyocryptus spinifer

Moina micrura

Scapholeberis sp

Simocephalus serrulatus

CONCHOSTRACA

Cyzicidae

Tabela 12 (continuação) - Composição (gênero ou espécie) do zooplâncton dos viveiros com Pacu e controle

INSECTA

Culicidae

Chironomidae

ANELIDA

Chaetogaster

ARACNIDA

Acarina

Tabela 13 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos/l da comunidade zooplâncton identificado no viveiro controle

Espécie	junho	julho														agosto				
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
CLADOCERA																				
<i>Alona monacantha</i>	0	0	-	0	90	70	0	0	0	15	0	0	36	0	0	0	0	6	0	0
<i>Bosmina hagmani</i>	0	0	-	0	90	0	0	33	0	15	21	12	54	0	0	18	7	0	0	0
<i>Bosminopsis deitersi</i>	0	0	-	0	0	0	0	66	0	30	63	36	0	0	0	18	7	0	0	0
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0	-	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia laevis</i>	0	0	-	0	0	264	0	166	0	30	0	0	0	10	995	3.92 4	3.72 2	222	790	1.15 2
<i>Diaphanosoma brevirremi</i>	0	0	-	0	0	0	0	499	0	15	0	0	90	0	0	36	0	0	0	18
<i>Graptoleberis sp</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Moina micrura</i>	152	82	-	246	441	30	24	0	26	810	987	84	454	4	66	224	21	30	30	0
<i>Scapholeberis sp</i>	0	0	-	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	40	66	0	0	0	0	0
<i>Simocephalus serrulatus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONCHOSTRACA																				
Czycididae	0	82	-	0	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COPEPODA																				
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	0	0	-	0	270	311	150	166	13	0	21	0	126	70	462	160	33	12	20	36
<i>M. longisetus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	42	0	0	0
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	0	0	-	0	0	0	0	666	0	0	0	0	108	0	0	270	162	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	0	0	112	0	0	0	0
<i>T. minutus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	0	0	-	0	0	70	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 13 - Continuação

Espécie	junho	julho														agosto				
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
Nauplio de Cyclopoida	170	0	-	450	82	70	279	166	0	30	0	0	4	8	0	10	12	6	6	0
Nauplio de Calanoida	340	82	-	902	636	283	186	186	104	15	63	120	770	92	4.550	1.328	3.722	240	309	378
Copepodito de Cyclopoida	85	270	-	82	0	70	279	0	0	75	21	36	0	0	132	0	0	6	25	54
Copepodito de Calanoida	0	0	-	82	0	84	0	0	0	0	0	24	0	70	594	0	0	84	230	378
MACROINVERTEBRADOS																				
Coleoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0
Culicidae	0	82	-	360	82	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
Chironomidae	680	82	-	630	82	0	0	0	13	15	21	0	0	10	0	0	28	6	6	36
Acarina	256	82	-	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROTIFERA																				
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0	0	-	0	0	283	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
<i>Ascomorpha sultans</i>	0	0	-	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachionus angularis</i>	0	0	-	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. caliciflorus var. docas</i>	0	82	-	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. caudatus</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. dolabratus</i>	85	0	-	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. mirus var. reductus</i>	0	0	-	0	0	0	0	683	750	165	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. quadridentatus</i>	3.230	2.863	-	281	2.545	0	311	996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cephalodella sp</i>	0	0	-	270	180	0	0	0	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Collotheca sp</i>	0	0	-	0	472	0	186	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conochilus coenobasis</i>	0	0	-	190	109	0	310	1.666	140	2.205	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 13 - Continuação

Espécie	junho	julho														agosto				
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9	12
<i>C. unicornis</i>	0	0	-	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipleuchlanis propatula</i>	0	0	-	363	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchlanis dilatata</i>	0	0	-	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hexarthra sp</i>	0	0	-	0	0	0	0	166	0	0	0	0	198	0	0	0	0	0	0	0
<i>Keratella americana</i>	0	82	-	0	154	150	155	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
<i>K. cochlearis</i>	0	0	-	454	636	630	630	4.416	190	0	0	6.275	1.584	0	0	18	0	0	0	0
<i>K. lenzi</i>	85	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>K. tropica</i>	340	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0
<i>Lecane bulla</i>	85	82	-	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. cornuta</i>	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. leontina</i>	0	0	-	82	0	0	467	666	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrochaetus sericus</i>	0	0	-	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Philodina sp</i>	680	820	-	100	0	0	310	183	60	0	0	0	18	4	66	0	0	0	0	0
<i>Polyarthra vulgaris</i>	3.400	1.640	-	45	0	0	283	0	60	45	0	0	0	4	66	0	0	24	0	36
<i>Trichocerca pusila</i>	0	0	-	0	0	0	0	333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
<i>Ptygura sp</i>	0	0	-	72	0	0	63	0	465	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 14 - Composição (gênero ou espécie) e número de organismos/l do zooplâncton identificado no viveiro com Pacu

Espécie	junho	julho														agosto			
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9
CLADOCERA																			
<i>Alona monocantha</i>	0	45	0	6	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bosmina hagmani</i>	0	45	45	0	0	17	0	0	56	12	256	0	24	16	18	15	30	21	0
<i>Bosminopsis deitersi</i>	0	0	0	18	135	0	22	33	0	192	336	0	88	1.64 n	60	0	0	21	0
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Daphnia laevis</i>	0	0	0	18	0	0	22	0	1.112	78	48	0	0	0	36	15	216	0	2.905
<i>Diaphanosoma brevirremi</i>	0	0	0	120	0	17	66	33	0	240	1446	0	0	12	12	6	30	0	0
<i>Graptoleberis sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	6	0	3	0	0	0
<i>Ilyocriptus spinifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
<i>Moina micrura</i>	12	15	0	1.146	90	68	286	0	112	396	11.472	5.940	1.280	588	358	51	96	14	172
<i>Sapholeberis sp</i>																			
<i>Simocephalus serrulatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	16	0	3	0	0	0
CONCHOSTRACA																			
Czycidae																			
COPEPODA																			
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	24	45	12	0	68	0	44	0	144	6	64	0	80	112	156	69	78	0	77
<i>Notodiatomus iheringi</i>	0	0	0	0	0	33	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mesocyclops brasiliensis</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	12	6	0	0
<i>M. longisetus</i>	0	0	0	0	17	0	0	0	84	0	0	0	16	0	12	0	0	0	0
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	0	15	3	48	45	17	11	55	192	54	334	0	16	240	0	0	0	0	0
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	144	0	0	0	24	12	54	0	7

Tabela 14 - Continuação

Espécie	junho	julho														agosto			
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9
<i>T. minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0
<i>Tropocyclops prasinus meridionalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	36	84	66	0	0
Nauplio de Cyclopoida	61	30	21	222	0	0	0	0	0	0	40	0	332	4.068	148	375	822	21	523
Nauplio de Calanoida	122	0	0	24	135	34	198	583	2.352	312	0	0	72	792	52	132	63	0	182
Copepodito de Cyclopoida	0	0	27	0	0	0	0	0	0	126	288	0	104	138	105	234	0	22	0
Copepodito de Calanoida	61	15	0	12	0	0	11	77	248	36	0	0	40	48	30	3	36	4	7
MACROINVERTEBRADOS																			
Acarina	0	15	0	0	0	34	0	0	0	0	0	15	0	6	6	0	0	0	0
Coleoptera																			
Culicidae	0	15	0	0	405	348	0	0	0	18	0	0	0	30	0	0	0	0	0
Chironomidae	12	105	21	0	0	255	11	143	16	48	0	0	0	64	0	0	6	14	0
Nematoide	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Espongiario	136	600	345	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Oligochaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROTIFERA																			
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0	0	0	0	0	0	209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ascomorpha sultans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0
<i>Brachionus angularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. caliciflorus</i> var. <i>docas</i>	0	0	0	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 14 - continuação

