

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CENTRO DE AQUICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

**Características limnológicas da água, sedimento e efluentes
em viveiros de crescimento final do camarão-da-amazônia,
Macrobrachium amazonicum, submetidos a diferentes níveis
de arraçoamento e tipos de despescas**

**Erlei Cassiano Keppeler
Bióloga**

**Jaboticabal - SP
2005**

Erlei Cassiano Keppeler

**Características limnológicas da água, sedimento e efluentes
em viveiros de crescimento final do camarão-da-amazônia,
Macrobrachium amazonicum, submetidos a diferentes níveis
de arraçoamento e tipos de despescas**

Tese a ser apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Aqüicultura do CAUNESP,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Doutor em Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Cotroni Valenti
Centro de Aqüicultura, UNESP

Jaboticabal
2005

AGRADECIMENTOS

A DEUS, força onipotente que nos dá força para sermos capazes de vencer todas as barreiras, e sobretudo concretizar todos os sonhos, quando se possui fé.

Ao Prof. Wagner Cotroni Valenti, do Departamento de Biologia Aplicada da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias e do Centro de Aqüicultura da UNESP, pela oportunidade, orientação e amizade.

À especial secretária do Curso de Pós-Graduação Veralice, pelo inestimável apoio e auxílio na Pós-Graduação.

Aos Coordenadores e Professores da Pós-Graduação do Centro de Aqüicultura, Prof. Flávio Ruas de Moraes, Luiz Edivaldo Pezzato, Prof.^a Elisabeth Macedo, Prof. Francisco Manoel de Souza Braga, Prof.^a Elisabeth Urbinarti.

Aos Professores de Estatística, Antônio Sérgio Ferraud, Euclides Malheiros e Francisco Manoel de Souza Braga, cujos cursos oferecidos muito contribuíram para a minha formação.

À Universidade Federal do Acre, CAPES-PICDT, pela concessão de afastamento remunerado e bolsa de Doutorado. Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Alceu Ranzi, Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação (2000-2002) pelo incentivo à continuidade da vida acadêmica.

Agradeço aos auxílios concedidos pela Coordenação de Apoio à Pós-Graduação e Diretoria do Centro de Aqüicultura da UNESP, pela disponibilidade do setor de Carcinicultura.

À Doutoranda Patrícia Maria Contente Moraes Riodades, pela ajuda na coleta de dados em parte da pesquisa, assim como sugestões sobre o cultivo de ***Macrobrachium amazonicum***.

Aos técnicos Valdecir e Roberto, pelas suas prestigiosas participações nos trabalhos de campo.

À Dr.^a Ana Elisa Baccarin, pela infra-estrutura oferecida durante a sua Coordenação no Laboratório Central.

Ao Prof. Dr. Antônio F. Camargo e o técnico Carlos pela cessão de alguns equipamentos para utilização nas análises laboratoriais.

À Dr.^a Mara Cristina Pessôa da Cruz, pelos ensinamentos e análises de sedimento realizadas com o apoio da técnica Selma, do Departamento de Fertilidade do sedimento. Igualmente, ao Prof. Dr. Manoel Evaristo Ferreira pelo simpático recebimento em seu laboratório.

À Michelle Vetorelli, pelo auxílio nas contagens dos camarões de água doce.

Ao meu grande companheiro Flávio Carlos Altafim, pela grande ajuda e paciência nos detalhes finais dessa Tese.

À Alessandra Messias, pela amizade, sempre presente nos cansativos finais de tarde.

Às amigas Carla Macedo e Cláucia Honorato, pelo grande apoio nos momentos difíceis.

Aos estagiários que muito contribuíram na coleta de dados: Priscila, Leonardo Vaz, Bruno e Rodrigo Cotoni, Janaína, e outros.

Ao Sr. Américo Hayakawa pelo auxílio na impressão do trabalho.

Especialmente a toda a minha família e amigos, pela compreensão da grande distância geográfica existente entre nós.

A todos os funcionários do CAUNESP e da FCAV/UNESP: Mônica, Fátima, Ana, Suely, Auta, que ajudaram de alguma forma na condução deste trabalho.

Finalmente, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	6
GENERAL SUMARY.....	7
INTRODUÇÃO	8
Fundamentação teórica e hipóteses.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	16
Descrição dos cultivos.....	16
Coleta de dados.....	21
Análise estatística.....	22
Funcionamento dos viveiros e teste das taxas de arraçoamento.....	22
Teste das despescas total e mista	24
Análise global do experimento	24
RESULTADOS.....	24
Funcionamento dos viveiros.....	26
Efeito da taxa de arraçoamento (3%,5% e 7% da biomassa/dia) nos viveiros.....	45
Comparação para os tratamentos no sedimento	50
Efeito do tipo de despesca	54
Análise global do experimento	69
DISCUSSÃO	72
CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS	87

RESUMO

Características limnológicas da água, sedimento e efluentes em viveiros de crescimento final do camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum*, submetidos a diferentes níveis de arraçoamento e tipos de despescas

Os viveiros de cultivo semi-intensivo de camarões de água doce são ecossistemas límnicos em fase inicial de sucessão ecológica. Neste trabalho, foi realizado um estudo limnológico de viveiros de cultivo de *Macrobrachium amazonicum* submetidos a diferentes taxas de arraçoamento e tipos de despescas, visando fornecer subsídios para o entendimento desses ecossistemas e o estabelecimento de um manejo adequado. Doze viveiros com cerca de 0,01 ha foram povoados com 20 juvenis de *M. amazonicum*.m⁻². Os animais foram alimentados com ração extrusada na proporção de 6 a 9% da biomassa até a 14.^a semana. Então, os camarões contidos em cada três viveiros foram arraçados com 3%, 5% e 7% da biomassa dos camarões. Outros três viveiros foram submetidos à despesca mista. Semanalmente, foram determinadas as seguintes variáveis da água: temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, alcalinidade total, condutividade elétrica, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, ortofosfato solúvel, fósforo total, clorofila a, clorofila b, clorofila c, feofitina, turbidez e sólidos totais suspensos. Após 145 dias, realizou-se a despesca total em todos os viveiros. Não foi observado nenhum padrão de variação temporal das variáveis limnológicas ao longo do cultivo. Estas foram mais dependentes dos processos biológicos que ocorreram no interior dos viveiros do que da água de renovação. A ração diária teve pouco efeito sobre a qualidade da água dos viveiros do que da água de renovação. A ração diária teve pouco efeito sobre a qualidade da água dos viveiros, efluentes e nenhuma sobre os depósitos de carbono, nitrogênio e fósforo no fundo. De um modo geral, as variáveis limnológicas apresentaram baixa correlação entre si. Possivelmente, as características intrínsecas de cada viveiro tiveram maior efeito sobre a qualidade da água do que os níveis de arraçoamento e tipo de despesca.

Palavras chave: *Macrobrachium amazonicum*, limnologia, manejo alimentar e despescas seletivas

ABSTRACT

Limnology of water, soil and effluents of grow-out ponds of *Macrobrachium amazonicum* under different feed levels and harvest management

Grow-out ponds are ecosystems at the first stages of ecological succession. In this research, a limnological study on grow-out ponds of *Macrobrachium amazonicum* subjected to different feed levels and harvest management was performed. Twelve 0.01 ha earthen ponds were stocked with 20 juveniles.m⁻². Prawns fed commercial diet at a rate of 7 to 9% of biomass until 14^a. week. Then, each three ponds were fed with 3%, 5% and 7% of prawn biomass. Three other ponds were subjected to selective harvest. After 145 days of stocking, all ponds were drained and harvested. The following water parameters were weekly determined: temperature, dissolved oxygen, oxygen biochemical demand, pH, total alkalinity, electrical conductivity, nitrate-N, nitrite-N, ammonia-N, total nitrogen, soluble orthophosphate, total phosphate, chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll c, pheophytin, suspended total solids and turbidity. Limnological parameters did not show any temporal pattern. Exchange water and daily feeding slightly affected water quality and effluents. Carbon and nitrogen did not accumulated in water column or soil while phosphate was immobilized or trapped by the mud. Feeding rate and kind of harvest showed low effect on water quality, effluents and none on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus, in the mud. Correlation among water quality parameters are weak or absent. Data suggest that intrinsic characteristics of each pond play a major role on pond ecology.

Key-words: *Macrobrachium amazonicum* - limnology - different feed levels and harvest management

INTRODUÇÃO

A aquicultura é conceituada como o processo de produção em cativeiro de organismos com habitat predominantemente aquático, em qualquer estágio de desenvolvimento, ou seja, ovos, larvas, pós-larvas, juvenis ou adultos (Rana, 1997). A aquicultura moderna está embasada em três pilares: a produção lucrativa, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social (Valenti 2000, 2002a).

A qualidade da água dos viveiros é fundamental para o sucesso da aquicultura (Boyd & Zimmermann, 2000; Kubitza, 2003). Entre as variáveis mais importantes estão o oxigênio dissolvido e o nitrogênio amoniacal. A importância do oxigênio reside no fato de a maioria dos animais satisfazer sua necessidade de energia por meio da oxidação de alimentos, com a formação de dióxido de carbono e água no processo (Schmidt-Nielsen, 2002). Portanto, este é de importância fundamental para a manutenção da vida (Margalef, 1983). O nitrogênio amoniacal é o principal resíduo nitrogenado excretado pelos camarões, tendo origem nos processos metabólicos de transformação e oxidação da proteína (aminoácidos) obtida nos alimentos. Em geral, a ingestão de alimentos com excessivo teor protéico e/ou com desbalanço na sua composição em aminoácidos (unidades formadoras das proteínas) geralmente aumenta a excreção de nitrogênio amoniacal pelos camarões. Outra importante fonte de nitrogênio amoniacal no cultivo é a decomposição microbiana das proteínas e aminoácidos eliminados nas fezes (Hargreaves, 1998). O nitrogênio amoniacal é tóxico aos camarões, o que obriga a adoção de estratégias que evitem o seu acúmulo excessivo na água ao longo do cultivo (Kubitza, 2003).

A aquicultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida (Valenti, 2000; Assad & Bursztyn, 2000). Estes devem permanecer equilibrados para possibilitar a manutenção da sua atividade. A preservação ambiental é parte do processo produtivo. Não se concebe o desenvolvimento de técnicas de manejo para aumentar a produtividade sem se avaliarem os impactos ambientais produzidos (Valenti, 2000). Assim, a avaliação dos efluentes de viveiros de cultivo é de grande interesse.

O maior comprometimento da água usada em aquicultura se deve ao seu enriquecimento (eutrofização), por meio do arrazoamento (Boyd, 1979). Depois que um corpo d'água é eutrofizado, pode custar muito mais reverter o dano do que teria custado prevenir seu surgimento (Cairncross, 1992). Portanto, a ração alocada deve ser ministrada proporcionalmente ao consumo dos organismos cultivados, bem como à manutenção da qualidade de água.

Entre os organismos cultivados, os crustáceos aparecem com destaque. Em 2001, o grupo ocupou o quarto lugar em termos de produção mundial, com 1,9 milhões de toneladas, porém, esteve em terceiro lugar em relação às receitas geradas com US\$ 11,5 bilhões (Borghetti et al., 2003). Aproximadamente, 1,7 milhões de toneladas foram produzidas na Ásia. A América do Sul produziu 120,4 mil toneladas, seguida da América do Norte e Central com 91,4 mil toneladas, a África com 5,8 mil toneladas, e a Oceania com 5,1 mil toneladas (Borghetti et al., 2003).

O cultivo de camarões de água doce é um dos setores da aquicultura que mais cresce no mundo (Valenti, 2000). Conforme Valenti (2002b), a produção mundial de camarões de água doce, seguramente, ultrapassou 240.000 t em 2000, e cresceu mais de 1.000% na última década, movimentando mais de US\$ 1 bilhão. De acordo com os dados da FAO (2002), entre 1990 e 2000, o volume de *Macrobrachium rosenbergii* produzido passou de 21.000 para 118.500 toneladas, correspondendo a um crescimento de quase 500%. No Brasil, na última década foi estimada produção de cerca de 500 t anuais (FAO, 2002), e o grupo GTCAD estimou em aproximadamente 400 t em 2001 (Valenti, 2003). Contudo, sabe-se que existe um potencial de espécies nativas, e, entre elas, a mais importante é o camarão-da-amazônia, *Macrobrachium amazonicum* (Moraes-Riudades & Valenti, 2004a). Esta espécie vem sendo explorada pela pesca artesanal em açudes (Gurgel & Matos, 1984) e rios (Collart & Moreira, 1993; Valenti & Moraes-Riudades, 2004; New, 2005).

O camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) apresenta ampla ocorrência no Brasil, sendo observado no Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Maranhão,

Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Young, 1998). Pesquisas recentes revelam que esta espécie possui grande potencial para o cultivo comercial (Moraes-Riudades & Valenti, 2004b) com baixo impacto ambiental (Moraes-Riudades & Valenti, 2001).

O sucesso do cultivo de camarão de água doce em viveiros depende da manutenção da qualidade de água e do sedimento (Boyd & Zimmermann, 2000). Um dos problemas resultantes do cultivo se deve a estratégias de alimentação inadequada (Kubitza, 2003). Manejos com maiores taxas de arraçoamento, segundo Boyd (2004), incrementam a produtividade em resposta à entrada de nutrientes oriundos da ração e fertilização. Adicionalmente, para permitir-se o crescimento homogêneo em viveiros, em virtude da dominância de machos e fêmeas maduras um outro manejo é a adoção de despescas seletivas (Valenti, 2002b; Moraes-Riudades & Valenti, 2004; Yasharian et al., 2004) a cada duas ou três semanas (Yasharian et al., 2004).

Os manejos com maiores taxas de arraçoamento promovem excesso de produtos nitrogenados decorrentes da excreção, assim como da decomposição microbiana da matéria orgânica (Hargreaves, 1998). Os principais compostos tóxicos são nitrogênio amoniacal e nitrito (Shishehchian et al., 1999). Este último é um composto intermediário da oxidação da amônia a nitrato (Midlen & Redding, 2000), sendo observado em águas muito eutrofizadas ou nas camadas de água mais profundas, onde a decomposição anaeróbica leva ao seu acúmulo (Ono & Kubitza, 2003). O nitrogênio amoniacal também é um produto dessa decomposição, bem como da excreção nitrogenada (Boyd & Zimmermann, 2000). O nitrogênio constitui um dos elementos fundamentais para o metabolismo dos viveiros. Quando presente em baixas concentrações, pode atuar como fator limitante na produção primária (Boyd, 1979).

Além dos compostos nitrogenados, outras características limnológicas estão envolvidas na dinâmica de viveiros para permitir o desenvolvimento dos camarões (Boyd & Zimmermann, 2000). A turbidez pode ser influenciada pelo material alóctone proveniente da água de abastecimento ou da ração. Sua variação, quando advém da

água que mantém os viveiros, pode ter origem na erosão das margens da represa, causada pela ação do vento e das chuvas, bem como o transporte dos sedimentos (Ono & Kubitzka, 2003).

O fósforo é geralmente o principal fator limitante ao desenvolvimento do fitoplâncton em ambientes aquáticos (Esteves, 1988). Entre todas as formas ou frações de fosfato, o ortofosfato assume maior relevância por ser a principal forma assimilada pelos vegetais aquáticos. Sua concentração depende da densidade e da atividade de organismos, especialmente fitoplanctônicos e de macrófitas aquáticas, os quais durante a fotossíntese podem assimilar grandes quantidades destes íons (Boyd, 1979; Esteves, 1988). Em ambientes aquáticos de alta temperatura, a taxa metabólica dos organismos aumenta consideravelmente, fazendo com que o ortofosfato solúvel seja mais rapidamente assimilado e incorporado na sua biomassa (Boyd, 1979). Este é um dos principais motivos pelo qual a concentração de ortofosfato solúvel é muito baixa.

Adicionalmente, Zimmermann (1998) e Boyd & Zimmermann (2000) listam variáveis também fundamentais para o sucesso do cultivo de ***Macrobrachium***, que são o oxigênio, pH, alcalinidade total, sólidos totais suspensos. Em suma, aspectos biológicos, químicos e físicos da água influenciam no crescimento, na resistência a doenças, na reprodução e na tolerância a variação da temperatura dos camarões de água doce extremas (Boyd & Zimmerman, 2000).

Fundamentação teórica e objetivos do trabalho

Os viveiros para cultivo semi-intensivo de camarões de água doce são ecossistemas límnicos em fase inicial de sucessão ecológica (Valenti & New, 2000). Eles apresentam diversidade biótica, teia alimentar, estrutura trófica e ciclagem de nutrientes minerais (Valenti, 1995, 1998; Valenti & New, 2000). Quando são cheios, inicia-se um processo de sucessão ecológica, ocorrendo vários estágios serais. Esta pode ser autotrófica ou heterotrófica (Valenti, 1995). Geralmente, os viveiros recebem adubo orgânico inicial e ração é adicionada ao longo do cultivo. Portanto, a sucessão é

principalmente heterotrófica e predominam as cadeias alimentares detriticas (Valenti & New, 2000).

Os viveiros de carcinicultura de água doce podem ser estáticos ou dinâmicos. Nos primeiros não há entrada e saída contínua de água, o que ocorre nos últimos. Os viveiros estáticos funcionam como ecossistemas lênticos, enquanto que os viveiros dinâmicos apresentam características intermediárias entre os sistemas lênticos e lóticos (Valenti, 1998).

Os viveiros são ecossistemas com grande entrada e saída de energia e materiais (Valenti & New, 2000). As principais entradas são os camarões estocados, o adubo orgânico, a ração administrada e a luz do sol, enquanto que as principais saídas são a água do efluente e os camarões despescados (Valenti, 1998; Valenti & New, 2000). Com o crescimento dos camarões, a ração fornecida vai aumentando ao longo do cultivo proporcionalmente à biomassa. Esses fatores, aliados à sucessão ecológica, podem resultar em modificações nas variáveis da água no decorrer do cultivo. Além disso, o manejo empregado, tal como a taxa de arraçoamento e o tipo de despesca, pode interferir nas variáveis ambientais.

Os camarões geralmente são alimentados com dieta peletizada ou extrusada, com teor protéico variando de 30 a 40%. Os níveis de cálcio e fósforo adequados não são conhecidos, mas Zimmermann (1998) recomenda 3 e 1,5%, respectivamente. A quantidade de ração fornecida é proporcional à biomassa de camarões presente no viveiro. Valores entre 2 e 20% da biomassa têm sido empregados (New, 2002), variando de acordo com a fase de desenvolvimento dos camarões, e com o nível de intensificação do cultivo e a produtividade natural dos viveiros. A ração diária é fornecida a "lanço" em toda a superfície do viveiro (Zimmermann, 1998; Valenti, 1996).

A taxa de arraçoamento não é constante em todo o período de cultivo. À medida que os camarões crescem, a necessidade diária de alimento por unidade de biomassa diminui (Valenti, 1996). Por outro lado, com o aumento da biomassa total de camarões no interior do viveiro, os recursos autóctones se esgotam e a dependência do alimento

alóctone é maior (New & D'Abramo, 2000). Portanto, a taxa ótima de ração no final do cultivo pode diminuir, aumentar ou permanecer constante. Estudos variando a taxa de alimentação no último mês de cultivo do camarão-da-amazônia são importantes para definir o manejo alimentar adequado, de modo a maximizar a produção e reduzir os custos e impacto ambiental.

Na carcinicultura de água doce, a despesca pode ser total, parcelada (seletiva) ou mista (Valenti & New, 2000). Estes sistemas são descritos detalhadamente em Valenti (1998), Valenti & New (2000) e New (2002). Resumindo, a despesca total é realizada esvaziando-se o viveiro e coletando-se todas os camarões, enquanto que a despesca parcelada é realizada com a passagem de redes de arrasto para coleta apenas de camarões com tamanho comercial. Na despesca mista, são realizados arrastos com redes durante o cultivo e, no final do período, os viveiros são esgotados e todos os camarões remanescentes são retirados.

A despesca pode ser considerada como um fator ecológico periódico que modifica bastante o ecossistema (Valenti, 1995). Evidentemente, a aplicação de arrastos com rede tipo “picaré” revolve todo o fundo, ressuspensando o sedimento e, possivelmente, tornando os nutrientes e a matéria orgânica disponíveis para os processos biológicos que ocorrem na coluna d'água. Supõem-se que o arrasto pode causar estresse nas comunidades bentônicas e nos próprios camarões, alterar as características da água e os processos de fixação de carbono orgânico por fotossíntese e de decomposição por microorganismos. Assim, o manejo com despescas seletivas pode produzir alterações momentâneas ou até permanentes nas características limnológicas da água e efluentes dos viveiros.

Embora a qualidade da água de viveiros de carcinicultura de água doce seja freqüentemente monitorada, pouca pesquisa foi realizada até o momento para compreender-se a estrutura e funcionamento desses ambientes artificiais. Assim, neste trabalho foi realizado um estudo limnológico dos viveiros de cultivo de ***Macrobrachium amazonicum*** submetidos a diferentes taxas de arraçoamento e tipo de despesca, visando

fornecer subsídios para o entendimento desses ecossistemas, o que permitirá o estabelecimento de um manejo adequado.

Neste experimento, os dados foram organizados de três modos diferentes para possibilitar a realização de três análises, abordando:

1. Funcionamento dos viveiros. Esta análise visou descrever o comportamento das variáveis limnológicas em viveiros de produção do camarão-da-amazônia, operados em sistema semi-intensivo. Foram enfocados os seguintes aspectos:

- 1.1. Variações das variáveis limnológicas ao longo do tempo;
- 1.2. Efeito da água de renovação sobre as variáveis limnológicas no interior do viveiro;
- 1.3. Variação das variáveis limnológicas nos períodos da manhã e tarde;
- 1.4. Efeito da quantidade de ração fornecida sobre as características da água dos viveiros e dos efluentes;
- 1.5. Variação das quantidades de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo no fundo dos viveiros;
- 1.6. Estimativa do acúmulo de nitrogênio, fósforo e íons no interior dos viveiros (na coluna d'água);
- 1.7. Variação das variáveis limnológicas entre a coluna d'água e a água do efluente;
- 1.8. Correlação entre as diversas variáveis limnológicas da coluna d'água dos viveiros.

2. Efeito da taxa diária do arraçoamento nos viveiros. Esta análise visou testar a hipótese de que a variação na taxa de arraçoamento no último mês de cultivo não afeta as características limnológicas da água e dos efluentes. Foram enfocados os seguintes aspectos:

- 2.1. Variação nas características limnológicas nos períodos da manhã e tarde;

- 2.2. Variação das quantidades de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo no fundo dos viveiros;
- 2.3. Efeito da taxa de arraçoamento sobre o acúmulo de carbono orgânico, nitrogênio e fósforo no fundo dos viveiros;
- 2.4. Estimativa do acúmulo de nitrogênio, fósforo e íons no interior dos viveiros (na coluna d'água);
- 2.5. Variação das variáveis limnológicas entre a coluna d'água e a água do efluente.

3. Efeito do uso das despescas seletivas. Esta análise visou testar a hipótese de que a aplicação de despescas seletivas produz alterações permanentes, nas características limnológicas dos viveiros. Foram enfocados os seguintes aspectos:

- 3.1. Efeito dos tipos de despescas (aplicação de despescas seletivas ou não) sobre as variáveis limnológicas da coluna d'água e dos efluentes;
- 3.2. Efeito dos tipos de despescas sobre a deposição de carbono, nitrogênio e fósforo no fundo dos viveiros, e conseqüentemente no aproveitamento desses nutrientes minerais.

Além disso, realizou-se uma análise global do experimento, para analisar a homogeneidade dos viveiros e o efeito dos tratamentos por meio da análise multivariada.

Este trabalho insere-se em um programa multidisciplinar e multi-institucional para o desenvolvimento da tecnologia de produção do camarão-da-amazônia, que conta com a participação de 12 instituições do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição dos cultivos

O experimento foi conduzido no Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP) por um período de aproximadamente cinco meses, de dezembro/2003 a maio/2004. Foram utilizados doze viveiros de aproximadamente 0,01 ha, escavados com fundo de terra, sem revestimento nas laterais, e profundidade com cerca de 1 m. Estes foram construídos sobre latossolo vermelho-escuro com textura argilosa. As características gerais do sedimento foram descritas em Valenti (1989), descritas na tabela 1. Os taludes foram protegidos com grama para prevenção de erosão.

Tabela 1. Análise do sedimento (química e granulométrica) formador do fundo dos viveiros (Valenti, 1989)

Parâmetro	Unidade	Valor determinado
Potássio	Meq.100cm ⁻³	0,3
Cálcio	Meq.100cm ⁻³	2,6
Magnésio	Meq.100cm ⁻³	0,7
Hidrogênio + Alumínio	Meq.100cm ⁻³	1,9
Saturação	%	65
pH (em CaCl ₂)	-	5,5
Argila	%	58,10
Silte (limpo)	%	30,26
Areia	%	11,64

Os viveiros localizam-se na cidade de Jaboticabal (21°15'22"S e 48°18'48"W), Estado de São Paulo, no Campus da Universidade Estadual Paulista (Figura 1). O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Koepen, existindo duas estações, seca e úmida, que se alternam. A precipitação e temperaturas atmosféricas médias anuais são de 1350 mm e 21/22°C, respectivamente. A variação das médias das temperaturas do ar máximas em janeiro é de 29 a 30°C e a média das mínimas em julho é de 11 a 12°C (Troppmair, 1975).