Espécie	junho	julho														agosto			
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9
<i>B. caudatus</i>																			
<i>B. dolabratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. mirus</i> var. <i>reductus</i>	0	0	85	0	0	0	80	88	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. quadridentatus</i>	0	90	0	0	90	204	0	187	1.604	0	0	2.19 n	16	6	6	0	0	7	0
<i>Cephalodella</i> sp																			
<i>Collotheca</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	8	18	0	0	0	21	0
<i>Conochilus coenobasis</i>	0	90	0	738	0	34	72	330	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. unicornis</i>	0	0	0	246	0	0	0	0	0	0	0	344	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dipleuchlanis propatula</i>																			
<i>Euchlanis dilatata</i>																			
<i>Filinia longiseta</i>	0	15	0	18	0	0	0	11	0	0	0	15	0	0	6	0	0	0	0
<i>Hexarthra</i> sp	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Keratella americana</i>	0	0	0	12	0	0	8	11	0	0	0	0	0	30	0	0	35	0	0
<i>K. cochlearis</i>	0	0	42	108	0	17	24	99	0	336	0	1.98 n	256	126	6	0	147	0	0
<i>K. lenzi</i>																			
<i>K. tropica</i>																			
<i>Lecane bulla</i>	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. cornuta</i>																			
<i>L. leontina</i>	0	30	0	6	0	34	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. closterocerca</i>																			

Tabela 14 - Continuação

Espécie	junho	julho														agosto			
	28	1	3	5	8	10	12	15	17	19	22	24	26	29	31	2	5	7	9
<i>L. lunaris obtusa</i>																			
<i>Macrochaetus sericus</i>	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Notommata alantoi</i>																			
<i>Philodina sp</i>	0	15	0	6	0	0	8	11	0	0	0	0	0	6	0	0	14	0	0
<i>Polyarthra vulgaris</i>	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichocerca pusila</i>	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ptygura sp</i>	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 15 - Composição dos itens alimentares encontrados nos estômagos de 31 Pacus criados no viveiro C16

INSECTA

Larvas de Chironomidae

Pupa de Chironomidae

Larvas de Diptera

Larva de Odonata

Adulto de Hemiptera

Adulto de Brachonidea

Partes do corpo de insetos em geral (patas, asas, torax , abdomen, cabeça)

ARACHINIDA

Acarina

COPEPODA

Argyrodiaptomus furcatus

Ovos

Saco ovígero de Cyclopoida

Náuplios

CONCHOSTRACA

Cyzicidae

CLADOCERA

Daphnia laevis

Bosminopsis deitersi

Moina micrura

ROTIFERA

Asplanchna sp

Brachionus quadridentatus

Collotheca sp

Conochilus coenobasis

Hexarthra sp

Tabela 15 (continuação) - Composição dos itens alimentares encontrados nos estômagos de 31 Pacus criados no viveiro C16

Keratella sp

Polyarthra vulgaris

Ptygura sp

Trichocerca sp

BRIOZOA

OLIGOCHAETA

NEMATODA

HIRUDINIA

Larva de peixes

Detritos (pedaço de pau, pedra, barro)

ESPONJAS (Esponjas e espículas)

VEGETAIS

Folhas

Sementes

Gramineas

Talos de macrófitas aquáticas

ALGAS

CHLOROPHYTA

Coelastrum scabrum

Cosmarium pseudodecoratum

Mougeotia sp

Netrium digitus

Pediastrum duplex

Pleutotaenium

Scenedesmus acutus

Scenedesmus quadricauda

Spirogyra sp

Spondilosium planum

Tabela 15 (continuação) - Composição dos itens alimentares encontrados nos estômagos de 31 Pacus criados no viveiro C16

Staurostrum gracile

Staurostrum sp

CYANOPHYTA

Anabaena sp

Merismopedia tenuissima

Microcystis sp

Oscillatoria ornata

EUGLENOPHYTA

Leponcynclis sp

Phacus curvicauda

Phacus longicauda

Trachelomonas sp

BACILLARIOPHYTA

Anemoeoneis serians

Eunotia gibbosa

Eunotia hexaglyphis

Pinnularia maior

Pinnularia nobilis

Surirella robusta

Tabela 16 - Volume percentual dos principais componentes alimentares encontrados nos estômagos de peixes do viveiro C16, analisados pelo método volumétrico

Peixe	Volume do Estômago (ml)	Componentes (%)						
		Ração	Plâncton	Gramma	Pau	Insetos	Detritos	Folhas
1	3,5	57,0	3,1	28,6	-	1,4	-	-
2	5,1	84,3	9,7	2,0	-	-	4,0	-
3	5,0	90,0	5,0	3,0	-	1,0	-	-
4	5,1	79,0	22,0	-	1,0	-	-	-
5	4,0	63,0	30,7	-	-	-	5,0	-
6	2,5	-	5,0	-	-	2,0	92	-
7	5,9	49,0	20,0	-	6,0	-	6,0	-
8	30,0	83,0	13,0	2,0	-	1,7	0,3	-
9	31,0	33,0	57,4	1,6	-	3,0	3,0	-
10	12,0	17,0	6,3	75,0	-	1,7	-	-
11	17,0	50,0	40,0	6,0	-	0,5	0,5	-
12	7,0	53,0	37,0	6,0	-	1,0	3,0	-
13	24,0	90,0	2,0	8,0	-	-	-	-
14	13,0	-	17,0	24,0	-	-	46,0	-
15	24,0	90,0	24,0	41,0	-	-	-	-
16	11,0	90,0	3,0	6,6	-	-	-	-
17	17,5	30,0	53,0	17,0	-	0,4	0,7	2,7
18	34,0	77,0	4,0	19,0	-	-	-	-

Tabela 17 - Itens alimentares mais frequentes e mais abundantes nos estômagos dos juvenis de Pacu

Taxa	Número da Amostra																	
	1	2	3	4	5	6	36	37	38	39	40	41	71	72	73	74	75	
Ovos de rotíferos	5	2	4	4	3	12	157	27	13	-	6	-	-	6	1	-	13	
Ovos de copépodos	283	25	259	139	90	134	317	43	187	3527	17	1967	1082	1349	3890	1109	630	
Pedaços de zooplâncton	31	38	55	172	184	130	116	167	74	98	79	140	138	83	79	4	72	
Náuplios	-	-	-	-	-	-	-	13	-	28	1	-	6	55	35	107	43	
<i>Bosminopsis deitersi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	3	
<i>Daphnia laevis</i>	-	-	7	-	-	-	2	-	8	-	1	-	4	1	-	3	-	
Ephipio (Cladóceros)	-	1	1	17	-	-	-	-	1	25	17	8	-	4	6	4	8	
<i>Argyrodiaptomus furcatus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	138	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Asplanchna</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126	-	-	-	-	-	
<i>Collotheca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	2	
<i>Conochilus coenobasis</i>	-	-	4	-	10	-	11	12	-	72	3	-	58	73	-	-	30	
<i>Hexarthra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Keratella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	3	-	6	-	-	2	1	12	2	1	
<i>Filinia longiseta</i>	-	-	-	-	-	-	-	23	11	12	-	6	6	1	-	2	-	
<i>Polyarthra vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
<i>Tricocerca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	44	58	26	20	8	4	12	13	13	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	8	34	52	26	28	-	-	257	16	306	277	7	-	78	8	17	-	
<i>Coelastrum scabrum</i>	--	-	1	-	-	-	-	-	18	-	10	-	-	10	-	2	-	
<i>Eunotia hexaghliphis</i>	6	17	28	-	24	-	7	7	40	6	-	6	2	-	-	-	-	
<i>Surirella robusta</i>	-	17	13	1	-	-	4	4	4	4	2	1	-	*	-	-	-	
<i>Netrium digitus</i>	-	-	-	-	-	25	-	-	4	-	1	1	-	-	-	-	1	
<i>Anabaena</i> sp.	2	4	-	-	-	-	-	2	5	1	4	-	-	11	-	3	-	

Abundância dos itens > 100 indivíduos por mililitro

Pouco abundante < 100 indivíduos por mililitro

Ovos de copépodos $\cong 0,78\mu\text{m}$ de diâmetro

Ovos de rotíferos $\cong 1,07\mu\text{m}$ (transversal) e $\cong 1,38\mu\text{m}$ (longitudinal).