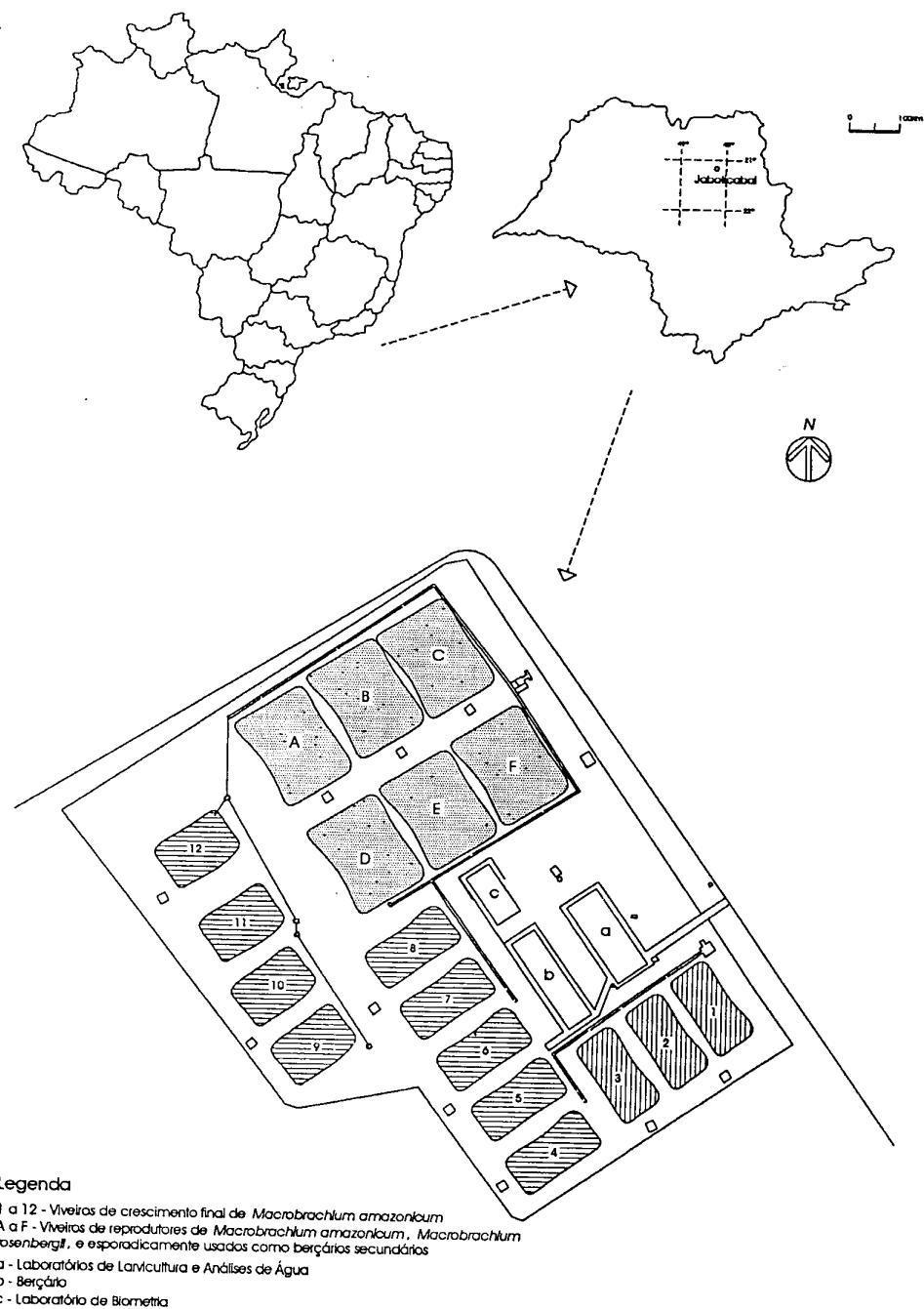


Figura 1. Localização da área de estudo Fonte: UNESP/Jaboticabal

Seguiu-se rigorosamente o manejo usado no sistema semi-intensivo de camarões-de-água doce (New, 2002). Antes do enchimento, os viveiros foram drenados, secos ao ar, e o excesso de sedimento foi retirado. Em seguida, realizou-se a calagem através da aplicação de 1 t/ha de calcário dolomítico e fertilização orgânica com adição de 3 t/ha de esterco bovino curtido.

Os viveiros foram abastecidos com água proveniente de duas represas que reciclam os efluentes de outros viveiros e contêm peixes. Estas apresentam características hipertróficas, e sua limnologia está descrita em Macedo (2004). A taxa de renovação foi 5-10% do volume total por dia. Portanto, o tempo de retenção foi de 10 a 20 dias. Esporadicamente, quando algum viveiro apresentou oxigênio dissolvido abaixo de 2 mg.L⁻¹, pela manhã, acionou-se um aerador de emergência.

Os viveiros foram povoados com 20 juvenis de *M. amazonicum*.m⁻², com 50 dias após a metamorfose em berçários primários e secundários, com peso médio de 0,36 ± 0,09 g. Os animais foram alimentados com ração extrusada com 37% PB, cuja composição é apresentada na tabela 2. Os viveiros receberam adubação química com uréia + sulfato de amônia, NPK e uréia + superfosfato simples. As quantidades de N e P aplicadas em cada semana são apresentadas na tabela 3.

Tabela 2. Composição da ração Laguna da Socil CRS-38, usada neste experimento.

Níveis de Garantia da ração Comercial Laguna da Socil (%)	
Umidade (máxima)	13
Proteína bruta (mínimo)	37
Extrato etéreo (mínimo)	7
Fibra bruta (máximo)	7
Matéria mineral (máxima)	14
Cálcio (máximo)	4
Fósforo (mínimo)	1

Tabela 3. Quantidade de nitrogênio e fósforo das fertilizações a cada semana

Semanas	N (Kg.ha ⁻¹)	P(Kg.ha ⁻¹)
3	8,8	-
4	8,8	-
5	3,12	0,68
6	3,12	0,68
9	3,12	0,68
11	1,98	4,2
12	1,98	4,2
14	1,98	4,2
17	1,98	4,2

O delineamento experimental para o estudo dos diferentes níveis de arraçoamento foi totalmente casualizado com três tratamentos (taxas de alimentação) e três repetições. Cada três viveiros, sorteados ao acaso, foram arraoados no último mês de cultivo com 3%, 5% e 7% da biomassa de camarões estimada por biometria (tabela 4).

Tabela 4. Dimensão, número de indivíduos estocados, produção e tratamento dos tipos de arraçoamento aplicado para cada viveiro.

Viveiros	Dimensão do viveiro (m ²)	N.º indivíduos estocados	Produção (kg.ha ⁻¹)	Tratamentos
2	89	1780	793,05	7%
3	92	1840	637,03	5%
4	100	2000	642,53	5%
5	101	2020	729,13	7%
6	102	2040	612,6	3%
7	106	2120	695,53	7%
9	124	2480	597,11	3%
10	115	2300	615,76	3%
12	98	1960	630,29	5%

Paralelamente, três viveiros foram submetidos ao sistema de despesca mista (tabela 5). Quando parte da população atingiu o tamanho comercial, em meados de março, foram iniciadas as despesas seletivas. Estas consistiram em despesas quinzenais com redes de arrasto com malhas 15 e 18 mm para a retirada de animais

maiores dos viveiros (Valenti & New, 2000). Ambas apresentam tralhas de chumbo em poliéster com 300g.m^{-1} . Este processo de despesca visa acelerar o crescimento dos camarões menores, que é inibido na presença de animais grandes nos viveiros.

Tabela 5. Dimensão, número de indivíduos estocados, produção e tratamento das despescas aplicadas para cada viveiro.

Viveiros	Dimensão do viveiro (m ²)	N.º indivíduos estocados	Produção (kg.ha ⁻¹)	Tratamentos
1	89	1780	717,93	Despesca mista
3	92	1840	637,03	Despesca mista
4	100	2000	642,53	Despesca total
8	100	2000	666,27	Despesca total
11	120	2400	500,70	Despesca mista
12	98	1960	630,29	Despesca total

As despescas seletivas se realizaram nas semanas 12, 14 e 16, 0 a 3 dias antes das coletas de água. Em meados de maio, decorridos 145 dias do povoamento, foi realizada a despesca total, em todos os viveiros. Após as despescas, os animais foram contados e pesados. Depois, foi determinada a produção para cada viveiro (tabela 4). Nos viveiros submetidos à despesca mista, esta representa a soma de todas as despescas.

Mensalmente foi coletada uma amostra de 3-5% dos camarões estocados em cada viveiro. Os espécimes foram medidos em paquímetro de madeira com precisão de 0,1 mm e pesados em Balança Marte A 500, com precisão de 0,01 g, para o cálculo da ração. Esta ração foi dividida em duas porções iguais e distribuída geralmente as 8 e 16h.

A taxa de alimentação até o dia 03 de abril de 2004 (9.ª semana) variou entre 7 e 9% da biomassa contida em cada viveiro. A biomassa foi estimada por meio de biometria mensal e corrigida mensalmente nos dois primeiros meses. Nos dois meses seguintes, foi corrigida quinzenalmente, acrescentando-se 20% ao valor calculado para o início do mês. No último mês, a correção foi de 10% a cada semana.

Coleta de dados

Semanalmente, foram realizadas medições e coletadas amostras da água de abastecimento, do interior dos viveiros e dos efluentes nos períodos da manhã (7h-9h) e da tarde (15-17h). As variáveis limnológicas determinadas e os métodos usados são apresentados a seguir: a temperatura (superfície e fundo), o teor de oxigênio dissolvido (fundo) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO_5) foram mensurados com oxímetro marca YSI modelo 52 (amostra integrada). Para o cálculo da DBO_5 , considerou-se a diferença inicial e final do oxigênio dissolvido no período de cinco dias de incubação, a uma temperatura de 20 ± 1 °C, com água de diluição geralmente a 40% (APHA, 1992). O pH e a condutividade elétrica foram aferidos no fundo dos viveiros, com peagômetro e condutivímetro marca YSI, modelo 63.

Para análise das formas de nitrogênio e fósforo foram coletadas amostras integradas, incluindo a zona fótica e afótica. Os métodos utilizados nas análises encontram-se descritos em APHA (1992) para nitrato, em Strickland & Parsons (1960) para nitrito, em Solorzano (1969) para nitrogênio amoniacal e em Valderrama (1981) para nitrogênio total. O fósforo total e ortofosfato solúvel foram determinados segundo Adams (1990) e Boyd & Tucker (1992); a turbidez foi avaliada segundo Wetzel & Likens (1991) por meio do espectrofotômetro, e os sólidos totais suspensos, pelo método gravimétrico, segundo Boyd & Tucker (1992). Os pigmentos clorofila a, b, c e a feofitina foram analisados de acordo com APHA (1992). Utilizou-se o espectrofotômetro marca Hach, modelo 2000. Todas as determinações foram realizadas em duplicatas. Quando os valores obtidos foram próximos, considerou-se como resultado o valor médio. Se os valores foram discrepantes, realizou-se uma terceira leitura e descartou-se o valor extremo.

As coletas de sedimento se realizaram em novembro, antes da implantação dos cultivos, e na 1.^a, 9.^a e 18.^a semanas de cultivo. As coletas foram realizadas aleatoriamente nos viveiros, usando-se uma pá, com capacidade de coleta de aproximadamente 10 cm de profundidade. Em seguida, as amostras foram secas ao ar e

armazenadas em recipientes de isopor. Antes das análises laboratoriais, elas foram peneiradas em malha com abertura de 2 mm e homogeneizadas. Utilizou-se o método da Dakota do Sul, modificado para a determinação da matéria orgânica (Cantarella et al., 2001). Realizou-se, também, a determinação do nitrogênio total conforme a metodologia descrita em Tedesco et al. (1985). Esse método consiste, basicamente, na digestão das amostras em bloco digestor, em temperatura de até 330 °C, na presença de oxidantes e catalisadores. Posteriormente, destila-se o extrato em destilador microKjeldahl e quantifica-se o N por titulometria ácido-base. As concentrações de fósforo total foram determinadas com base na metodologia descrita por Kuo (1996), sendo efetuadas as análises por meio de método colorimétrico.

Análise estatística

Todos os dados foram analisados utilizando-se os “softwares” “Statistica” versão 6.0 da Statsoft Company (Statsoft, 1996) e SAS versão 8.2 (SAS Institute, 2001). Foram considerados resultados estatisticamente significativos aqueles para os quais o valor da probabilidade (p) foi igual ou menor que 0,05.

Funcionamento dos viveiros e teste das taxas de arraçoamento

Para estudar o funcionamento dos viveiros, utilizou-se os dados dos nove viveiros, operados com despesca total nas primeiras 14 semanas, isto é, antes do início do arraçoamento diferencial. Assim, o estudo foi realizado com 9 réplicas, sendo que para cada uma representa-se o sistema de cultivo semi-intensivo do camarão-da-amazônia. A taxa de renovação da água foi 5-10% ao dia e densidade de estocagem de 20 juvenis.m⁻².

Os dados obtidos para cada variável da água dos viveiros, a cada semana, nos nove viveiros, foram juntados. Calculou-se a média e os desvios padrão para os períodos da manhã e tarde, separadamente. A seguir, os valores obtidos foram lançados em gráfico ao longo do tempo para avaliar-se a existência de um padrão de variação

temporal. Além disso, os dados de todos os viveiros foram agrupados por variável e testou-se a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando o resultado indicou que não há desvio significativo da normalidade, testou-se a homocedasticidade pelo teste de Levene. Satisfeitas estas premissas, calcularam-se as médias e desvios padrão e aplicou-se o teste t de Student para compararem-se as médias obtidas para cada variável nos períodos manhã e tarde. Quando houve desvio significativo da normalidade ou homocedasticidade retirou-se os outliers e/ou realizou-se transformação dos dados. Esta seguiu as interpretações dos resultados dos ajustes da lei de potência de Taylor e o modelo de Lloyd, a fim de estimar os parâmetros **a**, **b** e **a**, **B**, respectivamente. Quando não foram satisfeitas as premissas, aplicou-se o teste Mann-Whitney.

Os dados obtidos para cada variável da água e dos efluentes, após o início do arraçoamento, com taxas diferentes, foram agrupados por tratamento (3%, 5% e 7% da biomassa de camarões por dia). Posteriormente, testou-se a normalidade e homocedasticidade, conforme procedimento descrito no parágrafo anterior. Satisfeitas essas premissas, calcularam-se as médias e desvios padrão para cada tratamento nos períodos da manhã e tarde. Aplicou-se a análise de variância pelo teste F com duas classificações (nível de arraçoamento e período do dia). Quando as premissas não foram satisfeitas, aplicou-se o teste de Friedman, que é uma análise de variância não paramétrica, seguida pelo teste de diferença quadrada mínima (Zar, 1984).

Determinou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson “r” (Sokal & Rohlf, 1995) entre a quantidade de ração fornecida no dia da coleta e o valor determinado de oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal (N-NH_3), nitrogênio-nitrato (N-NO_3), fósforo total, clorofila, feofitina e sólidos totais suspensos. Determinaram-se, ainda, os coeficientes de correlação linear de Pearson (r) para cada variável limnológica determinada na água de abastecimento e no interior dos viveiros, e a correlação linear entre todas as variáveis estudadas. Para essas análises, foram usados todos os dados obtidos nos nove viveiros durante todo o cultivo. Portanto, o número de dados usados na análise (N) foi ao redor de 300.

Para o sedimento, utilizou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC), para os tratamentos (3, 5 e 7%) da biomassa, bem como para as semanas (1, 2, 3 e 4). Verificou-se, além da normalidade, também a Homocedasticidade dos dados (Teste Levene's), cumprindo-se os pressupostos para a realização da Análise de Variância. Quando necessário, as transformações dos dados ocorreram de forma similar à descrita para as variáveis limnológicas. A análise de variância também foi complementada pelo Teste Tukey, para a comparação de médias. Porém, quando os pressupostos para Anova não foram satisfeitos, realizou-se o teste de Kruskal Wallis, seguido pelo teste diferença quadrada mínima (Zar, 1984).

Teste das despesas total e mista

A análise do tipo de despesa foi realizada comparando-se os três viveiros que receberam despesa seletiva com os três que receberam despesa total arraçoados com 5% da biomassa dos camarões no último mês.

Os dados obtidos para cada variável da água dos viveiros e dos efluentes, após o início das despesas seletivas (aproximadamente três meses após o início do experimento-12.^a semana), foram agrupados por tratamento (despesa mista e despesa total) e por período do dia. A seguir, procedeu-se aos testes de normalidade e homocedasticidade e as variáveis foram comparadas pelo teste t ou Mann-Whitney entre os tratamentos e períodos do dia.

Os valores de carbono, nitrogênio e fósforo obtidos no sedimento na última coleta (6 semanas após o início das despesas seletivas) foram comparados entre os dois tipos de despesas, conforme explicado no item anterior.

Análise global do experimento

Os dados de todas as variáveis limnológicas obtidas na coluna da água e nos efluentes dos 12 viveiros foram analisados em conjunto, por meio de uma análise multivariada. Para isso, utilizou-se a análise de agrupamento complementada com a

análise de componentes principais (ACP). A análise de agrupamento foi processada segundo a metodologia proposta por Sneath & Sokal (1973). Foi aplicada aos dados, utilizando-se como coeficiente de semelhança entre os viveiros a distância euclidiana, que é um coeficiente de dissimilaridade, pois quanto menor a distância entre dois locais, mais similares eles são, segundo as características consideradas. A estratégia de agrupamento adotada foi a Average Linkage - UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averages).

RESULTADOS

A figura 2 apresenta as médias semanais da temperatura e precipitação durante todo o período de estudo. A temperatura variou, em média, de 20,7 a 25,0°C, e a precipitação máxima semanal foi 215,7 mm.

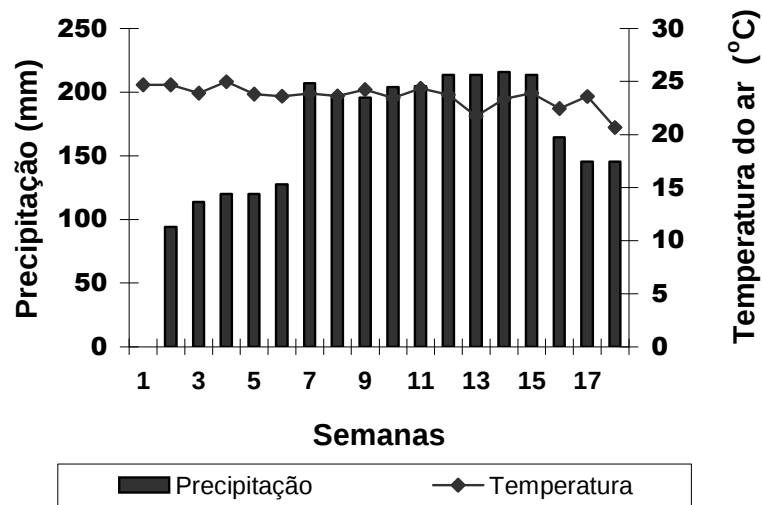


Figura 2. Temperatura do ar (°C) e precipitação (mm), ao longo do cultivo, de *Macrobrachium amazonicum*

Funcionamento dos viveiros

A figura 3 apresenta as médias das temperaturas na superfície e fundo, nos períodos manhã e tarde, durante todo o cultivo da água de abastecimento e dos doze viveiros estudados.

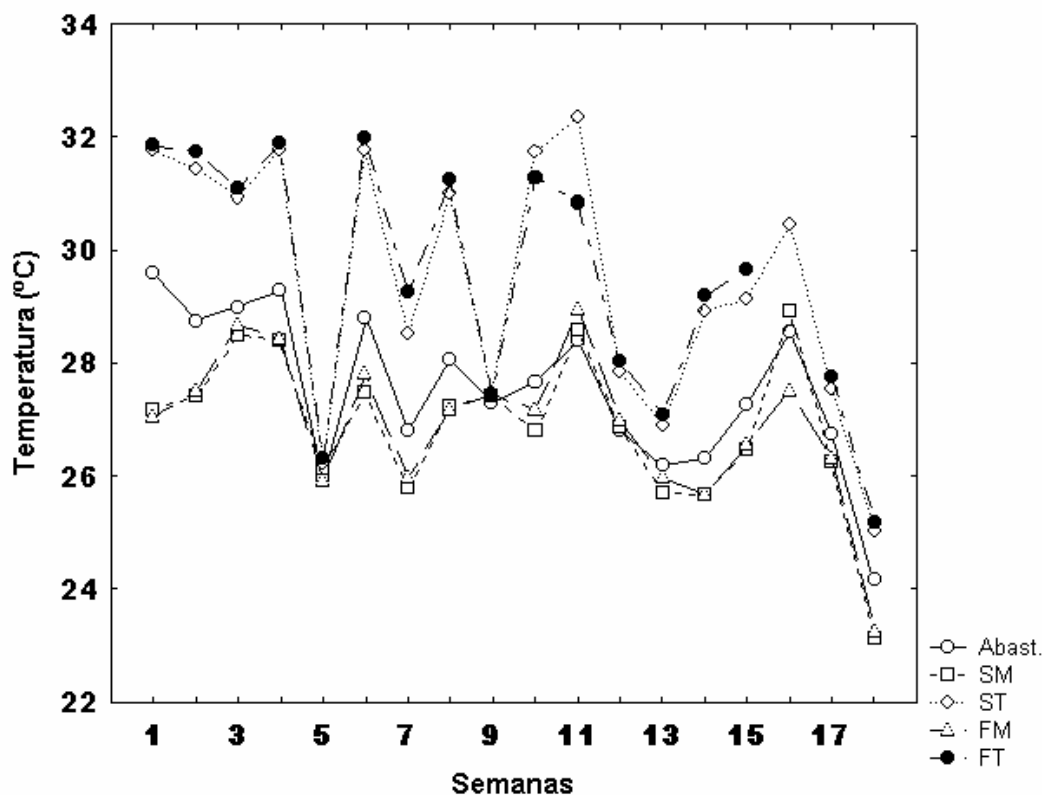


Figura 3. Temperatura na superfície e fundo no período da manhã e tarde durante 18 semanas em viveiros de *Macrobrachium amazonicum*. Abast. = água de abastecimento; SM=superfície manhã; ST=Superfície tarde; FM= fundo manhã; FT = fundo tarde

A figura 4 apresenta a quantidade fornecida da ração, dos nove viveiros, até a décima quarta semana de cultivo. Esta atingiu $80 \text{ kg.ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, mas a média, considerando todo o período do cultivo foi de $29 \text{ kg. ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ (cerca de 290g por viveiro). A quantidade total de ração, adicionada em cada viveiro, até a 14.^a semana foi, em média, 39,69 kg.

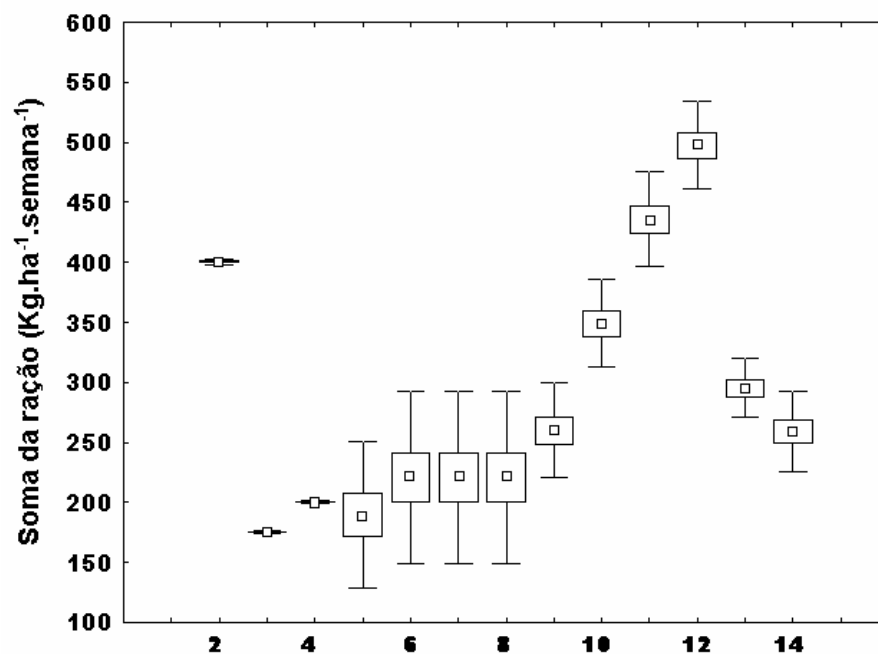


Figura 4. Quantidade da soma da dieta fornecida semanalmente por viveiro. Os pontos no centro correspondem às médias, as caixas, ao erro padrão, e as barras aos desvios padrão.

A variação temporal das variáveis até a décima quarta da semana de cultivo são apresentados nas figuras de 5 a 21, com suas respectivas médias e desvios padrão. Apenas as variáveis condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio, clorofila a e feotitina mostraram um padrão de variação definido, que seguem funções polinomiais. Nas demais variáveis, observou-se uma variação aleatória ao redor da média obtida em todo o período.