Tabela 18 - Grau de compleição* dos estômagos de peixes do viveiro C16, analisados pelo método subjetivo

Peixe	Características			Grau de compleição				
	CT	PP	PE	1	2	3	4	5
1	13,5	75	-				+	
2	16,0	68	-					+
3	16,7	79	-				+	
4	17,0	122	6,24				+	
5	17,3	75	-				+	
6	17,5	117	4,72	+				
7	18,0	145	6,25	+				
8	18,0	95	-				+	
9	18,2	90	-				+	
10	18,5	110	-					+
11	18,5	130	6,01	+				
12	18,5	132	6,39	+				
13	20,5	127	-				+	
14	22,2	170	-					+
15	22,6	240	-				+	
16	23,7	285	-					+
17	24,5	380	24,02			+		
18	25,0	419	18,83		+			
19	25,0	390	12,31		+			
20	25,2	310	-					+
21	25,5	380	12,09				+	
22	27,0	481	10,81		+			
23	27,0	435	12,68			+		

24	29,5	570	12,52	+
25	30,0	714	22,91	+

Tabela 18 - Grau de compleição* de 31 estômagos de peixes do viveiro C16, analisados pelo método subjetivo (continuação)

Peixe	Características ⁺⁺			Grau de compleição				
	CT	PP	PE	1	2	3	4	5
26	31,5	666	20,50				+	
27	31,5	390	-					+
28	31,6	560	-		+			
29	32,0	879	19,29				+	
30	34,0	920	24,50				+	
31	34,0	1050	26,06				+	

* 1 = 1/4 cheio; 2 = 1/2 cheio; 3 = 3/4 cheio; 4 = cheio; 5 = cheio dilatado,

⁺⁺ CT = comprimento total do peixe (cm) ; PP = peso do peixe (g); PE = peso do estômago (g)

Tabela 30 - Concentração de clorofila a (mg/l) nos viveiros com Pacu (C16) e controle (C18), de acordo com o período.

Data	Viveiro Controle	Viveiro com Pacu
28/06	13,5	145,
01/07	11,2	20,4
03/07	14,6	16,5
05/07	6,5	14,5
08/07	9,8	9,5
10/07	7,5	10,0
12/07	9,1	15,5
15/07	14,5	19,0
17/07	13,9	47,8
19/07	4,5	35,5
22/07	3,5	6,0
24/07	4,6	2,6
26/07	4,8	1,8
29/07	3,6	3,5
31/07	3,3	4,0
02/08	3,6	8,3
05/08	5,0	5,6
07/08	4,8	8,1
09/08	5,3	2,7
12/08	2,5	5,3

XI - BIBLIOGRAFIA

- ALABASTER, J. S., LLOYD, R. **Water quality criteria for freshwater fish.** London: Butterworth Scientific, 1982. 361 p.
- ALCÂNTARA ROCHA, R. C. G., CECCARELLI, P. S., dos SANTOS NETO, J. C., *et alli.* Eficácia de diferentes produtos químicos no controle de *Ichthyophirius multifiliis* Fouquet (1876), em alevinos de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg (1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos.
- ALLAN, G. L., MAQUIRE, G. B. The effects of water exchange on production of *Metapneus macleayi* and water quality in experimentl pools. **J. World Aquat. Soc.**, v. 24, n. 3, p. 321-328, 1993.
- ARANHA, F. J., Influência de fatores hidráulicos e hidrológicos na composição e biomassa do fitoplâncton, em curto período de tempo'na Represa de Barra Bonita-SP. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1990, 170p. Dissertação (Mestrado)
- ARRIGNON, J. **Ecologia e piscicultura de aguas dulces.** Madri: Mundi-prensa. 1979, 365p.
- AZEVEDO, P. de A. Piscicultura, histórico, considerações gerais e perspectiva futuras. In: **Poluição e Piscicultura.** São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, Faculdade de Saúde Pública-USP, 1972, p. 109-172.
- BARBOSA, F. A. R. **Produção primária e fatores ambientais na Lagoa Carioca Parque Florestal do Rio Doce-MG.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1979. 205p. Dissertação (mestrado)
- BARBOSA, P. M. M. , MATSUMURA- TUNDISI, T. Consupcion of zooplankton organisms by *Astyanax fascitus* Cuvier, 1819 (Osteithys, Characidae) in Lobo (Broa) Reservoir, São Carlos, SP, Brasil. **Hydrobiologia**, v. 113, p. 171-181, 1984.
- BARROS, M. M., PEZZATO, L. E., DEL CARRATORE, C., *et alli.* Alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos a diferentes manejos nutricionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos.
- BASILE MARTINS, M. A. Plâncton, generalidades e sua imprtância na alimentação dos peixes. In: **Poluição e Piscicultura.** São Paulo: Comissão

- Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, Faculdade de Saúde Pública-USP, 1972, p. 195-206..
- BERNARDINO, G. & FERRARI, V. A. Efeitos do uso da ração comercial no desempenho do pacu, *Piaractus mesopotamicus*. Holmberg, 1887 em cativeiro. **B. Tec. CEPTA**, Pirassunga, v.2, n. único, p. 19-34, 1989.
- BERNARDINO, G., MELO, J. S. C. de. Estimativa do tamanho mínimo da amostra de pacu *Piaractus mesopotamicus*. Holmberg, 1887 em monocultura em viveiros experimentais. **Bol. Téc. CEPTA**, Pirassununga. vol. 2, n. único, p. 75-89. 1989.
- BERNARDINO, G., LIMA, R. V. A., ALCÂNTARA ROCHA, R. C. G. Efeito do sexo sobre o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- BICUDO, C. E. M., BICUDO, R. M. T. **Algas de Águas Continentais Brasileiras: Chave ilustrada para identificação de gêneros**. São Paulo: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ciências, 1970. 228 p.
- BONEY, A. D. **Phytoplankton**. London: Edward arnold, 1975. 116p. (Studies in Biology, n.52)
- BOURRELLY, P. **Les Algues d'au Douce: initiation a la sistématique**. Saint-Michel: Société Nouvelle des Editions Boubée, 1981. t. I, II e III.
- BOYD, C. E. **Water quality in Warmwater fish Culture**. Auburn University, 1981. 359p.
- BOYD, C. E., LICHTKOPPLER, F. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier Publishing Company. 1982. 318p. (Development in aquaculture and Fisheries science,9)
- BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990.
- BOZANO, C. L., FERRAZ de LIMA, J. A. Avaliação do crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, em gaiolas com diferentes espaços de confinamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- BRANCO, S. M., ROCHA, A. A. Poluição, proteção e usos múltiplos de represas. São Paulo: Edgard Blücher, CETESB, 1977. 185 p.
- CANTELMO, O. A., SOUZA, J. A. Uso de rações comerciais na criação do pacu (*Colossoma mitrei*, Berg, 1895), **B. Téc. CEPTA**, Pirassununga. v. 1, n. 1, p. 37-44.. 1988.

- CANTELMO, O. A., GOMES, S. Z., RIBEIRO, M. A. R. Níveis de proteína e energia em dietas para o crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- CARLSON, A. R., BLOCKER, J., HERMAN, L. J. Growth and survival of channel catfish and yellow perch exposed to constant and diurnally fluctuating dissolved oxygen concentrations. **Prog. Fish. Cult.** v. 42, p. 73-78, 1980
- CARNEIRO, D. J. Exigência proteica na nutrição do pacu *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. Anais
- CARNEIRO, D. J., TOLEDO, M. P., DIAS, T. C. R. Avaliação da composição corporal do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), após desenvolvimento inicial sob alimentação com variados níveis de arraçoamento e proteína bruta em dietas isocalóricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- CARPENTER, S. R., KITCHELL, J. F., HODGSON, J. R *et alli*. Regulation of lake primary productivity by food web structure. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1863-1876, 1987.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 189p.
- CASTAGNOLLI, N., CYRINO, J. E. **Piscicultura nos Trópicos**. São Paulo: Ed. Manole Ltda. 152 p., 1986.
- CASTAGNOLLI, N., DONALDSON, N. Introduction to ovulation and rearing of the pacu (*Colossoma mitrei*, Berg, 1895), **Aquaculture**, v. 25, p. 275-279, 1981.
- CASTAGNOLLI, N., FERNANDES, J. B. K., SIQUEIRA, R. Observações preliminares sobre a criação de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em tanques-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos.
- CATANGNOLLI, N., MARTINS, M. L., KRONKA, S. N. Efeitos da suplementação de vitamina C na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- CASTAGNOLLI, N., OLIVEIRA, G. T., OSTINI, S. *et alli*. Influência da estação do ano e do fertilizante aplicado na produção orgânica de tanques de criação

- de peixes. I. Produção primária. II. Produção secundária e de peixes. **B. Inst. de Pesca**, v. 9, p. 91-108, 109-123, 1982.
- CECCARELLI, P.S. Ocorrência de helmintos parasitas em *Colossoma mitrei* em ambiente natural. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986 Cuiabá. Resumos.
- CECCARELLI, P.S & OLIVEIRA, C. A. Eficiência de alguns tratamentos na dactilogirose em pacu (*Colossoma mitrei*, Berg, 1895). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá, Resumos.
- CECCARELLI, P.S. Susceptibilidade à infestação de *Laernia linnaeus*, copepoda Lernaecidae, em diferentes espécies cultivadas no CEPTA e testes de infestação do pacu *Piaractus mesopotamicus* em laboratório. **B. Téc. CEPTA**, Pirassununga, v.1, n.2, p. 3-36, 1988.
- CECCARELLI, P.S, FIGUEIRA, L.B., FERRAZ DE LIMA, C. L. B. *et alli*. A. Observações sobre a ocorrência de parasitos no CEPTA entre 1983 e 1990. **B. Téc.. CEPTA**, Pirassununga. v. 3, n. único, p. 43-54, 1990.
- CHABALIN, E., FERRAZ DE LIMA, J. A., ALVES, L. B. O. Análise comprativa entre o valor comercial do pacu (*Colossoma mitrei*) capturado e cultivado - mercado de peixes de cuiabá. **B. Téc. CEPTA**, Pirassununga, v. 1, nº 1, p. 49-60, 1988.
- CHABALIN, E., FERRAZ DE LIMA, J. A. Análise econômica de um cultivo extensivo de pacu (*Colossoma mitrei*) no Centro-Oeste do Brasil. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 1 nº1, p. 61-68, 1988.
- CHABALIN, E. , SENHORINE, J. a., FERRAZ DE LIMA, J. A. Estimativa do custo de produção de larvas e alevinos. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**. v. 2, n. único, p. 61-74, 1989.
- CHANG, W. Y. B. Pratical methods for treating fish during oxygen stress in ponds. **Aquaculture**, v. 12, n. 1, p. 20-21, 1986
- CHANG, W. Y. B, ONYANG, H. Dynamics of dissolved oxygen and vertical circulation in fish pond. **Aquaculture**, v. 74, p.262-276, 1988.
- CHAPMAN, V. J., CHAPMAN, D. J. **The algae**. Londres: The MacMillan Press, 2nd. 497p., 1973.
- CLARO-MONTEIRO, S. M., CATAGNOLLI, N. Fatores controladores de sobrevivência inicial das larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) em tanques-berçário-flutuantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos

- COLARES DE MELO, J. S.; NASCIMENTO, V. M. da C. Estimativa de abundância de plâncton através de métodos ópticos. **Acta Limnol. Brasil.**, v. II, 1988 a. p. 469-476.
- COLE, G. A. **Textbook of limnology**. Saint Louis: The C. V. Mosby, 426p., 1979.
- COSTA, J. C. F. da ; TORGAN, L. C. Análise taxonômica de diatomáceas (BACILLAROPHYCEAE) do lago da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia**, v. 41, p. 47-81, 1991.
- COSTA NETO, J. P. **Bases limnológicas para o manejo de tanques de cultivo de peixes**. São Carlos: Escola de engenharia de São Carlos-USP, v1, 162p. Tese (Doutorado)
- DE MOTT, W. R. The role of taste in food selection by freshwater zooplankton. **Oecologia**, v. 69, p. 334-340, 1986.
- DÍAS, T. C. R., DURIGAN, J. G. Efeito dos níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal em dietas artificiais para larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- DÍAS, R. A. G., Flutuações Nictemerais dos fatores Ecológicos na Represa de Barra Bonita - Médio Tiête - SP. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1990, 157p. Dissertação (mestrado).
- DICKMAN, M. Some effects of lake renewal on phytoplankton productivity and species composition. **Limnology Oceanogr**, v. 14, n. 5, p. 660-666, 1969.
- DRENNER, R. W., O'BRIEN, W. J., MUMMERT, J. R. Filter-feeding rates of gizzard Shad. **Trans. Am. Fish. Sci.**, v. 111, p. 210-215, 1982.
- DRENNER, R. W., MUMMERT, J. R., deNOYELLES, F. *et alli*. Selective particle ingestion by a filter-feeding fish and its impact on phytoplankton community structure. **Limnol. Oceanogr.**, v. 29, n. 5, p. 941-948, 1984.
- DRENNER, R. W., TAYLOR, S. B., LAZARRO, X. *et alli*. Particle-grazing and plankton community impact of an omnivorous cichlid. **Trans. Am. Fish. Sci.**, v. 113, p. 397-402, 1984.
- DRENNER, R. W., THERELVELD, S. T., SMITH, J. D. *et alii*. Interdependence of phosphorus, fish, and site effect on phytoplankton biomass and zooplankton. **Limnol. Oceanogr.**, v. 34, n. 7, p. 1315-1321, 1989.
- DURIGAN, J. G., SIPAÚBA-TAVARES, L. H., OLIVEIRA, D.B. S. de. Estudo limnológico em tanques de piscicultura. Parte I: variação nictemeral de fatores físicos, químicos e biológicos. **Acta limnol. Brasil.**, v. IV, p. 211-223, 1992.

- EDMONDSON, W. T. Nutrientes and Eutrofication. Especial Synposia. G. E. LIKENS (ed.), **Limnolgy Oceanography**, v. 1, p. 172-193, 1972.
- EDWARDS, P., SINCHUMPSAK, O. A. The harvest of microalge from the effluent of a sewage fed high rate stabilization pond by *Tilapia nilotica*. Parte 1. Description of the system and the study of high rate pond. **Aquaculture**, v. 23, n. 1-4, p. 83-105, 1981.
- ESTEVEES, F. DE A., **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência-FINEP, 575p., 1988.
- ESTEVEES, K. E., SENDACS, S. Relações entre a biomassa do zooplâncton e o estado trófico de reservatórios no Estado de São Paulo. **Acta Limnol. Brasil**, v. 2, p. 587-604, 1988.
- FERNANDO, C. H., TUDORECA, C. MENGESTOU, S. Invertebrate zooplankton predator composition and diversity in tropical lentic waters. **Hydrobiologia**, H. J. DUMONT; J. G. TUNDISE, K. ROCHE (eds.), São Carlos:Elsevier, 1990 , v. 198, p.13-31, (Intrazooplankton Predation)
- FERRARI, V. A., BERNARDINO, G. Efeitos da temperatura e densidade de estocagem na segunda alevinagem do pacu (*Colossoma mitrei*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- FERRARI, V. A, LUCAS, A. F. B., GASPAS, L. A. Monocultura de pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887), em condições de viveiro estufa. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 3, nº único, p. 33-42, 1990.
- FERRAZ DE LIMA, C. L. B. , FERRAZ DE LIMA, J. A., CECCARELLI, P. S. Ocorrência de acantocéfalos parasitando o pacu. *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Pices Serrasalmidae) em piscicultura. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga** , v. 2, n. único, p. 43-52, 1990.
- FERRAZ DE LIMA, C. L. B; CECCARELLI, P. S.; REIS, N. S. Aspectos histopatológico da acantocefalose em pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887, **B. Téc. CEPTA, Pirassununga** , v. 3, n. único, p. 55-59, 1990.
- FERRAZ DE LIMA, C. L. B; REIS, M. A. I. dos, CECCARELLI, P. S. *et alli*. Modificações histopatológicas associadas com infecção por *Henneguya* sp. (Protozoa, Myxosporidae) em pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Teleostei, Serrasalminae), In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos