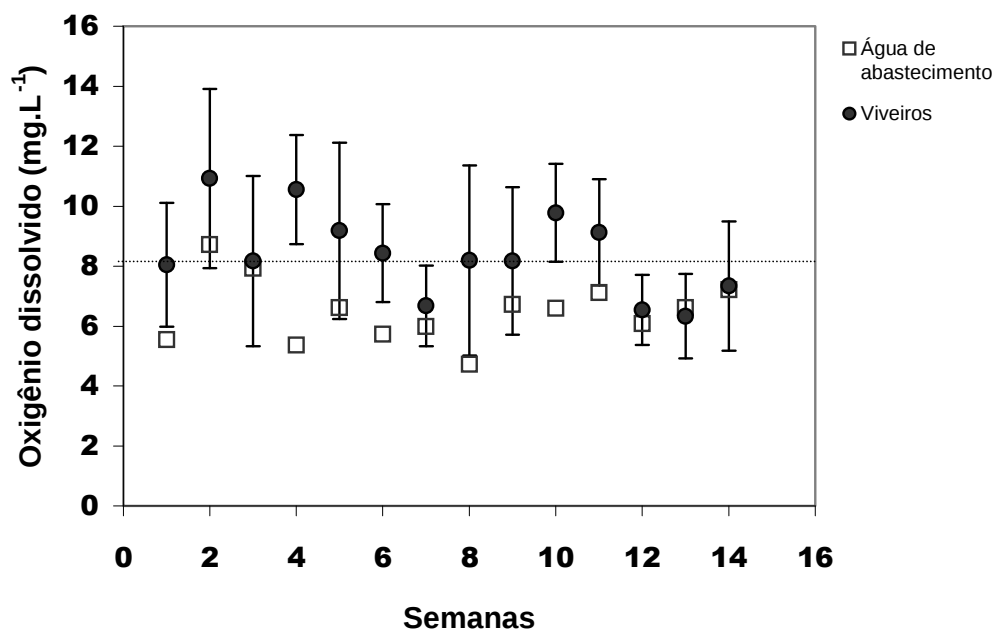


Figura 5. Variação temporal do oxigênio dissolvido em mg.L^{-1} , ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

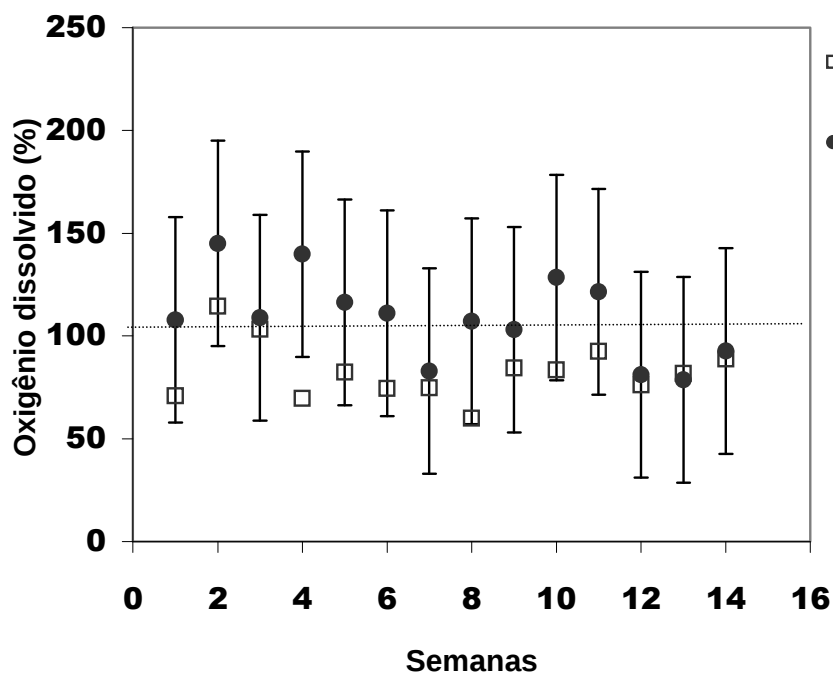


Figura 6. Variação temporal do oxigênio dissolvido (em porcentagem de saturação), ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

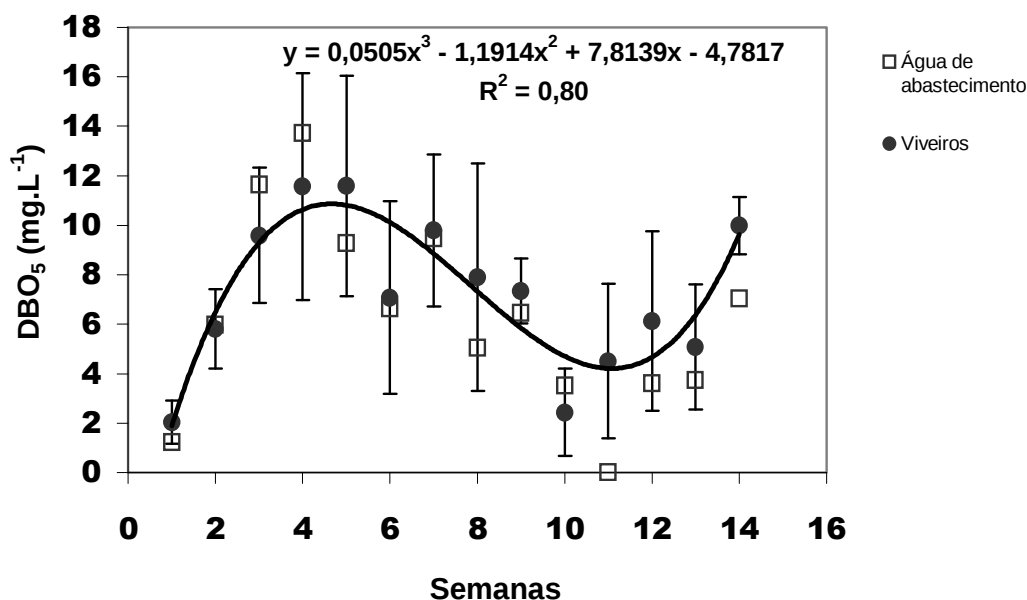


Figura 7. Variação temporal da demanda bioquímica de oxigênio, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A curva representa uma equação polinomial.

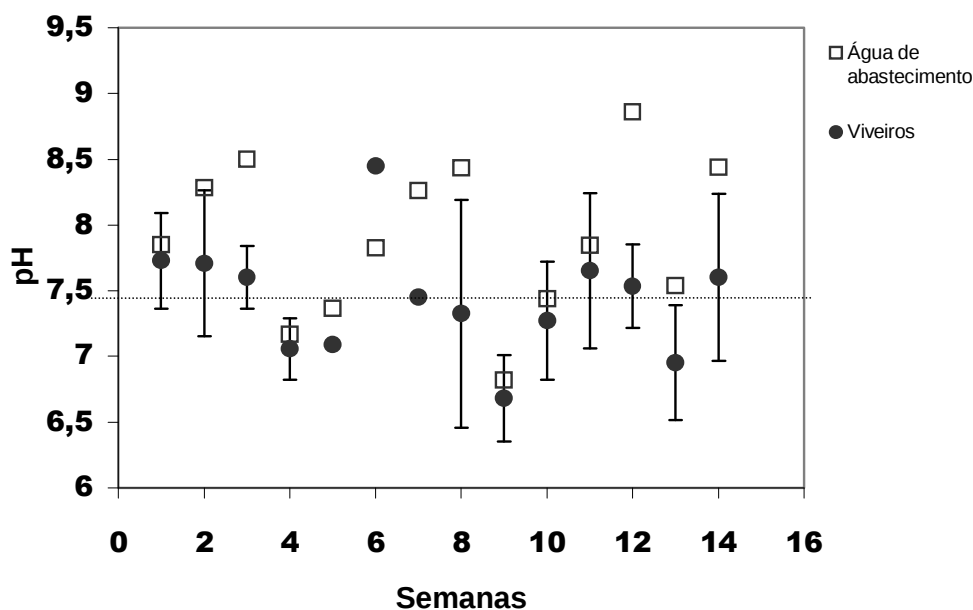


Figura 8. Variação temporal do pH, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

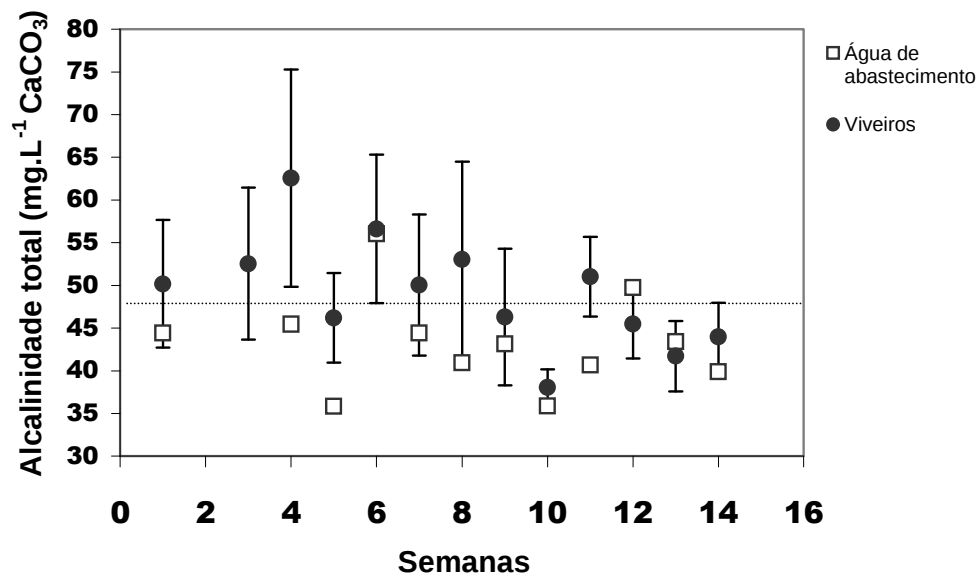


Figura 9. Variação temporal da alcalinidade total, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

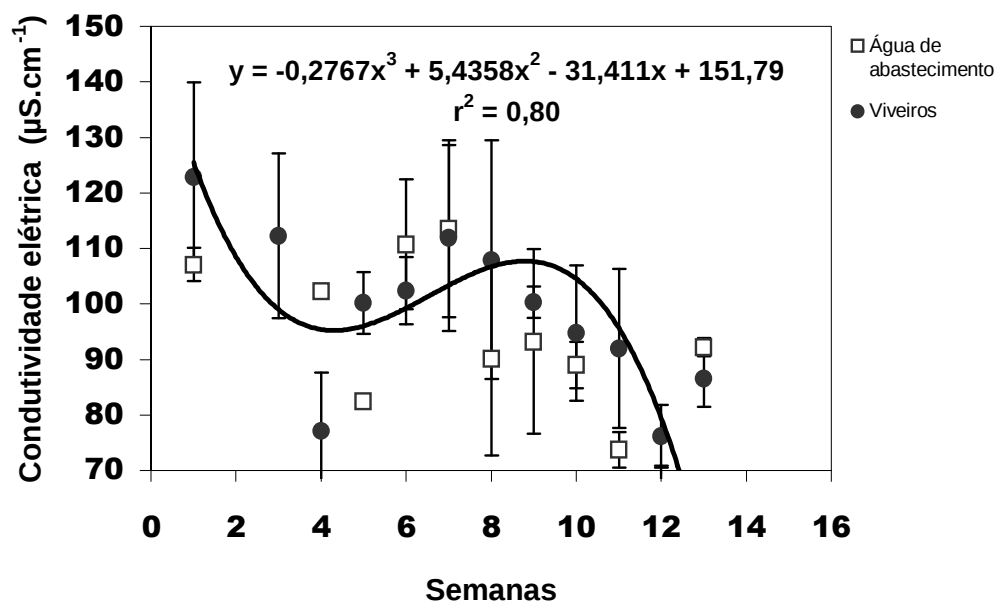


Figura 10. Variação temporal da condutividade elétrica, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A curva representa uma equação polinomial.

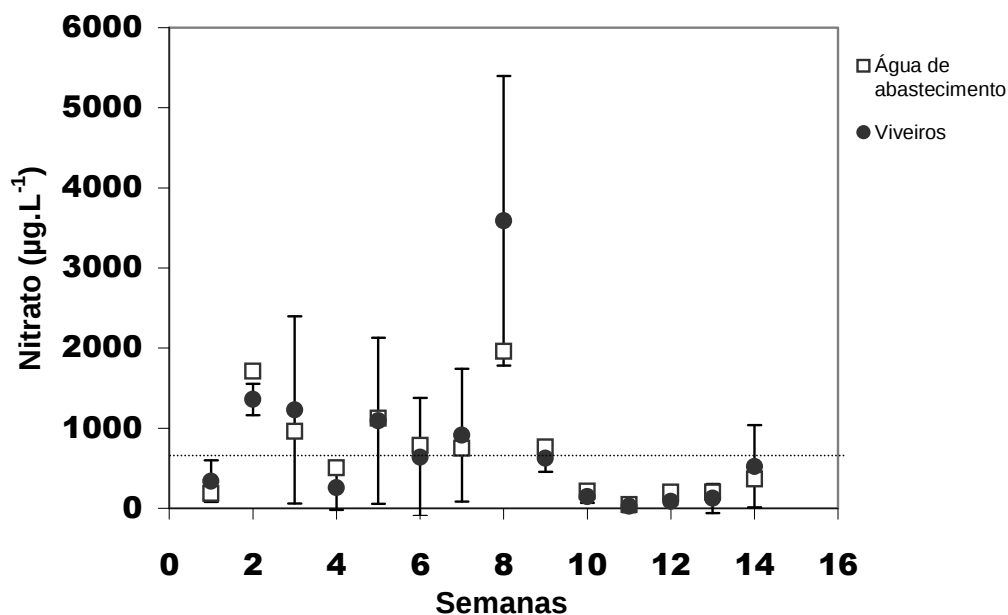


Figura 11. Variação temporal do nitrato, ao longo do cultivo, antes do início do arração diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

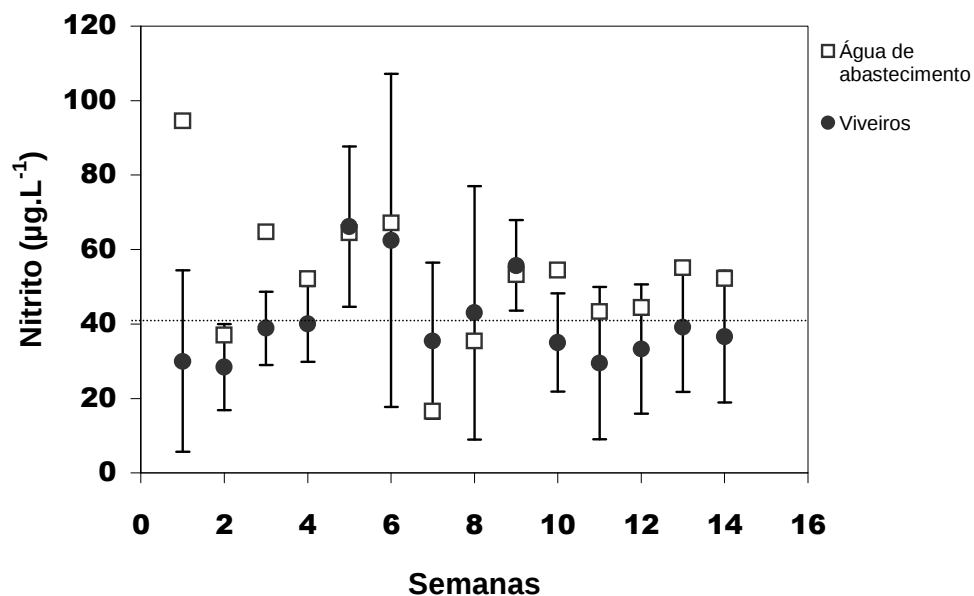


Figura 12. Variação temporal do nitrito, ao longo do cultivo, antes do início do arração diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

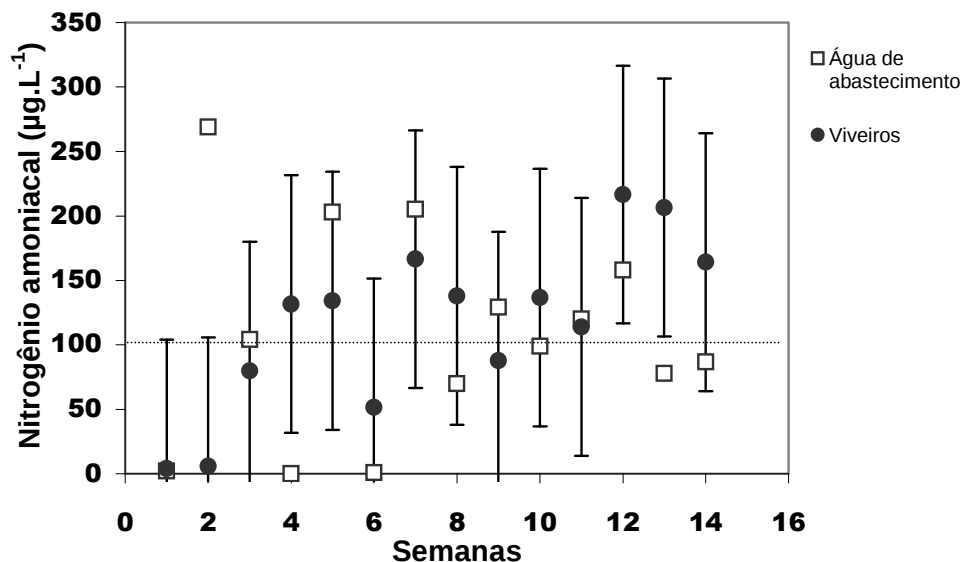


Figura 13. Variação temporal do nitrogênio amoniacal , ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

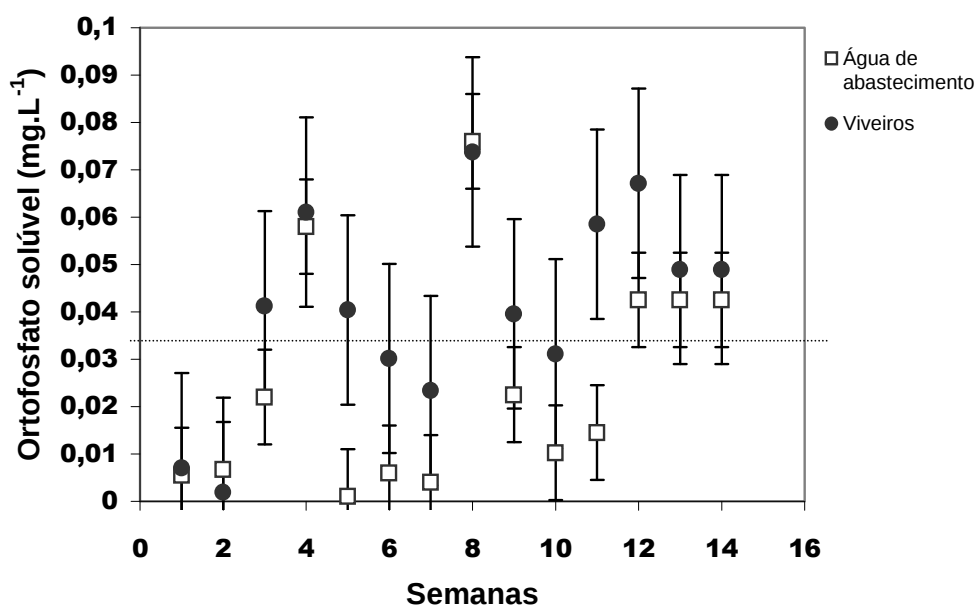


Figura 14. Variação temporal do ortofosfato solúvel, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

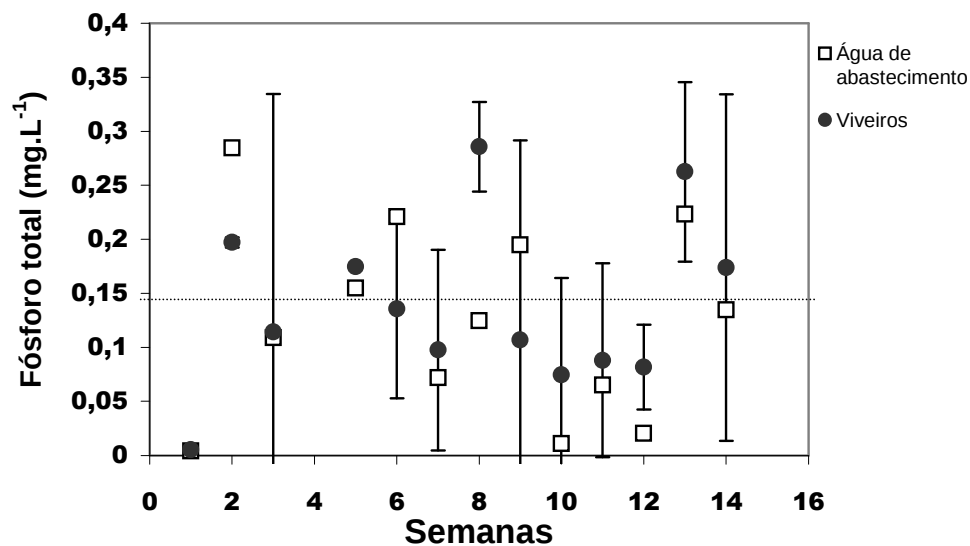


Figura 15. Variação temporal do fósforo total, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

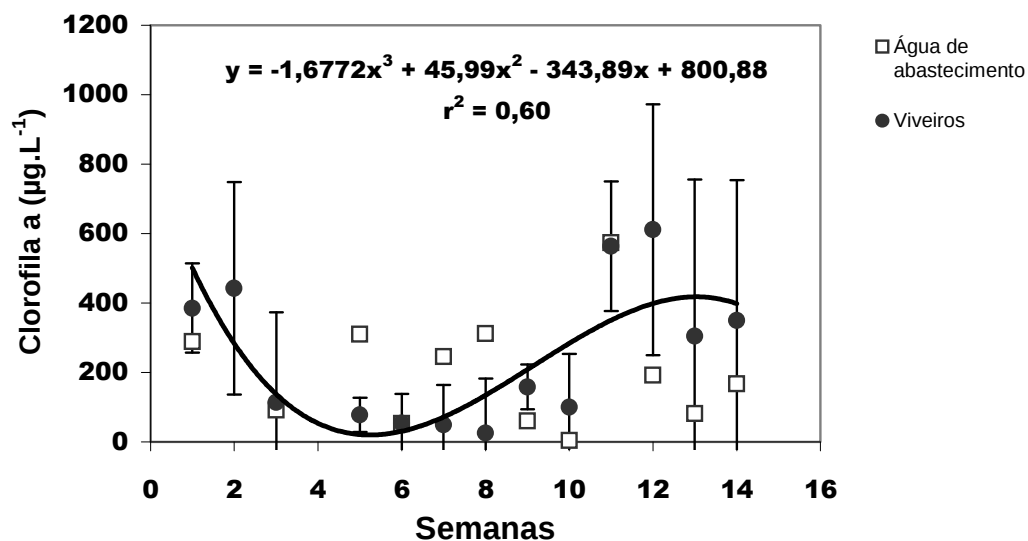


Figura 16. Variação temporal da clorofila a, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

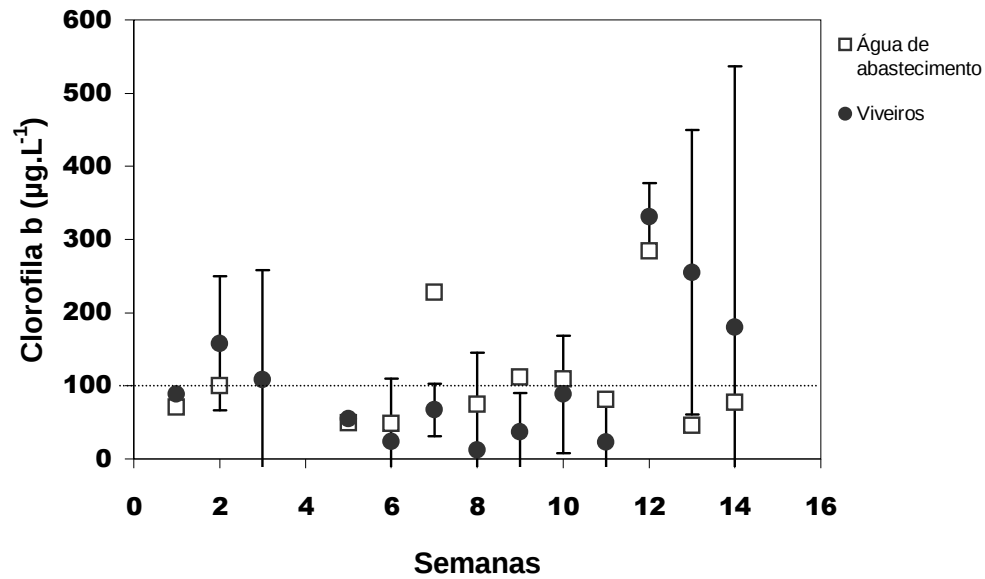


Figura 17. Variação temporal da clorofila b, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

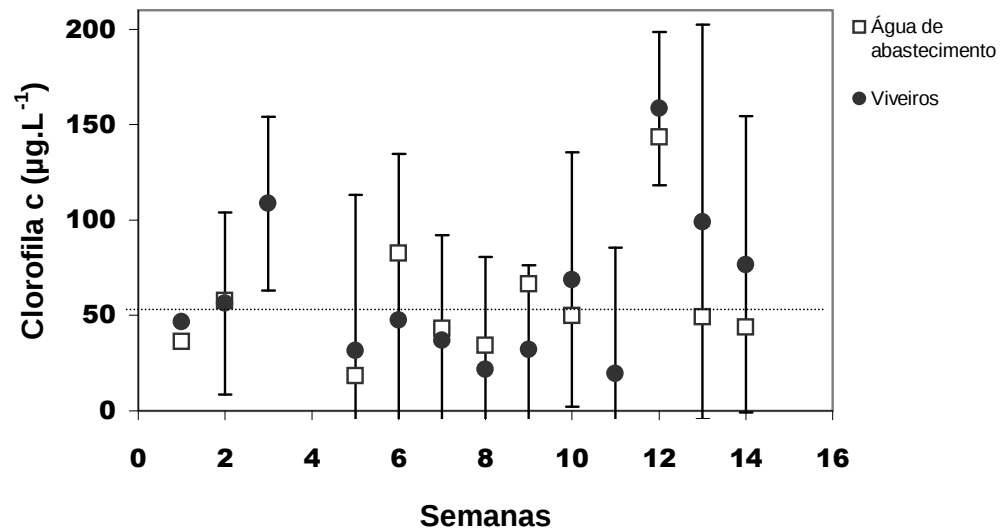


Figura 18. Variação temporal da clorofila c, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média geral. entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

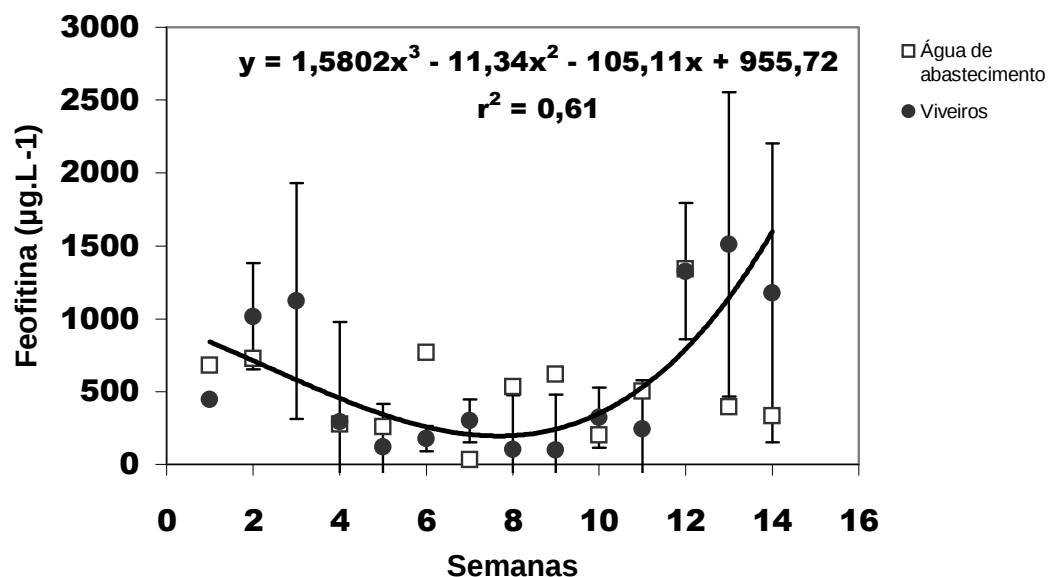


Figura 19. Variação temporal da feofitina, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média geral. entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

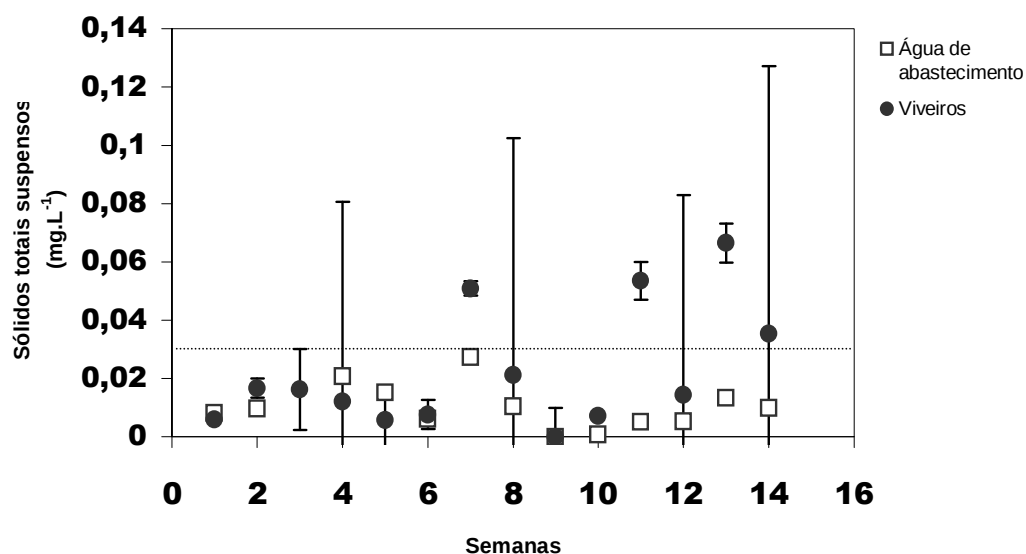


Figura 20. Variação temporal dos sólidos totais suspensos , ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média geral. entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

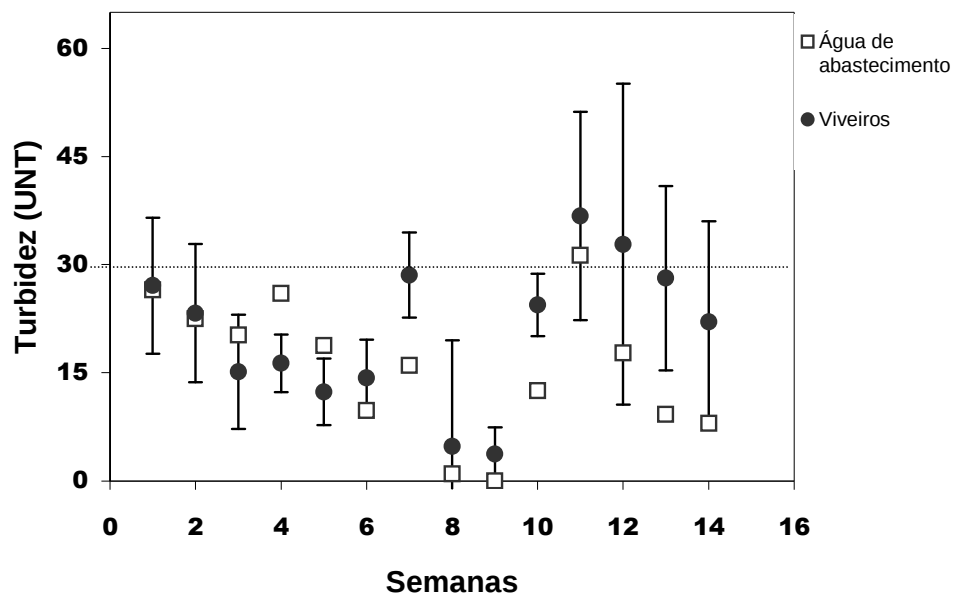


Figura 21. Variação temporal da turbidez, ao longo do cultivo, antes do início do arraçamento diferencial. Água de abastecimento: média geral. entre manhã e tarde; Viveiros: Média $\pm$ desvios padrão dos nove viveiros estudados. A linha pontilhada representa a média geral.