- FERRAZ DE LIMA, J. A., COROSFELD, J., RAMOS, S. M. *et alli* . O uso de ovaprinm (combinação de um antagonista da dopamina - domperidona) mais um análogo. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 1, n.2, 1988.
- FERRAZ DE LIMA, J. A, FERRARI, V. A, MELO, J. S. C. DE. *et alli* . Comportamento do pacu (*Colossoma mitrei*) em um cultivo experimental no Centro-Oeste do Brasil. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga** , v. 1, n. 1, p. 15-28, 1988.
- FONTES, N. A., SENHORINE, J. A., LUCAS, A. F. B. Efeito de duas densidades de estocagens no desempenho larval do paqui (*Piaractus mesopotamicus*, (fêmea) Holmberg, 1887 x *Colossoma macropomun*, (macho) Cuvier, 1818 em viveiros. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 3, n. único, 1990.
- FREGADOLLI, C. H. **Estudo comparativo alimentar das larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e tampaqui, *Colossoma macropomu* (Cuvier, 1818) em laboratório.** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1990. 173p. Dissertação (mestrado).
- FREGADOLLI, C. H. Seleção alimentar da larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmbrg, 1887 e Tambaqui, *Colossoma macrupoum* Cuvier, 1818 em laboratório. **B. Téc. CEPTA**, v. 6, n. 1, p. 1-50, 1993.
- FREGADOLLI, C. H. Cyclopoida predation on fish larvae. In: Congress of International Association of Theoretical and applied Limnology, 26., 1995, p.339. São Paulo. Abstracts.
- FONSECA, C. P., Estudo das flutuações de curta duração na comunidade zooplancônica, Barra Bonita, Médio Tietê, SP. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1990, 171p. Dissertação (Mestrado).
- GARCIA-BADELL, J. J. **Tecnologia de las explotaciones piscícolas.** Madri: Mundi-prensa, 326p. 1985.
- GERRY, J. **Characids of the world tropical fish.** Neptune City: Hobbist , 1977. 672p.
- GODINHO, H. M., FENERICK, N. A., NARAHARA, M. Y. *et alii* . Sobre a reprodução induzida do pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895), **Ci. Cult.**, v. 29, p. 796-797, 1977.
- GODOY, M. P. de. Idade, crescimento e peso de peixes. In: **Poluição e Piscicultura.** São Paulo: comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, Faculdade. de Saúde Pública-USP, 1972. 216p.

- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAND, M. A. **Methods for physical and chemical analysis of fresh water**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213p. 1978. (IPB Handbook, n.8).
- GOSLINE, W. A. Notes on the characid fishes of the sub family Serrasalminae. **Proc. Calif. Acad. Sci.**, v. 27, p. 17-64, 1951.
- HAO-REN, L. Polycultural system of freshwater fish in China. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 39, p. 143-150, 1981.
- HELLAWEL, J. M., ABEL, R. A rapid volumetric method for analysis of the food of fishes. **Can. J. Fish. Biol.**, v. 3, p. 29-37, 1971.
- HEPHER, B. Primary production in fish ponds and its application to fertilization experiments. **Limnol Oceanogr.**, v.7, n. 2, p. 131-136, 1962.
- HEPHER, B., MILSTEIN, A., LEVENTER, H., TELTSCH, B. The effect of fish density and species combination on growth and utilization of natural food in ponds. **Aquaculture**, v.20, n. 1, p.59-77, 1989.
- HINO, K. Mixing patterns and productivity of phytoplankton in a small artificial pond. **Ciênc. Cult.** v. 37, n. 8, p. 1331-1340, 1985.
- HINO, K. ; TUNDISI, J. G. **Atlas de algas da Represa do Broa**. São Carlos: Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos, 1977. 143p. (Série atlas, v. 2).
- HUSTED, T. Bacillariophyta. In: PASCER, A. , FISHER, J. G. (eds). **Die Suisswas flora**. Mitteleuropas, 1930
- HUTCHINSON, G. E. **A treatise on limnology: Introduction to lake biology and the limnoplankton**. New York: John Wiley & Sons, v. 2, 1115p., 1967.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis- a review of methods and their application. **J. Fish. Biol.**, v. 17, n.4, p.411-429, 1980.
- HYNES, H. B. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. **J. Anim. Ecol.**, n. 16, p. 36-57, 1950.
- IHERING, R. von Da vida dos nossos peixes: ensaio e cenas de pescaria, São Paulo: Melhoramentos, 1929. 149p.
- KLEEREKOPER, H. **Estudo limnológico da Bacia do Rio Mogi-Guaçu. Observações limnológicas sobre a Represa da Estação Experimental de Caça e Pesca do Ministério da Agricultura em Emas, SP, Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1941. 63p.**

- KNUD-HANSEN, C. F. , BATTERSON, T. R.; McNABBY, C. D. Nitrogen input, primary productivity and fish yield in fertilized freshwater ponds in Indonesia. **Aquaculture**, v. 94, n. 1, p. 49-63, 1991.
- KOSTE, W. **Rotatória. Die Radertiere Mitteleuropas. Bestimmungswerk begründet von Max Voit., Überordnung Monogononta**, 1978.v. 1-2, 673p. +234p.
- KOROLEF, F. **Determination of nutrients**. In: Grasshoff, K. (ed). *Methods of Seawater Analysis* Verlag Chemie Weinheim, 1976. p. 117-171.
- KROM, M., NEORE, A., VAN RIJN, J. Importance of water flow rate in controlling water quality process in marine and freshwater fish ponds. **Bamidgeh**, v. 41, n. 1, p. 23-33, 1989.
- LIKENS, G. E. Eutrofication and aquatic ecosystems. Special Synposia: Nutirents and eutrofication. **Limnolgy Oceanogr**, v. 1, p. 3-13, 1972.
- LOWSON, T. B., ROMAIRE, R. P., EDLING, R.J. Water quality and quantity for crawfish production. *Amer. Sci. Agricult. Engin.*, 1983.
- LUCAS, A. F. B.; NASCIMENTO, V. M. da C.; COLARES de MELO, J. S. Variação nictemeral e sazonal de temperatura e oxigênio dissolvido em viveiros e tanques do CEPTA. **B. Téc. CEPTA, Pirassunga**, v. 1, n. 2, p. 37-45, 1988.
- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1983, 1010p.
- MARTINS, M. L. Histopatologia da deficiência de ácido ascórbico em alevinos de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthys: Characidae). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- MATSUMURA-TUNDISI, T., LEITÃO, S. N., AGUENA, L. S. *et alli*. Eutrofização da Represa de Barra Bonita: Estrutura e Organização da Comunidade de Rotifera. *R. Brasil. Biol.*, v. 50, n. 4, p. 923-935, 1990.
- MELLO, C. B. M. de; BERTECHINI, A. G.; BARBOSA, N. D. C. Frequência de alimentação e densidade de estocagem para o pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) na fase de crescimento, criado em sistema de tanque-rede. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos.
- MENEZES, F. V. Determinação de indicadores e metabólicos no estresse de manejo em pacu juvenil, *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887, **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 2, n. único, p. 35-42, 1989.
- McALICE, B. J. Phytoplankton sampling with the Sedgwick-Rafter cell. **Limnol. Oceanogr**. Jan, v. 16, n. 1, p. 19-28, 1971.

- McKERETH, F. J. H.; HERON, J. ; TALLING, F. J. *Water analysis some revided methods for limnologists*. Freshwater Biological Association, 1978. 120 P. (Scientific Publication, n. 36)
- McQUEEN, D. J., POST, J. R., MILLS, E. L. Trophic relationships in freshwater pelagic ecosystems. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 43, p. 1571-1581, 1986.
- MARINCEK, M., PETROV, B. A review of the Conchostraca Crustacea of yugoslavia. **Hydrobiologia**, v. 212, p. 273-282, 1991.
- MATHEUS, C. E. **Policultivo de peixes em efluentes de industria de processamento de frutas cítricas e efeitos na qualidade de água**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP. 1993, 375p. Tese (Doutorado).
- MATSUMURA-TUNDISI, T. Latitudinal distribution of Calanoid copepods in Freshwater Aquatic Systems of Brasil. **R. Bras. Biol.**, v. 46, n. 3, p. 527-553, 1986.
- MATSUMURA-TUNDISI, T., RITZLER, A. C., ESPINDOLA, E. L. G. *et alii*. Predation on Ceriodaphnia cornuta and Brachionus calyciflorus by two Mesocyclops species coexisting in Barra Bonita reservoir (SP, Brazil), **Hydrobiologia**, v. 198, p. 141-151, 1990.
- MATTOXE, N. T. A new Estheriid Conchostraca with a review the other American forms. **Am. Mid. Nat.** v. 58, nº 2, p. 367-377. 1953.
- MELLO, J. S. C. DE & NASCIMENTO, V. M. DA C. Análise quantitativa de plâncton em experimentos de produção com pacu, *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). **Relatório de atividades do Projeto Aquaculture**, Brasil, 3p. 76-0001/CIID, CEPTA, Pirassununga, 1983, (informe interno).
- MELLO, J. S. C. DE Análise quantitativa e qualitativa do zooplâncton em viveiros de reprodução de pacu, colossoma mitrei (Berg, 1895). **Relatório de atividades do Projeto Aquaculture- Brasil**, 3p. 760001/CIID, 1983 (informe interno).
- MILSTEIN, A., HEPHER, B. The effect of fish species combination in fish ponds on plankton composition. **Aquaculture**, v. 19, n. 2, p. 127-137, 1988.
- MILSTEIN, A. Ecological aspects of fish species in polyculture ponds. **Hydrobiologia**, v. 231, p. 177-186, 1992.
- MILLS, E. L., CONFER, J. L., READY, R. C. Prey selection by young Yellow Perch: The influence of capture success, visual acuity, and prey choice. **Trans. Ameri. Fish. Sci.**, v. 113, p. 579-587, 1984.

- MORAIS FILHO, M. B.DE; SENHORINE, J. A. Cultivo de larvas de pacu *Colossoma mitrei*, no ano de 1983, CERLA, **Relatório de atividades do Projeto Aquaculture** - Brasil, 3p. 76-0001/CIID, CEPTA, Pirassununga, 1983. (informe interno).
- MOSS, B. **Ecology of fresh waters: man and mediun**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1988, 417 p.
- MOURÃO, G. M., ISHIL, I. H., CAMPOS, J. M. S. Alguns fatores limnológicos relacionados a ictiofauna de baías e salinas do Pantanal da Nhecolândia. **Acta limnol. Bras.**, v. 2, p. 181-198, 1988.
- NELSON, E.M. The swin bladder in the Serraslminae with notes on additional morfological fatures. **Fieldiana Zoology**, v. 39, n. 56, p. 603-624, 1961.
- NOGUEIRA, M. G. **Dinâmica de populações palctônicas e fatores físicos-químicos de um sistema artificial raso**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1990. 244p. Dissertação(mestrado)
- NOMURA, N. **Criação e Biologia de animais Aquáticos**. São Paulo: Nobel, 1977, 141 p.
- NOMURA, N. desenvolvimento atuação e perspectiva da piscicultura intensiva e extensiva no Estado de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE LIMNOLOGIA, PSICICULTURA E PESCA CONTINENTAL, 1., 1975, Belo Horizonte. Anais p. 259-278.
- NUÑER, A. P. de O., VERANI, J. R. Estudos limnológicos em viveiros povoados com curimbatá, *Prochilodus scrofa* Steidanchner, 1881 (Prochilodontidae- Characiformes). **R. Soc. Bras. Zoot.**, v. 23, n. 1, p. 28-37, 1994.
- NUÑER, A. P. O.; SANTOS, H. F. dos; VERANI, J. R.; MILAN, J. M. Caracterisação limnológica de viveiros povoados com pacu, *Piaractus mesopotamicus*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- ODUN, E. P. **Ecologia**, trad.Tribe, C. j., supervisãoda trad. Rios, R. I., Rio de Janeiro:Guanabara, 1986. 434p.
- OLIVEIRA NETO, A. L. **Estudo da avaliação da comunidade zooplancônica, com ênfase na comunidade de rotíferos, em curtos intervalos de tempo (variações diárias e nictemerais) na represa do Lobo (Broa). Itirapina**. Dissertação (mestrado). IB/USP, São Paulo, 1993. p.74.

- OPUSZYSNKI, K. Comparison of the usefulness of the silver Carp and the bighead Carp as additional fish in Carp ponds. **Aquaculture**, v. 25, p. 223-233, 1981.
- OPUSZYSNKI, K., SHIREMAN, J. V., ALDRIDGE, F. J *et alii*. Environmental manipulation to simulate rotifers in fish rearing ponds. **Aquaculture**, v. 42, p. 343-348, 1984.
- OPUSZYSNKI, K., SHIREMAN, J. V., CICHRA, C. E. Food assimilation and filtering rate of bighead carp kept in cages. **Hydrobiologia**, v. 220, p. 49-56, 1991.
- OPUSZYSNKI, K., SHIREMAN, J. V. A new approach to quantitative evaluation of grazing by filter-feeding fish and their use for water purification and aqua/ agriculture production enhancement. **Depart. Fishe. Aquacul., Univ. Florida, Gainesville**, 1993. (manuscrito)
- OPUSZYSNKI, K.; SHIREMAN, J. V.; OPUSZYNSKI, W. Feces collection of filter-feeding fish as a method for wastewater treatment and enhancement of aquaculture/ agriculture production. **Depart. Fishe. Aquacul., Univ. of Florida, Gainesville**. (manuscrito)
- PÁDUA, D. M. C., URBINATTI, E. C., CARNEIRO, D. J. Estudo preliminar do desenvolvimento e dos parâmetros metabólicos em alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas contendo levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) em substituição à farinha de trigo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- PADISÁK, J. The influence of different disturbance frequencies on the species richness, diversity and equitability of phytoplankton in shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 249, p. 135-156, 1993.
- PAULA, J. E., MORAIS FILHO, M. G., BERNARDINO, G.; MELO, J. S. C. DE, FERRARI, V. A. Estudo da vegetação relacionada com a alimentação do pacu (*Colossoma mitrei*) Berg (1895) no Pantanal Matogrossense. **Acta Bot. Bras.**, v. 2, nº 1, p. 73-96, supl., 1989.
- PARRA, O., GONZALES, M. DELLAROSA, V. , RIVERA, P., ORLLOMA M. **Manual taxonomico del fitoplancton de aguas continentais, com especial referencia al fitoplancton do Chile**. Universidade de Concepcion. 1983. 352p. (Chlorophyceae, part. 1-2)
- PENNAK, R. W. **Freshwater invertebrates of United States**. The Ronald Press Company. 1953. 769p.