A tabela 6 apresenta os valores médios da qualidade da água de abastecimento, analisada durante todo o experimento, nos períodos da manhã e tarde. Observaram-se valores elevados nos desvios padrão em todas as variáveis, mostrando que a qualidade da água de abastecimento apresentou grau de variações ao longo do cultivo.

Tabela 6. Médias ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas da água de abastecimento ao longo de todo o cultivo

Variável	Manhã	Tarde
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	5,72 $\pm$ 1,39	7,52 $\pm$ 2,13
Oxigênio dissolvido (%)	70,97 $\pm$ 16,93	96,87 $\pm$ 28,93
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	4,84 $\pm$ 3,24	6,46 $\pm$ 4,22
PH	8,04 $\pm$ 0,78	7,73 $\pm$ 0,59
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	45,86 $\pm$ 5,34	40,67 $\pm$ 6,77
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹)	102 $\pm$ 37	92 $\pm$ 18
Nitrato (μ g.L ⁻¹)	730 $\pm$ 861	1129 $\pm$ 1161
Nitrito (μ g.L ⁻¹)	58 $\pm$ 25	44 $\pm$ 12
Nitrogênio amoniacal (μ g.L ⁻¹)	140 $\pm$ 124	88 $\pm$ 62
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	-	4,98
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,029 $\pm$ 0,032	0,022 $\pm$ 0,029
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,086 $\pm$ 0,113	0,104 $\pm$ 0,110
Clorofila a (μ g.L ⁻¹)	388 $\pm$ 634	218 $\pm$ 175
Clorofila b (μ g.L ⁻¹)	144 $\pm$ 217	132 $\pm$ 98
Clorofila c (μ g.L ⁻¹)	106 $\pm$ 148	131 $\pm$ 265
Feofitina (μ g.L ⁻¹)	1017 $\pm$ 1666	556 $\pm$ 433
Sólidos totais suspensos (mg.L-1)	0,030 $\pm$ 0,078	0,011 $\pm$ 0,008
Turbidez (UNT)	42 $\pm$ 105	13 $\pm$ 9

A tabela 7 apresenta a influência da água de abastecimento nos viveiros. Nota-se que a água de abastecimento só influenciou as variáveis condutividade elétrica, alcalinidade total, nitrato e fósforo total ($p < 0,05$).

Tabela 7. Coeficientes de concordância de Kendall (K) obtidos para expressar as correlações entre cada variável na água de abastecimento e nos viveiros.

Variáveis	K
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,12
Oxigênio dissolvido (%)	0,15
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	0,14
PH	0,20
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	0,32**
Condutividade elétrica(μS.cm ⁻¹)	0,39**
Nitrato (μg.L ⁻¹)	0,54**
Nitrito (μg.L ⁻¹)	-0,02
Nitrogênio amoniacal (μg.L ⁻¹)	0,11
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,26*
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,003
Clorofila a (μg.L ⁻¹)	0,20
Clorofila b (μg.L ⁻¹)	0,23
Clorofila c (μg.L ⁻¹)	0,10
Feofitina (μg.L ⁻¹)	0,21
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	0,09
Turbidez (UNT)	-0,21

* e ** Indica que r é significativo ao nível de 5% e 1% de significância

A tabela 8 demonstra as médias nos períodos da manhã e tarde das variáveis limnológicas nos nove viveiros, nos períodos manhã e tarde até a 14.^a semana. Os desvios padrão foram altos, indicando grau de variabilidade em todas as variáveis. Diferenças significativas foram observadas entre os períodos da manhã e tarde, no oxigênio dissolvido, DBO₅, pH, nitrogênio amoniacal, nitrato. O fósforo total e ortofosfato

solúvel apresentaram acentuada queda à tarde, mas não se obteve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Tabela 8. Médias ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas nos nove viveiros, nos períodos manhã e tarde até a 14^a. semana. T = teste t de Student; U= Teste de Mann-Whitney.

	Manhã	Tarde	Teste
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	7,83 $\pm$ 2,54 a	9,04 $\pm$ 2,40 b	U
Oxigênio dissolvido (%)	95,80 $\pm$ 32,64 a	117,94 $\pm$ 34,32 b	t
DBO ₅ (mg.L^{-1})	6,47 $\pm$ 3,80 a	7,53 $\pm$ 4,29 b	t
pH	7,30 $\pm$ 0,67 a	7,55 $\pm$ 0,50 b	t
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	48,35 $\pm$ 7,97	48,76 $\pm$ 10,01	t
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	98,76 $\pm$ 19,31	102,70 $\pm$ 19,77	t
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	616 $\pm$ 1012 a	947 $\pm$ 1233 b	U
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	40 $\pm$ 21	42 $\pm$ 27	t
Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	130,30 $\pm$ 112,31 a	80,89 $\pm$ 80,66 b	t
Ortofosfato solúvel (mg.L^{-1})	0,040 $\pm$ 0,039	0,031 $\pm$ 0,034	t
Fósforo total (mg.L^{-1})	0,158 $\pm$ 0,152	0,121 $\pm$ 0,126	t
Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	231 $\pm$ 336	210 $\pm$ 257	U
Clorofila b ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	114 $\pm$ 204	89 $\pm$ 96	U
Clorofila c ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	70 $\pm$ 96	53 $\pm$ 59	U
Feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	585 $\pm$ 789	624 $\pm$ 707	U
Sólidos totais suspensos (mg.L^{-1})	0,025 $\pm$ 0,049	0,017 $\pm$ 0,038	t
Turbidez (UNT)	22 $\pm$ 17	18 $\pm$ 10	t

Médias seguidas para letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de 5% de significância

A tabela 9 apresenta as correlações entre a ração e algumas variáveis limnológicas nos viveiros. A correlação significativa ($p < 0,05$) foi apenas para o oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal.

Tabela 9. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) obtidos para expressar as correlações entre a quantidade de ração fornecida diariamente

Variáveis	r
Oxigênio dissolvido	-0,14*
Nitrogênio amoniacal	0,35*
Nitrato	-0,09
Fósforo total	-0,08
Clorofila a	-0,05
Feofitina	0,10
Sólidos totais suspensos	0,10

**Indica que "r" é significativo ao nível de 5% de significância

As figuras 22, 23 e 24 mostram as variações no carbono, nitrogênio e fósforo ao longo do tempo no sedimento.

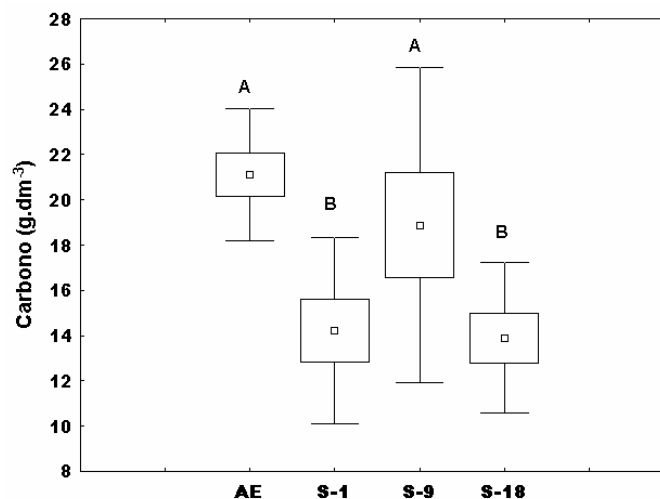


Figura 22. Variação da concentração de carbono orgânico no sedimento dos nove viveiros estudados. Os pontos indicam as médias, as caixas, o erro padrão, e as barras, os desvios padrão. O número de amostras em cada coleta foi 9. Letras diferentes sobre as barras indicam que as médias diferem ao nível de 5% de significância. AE=antes do enchimento; S-1: semana 1; S-9: semana 9 e S-18: semana 18

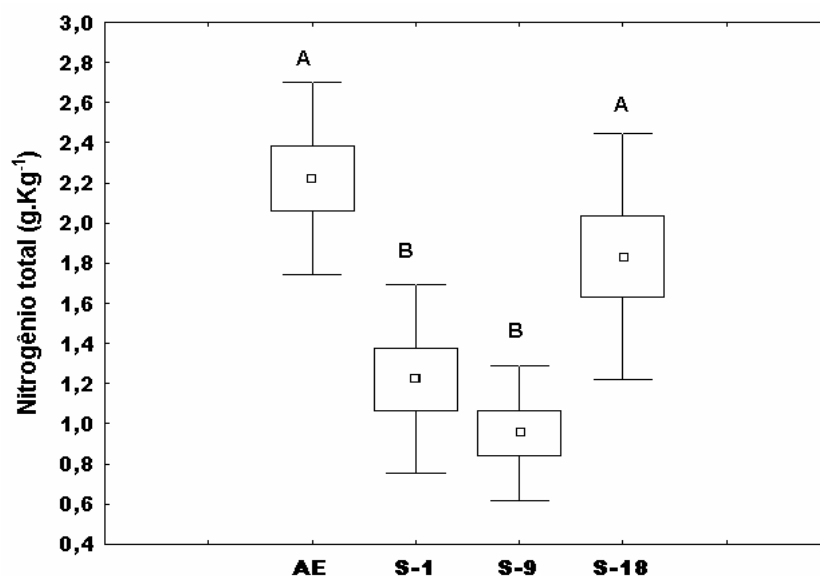


Figura 23. Variação da concentração de nitrogênio total no sedimento dos nove viveiros estudados. Os pontos indicam as médias, as caixas, o erro padrão, e as barras, os desvios padrão. O número de amostras em cada coleta foi 9. Letras diferentes sobre as barras indicam que as médias diferem ao nível de 5% de significância. AE=antes do enchimento; S-1: semana 1; S-9: semana 9 e S-18: semana 18

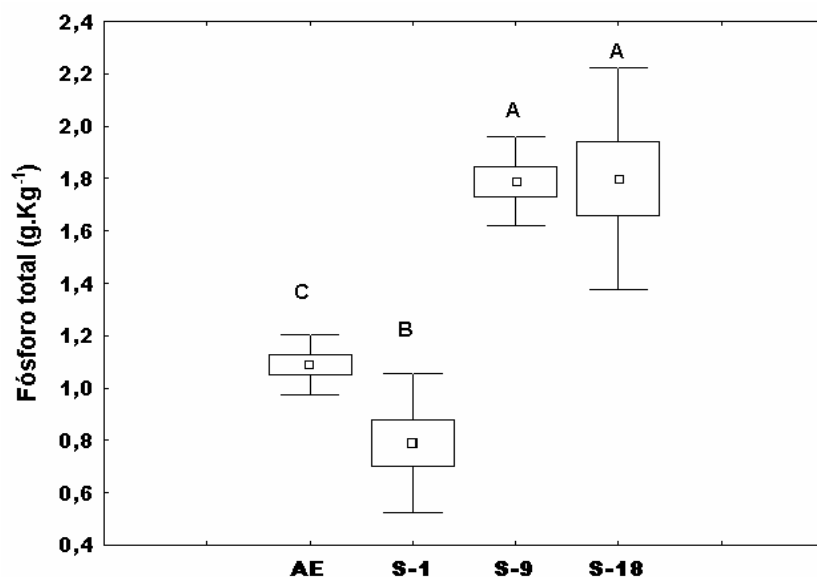


Figura 24. Variação da concentração de fósforo total no sedimento dos nove viveiros estudados. Os pontos indicam as médias, as caixas, o erro padrão, e as barras, os desvios padrão. O número de amostras em cada coleta foi 9. Letras diferentes sobre as barras indicam que as médias diferem ao nível de 5% de significância. AE=antes do enchimento; S-1: semana 1; S-9: semana 9 e S-18: semana 18

A tabela 10 apresenta os coeficientes de correlação linear de Pearson (r), obtidos entre as variáveis limnológicas. O oxigênio dissolvido teve correlação negativa com nitrogênio amoniacal (-0,29) e com o ortofosfato solúvel (-0,35 a -0,38). O nitrogênio amoniacal também apresentou correlação positiva com o nitrito (0,34) e turbidez (0,34). O nitrito teve uma alta correlação com a turbidez (1,0). O nitrato apresentou correlação positiva com a DBO (0,40) e com os sólidos totais suspensos (0,39). A feofitina apresentou correlação significativa e positiva com a clorofila a (0,99), clorofila b (0,33) e clorofila c (0,31).

Tabela 10. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) obtidos para expressar as correlações entre as variáveis limnológicas estudadas entre si, no interior dos viveiros no período da tarde

	OD	OD%	DBO5	pH	Alcal	Amon	Nitrat	Nitrito	Ortofos	Fosf	Clora	Clorb	Clorc	Feof	Std	Turb	
OD	1,00																OD
OD%	0,99*	1,00															OD%
DBO5	0,04	0,06	1,00														DBO5
pH	-0,08	-0,07	0,04	1,00													pH
Alcal	0,20	0,23	0,24	-0,11	1,00												Alcal
Amon	-0,25	-0,29*	-0,09	-0,20	-0,09	1,00											Amon
Nitra	0,02	0,05	0,40*	-0,14	0,24	-0,25	1,00										Nitrat
Nitri	-0,05	-0,05	-0,14	-0,11	-0,03	0,34*	-0,10	1,00									Nitrit
Ortofosf	-0,35*	-0,38*	-0,02	-0,01	-0,16	0,15	-0,10	0,08	1,00								Ortofosf
Fosf	0,03	0,06	0,04	0,07	0,21	0,08	-0,05	-0,03	-0,14	1,00							Fosf
Clora	0,02	0,02	-0,10	-0,06	-0,13	-0,07	-0,02	-0,01	-0,05	-0,12	1,00						Clora
Clorb	-0,05	-0,06	-0,27	-0,25	0,21	0,22	-0,06	0,10	0,07	-0,16	0,31*	1,00					Clorb
Clorc	0,18	0,19	0,27	-0,09	-0,20	-0,12	0,07	0,12	-0,01	-0,22	0,24	0,18	1,00				Clorc
Feof	0,01	0,01	-0,09	-0,07	-0,14	-0,07	-0,03	-0,02	-0,02	-0,14	0,99*	0,33*	0,31*	1,00			Feof
STD	-0,20	-0,20	0,18	-0,08	0,07	-0,08	0,39*	0,17	0,02	-0,14	-0,10	0,02	-0,08	-0,10	1,00		Std
Turb	-0,05	-0,05	-0,14	-0,11	-0,03	0,34*	-0,10	1,00*	0,08	-0,03	-0,01	0,10	0,12	-0,02	0,17	1,00	Turb

OD= Oxigênio dissolvido em mg.L⁻¹, Oxigênio dissolvido (%); DBO₅= Demanda bioquímica de oxigênio; Alcal= Alcalinidade total; Amon= Nitrogênio amoniacal; Nitra= Nitrato; Nitri=nitrito; Ortofosf= ortofosfato solúvel; Fosf=Fósforo total; Clora = Clorofila a; Clorb= Clorofila b; Clorc= Clorofila c; Feof = feofitina; STD= sólidos totais suspensos e turb= turbidez

*indica que "r" é significativo ao nível de 5% de significância

A tabela 11 apresenta as médias nos períodos manhã e tarde. Diferenças estatisticamente significativas foram observadas para as variáveis oxigênio dissolvido, oxigênio em porcentagem de saturação, pH, nitrato, fósforo total e clorofila c.

Tabela 11. Média ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas nos efluentes dos nove viveiros, nos períodos manhã e tarde até a 14.^a semana. T = teste t de Student; U= Teste de Mann-Whitney.

	Manhã	Tarde	Teste
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,34 $\pm$ 2,71 ^a	7,45 $\pm$ 2,81 ^b	U
Oxigênio dissolvido (%)	90,15 $\pm$ 41,47 ^a	119,98 $\pm$ 34,15 ^b	t
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	6,57 $\pm$ 3,54	6,42 $\pm$ 3,38	t
pH	6,95 $\pm$ 0,51 ^a	7,24 $\pm$ 0,52 ^b	t
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	50,89 $\pm$ 9,51	49,58 $\pm$ 9,69	t
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹)	100 $\pm$ 17	100 $\pm$ 17	t
Nitrato (μ g.L ⁻¹)	403 $\pm$ 746 ^a	898 $\pm$ 1237 ^b	U
Nitrito (μ g.L ⁻¹)	49 $\pm$ 24	49 $\pm$ 32	t
Nitrogênio amoniacal (μ g.L ⁻¹)	163 $\pm$ 123 ^a	122 $\pm$ 92 ^b	t
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,047 $\pm$ 0,042 ^a	0,035 $\pm$ 0,029 ^b	t
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,153 $\pm$ 0,136	0,125 $\pm$ 0,143	t
Clorofila a (μ g.L ⁻¹)	264 $\pm$ 369	308 $\pm$ 372	U
Clorofila b (μ g.L ⁻¹)	98 $\pm$ 153	112 $\pm$ 143	U
Clorofila c (μ g.L ⁻¹)	87 $\pm$ 198	77 $\pm$ 86	U
Feofitina (μ g.L ⁻¹)	648 $\pm$ 844	840 $\pm$ 935	U
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	0,016 $\pm$ 0,023	0,015 $\pm$ 0,011	t
Turbidez (UNT)	27 $\pm$ 31	25 $\pm$ 37	t

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem ao nível de 5% de significância

A tabela 12 mostra a correlação entre a quantidade de ração e algumas variáveis limnológicas nos efluentes. A ração apresentou correlação negativa significativa com o oxigênio dissolvido e positiva com o nitrogênio amoniacal.

Tabela 12. Correlação entre a ração e algumas variáveis limnológicas nos efluentes

Variáveis	r
Oxigênio dissolvido	-0,21*
N-amoniacal	0,27*
Nitrato	0,02
Fósforo total	-0,02
Clorofila a	0,04
Feofitina	-0,04
Sólidos totais suspensos	0,03

*Indica que "r" é significativo ao nível de 5% de significância

As variáveis que apresentaram diferença entre viveiro e efluente, durante o arraçoamento, foram oxigênio (%) ($p=0,01$), pH ($p=0,04$), DBO_5 ($p=0,0001$) e sólidos totais suspensos ($p=0,02$). Essas variáveis diminuíram nos efluentes (tabelas 7 e 10). As demais não diferiram significativamente.

Efeito da taxa de arraçoamento (3%, 5% e 7% da biomassa/dia) nos viveiros

As figuras 25, 26 e 27 apresentam a quantidade média da dieta, na forma de ração, fornecida semanalmente por viveiro nos tratamentos 3, 5 e 7%.

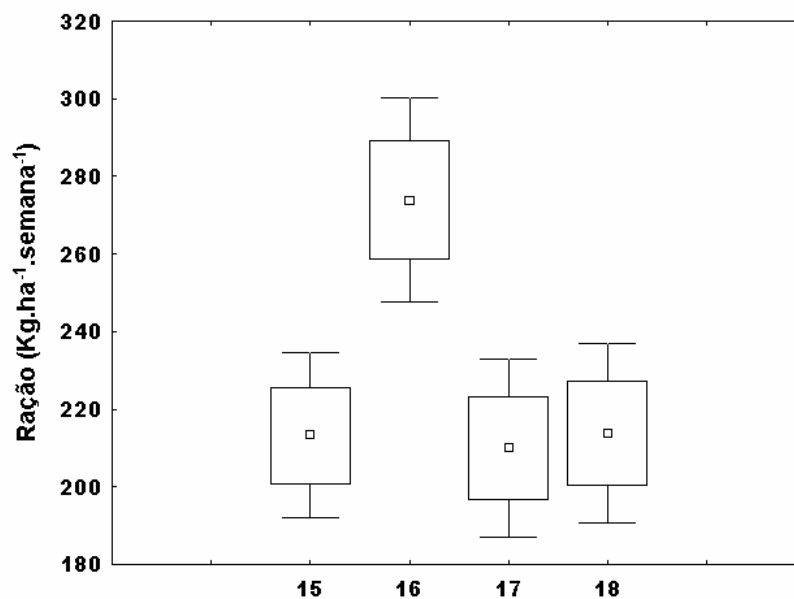


Figura 25. Quantidade média de dieta fornecida semanalmente por viveiro, no tratamento 3%. Os pontos no centro correspondem às médias, as caixas, ao erro padrão, e as barras aos desvios padrão

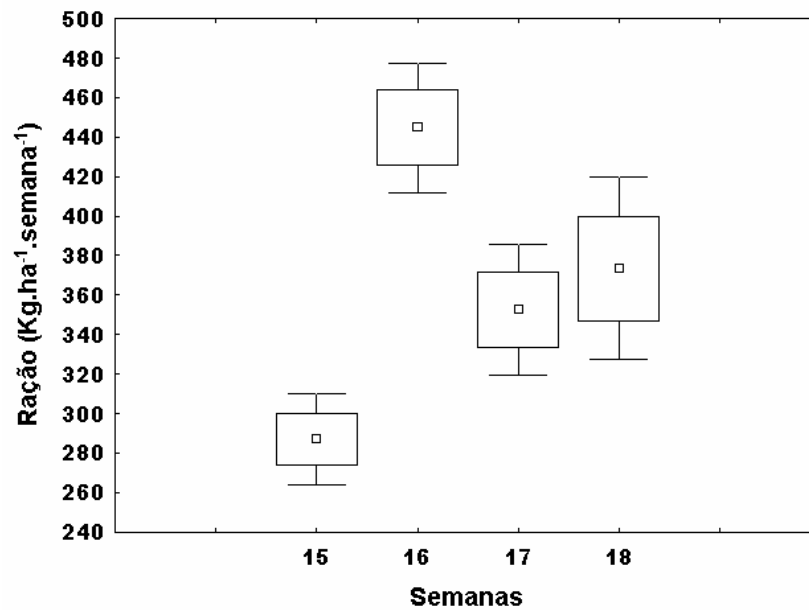


Figura 26. Quantidade média da dieta fornecida semanalmente por viveiro, no tratamento 5%. Os pontos no centro correspondem às médias, as caixas, ao erro, e as barras, aos desvios padrão

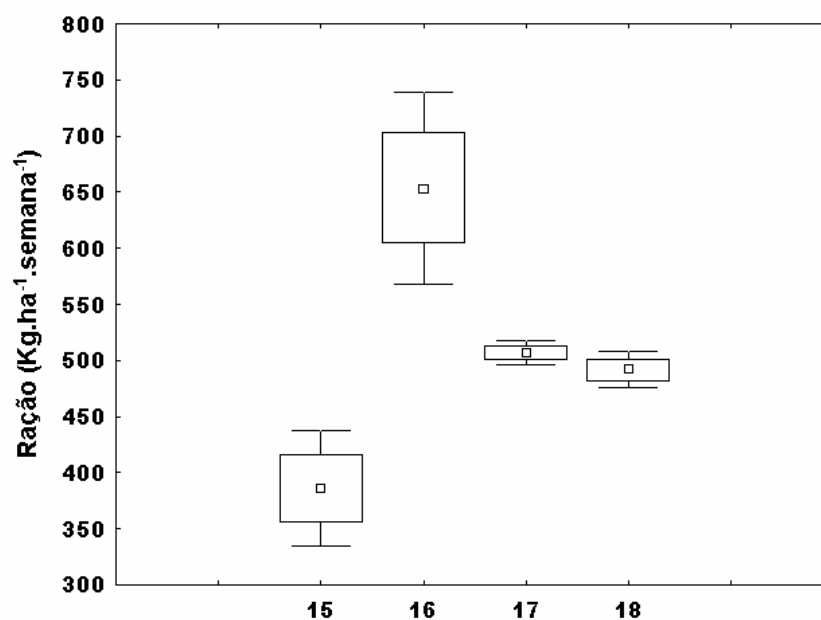


Figura 27. Quantidade média da dieta fornecida semanalmente por viveiro, no tratamento 7%. Os pontos no centro correspondem às médias, as caixas, ao erro, e as barras, aos desvios padrão

A tabela 13 apresenta as variáveis limnológicas nos diferentes níveis de arraçamento (3, 5 e 7%), nos períodos manhã e tarde. A tabela 14 também mostra as diferenças estatísticas. Apenas a turbidez e a clorofila a apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). Diferenças entre os períodos manhã e tarde foram significativas para oxigênio (%), DBO e pH ($p < 0,05$).