- PEREIRA DA SILVA, E. **Efeito do agrupamento sobre parâmetros fisiológicos e comportamentais do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887).** TBB. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 81p. 1990. Dissertação (mestrado).
- PIEDRAHITA, R. H. Introduction to computer modelling of aquaculture pond ecosystems. **Aquaculture**, v. 19, p. 1-12, 1988.
- PRESCOTT, G. W.; BICUDO, C. de M.; VINYARD, W. C. **A Synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermæ.** Section 4, Lincon/ London: Univ. of Nebraska Press, 413p., 1981.
- PRESCOTT, G. W., CROASDALE, H., BICUDO, C. E. de M. **A Synopsis of North American Desmids. Desmidiaceae: Placodermæ, Part II.** The filamentous genera, Section 5, Lincon: University of Nebraska Press, 1983. 177p.
- REID, J. W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda), **B. Zool. USP**, v. 9, p. 17-143, 1985.
- REINOLDS, C. S. Experimental manipulations of the phytoplankton periodycity in large limnetc enclosures in Blenhan Tarn, English Lake District, **Hydrobiologia**, v. 138, p. 43-64, 1986.
- REINOLDS, C. S. Scales of disturbance and their role in plankton ecology. **Hydrobiologia**, v. 249, p. 157-171, 1993.
- REINOLDS, C. S., PADISÁK, J., SOMMER, U. Intermediate disturbance in the ecology of phytoplankton and the maintenance of species diversity: a synthesis. **Hydrobiologia**, v. 249, p. 183-188, 1993.
- RIJN, J., STUTZ, S. R., DIAB, S., SHILD, M. Chemical, phisical and biological parameters of superintensive concrete fish ponds. **Bamidgeh**, v. 38, n. 3, p.35-43, 1986.
- ROCHA, A. J. A. Caracteirzação limnológica. In: PINTO, M. N. Cerrado: **caracterização, ocupação e perspectiva.** Brasília: EDUNB/SEMATEC, 1994. p. 469-492.
- ROCHA, O., MATSSUMURA-TUNDISE, T. **Atlas do Zooplâncton da Represa do Broa, Copépoda**, São Carlos: Departamento de Ciências Biológicas-UFSCAR, 1976. 68p. (Série Atlas, v. 1)
- ROSA, R. DE C. CORDINE **Introdução à piscicultura.** Florianópolis: Ed. rev. Atual, ACARESC. 56p., 1988.

- SAINT-PAUL, U. Potential for aquaculture of South America freshwater fishes: a review. **Aquaculture**, v. 54, p. 205-240, 1986.
- SANCHES, F. G., COLHERINHAS NOVATO, P. F.; AYROSA, L. M. S. *et alii*. Utilização de alguns tratamentos para dactilogirose em pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) na região do Vale do Ribeira-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. de P., SORMUS, L. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: Estudo taxonômico e aspectos ecológicos. **Hoehnea**, v. 16, p. 89-131, 221 fig., 1 tab., 1989.
- SATO, G.; BOLL, M. G. Estudo sobre o crescimento do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) nas condições do litoral catarinense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., 1994, Piraciba. Resumo.
- SENHORINE, J. A., FIGUEIREDO, G. M. de, FONTES, N. A., COROSFELD, J. Larvicultura e alevinagem do pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) e seus respectivos híbridos. **B. Téc. CEPTA**, Pirassununga, v. 1, n. 2, jul/dez., p. 19-30, 1988.
- SENHORINE, J. A., FRAGOSO, A. Preferência alimentar das larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887 (Pices, Characidae) em viveiros de criação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., 1994. Piracicaba. Resumos.
- SHAPIRO, J. Blue- green algae: why they become dominant. **Science**, v. 179, p. 382-384, 1973.
- SHAPIRO, J. Blue-green algae dominance in lakes: the role and management significance of pH and CO₂. **Int. Revue. Ges. Hydrob.**, v. 69, n. 6, p. 765-780, 1984.
- SIEGEL, S. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. New York: McGraw Hill book company, 1956. 321p.
- SIERSZEN, M. E. Variable selectivity and the role of nutritional quality in food selection by a planktonic rotifer. **Oikos**, v. 59, p. 241-247, 1990.
- SILVA, A. J. **Aspectos da alimentação do pacu adulto, Colossoma mitrei (Berg, 1895) (Pices, Characidae) no Pantanal do Mato Grosso**. Cuiabá: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1987. 118p. dissertação(Mestrado).

- SILVA, S. M. A. da, TORGAN, L. Nota sobre Euglenofíceas (Euglenaceae) de um açude no Morro Santana, Porto Alegre, RS, Brasil. **Iheringia**, v. 28, p. 95-106, 1981.
- SILVA, M. O. B., BERTECHINI, A. G., MELLO, C. B. M. Teor de proteína na ração para alevinos de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887), cultivados em tanques-rede com várias taxas de estocagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 8., Piracicaba. Resumos.
- SLÁDEC K, V. Rotifers as indicators of water quality. **Hydrobiologia**, v. 100, p. 160-201, 1983.
- SMIRNOV, N. N. **Fauna of the USSR Crustacea Chydoridae**. Academy of the USSR Zoological Institute, 1974. 644p.
- SMITH, D. W. , PIEDRAHITA, R. H. The relation between phytoplankton and dissolved oxygen in fish ponds. **Aquaculture**, v. 68, p. 249-265, 1988.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Análise da seletividade alimentar em larvas de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e Tambacu (Híbrido, Pacu - *Piaractus mesopotamicus* - e tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos zooplancônicos. **Acta Limnol. Brasil.**, v. VI, p. 114-132. 1993.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal:FUNEP, 1995. 70p.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H.; BACHION, M. A., ROCHA, O. Estudo do crescimento populacional de três espécies zooplancônicas em laboratório e o uso do plâncton na alimentação de alevinos de *Oreochromis niloticus* (Tilápia) e *Astyanax scabripinis paranae* (Lambari). **Rev. UNIMAR**, v. 16, Supl. 3, p. 189-201, 1994.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H, DURIGAN, J. G. Variação dos fatores abióticos e pigmentos totais em dois viveiros de criação de peixes em regime semi-intensivo. **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. VII, p. 10-22, 1995.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H., DURIGAN, J. G., LIGEIRO, S. R. Caracterização de algumas variáveis limnológicas em um viveiro de piscicultura em dois períodos do dia. **Rev. UNIMAR**, V. 16, Supl. 3., p. 217-227, 1994.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. ; MORENO, S. Q. Variação dos parâmetros limnológicos em um viveiro de piscicultura nos períodos de seca e chuva. **Rev. UNIMAR**, v. 16, n. 3, p. 229-242, 1994.

- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. , ROCHA, O. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: I Algas clorofíceas. **Biotemas**, v. 6, n. 1, p. 93-96, 1993.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H. ; ROCHA, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1987) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. **Biotemas**, v. 7, n. 1 e 2, p. 46-56, 1994.
- SOTO, D. summary of final round-table discussion on current issues in reseach on freshwater invertebrate predation. **Hydrobiologia**, v. 198, p. 233-235, 1990.
- SOTO, D., VILA, I. , VILLALOBOS, B. Temporal and spatial distribution of rotifera in Chilean reservoir: a possible effect of impoundment dynamics. **Hydrobiologia**, v. 114, p. 67-74, 1984.
- SOUSA, E. C. P. M. de, TEIXEIRA FILHO, A. R. **Piscicultura Fundamental**. São Paulo: Nobel-CAIC, 1985. 88 p.
- SOUZA, J. A.; CANTELMO, O. A. Contribuição da alimentação do pacu *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). Uso de abóbora (*Cucurbita maxiena*), mandioca (*Mannihot esculenta*) e milho (*Zea mays*) na alimentação do pacu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO. DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá. Resumos.
- STANDARD METHODS for examination of water and wast water. 14th ed. American Public. Health Association, 1971.
- STARLING, F. L. R. M. **Estudo experimental dos impactos de peixes planctófagos sobre a comunidade planctônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF.**, Brasília: Universidade Federal de Brasília, 1989. 249p. Dissertação (mestrado).
- STARLING, F. L. R. M.,; ROCHA, A. J. A. Experimental study of the impacts of planktivorous fishes on plankton community and eutrophycation of a tropical Brazilian reservoir. **Hydrobiologia**, v. 200/201, p. 581-591, 1990.
- STICKNEY, R. R. **Principles of warmwater aquaculture**, Awiley- USA: Intersciense Publication, 1979. 374p.
- SOMMER, U., PADISÁK, J., REYNOLDS, C. R *et alii*. Hutchinson's heritage: The diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiologia**, v. 249, p. 1-7, 1993.
- STRICKLAND, J. H. H. & PARSONS, T. R. A manual of sea water analysis, **Bull. Fish. Res. Bd. Canada**, v. 125, p. 1-185, 1960.