Tabela 13. Médias ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas da água dos viveiros nos três níveis de arraçamento estudados (3%, 5% e 7% da biomassa) nos períodos da manhã e tarde, nas semanas 15 a 18, quando se iniciou o arraçamento diferencial. Turbidez e clorofila c diferiram entre os tratamentos, enquanto o oxigênio, DBO e pH diferiram nos períodos da manhã e tarde

Variáveis	Manhã			Tarde		
	3%	5%	7%	3%	5%	7%
Oxigênio dissolvido (%)	81,50 $\pm$ 27,87	66,68 $\pm$ 22,80	72,24 $\pm$ 20,54	81,45 $\pm$ 32,41	57,35 $\pm$ 20,66	66,56 $\pm$ 16,66
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	6,60 $\pm$ 2,19	5,40 $\pm$ 1,74	5,88 $\pm$ 1,65	7,63 $\pm$ 2,75	6,54 $\pm$ 2,76	6,80 $\pm$ 2,60
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	6,91 $\pm$ 2,96	4,65 $\pm$ 3,88	6,60 $\pm$ 2,89	7,15 $\pm$ 2,32	7,14 $\pm$ 3,05	5,54 $\pm$ 3,48
pH	7,46 $\pm$ 0,73	7,37 $\pm$ 0,20	7,14 $\pm$ 0,40	8,48 $\pm$ 0,64	8,28 $\pm$ 0,58	7,82 $\pm$ 0,50
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	47,51 $\pm$ 4,39	47,18 $\pm$ 3,64	46,54 $\pm$ 3,87	47,18 $\pm$ 4,76	46,08 $\pm$ 4,83	45,53 $\pm$ 2,65
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹)	95 $\pm$ 20	88 $\pm$ 15	95 $\pm$ 11	88 $\pm$ 10	90 $\pm$ 17	95 $\pm$ 11
Nitrato (μ g.L ⁻¹)	1294 $\pm$ 1469	1492 $\pm$ 1387	1286 $\pm$ 1349	1191 $\pm$ 1459	1627 $\pm$ 1397	1418 $\pm$ 1453
Nitrito (μ g.L ⁻¹)	44 $\pm$ 21	58 $\pm$ 19	46 $\pm$ 16	36 $\pm$ 25	55 $\pm$ 20	43 $\pm$ 15
Nitrogênio amoniacal (μ g.L ⁻¹)	167 $\pm$ 85	198 $\pm$ 115	225 $\pm$ 122	110 $\pm$ 90	132 $\pm$ 84	150 $\pm$ 108
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	4,77 $\pm$ 0,31	4,10 $\pm$ 0,56	4,64 $\pm$ 0,55	4,54 $\pm$ 0,37	4,98 $\pm$ 0,07	4,97 $\pm$ 0,04
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,03 $\pm$ 0,04	0,03 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,05	0,02 $\pm$ 0,03	0,05 $\pm$ 0,04	0,03 $\pm$ 0,03
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,10 $\pm$ 0,07	0,11 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,05	0,06 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,05	0,06 $\pm$ 0,05
Clorofila a (μ g.L ⁻¹)	334 $\pm$ 201	306 $\pm$ 271	216 $\pm$ 98	304 $\pm$ 170	423 $\pm$ 570	262 $\pm$ 144
Clorofila b (μ g.L ⁻¹)	102 $\pm$ 123	107 $\pm$ 93	139 $\pm$ 137	126 $\pm$ 111	171 $\pm$ 176	112 $\pm$ 69
Clorofila c (μ g.L ⁻¹)	97 $\pm$ 149	116 $\pm$ 124	101 $\pm$ 78	44 $\pm$ 41	124 $\pm$ 141	82 $\pm$ 72
Feofitina (μ g.L ⁻¹)	692 $\pm$ 411	752 $\pm$ 759	985 $\pm$ 825	749 $\pm$ 524	877 $\pm$ 1075	970 $\pm$ 954
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	19,16 $\pm$ 19,04	51,50 $\pm$ 52,41	21,03 $\pm$ 20,84	22,64 $\pm$ 22,36	14,87 $\pm$ 15,52	10,03 $\pm$ 10,73
Turbidez (UNT)	20 $\pm$ 8	14 $\pm$ 7	17 $\pm$ 7	22 $\pm$ 9	21 $\pm$ 23	18 $\pm$ 9

Tabela 14. Valores das estatísticas F (Fisher), χ^2 (Friedman) e U (Mann-Whitney) e respectivas probabilidades obtidas para a comparação entre os níveis de ração (3%, 5% e 7% da biomassa) e período do dia (manhã e tarde) para os dados das variáveis limnológicas obtidas nas semanas 15 a 18, quando se iniciou o arraçoamento diferencial.

Variáveis	Tratamentos			Períodos		
	F	χ^2	p	F	U	p
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)		1,30	0,28		2,97	*0,09
Oxigênio dissolvido (%)	0,12		0,89	4,29		*0,04
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	0,12		0,88	7,28		*0,009
pH	2,77		0,07	25,59		*0,0001
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	0,03		0,96	0,41		0,66
Condutividade elétrica (mg.L ⁻¹)	0,87		0,42	1,08		0,30
Nitrato (µg.L ⁻¹)		2,10	0,13		0,41	0,66
Nitrito (µg.L ⁻¹)	2,39		0,09	0,04		0,84
Nitrogênio amoniacal (µg.L ⁻¹)	0,02		0,98	0,91		0,34
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,24		0,78	2,45		0,12
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	1,34		0,26	0,04		0,84
Clorofila a (µg.L ⁻¹)		0,93	0,62		-0,25	0,79
Clorofila b (µg.L ⁻¹)		0,17	0,84		0,34	0,56
Clorofila c (µg.L ⁻¹)		6,40	*0,04		2,02	*0,04
Feofitina (µg.L ⁻¹)		2,23	0,32		-0,07	0,93
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	2,39		0,10	3,54		0,06
Turbidez (UNT)	3,16		*0,04		0,07	0,79

**Diferença estatística entre os tratamentos

A tabela 15 apresenta as médias com testes "a posteriori". Verifica-se que a clorofila c apresenta diferença em todos os tratamentos. A turbidez apresenta diferença entre os tratamentos 3 e 5%, com similaridades para o tratamento 7%.

Tabela 15. Médias ($\pm$ desvios padrão) da clorofila c e turbidez obtidas para cada nível de arraçoamento nas semanas 14 a 18.

Tratamentos	Clorofila c ($\mu\text{g.L}^{-1}$)*	Turbidez (UNT)
3%	79 $\pm$ 99A	21 $\pm$ 9A
5%	57 $\pm$ 116B	18 $\pm$ 17B
7%	89 $\pm$ 75C	17 $\pm$ 8AB

Médias seguidas de letra diferente na mesma coluna diferem ao nível de 5% de significância

Comparação para os tratamentos no sedimento

A tabela 16 apresenta as médias para as variáveis do sedimento nos arraçoamentos 3, 5 e 7%. Não se verificou diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 16. Médias obtidas para o carbono orgânico, fósforo e nitrogênio totais no sedimento dos viveiros em cada nível de ração estudada (3%, 5% e 7% da biomassa), p = probabilidade de ocorrência do valor de F obtido por ANOVA.

	3%	5%	7%	p
Carbono orgânico (g.dm^{-3})	13,33 $\pm$ 1,53	14,33 $\pm$ 4,04	10,33 $\pm$ 1,53	0,23
Fósforo total (g.kg^{-1})	1,90 $\pm$ 0,15	1,80 $\pm$ 0,10	1,83 $\pm$ 0,26	0,19
Nitrogênio total (g.kg^{-1})	0,83 $\pm$ 0,40	0,83 $\pm$ 0,21	0,86 $\pm$ 0,21	0,98

A tabela 17 apresenta as diferentes médias e desvios-padrões das variáveis limnológicas obtidas nos efluentes dos viveiros dos três tratamentos testados, depois do arraçoamento diferencial. Verifica-se, na tabela 18, que houve diferença estatística significativa para o pH, nitrato e nitrito entre os tratamentos. Nos períodos manhã e tarde, houve diferença para demanda bioquímica de oxigênio, pH e nitrogênio amoniacal ($p < 0,05$).

Tabela 17. Variáveis limnológicas nos efluentes estudados após o início do arraçamento diferencial. As variáveis pH, nitrato e nitrito diferiram entre os tratamentos , enquanto que as variáveis DBO₅, pH e nitrogênio amoniacal diferiram entre os períodos manhã e tarde (P<0,05).

	Manhã			Tarde		
	3%	5%	7%	3%	5%	7%
Oxigênio dissolvido (%)	95,55±37,74	82,67±36,65	87,04±34,86	65,24±19,30	66,74±17,92	64,97±13,66
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	5,73±1,53	4,35±1,16	5,28±1,20	6,03±2,53	5,62±1,54	5,36±1,32
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	5,16±1,51	7,14±3,05	5,30±2,97	4,46±3,29	4,18±2,65	4,83±1,75
pH	7,90±0,57	7,61±0,53	7,29±0,51	7,86±0,63	7,67±0,35	7,70±0,57
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	45,07±4,48	47,38±5,97	46,67±3,18	46,33±5,48	45,28±3,76	46,05±4,75
Condutividade elétrica (μS.cm ⁻¹)	91±11	87±10	89±11	91±14	90±11	92±10
Nitrato (μg.L ⁻¹)	1209±1441	1769±1872	1353±1533	1445±1821	2052±2565	1368±1542
Nitrito (μg.L ⁻¹)	46±19	55±19	50±15	44±24	55±22	49±20
Nitrogênio amoniacal (μg.L ⁻¹)	192±157	185±139	200±202	168±86	243±153	231±179
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	4,94±0,04	4,49±0,36	4,35±0,98	5,00±0,04	5,02±0,06	4,89±0,05
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,02±0,03	0,03±0,04	0,02±0,03	0,01±0,02	0,03±0,03	0,03±0,02
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,07±0,03	0,06±0,02	0,08±0,04	0,07±0,03	0,05±0,04	0,09±0,09
Clorofila a (μg.L ⁻¹)	231±111	240±108	203±98	408±356	222±147	333±282
Clorofila b (μg.L ⁻¹)	69±44	97±71	90±74	158±139	122±59	138±129
Clorofila c (μg.L ⁻¹)	63±52	62±36	81±77	96±62	52±42	97±73
Feofitina (μg.L ⁻¹)	598±504	618±448	650±476	990±1365	560±338	783±615
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	23,09±20,33	17,94±11,92	11,52±8,02	15,97±11,02	11,14±7,42	14,76±14,57
Turbidez (UNT)	19±9	14±6	18±12	24±8	19±7	23±11

Tabela 18. Tabela de análise de variância dos efluentes (Tratamento= 3, 5 e 7% e período = manhã e tarde).

Variáveis	Tratamentos			Períodos		
	F	X ²	p	F	U	p
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)		1,86	0,16		2,11	0,15
Oxigênio dissolvido (%)	1,37	0,26	0,03		0,86	
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	1,06	0,35	8,65		*0,004	
PH	3,77	*0,02	4,81		*0,03	
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	0,42	0,66	0,17		0,84	
Condutividade elétrica (mg.L ⁻¹)	1,32	0,27	1,38		0,24	
Nitrato (µg.L ⁻¹)		6,33	*0,04		-0,16	0,86
Nitrito (µg.L ⁻¹)	3,10	*0,05	0,97		0,32	
Nitrogênio amoniacal (µg.L ⁻¹)	1,76	0,18	11,30		*0,001	
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,01	0,98	0,07		0,79	
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,30	0,74	0,14		0,71	
Clorofila a (µg.L ⁻¹)		-0,71	0,47		-1,23	0,21
Clorofila b (µg.L ⁻¹)		0,17	0,84		0,34	0,56
Clorofila c (µg.L ⁻¹)		3,78	0,15		0,13	0,88
Feofitina (µg.L ⁻¹)		1,00	0,60		-0,44	0,65
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	0,21	0,81	1,63		0,20	
Turbidez (UNT)	1,96	0,14	1,29		0,25	

*Diferença estatística entre os tratamentos

A tabela 18 apresenta as diferenças do pH, nitrato e nitrito entre os diferentes arraçoamentos.

Tabela 18. Comparação por meio de médias (Diferença quadrada mínima* e tukey) dos tratamentos para os efluentes

Tratamentos	pH	Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)*	Nitrito($\mu\text{g.L}^{-1}$)
3%	7,88 $\pm$ 0,58A	1327 $\pm$ 1610A	45 $\pm$ 21A
5%	7,64 $\pm$ 0,43A	1911 $\pm$ 2201B	55 $\pm$ 20B
7%	7,49 $\pm$ 0,57B	1359 $\pm$ 1500A	49 $\pm$ 17AB

Médias seguidas de letra diferente na mesma coluna diferem ao nível de 5% de significância

Efeito do tipo de despesca

A figura 28 apresenta a quantidade diária de ração fornecida depois da adoção das despescas seletivas. Na tabela 19 são apresentadas as médias das variáveis da qualidade de água dos viveiros.

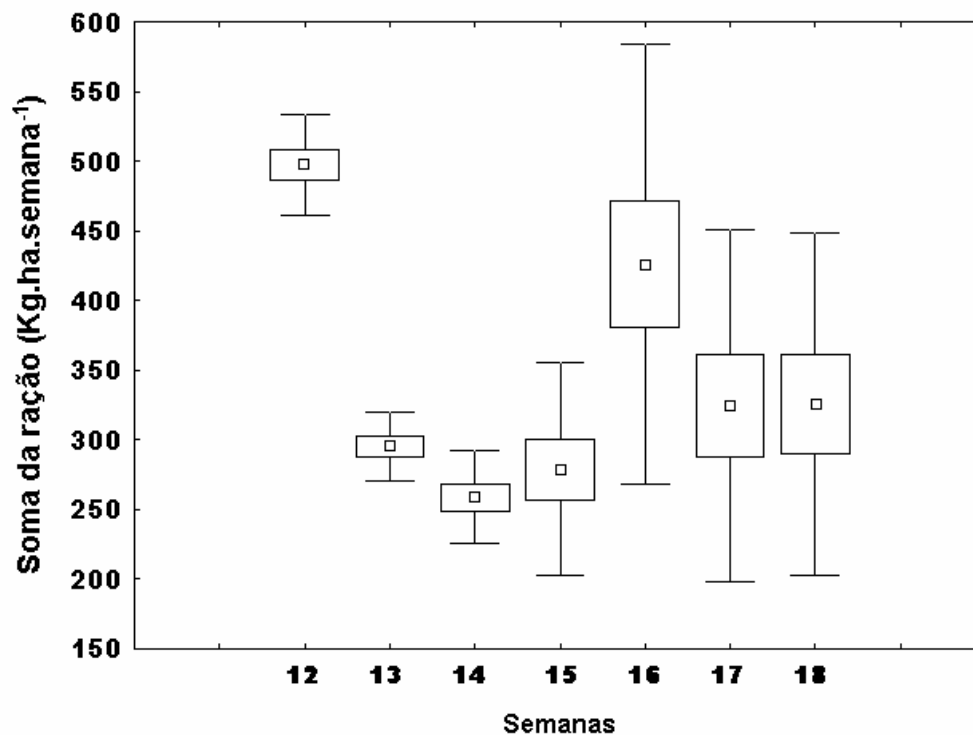


Figura 28. Quantidade média da dieta fornecida semanalmente por viveiro, no tratamento 7%. Os pontos no centro correspondem às médias, as caixas, aos erros padrão, e as barras aos desvios padrão

Tabela 19. Médias ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas dos nove viveiros, nos períodos manhã e tarde após as seletivas

Variáveis	Total		Mista	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	5,63 $\pm$ 1,67	6,99 $\pm$ 2,62	6,30 $\pm$ 2,05	7,08 $\pm$ 2,13
Oxigênio dissolvido (%)	68,85 $\pm$ 21,20	89,01 $\pm$ 35,35	77,58 $\pm$ 26,05	91,29 $\pm$ 29,44
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	5,92 $\pm$ 3,67	6,98 $\pm$ 3,14	7,02 $\pm$ 2,84	7,02 $\pm$ 3,59
pH	7,09 $\pm$ 0,44	7,92 $\pm$ 0,64	7,18 $\pm$ 0,40	7,94 $\pm$ 0,67
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	45,42 $\pm$ 3,95	44,58 $\pm$ 5,61	46,54 $\pm$ 4,57	44,86 $\pm$ 5,40
Condutividade elétrica (μ S.cm ⁻¹)	91 $\pm$ 15	88 $\pm$ 9,00	95 $\pm$ 27	89 $\pm$ 9
Nitrato (μ g.L ⁻¹)	1220 $\pm$ 1238	1239 $\pm$ 1696	1059 $\pm$ 1332	707 $\pm$ 1085
Nitrito (μ g.L ⁻¹)	54 $\pm$ 18	53 $\pm$ 18	45 $\pm$ 16	47 $\pm$ 21
Nitrogênio amoniacal (μ g.L ⁻¹)	208 $\pm$ 99	149 $\pm$ 84	201 $\pm$ 97	172 $\pm$ 155
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	0,041 $\pm$ 0,046	0,066 $\pm$ 0,031	0,045 $\pm$ 0,039	0,084 $\pm$ 0,073
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	0,112 $\pm$ 0,087	0,086 $\pm$ 0,086	0,086 $\pm$ 0,056	0,112 $\pm$ 0,095
Clorofila a (μ g.L ⁻¹)	359 $\pm$ 512	343 $\pm$ 413	278 $\pm$ 197	264 $\pm$ 246
Clorofila b (μ g.L ⁻¹)	102 $\pm$ 101	136 $\pm$ 129	181 $\pm$ 304	95 $\pm$ 73
Clorofila c (μ g.L ⁻¹)	89 $\pm$ 103	93 $\pm$ 101	98 $\pm$ 84	62 $\pm$ 57
Feofitina (μ g.L ⁻¹)	902 $\pm$ 1199	836 $\pm$ 863	830 $\pm$ 557	712 $\pm$ 593
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	0,050 $\pm$ 0,052	0,014 $\pm$ 0,014	0,026 $\pm$ 0,025	0,024 $\pm$ 0,028
Turbidez (UNT)	20 $\pm$ 10	21 $\pm$ 19	23 $\pm$ 12	25 $\pm$ 11

A tabela 20 mostra também que não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Entretanto, houve diferença entre os períodos manhã e tarde ($p < 0,05$) para as variáveis oxigênio dissolvido, pH, ortofosfato solúvel e sólidos totais suspensos. Os resultados, das médias e desvios, nos efluentes nos diferentes períodos do dia, estão descritos na tabela 21. Em geral, não se notou diferença entre os tratamentos, exceto para o oxigênio dissolvido. Para os períodos (manhã e tarde) não se observou diferença estatística significativa (tabela 21).

Tabela 20. Média ($\pm$ desvios padrão) dos valores obtidos das variáveis limnológicas dos efluentes dos nove viveiros, nos períodos manhã e tarde, após as seletivas

Variáveis	Total		Mista	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})	5,14 $\pm$ 1,73	5,09 $\pm$ 1,74	5,93 $\pm$ 2,65	5,46 $\pm$ 1,57
Oxigênio dissolvido (%)	66,11 $\pm$ 23,58	61,07 $\pm$ 20,28	75,36 $\pm$ 27,36	64,21 $\pm$ 22,47
DBO ₅ (mg.L^{-1})	5,63 $\pm$ 3,39	4,69 $\pm$ 2,49	5,72 $\pm$ 2,63	4,90 $\pm$ 2,41
PH	7,26 $\pm$ 0,75	7,48 $\pm$ 0,59	7,40 $\pm$ 0,61	7,34 $\pm$ 0,59
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	44,77 $\pm$ 7,87	44,18 $\pm$ 4,19	45,56 $\pm$ 4,48	44,21 $\pm$ 6,88
Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	89 $\pm$ 10	89 $\pm$ 10	92 $\pm$ 13	96 $\pm$ 10
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	1181 $\pm$ 1302	1424 $\pm$ 2259	1162 $\pm$ 130	1362 $\pm$ 2011
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	61 $\pm$ 26	57 $\pm$ 20	54 $\pm$ 25	58 $\pm$ 33
Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	197 $\pm$ 128	234 $\pm$ 153	215 $\pm$ 118	158 $\pm$ 121
Ortofosfato solúvel (mg.L^{-1})	0,044 $\pm$ 0,049	0,064 $\pm$ 0,061	0,059 $\pm$ 0,085	0,076 $\pm$ 0,058
Fósforo total (mg.L^{-1})	0,122 $\pm$ 0,075	0,077 $\pm$ 0,073	0,113 $\pm$ 0,111	0,097 $\pm$ 0,096
Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	266 $\pm$ 194	271 $\pm$ 170	247 $\pm$ 294	347 $\pm$ 304
Clorofila b ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	91 $\pm$ 71	101 $\pm$ 59	74 $\pm$ 59	109 $\pm$ 64
Clorofila c ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	58 $\pm$ 40	80 $\pm$ 65	54 $\pm$ 34	88 $\pm$ 65
Feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	673 $\pm$ 494	678 $\pm$ 411	632 $\pm$ 729	828 $\pm$ 797
Sólidos totais suspensos (mg.L^{-1})	0,027 $\pm$ 0,042	0,011 $\pm$ 0,007	0,018 $\pm$ 0,014	0,015 $\pm$ 0,011
Turbidez (UNT)	19 $\pm$ 12	23 $\pm$ 9	24 $\pm$ 13	27 $\pm$ 12

Tabela 21. Tabela das variáveis limnológicas nos viveiros com os testes t e U de Mann-Whitney para os tratamentos, (Tratamentos= Despesca mista e despesca total) e períodos manhã e tarde

Variáveis	Tratamentos			Períodos		
	T	U	p	T	U	p
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)		-0,72	0,47	-2,11		*0,03
Oxigênio dissolvido (%)	-0,84	0,40		-2,46		*0,016
DBO ₅ (mg.L ⁻¹)	-0,62	0,53		-1,74		0,08
pH	-0,70	0,48		-3,75		*0,001
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	0,07	0,93		-0,042		0,96
Condutividade elétrica (μS.cm ⁻¹)	-0,92	0,36		0,84		0,40
Nitrato (μg.L ⁻¹)		-0,31	0,75		1,29	0,19
Nitrito (μg.L ⁻¹)	1,67	0,10		-0,15		0,87
Nitrogênio amoniacal (μg.L ⁻¹)	-0,011	0,99		-1,57		0,11
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	0,24	0,80		-2,04		0,06
Ortofosfato solúvel (mg.L ⁻¹)	1,25	0,21		-2,32		*0,02
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	1,04	0,30		0,31		0,75
Clorofila a (μg.L ⁻¹)		-0,29	0,76		0,45	0,64
Clorofila b (μg.L ⁻¹)		0,34	0,72		1,19	0,23
Clorofila c (μg.L ⁻¹)		0,29	0,76		1,26	0,21
Feofitina (μg.L ⁻¹)		0,12	0,89		-0,18	0,85
Sólidos totais suspensos (mg.L ⁻¹)	-1,31	0,19		2,09		*0,03
Turbidez (UNT)	1,12	0,26		0,76		0,44

*P < 0,05

As figuras de 29 a 45 apresentam a variação temporal dos parâmetros limnológicos nos viveiros e água de abastecimento nas semanas 12 a 18, isto é, após o início das despesas seletivas. Nota-se que não houve padrão diferenciado do comportamento dessas variáveis, nos diferentes tratamentos.

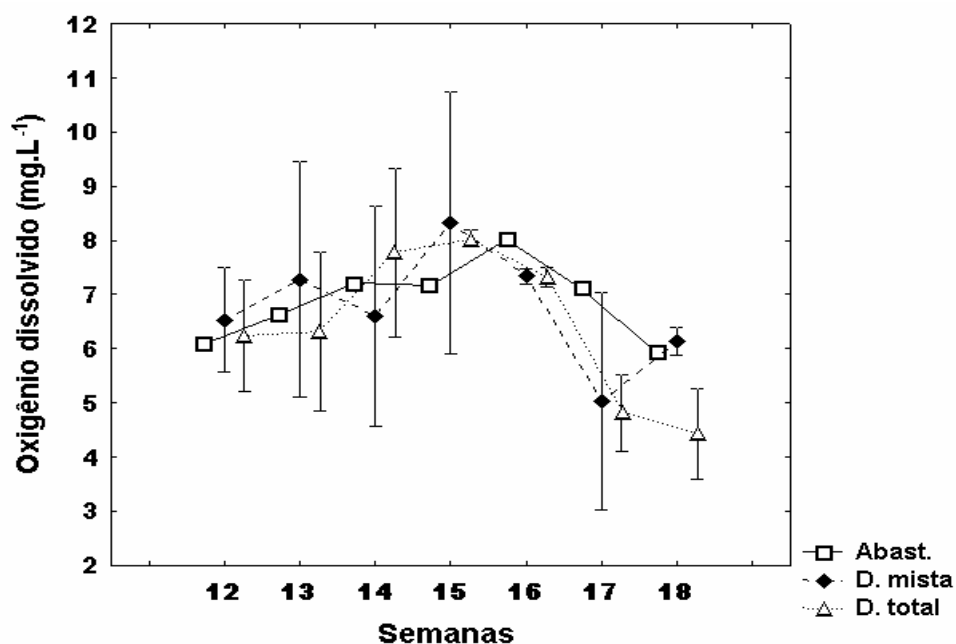


Figura 29. Variação temporal do oxigênio dissolvido após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesa mista; D. total = Despesa total.

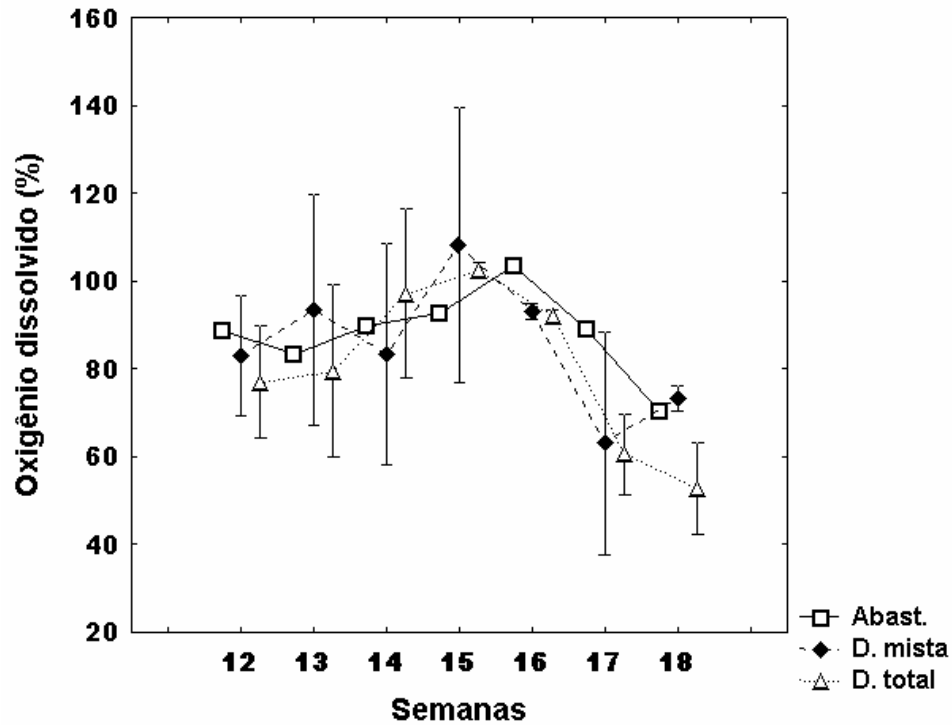


Figura 30. Variação temporal do oxigênio dissolvido (%) após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesa mista; D. total = Despesa total.

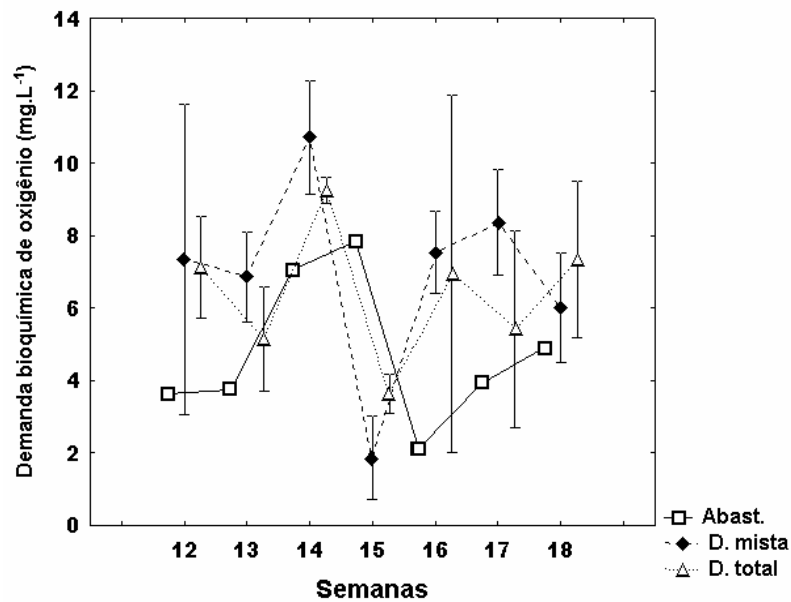


Figura 31. Variação temporal da demanda bioquímica de oxigênio após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesa mista; D. total = Despesa total.

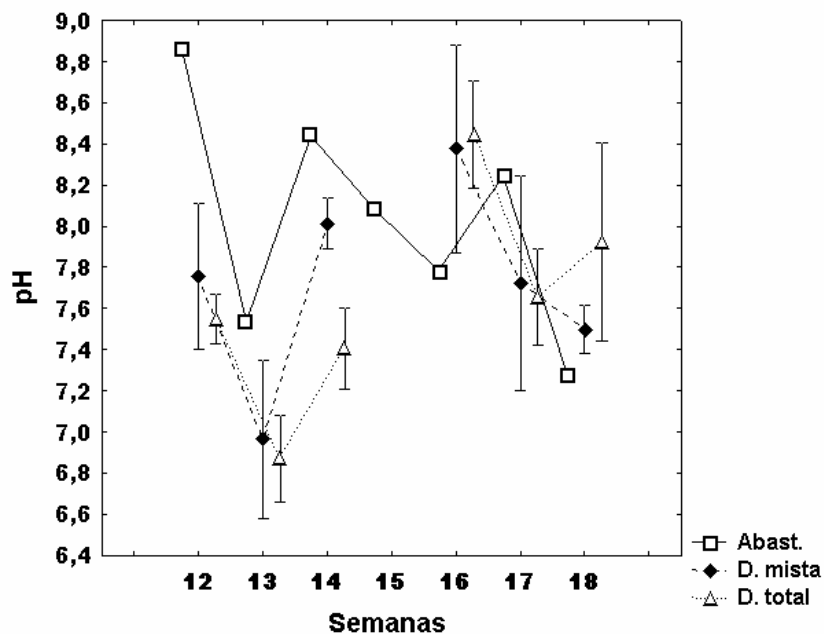


Figura 32. Variação temporal do pH após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

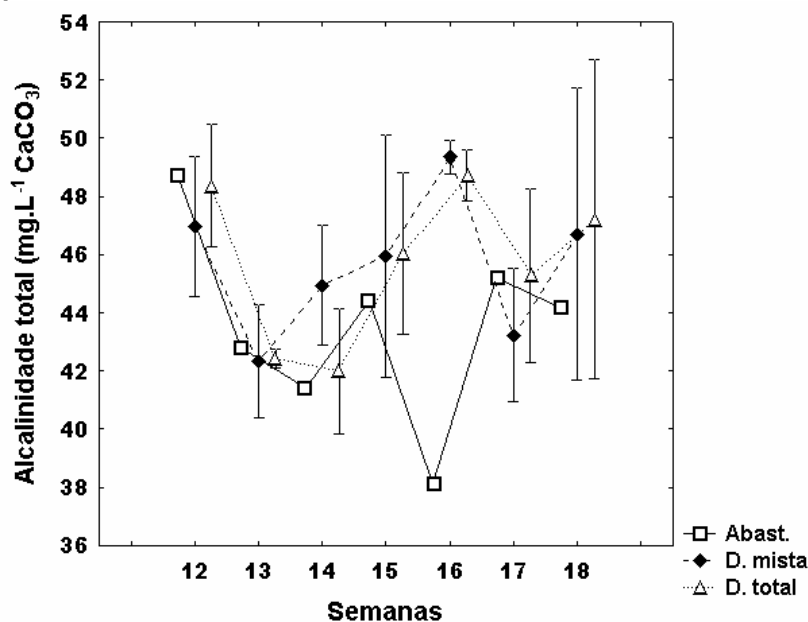


Figura 33. Variação temporal da alcalinidade total após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

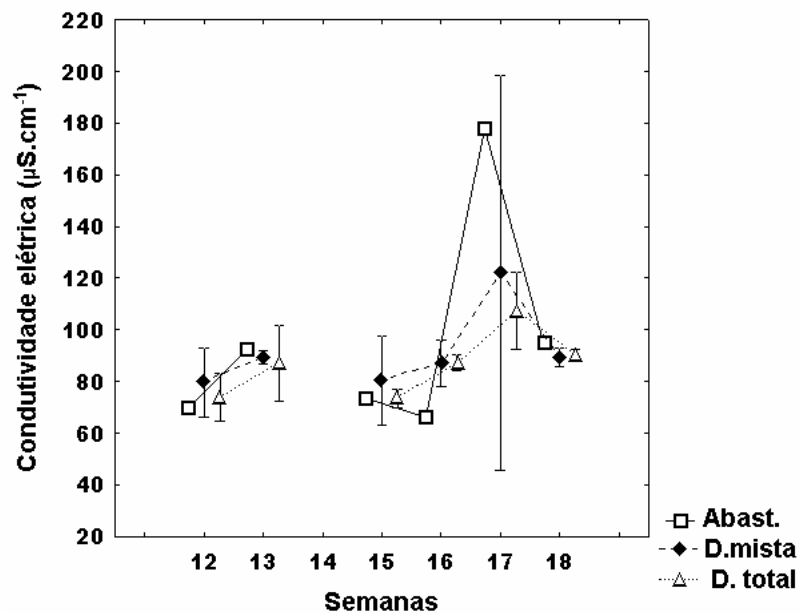


Figura 34. Variação temporal da condutividade elétrica após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

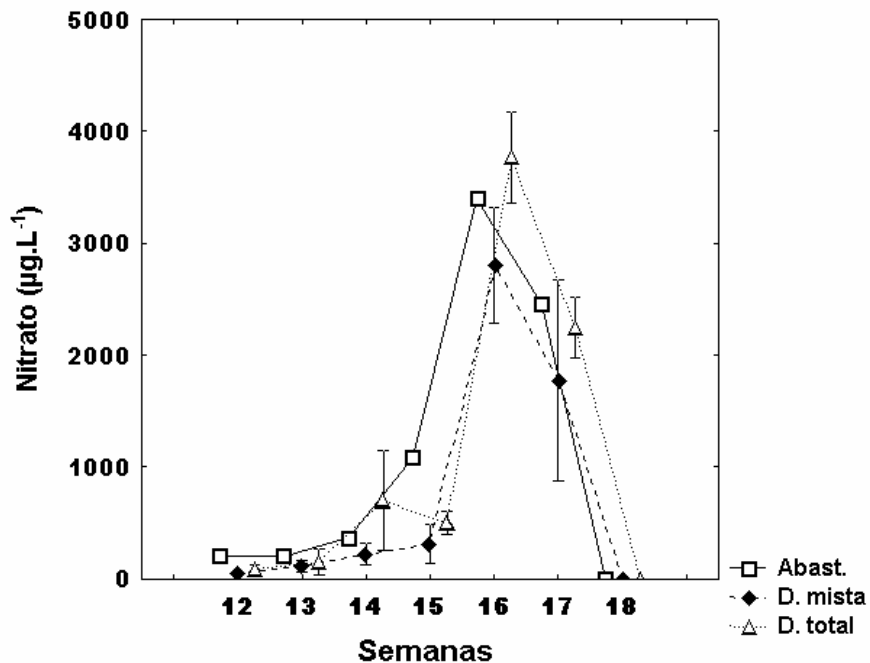


Figura 35. Variação temporal do nitrato após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

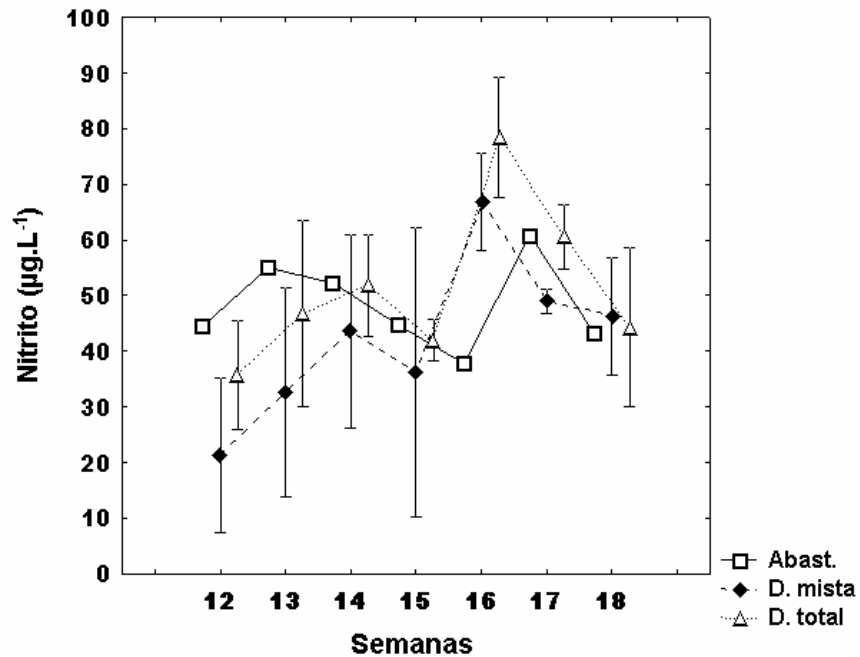


Figura 36. Variação temporal do nitrito após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

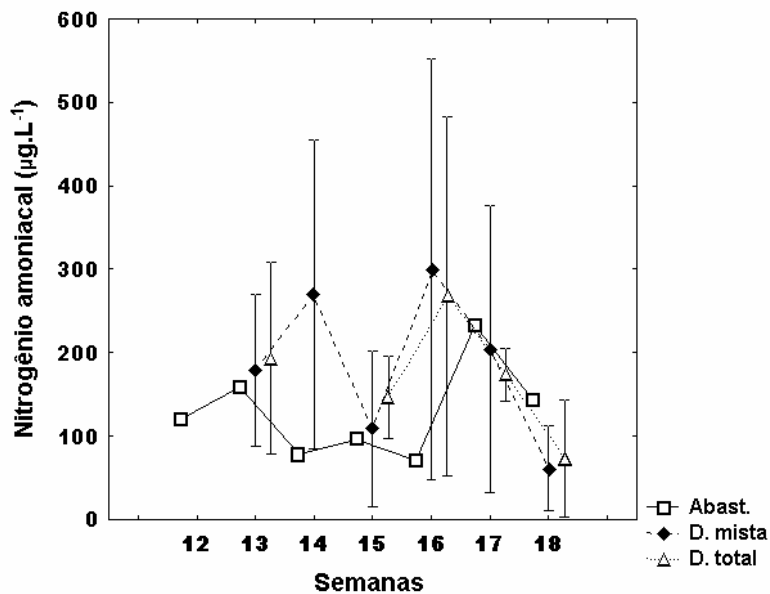


Figura 37. Variação temporal do nitrogênio amoniacal após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

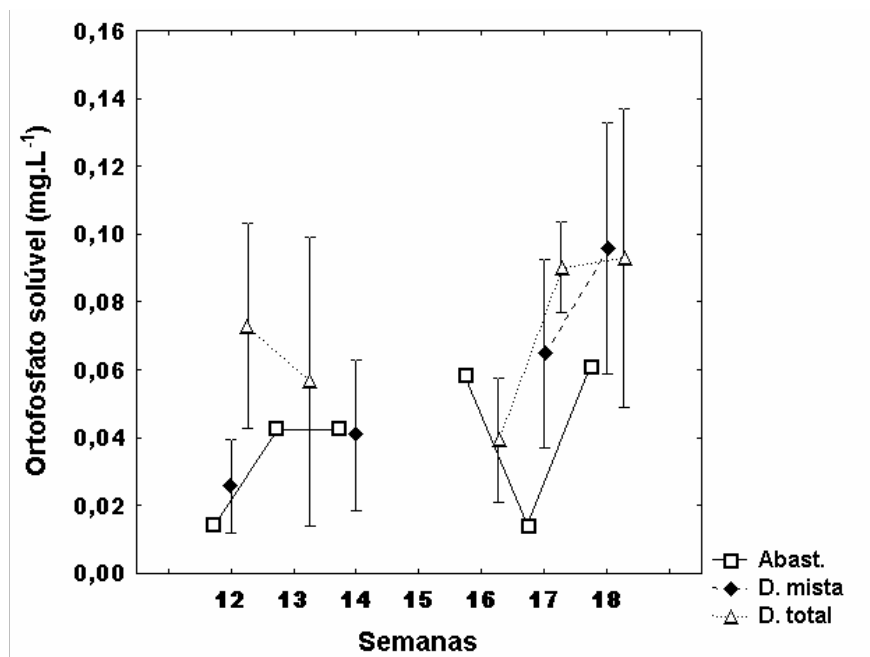


Figura 38. Variação temporal do ortofosfato solúvel após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

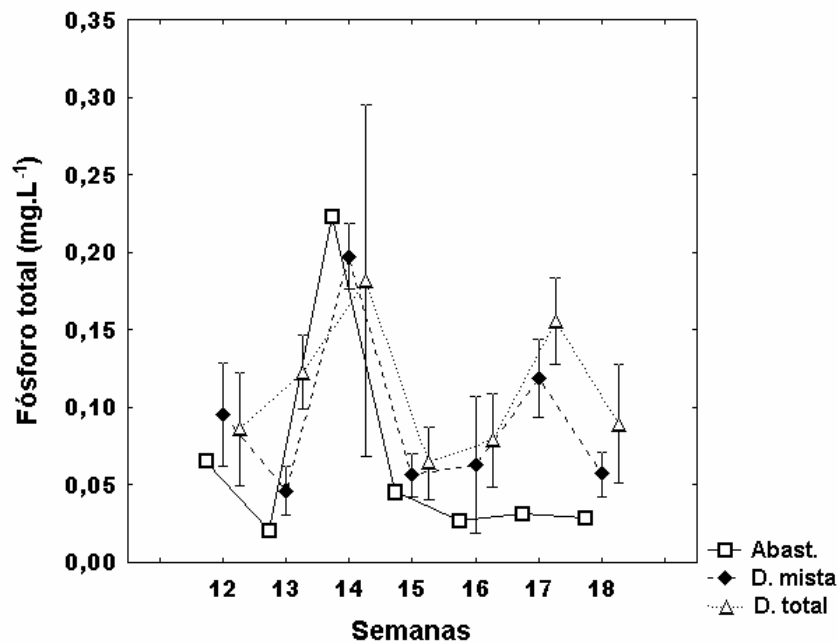


Figura 39. Variação temporal do fósforo total após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

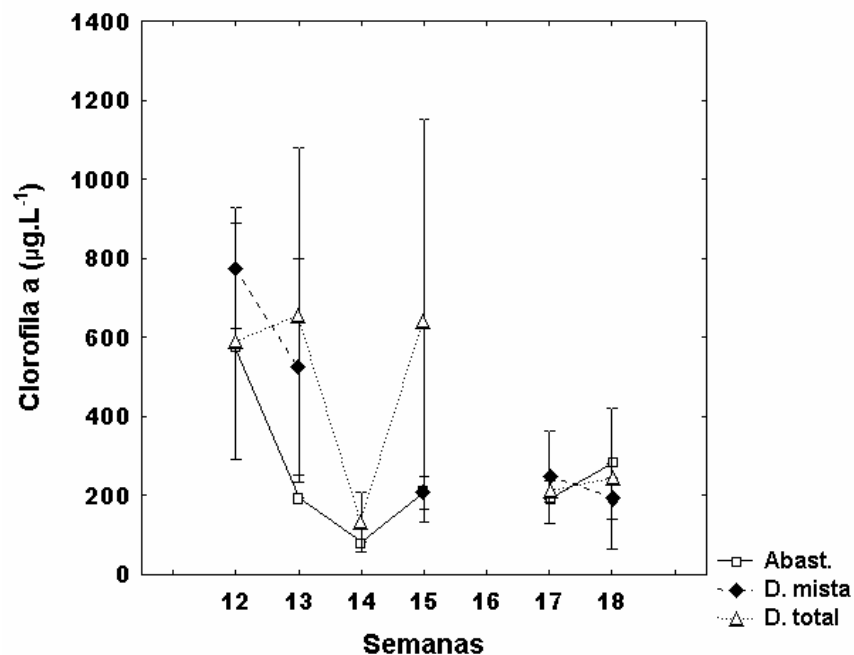


Figura 40. Variação temporal da clorofila a após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

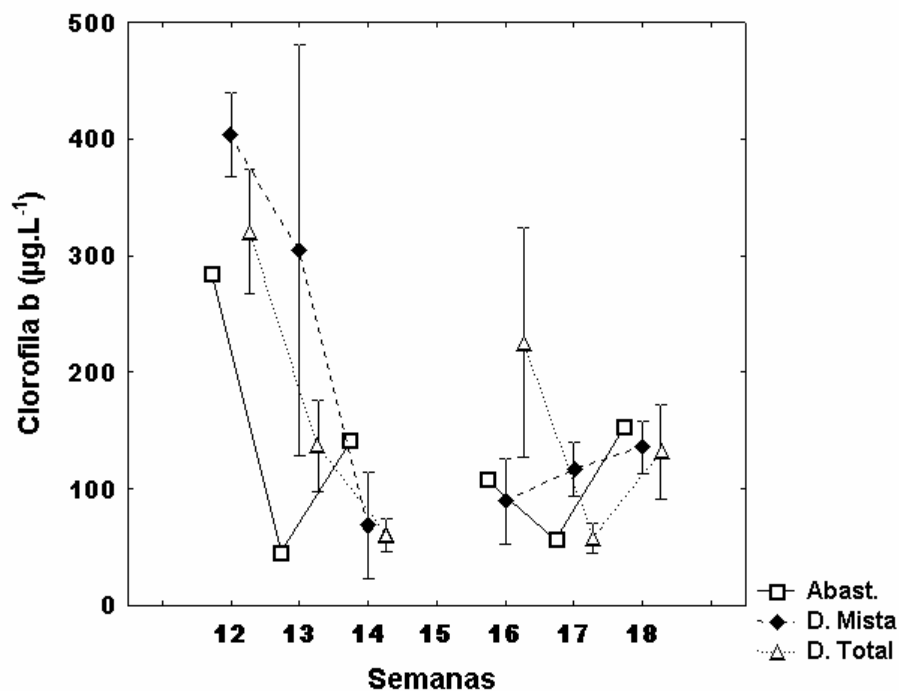


Figura 41. Variação temporal da clorofila b após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. Total = Despesca total.

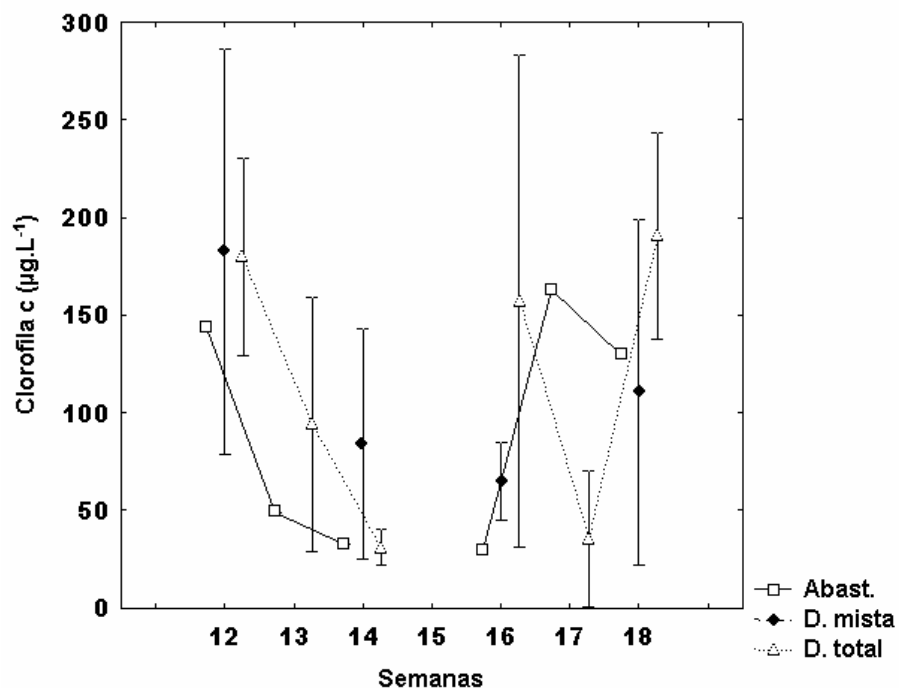


Figura 42. Variação temporal da clorofila c total após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesa mista; D. total = Despesa total.

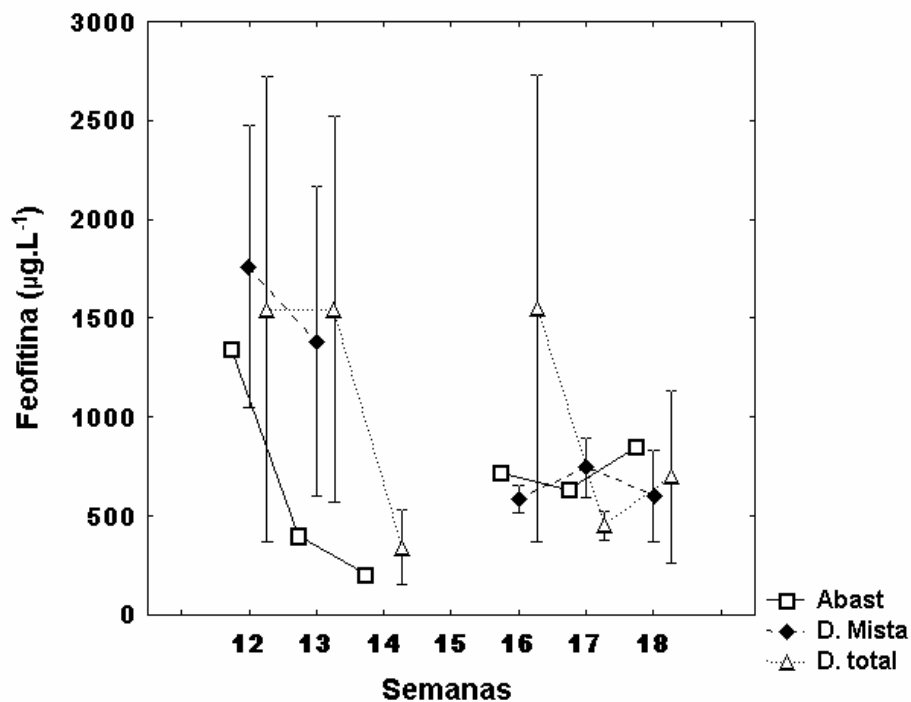


Figura 43. Variação temporal da feofitina após as despesas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesa mista; D. total = Despesa total.