- STRICKLAND, J. H. ; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Bd. Canada**, n. 1675, 311p., 1968.
- TAVARES, L. H. S. **Utilização do plâncton na alimentação de larvas e alevinos de peixes**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1988. 191p. Tese (Doutorado)
- TEIXEIRA, C., TUNDISE, J. G., KUTNER, M. B. Plankton studies in a mangrove environment II. The standing stock and some ecological factors. **B. Inst. Oceanogr.**, USP, v. 24, p. 23-41, 1965.
- THERING, R. von. **Dicionário de animais do Brasil**. São Paulo: Dir. de Publicidade Agrícola, 1940. 899p.
- TOLEDO, L. G., FREITAS, J. S., FERREIRA, C. J. A. Variações diurnas de parâmetros limnológicos no Lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil. **Acta Limnol. Brasil.**, v. 2, p. 219-237, 1988.
- TORGAN, L. Estudo taxonômico de diatomáceas (BACILLARIOPHYCEA) da represa de Águas Belas, Viamão, rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 33, p. 17-104, 1985.
- TURNER, A. M., MITTELBAACH, G. G. Effects of grazer community composition and fish algal dynamics. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 49, p. 1908-1915, 1992.
- TUNDISI, J. G. (ed) **Impactos ecológicos na construção de represas: Aspectos específicos e problemas de manejo. Limnologia e manejo de represas**. São Carlos, USP/CRHEA/IACESP, 1988. p. 1-75. (Série Monografias, v. 1 t. 1)
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnology and eutrofication of Brrea Bonita Reservoir, São Paulo State, Souther Brazil. **Arch. Hydrobiol., Beinh. Ergebn. Limnol.**, v. 33, p. 661-676, 1990.
- UNGARETTI, I. Desmídias (Zygnemaphyceae, Chlorophyta) do Arroio do Dilúvio, rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 26, p. 9-35, 1981.
- UNGARETTI, I. Desmídias (Zygnemaphyceae) de um açude no Morro de Santana, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 27, p. 3-26, 1981.
- VALDERRAMA, J. C. The simultaneous analysis of total nitrogen and phosphorus in natural waters. **Marc. chem.**, v. 10, 1980, p. 130-137.
- VANNI, M. J., Competition in zooplankton communities: supression of small species by *Daphnia pulex*. **Limnol. Oceanogr.**, v. 31, nº 5, p. 1036-1056, 1986.

- VANNI, M. J. Effects of food availability and fish predation on a zooplankton community. **Ecol. Monogra.**, v. 57, n. 1, p. 61-88, 1987.
- VANNI, M. J., FINDLAY, D. L. Trophic cascade and phytoplankton community structure. **Ecology**, v. 7, n. 3, p. 921-937, 1990.
- WRIGHT, S. Preliminary report on six new species of *Diaptomus* from Brazil. **Ann. Acad. Brasil. de Sci.**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 1936.
- WRIGHT, S. A review of some species of *Diaptomus* from São Paulo. **Ann. Acad. Brasil. de Sci.**, v. 9, n. 1, p. 65-82, 1937.
- WATANABE, T. Flutuação sazonal e distribuição espacial do nano e moicrofitoplâncton na Represa do Lobo (Broa). São Carlos:Universidade Federal de São Carlos, 1981. 158p. Dissertação(mestrado)
- WETZEL, R. G. **Limnology**. Toronto: WB Saunders company, 1975. 733p.
- WHITFORD, L. A. , SHUMACHER, G. J. A manual of freshwater algae. Raleigh/ NC: Sparks Press, 200p., 1973.
- WOYNAROWICH, E. **Manual de Piscicultura**, Brasília: CODEVASF, 1985. 71p.
- YAMANAKA, N, JACOBSEN, O, BASILE MARTINS, M. A. *et alii*. Influência da densidade de larvas e do tipo de alimento no crescimento e sobrevivência de larvas de pacu *Colossoma mitrei* (Berg, 1895). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 4., 1986, Cuiabá. Resumo.
- YAMANAKA, N. **Descrição, desenvolvimento e alimentação de larvas e pré-juvenis do pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pices, Characidae), mantidos em confinamento**, São Paulo: Instituto de Biociências-USP., 1988. 158p. Tese(Doutorado)
- ZARET, T. M., KERFOOT, W. C. Fish predation on bosmina longirostris: body-size selection versus visibility selection, **Ecology**, v. 56, p. 232-237, 1975.

XII - APÊNDICE - RELAÇÃO DE TRABALHOS EXPERIMENTAIS REALIZADOS COM PACU EM VIVEIROS

- 1) **Reprodução induzida** (GODINHO *et alii*, 1977; CASTAGHOLLI & DONALDSON, 1981; FERRAZ DE LIMA *et alii*, 1988; PAIVA *et alii*, 1989; BERNARDINO *et alii*, 1994);
- 2) **Larvicultura** (MELO & NASCIMENTO, 1983; MORAIS FILHO & SENHORINI, 1983; PINTO & CASTAGNOLLI, 1984; YAMANAKA, 1986; SENHORINI *et alii*, 1988; FONTES *et alii*, 1990; CLARO-MONTEIRO & CASTAGNOLLI, 1994; SANTOS Jr *et alii*, 1994; SENHORINI & FRAGOSO, 1994);
- 3) **Engorda** (CESTAROLLI, *et alii*, 1988; FERRARI & BERNARDINO, 1983, 1986; MENDONÇA *et alii*, 1988; FERRAZ DE LIMA *et alii*, 1988; BERNARDINO & COLARES DE MELO, 1989; KRIEGER-AZZOLINE *et alii*, 1988; FERRARI *et alii*, 1990; BOCK *et alii*, 1994; BOZANO & FERRAZ DE LIMA, 1994; CAETANO FILHO & LEONHARDT, 1994; CASTAGNOLLI *et alii*, 1994; SATO & BOLL, 1994);
- 4) **Nutrição** (CARNEIRO, 1983; CARNEIRO & CASTAGNOLLI, 1982; CANTELMO & SOUZA, 1986; CANTELMO & SOUZA, 1988; BERNARDINO & FERRARI, 1989; BARROS *et alii*, 1994; CANTELMO *et alii*, 1994; CARNEIRO *et alii*, 1994; CASTAGNOLLI *et alii*, 1994; DIAS & DURIGAN, 1994; MELLO *et alii*, 1994; PÁDUA *et alii*, 1994; SILVA *et alii*, 1994);
- 5) **Parasitologia** (CECCARELLI & OLIVEIRA, 1986; FERRAZ DE LIMA *et alii*, 1989; CECCARELLI, 1988; FERRAZ DE LIMA *et alii*, 1990; CECCARELLI *et alii*, 1990; ALCANTARA *et alii*, 1994; FERRAZ DE LIMA *et alii*, 1994; MARTINS, 1994; SANCHES *et alii*, 1994);
- 6) **Limnologia** (NUNES *et alii*, 1994);
- 7) **Análise econômica** (CHABALIN *et alii*, 1988; CHABALIN & FERRAZ DE LIMA, 1988; CHABALIN *et alii*, 1989).