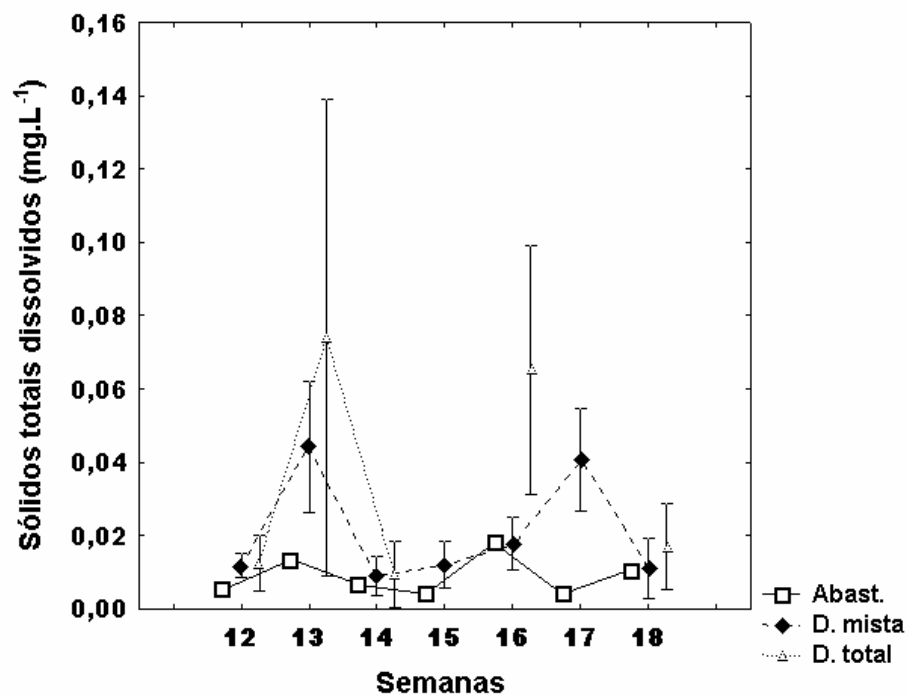


Figura 44. Variação temporal dos sólidos totais dissolvidos após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

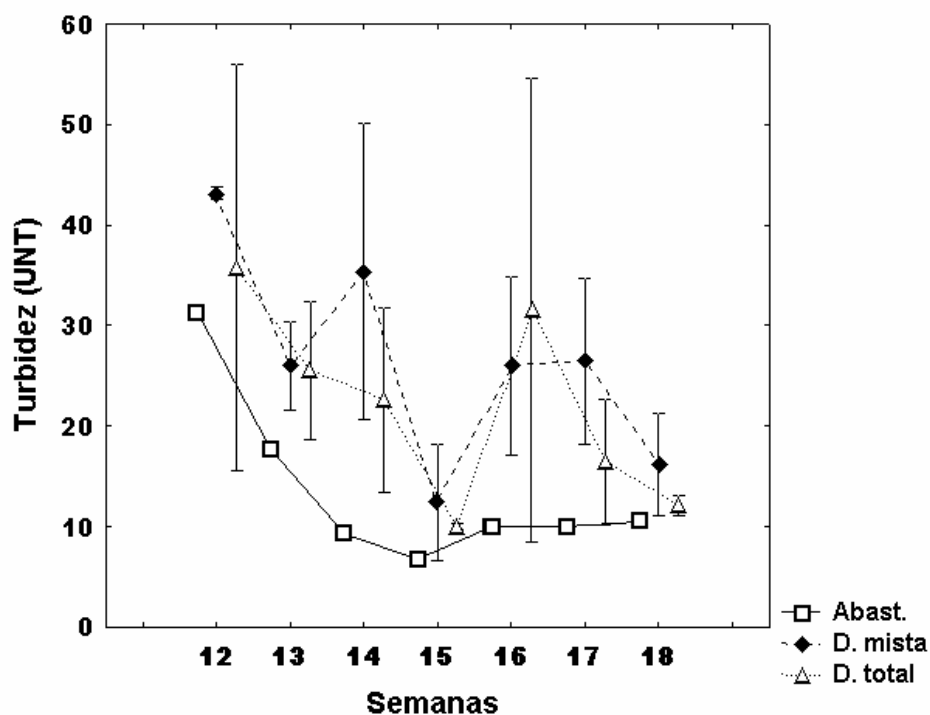


Figura 45. Variação temporal da turbidez após as despescas seletivas. Os pontos representam as médias, e as barras, os desvios padrão. Abast. = abastecimento; D. mista = Despesca mista; D. total = Despesca total.

A tabela 22 apresenta os resultados dos testes estatísticos nos efluentes, comparando-se os tipos de despesca mista e total, assim como períodos do dia. Apenas o oxigênio dissolvido revelou diferença entre os tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 22. Tabela das variáveis limnológicas nos efluentes testes t e U de Mann-Whitney para os tratamentos seletiva (Tratamento= Despesca mista e despesca total) e períodos manhã e tarde

Variáveis	Tratamentos			Períodos		
	T	U	p	T	U	p
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})		19,44	0,0001**		0,45	0,64
Oxigênio dissolvido (%)	-0,84	0,40	1,18	0,23		
DBO ₅ (mg.L^{-1})	-0,37	0,70	-0,44	0,65		
pH	0,21	0,83	0,26	0,78		
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	0,48	0,63	0,23	0,81		
Condutividade elétrica (mg.L^{-1})	0,69	0,49	-0,08	0,93		
Nitrato ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	-0,07	0,93	1,04	0,29		
Nitrito ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,72	0,47	-0,01	0,99		
Nitrogênio amoniacal ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,88	0,38	-0,31	0,75		
Ortofosfato solúvel (mg.L^{-1})	-1,30	0,20	-1,41	0,16		
Fósforo total (mg.L^{-1})	0,53	0,59	1,53	0,12		
Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	-0,44	0,65	-0,30	0,76		
Clorofila b ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	-0,25	0,80	-0,38	0,70		
Clorofila c ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	0,00	1,00	-0,80	0,42		
Feofitina ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	-0,41	0,68	-0,24	0,80		
Sólidos totais suspensos (mg.L^{-1})	0,67	0,50	1,32	0,18		
Turbidez (UNT)	1,39	0,16	0,39	0,69		

**Diferença estatística entre os tratamentos

A tabela 23 apresenta os dados das médias e desvios, comparando-se os tipos de despesa mista e total no sedimento. Os resultados estatísticos não revelaram diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 23. Médias gerais na despesa mista e total

	Despesa mista	Despesa total	p
Carbono orgânico (g.dm^{-3})	12,00 $\pm$ 2,00	11,66 $\pm$ 2,51	0,86
Nitrogênio total (g.kg^{-1})	1,56 $\pm$ 0,50	2,06 $\pm$ 0,95	0,46
Fósforo total (g.kg^{-1})	1,60 $\pm$ 0,17	1,63 $\pm$ 0,73	0,94

Análise Global do experimento

A figura 46 apresenta o resultado obtido na análise de agrupamento dos viveiros, mostrando a formação de alguns grupos. Não se observa nenhum agrupamento dos viveiros relacionado à despesa seletiva ou aos diferentes regimes alimentares.

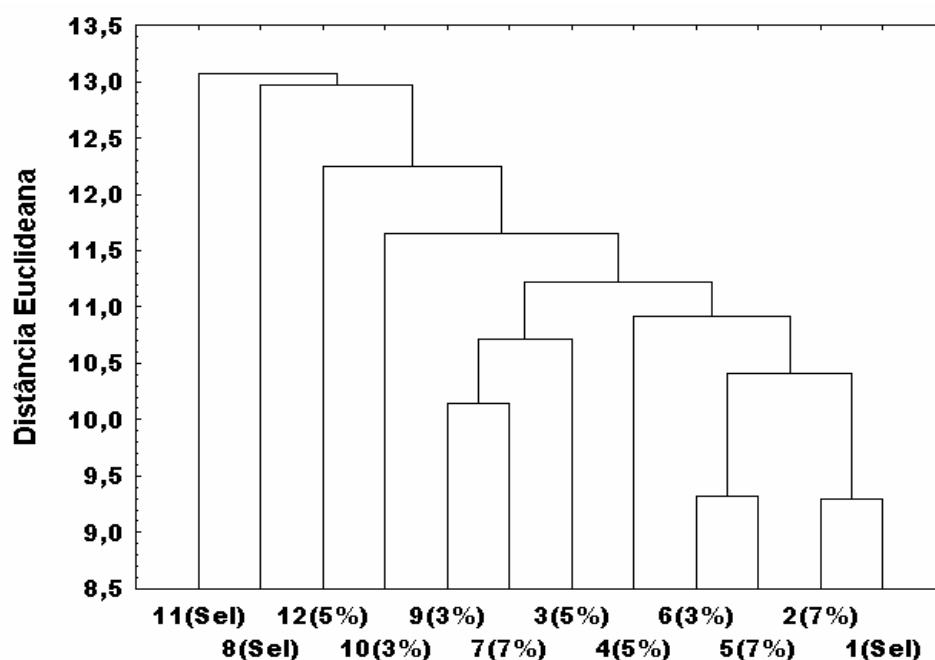


Figura 46. Análise de agrupamento dos 12 viveiros estudados. Os números fora dos parêntesis identificam os viveiros. Sel = Seletiva, 3%, 5% e 7% correspondem aos tratamentos testados.

O resultado da Análise de Componentes Principais (ACP) está representado no diagrama de dispersão (Fig. 45), e a tabela 24 contém os coeficientes de correlação entre as variáveis e os dois primeiros eixos da ordenação. Nestes, foram obtidos 39,01% de explicação da variabilidade total do sistema, sendo 22,85% no primeiro eixo e 16,16% no segundo. A figura 46 não sugere a existência de grupos.

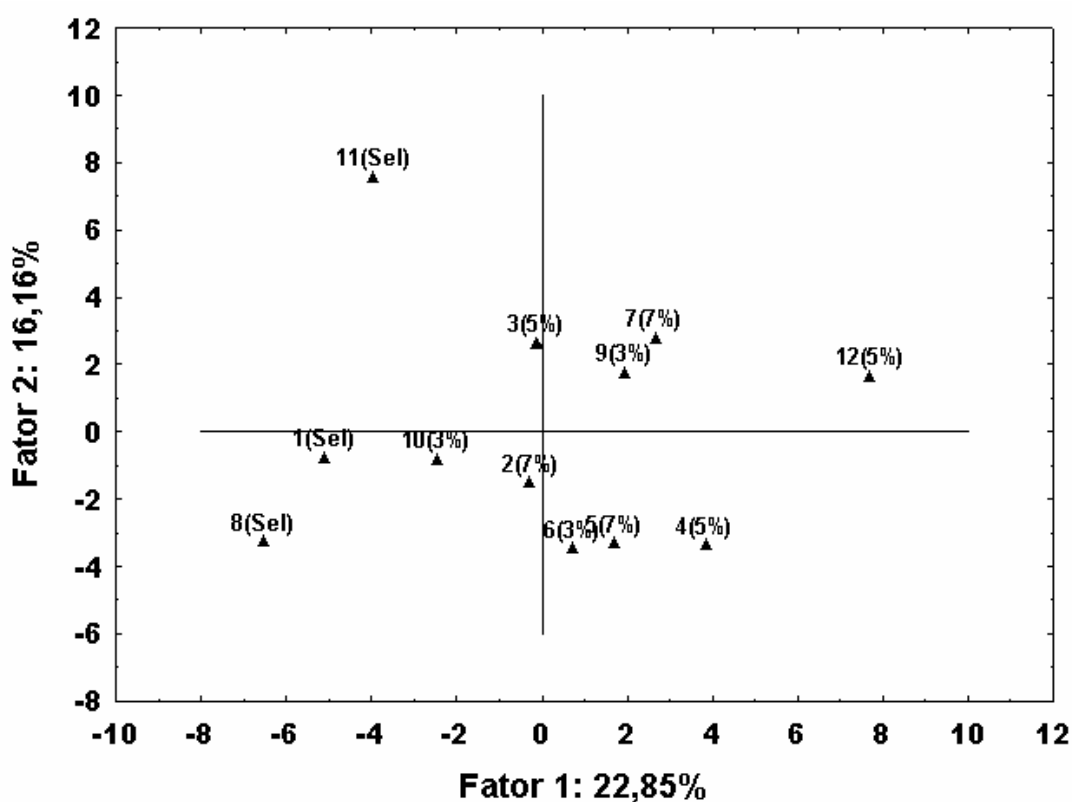


Figura 46. Análise de Componentes Principais em viveiros de *Macrobrachium amazonicum*

Tabela 24. Coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas e os dois primeiros eixos da ordenação na ACP em viveiros de *Macrobrachium amazonicum*

	Fator 1	Fator 2		Fator 1	Fator 2
OD%mv	-0,2649	-0,3857	FOSFmv	-0,3419	0,4681
OD%tv	-0,4233	*-0,6076	FOSFtv	-0,3947	0,1875
OD%me	*-0,5868	-0,3655	FOSFme	*-0,8126	-0,0309
OD%te	-0,0381	-0,3480	FOSFte	*-0,6216	0,3338
PHmv	-0,3539	0,0761	TURBmv	*-0,6214	*0,6856
PHtv	0,0931	-0,0408	TURBtv	-0,3827	*0,7078
Phme	-0,1503	0,3724	TURBme	*-0,6029	*0,7106
PHte	0,1016	0,3033	TURBte	-0,4733	*0,6224
CONDmv	0,1351	-0,3118	SOLmv	0,2598	0,0062
CONDtv	0,1879	0,2041	SOLtv	-0,4724	-0,1169
CONDme	-0,0226	0,0387	SOLme	0,4194	0,2609
CONDte	-0,2492	*0,5817	SOLte	*-0,6682	0,3225
DBO5mv	*-0,5830	0,4196	CLORAmv	*-0,7946	-0,2568
DBO5tv	-0,4101	0,3202	CLORAtv	-0,3176	0,1770
DBO5me	*-0,5692	0,4374	CLORAmv	*-0,8372	-0,1747
DBO5te	-0,4551	0,3779	CLORAtv	*-0,5281	*-0,5740
ALCALmv	0,0376	0,3078	CLORBmv	*-0,6716	-0,3827
ALCALtv	*0,5678	*-0,5673	CLORBtv	-0,2763	0,3402
ALCALme	-0,2679	-0,0969	CLORBme	*-0,6732	0,1281
ALCALte	0,2954	0,0266	CLORBte	-0,4337	-0,2143
AMONmv	0,4215	0,3381	CLORCmv	*-0,5447	*-0,5109
AMONtv	-0,0232	*0,7626	CLORCtv	-0,2111	-0,2974
AMONme	0,1637	*0,5686	CLORCme	-0,3779	0,0873
AMONmv	*0,5424	0,4678	CLORCte	*-0,6775	-0,2971
NITRITmv	*0,7503	0,0891	FEOFITmv	*-0,7187	-0,3490
NITRITtv	*0,5359	0,4060	FEOFITtv	-0,3183	0,1485
NITRITme	0,2781	0,4266	FEOFITme	*-0,8463	-0,2423
NITRITte	0,1862	*0,8505	FEOFITte	-0,4295	*-0,5103
NITRAmv	*0,7142	0,1323	CARB	*-0,5960	0,0605
NITRAtv	*0,8553	-0,1785	FOSF	-0,0187	*-0,8294
NITRAme	*0,8346	0,1823	NITROG	*-0,7689	-0,1712
NITRAte	0,4597	0,4104			
NITROGmv	0,0291	-0,1860			
NITROGtv	-0,0282	-0,0800			
NITROGme	0,2553	0,1763			
NITROGte	0,3057	*-0,7374			
ORTOmv	0,0492	-0,2419			
ORTOtv	0,2082	-0,5331			
ORTOme	-0,4985	*0,7327			
ORTOte	-0,3379	0,2416			

Legenda: OD% - Oxigênio dissolvido em porcentagem de saturação (%); pH= pH; COND= condutividade elétrica; DBO₅ Demanda bioquímica de oxigênio; ALCAL = alcalinidade; ALCAL= alcalinidade total; AMOM = nitrogênio amoniacal; NITRIT=nitrato; NITRAT=nitrato; nitrog= nitrogênio total; orto= ortofosfato solúvel; fosf= fósforo total; TURB=turbidez; sol= sólidos totais suspensos; clor a=clorofila a; clor b = clorofila b; clor c= clorofila c; feofit=feofitina; carb= carbono orgânico no sedimento; fosf= fósforo no sedimento; nitrog= nitrogênio no sedimento. m= Manhã; t= Tarde; v= viveiro e e= efluente.

DISCUSSÃO

Os ecossistemas límnicos são classificados em oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hipertróficos (Esteves, 1988), cuja classificação baseia-se, principalmente, nos teores de fósforo total (Vollenweider, 1968). Os dados obtidos indicam que os ambientes são hipertróficos porque apresentam valores de fósforo total maiores que $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$. Estes sistemas são bastante instáveis e apresentam grandes oscilações diárias no oxigênio e pH.

Os camarões crescem ao longo do cultivo e deveriam aumentar bastante seu efeito sobre o ambiente. Aumentam a ação mecânica originada por seu movimento e manipulação do sedimento, o consumo de oxigênio por respiração, a excreção de amônia, a predação sobre os outros organismos da comunidade, a ingestão de alimento e a defecação. Por isso, a ração diária adicionada nos viveiros vai sendo elevada; neste experimento aumentou mais de cinco vezes. Além disso, o processo de sucessão ecológica leva ao estabelecimento de vários estágios serais que alteram as características físicas, químicas e biológicas do ambiente (Odum, 1985). Portanto, esperam-se variações nas variáveis limnológicas ao longo do cultivo e estas poderiam seguir um padrão condicionado pelos processos descritos acima. Isso, no entanto, não ocorreu no presente trabalho. A maioria das variáveis estudadas apresentou padrão de variação aleatório ao longo do cultivo. Apenas a DBO_5 , a condutividade, a clorofila a e a feofitina apresentaram um padrão definido.

A DBO_5 aumentou, diminuiu e, em seguida, aumentou novamente, enquanto que a condutividade apresentou padrão inverso. A DBO_5 e a condutividade elétrica seguiram o mesmo padrão de variação da água de abastecimento, e inclusive observou-se correlação positiva entre a água de abastecimento, condutividade e DBO_5 da água do viveiro. A feofitina resulta da degradação da clorofila a (Wetzel, 1981) e, portanto, aumentando-se o substrato deve-se aumentar o produto. A feofitina e a clorofila a foram altas nas primeiras e últimas semanas e baixa no meio do cultivo. Não se identificou nenhum significado biológico para esses padrões de variação dessas quatro variáveis. Assim, repetindo-se este experimento,

os picos superiores e inferiores poderiam ocorrer em semanas diferentes daquelas em que foram observados no presente trabalho. Logo, os dados obtidos sugerem que a sucessão ecológica e o aumento na biomassa de camarões e de adição de matéria orgânica ocorrida nos viveiros até a 14.^a semana de cultivo não tiveram ação significativa sobre o oxigênio dissolvido, pH, compostos nitrogenados, fósforo, íons, material em suspensão e teores de clorofila e feofitina do fitoplâncton nos viveiros. Possivelmente, o número de fatores que age sobre essas variáveis seja muito grande e, por isso, nas condições de cultivo praticadas, não se constatou nenhum padrão de variação. Isso está de acordo com a instabilidade nas variáveis da água observada em ambientes hipertróficos.

No sistema de cultivo semi-intensivo, com muita frequência, 5 a 20% da água é renovada diariamente para manter a qualidade da água dos viveiros adequada aos camarões (Nunes, 2001). Supõe-se que a água eliminada do fundo seja pobre em oxigênio e carregue consigo amônia e outros produtos da decomposição, enquanto que a água nova traga oxigênio e dilua a concentração de compostos tóxicos. No entanto, Boyd & Tucker (1998) afirmam que esta prática tão difundida carece de embasamento em dados concretos. No presente trabalho, apenas a alcalinidade, condutividade, nitrato e fósforo total apresentaram correlação positiva entre a água de abastecimento e a água dos viveiros. Por conseguinte, o oxigênio e o nitrogênio amoniacal aparentemente não foram influenciados pela renovação da água na faixa de 5-10% ao dia como se praticou neste trabalho. Além dessas, nos viveiros estudados, o pH, o nitrito, o ortofosfato, a biomassa de fitoplâncton e o material dissolvido e em suspensão parecem ser mais dependentes dos processos biológicos que ocorrem dentro do viveiro do que da água de abastecimento. Isso pode ser decorrente do fato de que, tanto a água de abastecimento, como dos viveiros apresentam características hipertróficas e, portanto, não ocorre o efeito da diluição. Além disso, o manejo empregado no sistema semi-intensivo, com adição de grande quantidade de fertilizante e ração, deve reduzir o efeito da água de renovação.

Os processos biológicos e químicos que ocorrem nos viveiros levam a mudanças nos valores das variáveis limnológicas ao longo do dia. No presente trabalho, o oxigênio, a DBO_5 , o pH e o nitrato aumentaram no período da tarde, enquanto que o nitrogênio amoniacal diminuiu. Não se observou diferença significativa nas demais variáveis estudadas. Esses dados devem refletir os processos de fotossíntese e nitrificação que ocorrem nos ecossistemas límnicos. Estes, por sua vez, são influenciados principalmente pela variação na intensidade luminosa e temperatura.

No período da manhã, o oxigênio medido corresponde ao que restou após os processos de respiração dos camarões e outros organismos aquáticos, decomposição da matéria orgânica e nitrificação da amônia em nitrato ocorridas durante a noite, quando não há fotossíntese. Com o nascer do sol, inicia-se a fotossíntese, com o consumo de CO_2 e produção de oxigênio. Conseqüentemente, o oxigênio medido à tarde representa o saldo entre o que foi produzido pelo fitoplâncton e o que foi gasto nos processos descritos anteriormente. A absorção do fósforo também está associada à produção primária (Wetzel, 1981). Portanto, ao longo do dia haverá consumo de carbono inorgânico, fósforo, nitrogênio amoniacal e liberação de oxigênio.

A demanda bioquímica de oxigênio mede, primariamente, o oxigênio gasto para degradar a matéria orgânica biodegradável na água (APHA, 1998). Assim, esta variável pode fornecer uma estimativa grosseira da “poluição potencial” de um viveiro. Por outro lado, grande quantidade de oxigênio pode ser usado pelas bactérias nitrificantes para oxidar o nitrogênio amoniacal em nitrato. Essa demanda nitrogenosa de oxigênio (DNO) pode atingir cerca de 40% do valor da DBO_5 em viveiros de cultivo de catfish nos Estados Unidos da América (Boyd & Gross, 1999). Além disso, o consumo de oxigênio em cinco dias representa apenas uma fração do oxigênio total que será consumido nos processos de decomposição e nitrificação. Esta representa cerca de 35% da DBO_5 no período da tarde. Como não ocorreu aumento na concentração de sólidos totais suspensos, turbidez e densidade de fitoplâncton

(mensurada pela clorofila) supõe-se que o aumento da DBO_5 esteja relacionado ao aumento da nitrificação do nitrogênio amoniacal. Realmente, a concentração do nitrato aumentou à tarde e existiu uma correlação positiva entre a concentração de nitrato e a DBO_5 .

A temperatura foi geralmente uniforme, considerando a superfície e fundo durante todo o cultivo, ocorrendo estratificação térmica apenas em algumas coletas. Boyd (1979) afirma que em sistemas rasos (aproximadamente 1 metro) e com comprimento de até 0,04 hectares, não se verifica estratificação. Os viveiros, deste estudo, tinham essa profundidade, como também eram menores, cerca de 0,01 hectare. Acrescenta-se a isso, o fato de a temperatura do cultivo apresentar uma faixa de variação satisfatória. Pois, esteve dentro do intervalo ótimo de temperatura para a taxa metabólica máxima de ***Macrobrachium rosenbergii*** (26-32°C ou 28-30°C), por exemplo, postulados por Zimmermann (1998) e Boyd & Zimmermann (2000). Santos & Valenti (2000), estudando um policultivo de ***Macrobrachium rosenbergii*** com ***Oreochromis niloticus***, também verificaram temperatura média da água de $28,0 \pm 2,6^\circ\text{C}$ na superfície e $27,4 \pm 1,3^\circ\text{C}$ no fundo.

A temperatura diminuiu gradativamente do verão para o inverno nos viveiros estudados. Sipaúba-Tavares et al. (1999) verificaram esta mudança gradativa, estudando características limnológicas em viveiros de Pacu (***Piaractus mesopotamicus***), executado também em Jaboticabal, Estado de São Paulo. Esses autores observaram uma variação da água de 18 a 30°C nos viveiros de pacu.

Ao longo do dia, ocorreu aumento da temperatura, o que acelera a decomposição da matéria orgânica, levando à formação de amônia. Esta é imediatamente assimilada pelo fitoplâncton ou convertida em nitrato pelas bactérias nitrificantes (Esteves, 1988). Se a concentração for muita elevada e o pH for fortemente alcalino, pode haver perda de amônia gasosa para a atmosfera (Delincé, 1992). Neste trabalho, houve redução de amônia no período da tarde, indicando que os processos de fotossíntese e nitrificação predominaram sobre o processo de amonificação. Por outro lado, à noite não ocorre fotossíntese e o

oxigênio vai diminuindo, o que inibe a nitrificação (Kaizer & Wheaton, 1993). Os valores mais elevados de nitrogênio amoniacal observados pela manhã indicam que a amonificação foi maior que a nitrificação durante a noite. Como o pH foi sempre inferior a 9, e a concentração do nitrogênio amoniacal baixa, não deve ter havido perdas desse gás para a atmosfera.

A decomposição libera CO_2 , que forma ácido carbônico ao dissolver-se na água. Este se dissocia em íons H^+ e bicarbonato mais carbonato, diminuindo o pH (Boyd & Tucker, 1998). Os vegetais podem absorver tanto o CO_2 livre como os íons bicarbonato (Esteves, 1988). A elevação do pH no período da tarde indica que há um predomínio do processo de fotossíntese sobre a respiração e decomposição, pois o CO_2 está sendo retirado. Durante a noite não há fotossíntese e, por isso, o pH é mais baixo pela manhã. Sipaúba-Tavares (1998; 1999) também observaram relação entre os valores do pH e o oxigênio dissolvido em tanques de piscicultura. Possivelmente, isso está relacionado à participação dessas variáveis nos processos de fotossíntese e decomposição.

O nitrato origina-se do processo de nitrificação da amônia. Este pode ser acumulado no sistema como nitrato, absorvido pelo fitoplâncton (Hargreaves, 1998), reconvertido em amônia por amonificação ou convertido em nitrogênio molecular (Esteves, 1988). Estes dois últimos processos ocorrem principalmente ao nível do sedimento em condições anaeróbicas ou de baixa concentração de oxigênio (Esteves, 1988). Nos viveiros estudados, observou-se que o nitrato aumentou à tarde. Isto indica que durante o dia ocorreu aumento no processo de nitrificação. Portanto, havia amônia e oxigênio suficientes. A absorção de nitrato pelo fitoplâncton ocorre apenas quando há falta de amônia, pois o nitrato deve ser reduzido a amônia dentro das células antes de ser usado, com um gasto energético (Esteves, 1988). Como durante o dia, tanto o fitoplâncton como as bactérias nitrificantes concorrem pela amônia, o fato de haver maior formação de nitrato indica que a decomposição deve ser maior do que à noite. Isto deve ser decorrente da maior temperatura e maior disponibilidade de oxigênio. Por outro lado, à noite ocorreu uma redução média de aproximadamente $300 \mu\text{g.L}^{-1}$

de $\text{NO}_3\text{-N}$. Este não deve ter sido convertido em amônia, porque esta aumentou apenas cerca de $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ de $\text{NH}_3\text{-N}$, em média. Por conseguinte, à noite deve estar ocorrendo um processo de desnitrificação e cerca de $300 \mu\text{g.L}^{-1}$ de nitrogênio deve perder-se dos viveiros para a atmosfera. Embora o oxigênio sempre foi superior a 1 mg/L no fundo dos viveiros, condições anaeróbicas podem ter ocorrido ao nível do sedimento, propiciando a ação das bactérias desnitrificantes, formando nitrogênio molecular.

A eficiência do processo de nitrificação no interior dos viveiros é corroborada pelos baixos valores de nitrito, que é um composto intermediário no processo de nitrificação. Sua presença nos ambientes aquáticos é sempre baixa e só aumenta quando as reações de nitrificação são bloqueadas (Boyd & Tucker, 1998). Os valores baixos obtidos neste trabalho indicam que o processo de nitrificação ocorreu regularmente nos viveiros. Isto é corroborado pelos valores elevados de nitrato no período da tarde.

O fósforo é absorvido pelo fitoplâncton principalmente como ortofosfato, mas, na falta deste, fósforo orgânico dissolvido também pode ser assimilado (Esteves, 1988). Nos viveiros estudados, o ortofosfato e o fósforo total diminuíram à tarde, mas a diferença não foi significativa. No entanto, observou-se correlação negativa entre o oxigênio dissolvido e ortofosfato (tabela 9), sugerindo que este foi consumido durante a fotossíntese, que produziu oxigênio. Logo, supomos que a concentração do fósforo realmente diminuiu à tarde, quando a fotossíntese é mais intensa. De acordo com Esteves (1988), os fosfatos orgânicos são decompostos por bactérias, que produzem fosfatases, ainda na coluna d'água e o fosfato reativo formado é rapidamente assimilado pelas algas. De acordo com este autor, essa assimilação é tão rápida que, em ambientes naturais, muitas vezes o nível de ortofosfato é tão baixo que não é detectado. Talvez, nos viveiros, o fósforo combinado tenha-se convertido em ortofosfato em uma taxa mais alta durante o dia do que à noite, devido ao aumento da temperatura e conseqüente aumento da taxa de decomposição, tanto ortofosfato como o fosfato orgânico foram absorvidos pelo fitoplâncton durante o dia. Por isso, os níveis

à tarde são menores. À noite, se as condições do sedimento se tornarem anaeróbicas, poderá haver a liberação de fósforo para a coluna d'água (Delincé, 1992). Além disso, os camarões são animais que apresentam maior atividade à noite (Valenti, 1985). A movimentação dos animais e a manipulação de materiais contidos no substrato (bioturbação) podem ressuspender o sedimento, liberando fósforo para a coluna d'água (Delincé, 1992).

A alcalinidade é a capacidade da água neutralizar ácidos (Esteves, 1988; Delincé, 1992). Em ambientes de água doce, ela é dada principalmente pelos íons carbonato e bicarbonato, que juntamente com o CO_2 são as principais formas de carbono inorgânico disponíveis na água. Os processos de fotossíntese, desnitrificação, redução do sulfato e dissolução de calcário usado em aquicultura podem aumentar a alcalinidade, enquanto que a respiração, nitrificação e oxidação dos sulfitos podem diminuir (Delincé, 1992). Além disso, a amônia produzida e liberada para a água, pelos peixes e outros organismos aquáticos, pode causar um efeito direto sobre a alcalinidade (Boyd, 1990; Sipaúba-Tavares et al., 1998). Sipaúba-Tavares et al. (1998) observaram que a diminuição da concentração do nitrogênio amoniacal afetou a alcalinidade, quando estudaram a dinâmica de algumas variáveis limnológicas em dois tanques de piscicultura. Nos viveiros estudados, a alcalinidade não variou entre os períodos do dia. Possivelmente, a fotossíntese ocorrida durante o dia foi compensada pela nitrificação, já que o nitrato aumentou significativamente à tarde, indicando a ocorrência de nitrificação. Por outro lado, à noite, a respiração pode ter sido compensada pela desnitrificação. A alcalinidade exerce pouco efeito sobre os organismos aquáticos: peixes e camarões têm sido cultivados em intervalos muito grande de alcalinidade sem nenhum problema aparente (Boyd & Tucker, 1998). O principal efeito da alcalinidade em viveiros de cultivo é o tamponamento das variações no pH dadas pelos processos de assimilação e eliminação de CO_2 pelos organismos. Os valores obtidos variaram ao redor 40 mg.L^{-1} de CaCO_3 , o que é considerado por Boyd & Tucker (1998) e Boyd & Zimmermann (2000) como adequado para aquicultura.

A condutividade elétrica é uma medida da concentração de íons na água, principalmente, cálcio, magnésio, potássio, carbonato, sulfato e cloreto (Esteves, 1988). Os compostos nitrogenados e os fosfatos têm pouco efeito sobre a condutividade. Assim, esta variável pode fornecer informações complementares importantes. A variação diária pode indicar um predomínio da fotossíntese ou da decomposição, conforme a condutividade aumente ou diminua (Esteves, 1988). Nos viveiros estudados não houve variação entre manhã e tarde, sugerindo que os íons retirados da água pela fotossíntese foram compensados pela decomposição. Em águas com baixa condutividade ($<600 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), os íons cálcio são os mais importantes (Delincé, 1992). Os viveiros estudados receberam a aplicação de $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ de calcário dolomítico antes do enchimento. Isto certamente contribuiu significativamente para a elevação da condutividade. Além disso, observou-se que a água de renovação influiu na variação da condutividade ao longo do tempo nos viveiros.

A clorofila a é a responsável pelos processo fotossintético de fixação da energia luminosa, enquanto que as clorofilas b e c são auxiliares na captação de energia, repassando para a clorofila a especial. A concentração de clorofila é usada como uma medida do “standing crop” do fitoplâncton (Wetzel, 1981). Neste trabalho, a concentração de clorofila não variou entre manhã e tarde, indicando que a densidade de fitoplâncton não deve ter se alterado. No entanto, deve-se destacar que a quantidade de clorofila na mesma célula varia como uma adaptação à disponibilidade de luz (Wetzel, 1981).

A feofitina se origina da degradação da clorofila, com a perda do átomo de magnésio (Wetzel, 1981; Lewis, 1995). Esta pode ocorrer no interior das células, tomando parte no metabolismo secundário (Margalef, 1983) ou pode estar presente nas células mortas em fase de degradação. Neste trabalho, observou-se que a concentração de feofitina não mostrou diferença entre a manhã e tarde, e foi superior à soma de todas as formas de clorofila, o que indica elevada taxa de degradação da clorofila e sugere mortalidade do fitoplâncton e elevada decomposição. Assim, pode-se supor que a renovação do fitoplâncton foi elevada.

Os sólidos totais suspensos e a turbidez refletem os materiais dispersos ou dissolvidos na coluna d'água, sejam vivos ou não, orgânicos e inorgânicos. Neste trabalho, estas variáveis não se alteraram ao longo do dia, indicando que os processos biológicos tiveram pouca ação sobre o material na coluna d'água, detectáveis pelos métodos usados, ou ocorreram processos antagônicos compensatórios, isto é, adição e subtração de quantidades equivalentes de material em suspensão e dissolvido.

A ração teve efeito muito pequeno sobre as variáveis limnológicas e do sedimento. Ela apresentou correlação significativa fraca apenas com o oxigênio dissolvido e nitrogênio amoniacal. Isso possivelmente ocorreu como consequência da decomposição dos restos não consumidos e fezes geradas, além da sua metabolização pelos camarões, que consomem oxigênio para oxidar o alimento ingerido e excretam nitrogênio amoniacal.

Os resultados indicam que durante a passagem pela tubulação de drenagem e caixa do monge, ocorre processo de decomposição. A água coletada após o monge apresentou menores teores de oxigênio dissolvido, sólidos totais suspensos e, valores mais baixos de pH e DBO₅. Embora os sólidos totais suspensos e a DBO₅ foram coletadas como amostras integradas, o oxigênio dissolvido e o pH foram medidos junto ao fundo e, portanto, deveriam apresentar os mesmos valores nos efluentes e no interior dos viveiros.

Assim, a DBO₅ e os sólidos totais suspensos também foram reduzidos. O nitrogênio amoniacal aumentou nos efluentes, corroborando a hipótese da ocorrência de decomposição, embora a diferença não tenha sido significativa. Talvez a água do fundo dos viveiros que é drenada para o efluente apresente valores menores, e ficou também depositada no monge explicando os menores valores.

A ração total fornecida até a 14.^a semana foi, em média, 40 Kg por viveiro. Como esta tem um teor de nitrogênio e fósforo de 6% e 1%, respectivamente, cerca de 2400 g de nitrogênio e 400g de fósforo foram adicionados ao sistema. Assumindo que a proporção de nitrogênio e fósforo na biomassa de *M. amazonicum* seja similar a encontrada nos camarões

marinhos, ou seja, 2,9% e 0,34%, respectivamente (Jackson et al., 2003), teríamos uma assimilação no compartimento dos camarões de, aproximadamente, 188g e 22,1g de nitrogênio e fósforo, respectivamente. Logo, apenas 8% do nitrogênio e 5,5% do fósforo fornecidos na ração seriam incorporados ao organismo alvo do cultivo. O restante ficaria disponível no ecossistema. Isto poderia condicionar uma concentração de $22,1\text{mg.L}^{-1}$ de N e $3,8\text{ mg.L}^{-1}$ de P ao final do período. Isto entretanto não ocorreu, indicando que esses dois elementos foram transferidos para outros compartimentos. O nitrogênio não se acumulou no solo, nem na coluna d'água e, assim, pode ter sido assimilado pelos organismos da comunidade aquática, ter sido eliminado para a atmosfera como N_2 , ou ter sido lançado no ambiente junto com os efluentes. Por outro lado, o fósforo acumulou-se no solo, além de, possivelmente, ter sido incorporado à matéria viva, ou se perder nos efluentes. Embora muito grosseira, essa análise sugere uma baixa eficiência do sistema de produção utilizado para assimilar esses importantes nutrientes. Estudos detalhados sobre o balanço de nitrogênio e fósforo nos sistemas de aquicultura devem ser realizados para possibilitar um manejo mais eficiente e sustentável dos cultivos.

Os níveis de arraçoamento afetaram o OD, pH, DBO_5 e turbidez, ou seja, principalmente o oxigênio dissolvido juntamente com as variáveis que têm relação com este, exceto a turbidez. A esse despeito, Allan et al. (1995) observaram os efeitos da quantidade da dieta, considerando taxa menor de 2-4% e taxa maior de 4-8% sobre a qualidade da água durante a produção de *Penaeus monodon*. Esses autores verificaram efeito no oxigênio dissolvido, pH, nitrogênio amoniacal e clorofila a. Porém, salientaram que não houve efeito para nitrito, nitrato, fósforo total, clorofila b, clorofila c e feofitina.

Nos viveiros do camarão-da-amazônia, os níveis de arraçoamento (3%, 5% e 7%) tiveram efeito reduzido sobre as características limnológicas da água, neste estudo. Isso pode ser decorrente do fato de os viveiros serem ambientes hipertróficos. A quantidade de matéria orgânica e nutrientes é tão elevada que as variações na adição desses materiais, via

ração, não causa efeito. Portanto, o nível de arraçoamento no último mês de cultivo pode ser definido com base no seu impacto sobre a produção e nos custos operacionais, sem preocupação com os efeitos sobre as características limnológicas da água e do efluente.

Os níveis de arraçoamento (3%, 5% e 7%) não afetaram a deposição de carbono orgânico, nitrogênio e fósforo no sedimento. Porém, observaram-se variações ao longo do tempo. Tepe & Boyd (2002) fizeram observações similares acerca da acumulação de carbono, nitrogênio e fósforo no sedimento em viveiros de Arkansas Bait Minnow, nos Estados Unidos da América, embora o estudo de Tepe & Boyd (2002) tenha avaliado viveiros com 7, 20 a 25 anos, e 30 a 35 anos de idade. Imediatamente após o enchimento houve diminuição nesses três elementos, o que é esperado, pois nessa fase ocorre intensa dissolução de materiais do sedimento para a coluna d'água (Delincé, 1992). Após nove semanas, houve aumento de carbono orgânico e fósforo e, 18 semanas após, observa-se que não houve acúmulo de matéria orgânica, nem de nitrogênio, mas ocorreu retenção de fósforo. Este nutriente normalmente perde para o sedimento, complexando-se com cálcio, ferro ou alumínio (Delincé, 1992; Boyd & Tucker, 1998).

As despesas seletivas realizadas quinzenalmente não alteraram a qualidade da água, nem a deposição de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo no sedimento. O arrasto com rede revolve o sedimento, e ressuspende grande quantidade de material, o que é observado, visualmente, no momento da despesa. Assim sendo, seria esperado que o material suspenso na coluna d'água servisse como substrato para os organismos decompositores, aumentando as concentrações de compostos nitrogenados e fósforo na coluna d'água, como também diminuindo a sua concentração no sedimento. Esse efeito pode ser momentâneo, desaparecendo a seguir, ou alterar permanentemente as características limnológicas da água e sedimento. Essas alterações não foram detectadas nas amostras coletadas, considerando 0 a 3 dias após as despesas. Provavelmente, o material suspenso sedimenta-se rapidamente antes de sofrer a ação dos organismos

decompositores. Portanto, o cultivo semi-intensivo de *M. amazonicum* e o uso de despesca seletiva não prejudicam a qualidade da água para os camarões, de modo a alterá-la significativamente.

Quanto ao sedimento, Tepe & Boyd (1992) afirmam que a despesca interfere, incrementando o fósforo, tornando-o disponível para as populações fitoplanctônicas, ocasionando "blooms" algais nos viveiros. Por conseguinte, deteriora-se a qualidade de água nos viveiros. Schwartz & Boyd (1994) salientam que sua ressuspensão, ao drenarem-se os tanques, pode aumentar as concentrações de sólidos suspensos totais e turbidez no efluente. Neste estudo, somente o oxigênio dissolvido no efluente apresentou diferença estatisticamente significativa para o efluente nos tratamentos despesca mista e total.

No que concerne à variação temporal, a adoção de despescas seletivas não mostrou nenhum padrão. De um modo geral, a variação foi similar nos dois tratamentos para todas as variáveis. Todavia, a turbidez foi mais elevada nos viveiros com despesca seletiva na maioria das coletas. O nitrato foi mais afetado pela água de abastecimento do que pelas despescas, enquanto que as demais variáveis devem ter sido mais influenciadas por outros processos que ocorreram nos viveiros.

Considerando-se as características limnológicas dos viveiros e efluentes, pertencentes a cada tratamento testado, não se observou diante dos resultados apresentados pela análise multivariada qualquer agrupamento dos viveiros relacionados aos tratamentos avaliados (despesca seletiva, 3%, 5% e 7%). Ou seja, cada viveiro apresentou características peculiares, mais importantes para o funcionamento do sistema do que as variações nos níveis de ração administrados ou do tipo de despesca. O efeito dos tratamentos pode ter sido mascarado pelo fato de os viveiros serem ecossistemas hipertróficos. Assim, as mudanças resultantes da aplicação de diferentes taxas de arraçoamento e das despescas seletivas foram muito pequenas para alterar as características limnológicas da água. Por outro lado, sabe-se que viveiros construídos lado a

lado, sobre o mesmo tipo de solo e manejados de forma idêntica, podem apresentar características limnológicas totalmente diferentes. Isso decorre principalmente do fato de que os rumos da sucessão ecológica são definidos pelo acaso, isto é, pelos organismos que se instalam inicialmente em cada viveiro (O. Rocha, comunicação pessoal), o que pode explicar a heterogeneidade observada nos viveiros.

Em geral, os valores das variáveis limnológicas nos viveiros, obtidos neste estudo, estiveram de acordo com os padrões estabelecidos para o cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* ou para a manutenção da vida aquática (tabela 25).

Tabela 25. Qualidade de água para cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* na fase de crescimento final

Variável	Faixa ideal	Níveis observados no Brasil	Espécie	Fonte
Temperatura	28-31°C	-	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Oxigênio dissolvido	3 – 7 mg.L ⁻¹	-	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
pH	7-8,5	5,5-8,3	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Alcalinidade total	20 - 60 mg.L ⁻¹	7-102	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Condutividade elétrica	100-200µS.cm ⁻¹	-	Outros organismos cultiváveis	Boyd & Zimmermann (2000)
Nitrato	< 10 mg.L ⁻¹	-	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Nitrito	< 2,0 mg.L ⁻¹	-	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Nitrogênio amoniacal	< 0,3 mg.L ⁻¹	-	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Fósforo total		0,003-4,4 mg. L ⁻¹	<i>M. rosenbergii</i>	New (2002)
Ortofosfato solúvel	< 0,3 mg.L ⁻¹	-	Outros organismos aquáticos	Boyd & Zimmermann (2000)
Turbidez	< 40 UNT	-	Outros organismos aquáticos	Boyd & Zimmermann (2000)

CONCLUSÕES

1. No sistema semi-intensivo de cultivo *M. amazonicum* não existiu um padrão definido de variação temporal nas variáveis limnológicas estudadas.
2. De modo geral, a qualidade da água é mais dependente dos processos biológicos que ocorrem dentro do viveiro do que as características da água de renovação para algumas variáveis.
3. O oxigênio dissolvido, pH, DBO₅, nitrato aumentaram no período da tarde, enquanto que o nitrogênio amoniacal e o fósforo diminuíram. As demais variáveis não se alteraram.
4. A ração fornecida diariamente teve efeito muito pequeno sobre a qualidade de água, reduzindo levemente o oxigênio dissolvido. Por conseguinte, aumentou-se o teor de nitrogênio amoniacal.
5. Aparentemente, não houve acúmulo de matéria orgânica ou nitrogênio amoniacal na coluna d'água ou no fundo dos viveiros. A matéria orgânica também não é liberada para o ambiente, mas se acumula na biomassa dos camarões, ou é decomposta pelos microorganismos.
6. O fósforo acumulou-se no fundo dos viveiros no compartimento dos sedimentos.
7. As taxas de arraçoamento variando de 3 a 7% da biomassa não afetaram a deposição de carbono, nitrogênio e fósforo no fundo dos viveiros. Igualmente, tiveram pouco efeito sobre as variáveis limnológicas no interior dos viveiros e efluentes.
8. Existem evidências de ocorrência de um processo de decomposição da matéria orgânica durante sua passagem pelo sistema de escoamento. Com exceção das variáveis influenciadas por esse processo, não houve diferença entre as variáveis limnológicas nos efluentes, e no interior dos viveiros.

9. A correlação entre as diversas variáveis na coluna d'água foi fraca, ou inexistente, exceto entre a clorofila a e a feofitina.
10. A aplicação das despescas seletivas não alterou a deposição de carbono, nitrogênio e fósforo no sedimento. Do mesmo modo, exerceu efeito muito reduzido sobre a qualidade da água permanente dos viveiros e efluentes.
11. As características intrínsecas de cada viveiro tiveram maior ação sobre a qualidade da água, do que o arraçamento diferencial na faixa de 3 a 7% da biomassa e o uso de despescas seletivas.

REFERÊNCIAS

- Adams, V. D. 1990. **Water and Wastewater Examination Manual**. Lewis Publishers, Chelsea. 247p.
- Allan, G. L.; Moriarty, D.J.W. & Maguire, G. B. 1995. Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon* Fabricius, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. **Aquaculture** **130**: 329-349.
- Alves-Coelho, P.; Ramos-Porto, M.; Barreto, A. V. & Costa, V. E. 1982. Crescimento em viveiro de cultivo do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) (Decapoda, Palaemonidae), **Revista Brasileira de Zoologia**, **1**(1):45-49.
- APHA (American Public Health Association). 1992. Greenberg, A. E.; Clesceri, L. S. & Eaton, A. D. (Eds.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington. 1155p.
- APHA (American Public Health Association). 1998. Greenberg, A. E.; Clesceri, L. S. & Eaton, A. D. (Eds.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington. 1569p.
- Assad, L. T. & Bursztyn, M. 2000. Aquicultura sustentável. In: Valenti, W. C.; Poli, C. R.; Pereira, J. A. & Borghetti, J. R. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. CNPQ/MCT, Brasília. p. 25-32.
- Barreto, A. V. & Soares, C. M. A. 1982. Produção de pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae), sob condições controladas de laboratório. **Revista Brasileira de Zoologia**, **1**(1):45-49.
- Borghetti, J. R.; Ostrenski, A. & Borghetti, J. R. 2003. **Aquicultura: Uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais, Curitiba. 128p.
- Boyd, C. E. 1979. **Water quality in warmwater fish ponds**. Auburn University, Alabama. 359p.

- Boyd, C. E. 1990. **Water quality in ponds for aquaculture**. Auburn University, Alabama. 482p.
- Boyd, C. E. 2004. Overview: Mechanical Pond Aeration. **Global Advocate Aquaculture**. p. 59-90.
- Boyd, C. E. & Gautier, D. 2000. Effluent composition and water quality standards. **The Advocate**, p. 61-66.
- Boyd, C. E. & Gross, A. 1999. Biochemical oxygen demand in channel catfish *Ictalurus punctatus* pond waters. **Journal of the World Aquaculture Society**, 30: 349-356.
- Boyd, C. E. & Tucker, C. S. 1992. **Water quality and pond soil analyses for aquaculture**. Auburn University, Opelika, 183p.
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S. 1998. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer Academic Publishers, Boston. 700p.
- Boyd, C.E. & Zimmermann, S. 2000. Grow-out systems: water quality and soil management. In: New, M. B. & Valenti, W. C. **Freshwater prawn culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Blackwell Science, Oxford. p. 221-434.
- Cairncross, F. 1992. **Meio Ambiente: Custos e benefícios**. Nobel, São Paulo. 271p.
- Cantarella, H.; Quaggio, J. A. & Raij, B. V. 2001. In: **Análise química para avaliação da fertilidade de sedimentos tropicais**. Raij, B. V.; Andrade, J. C.; Cantarella, H. & Quaggio, J. A. (Eds.) Instituto Agronômico, Campinas. 173-180p.
- Castro, J. C. & Pinto, A. T. 2000. Qualidade da água em tanques de girinos de rã-touro, *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, cultivados em diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(6):1903-1911.
- Collart, O. O. & Moreira, L. C. 1993. Fishery potential of *Macrobrachium amazonicum* in the Central Amazonia (Careiro Island): Abundance and size variation. **Amazoniana**, 12 (3-4): 399-413.

- D'Abramo, L. & New, M. 2000. Grow-out nutrition, feeds and feeding. In: New, M. B.; Valenti, W. C. (Eds.). **Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Blackwell Science, Oxford. p. 203-220.
- Dabin, B. 1976. **Análises dos compostos húmicos do sedimento**. In: Colóquio sobre matéria orgânica do sedimento. Piracicaba, **Anais...** USP/CENA, Piracicaba. p. 55.
- Delincé, G. 1992. **The ecology of the fish pond ecosystem: with special reference to Africa**. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 230p.
- Esteve-de-Romero, M. 1982. Preliminary observations on potential of culture of ***Macrobrachium amazonicum*** in Venezuela. **Developments in Aquaculture and Fisheries Science**, **10**: 411-416.
- Esteves, F. A. 1988. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, 575p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. **Yearbook of fishery statistics: summary tables**. FAO, Roma (obtido via internet, <http://www.fao.org>).
- Garutti, V. 2003. **Piscicultura ecológica**. UNESP, São Paulo. 333p.
- Gurgel, J. J. S. & Matos, M. O. M. 1984. On the extensive breeding of canela shrimp, ***Macrobrachium amazonicum*** (Heller, 1862) in the public weirs in Brazilian northeast. In: **3º. Simposio Brasileiro de Aquicultura. Anais....** São Carlos: Associacao Brasileira de Aquicultura, São Carlos, SP (Brazil); Universidade Federal de São Carlos, SP. Depto. de Ciencias Biologicas. São Carlos, SP (Brazil). p. 295-311.
- Hargreaves, J. A. 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. **Aquaculture**, **166**:181-212.
- Jackson, C.; Preston, N. Thompson, P. J. Burford, M. 2003. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. **Aquaculture**, **218**: 397-411.
- Kaiser, G. E. & Wheaton, F. W. 1983. Nitrification filters for aquatic culture systems: State of the Art. **Journal of the World Mariculture Society**, **14**:302-324.

- Kubitza, F. 2003. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. ESALQ/USP, 3^a ed. Jundiaí. 229p.
- Kuo, S. 1996. Phosphorus. In: Sparks, D.L.; Page, A. L., Helmke, P.A.; Loeppert R. H., Soltanpour, P. N.; Tabatabai, M. A., Johnston, C.T., Sumner, M. E. (Eds.). **Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Madison. Soil Science Society of America**, Inc. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 869-919p.
- Lewis, M. A. 1995. Algae and vascular plant tests. In: Rand, G.M. & Petrocelli, S.R. (Eds.). **Fundamentals of aquatic toxicology**, D. C.: Hemisphere, Washington, p. 135-169
- Lobão, V. L.; Reverso, E. A. & Lombardi, J. V. 1994. Influência da densidade inicial de estocagem no desenvolvimento de *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) e *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) em laboratório. **Boletim do Instituto de Pesca**, 21: 11-17.
- Macedo, C. F. 2004. **Qualidade da água em viveiros de criação de peixes com sistema de fluxo contínuo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, Jaboticabal. 136p.
- Mandenjian, C.; Rogers, G.; Fast, A. 1987. Predicting night time dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: part II. A new method. **Aquacultural Engineering**, 6:209-285.
- Margalef, R. 1983. **Limnología**. Omega S.A., Barcelona. 1010p.
- Marques, H. L. A. Lombardi, J. V. & Boock, M. V. 2000. Stocking densities for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in cages. **Aquaculture**, 187 (1-2): 127-132.
- Meade, J. W. 1989. **Water and Health Management**. Van Nostrand Reinhold. New York, 175p.

- Midlen, A. & Redding, T. 2000. **Environmental management for aquaculture**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 223 p.
- Moraes-Rioudades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2001. Freshwater prawn farming in Brazilian Amazonia shows potential for economic and social development. **Global Aquaculture Advocate 4**: 73-74.
- Moraes-Rioudades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2004a. Morphotypes in male Amazon River Prawns, *Macrobrachium amazonicum*. **Aquaculture**, **236**:297-307.
- Moraes-Rioudades, P. M. C. & Valenti, W. C. 2004b. Production of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* in ponds stocked at different densities. In: **Aquaculture 2004 - "Aquaculture - An Ecologically Sustainable and Profitable Venture"**, *Anais...* p. 410-410.
- New, M. B. 2002. **Farming freshwater prawns: A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*)**. FAO Fisheries Technical Paper, Rome. 212p.
- New, M. B. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. **Aquaculture research**, **36**: 210-230.
- Nunes, A. J. P. 2001. O cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama da Aqüicultura**, **11**: 26-35.
- Odum, E. P. 1985. **Ecologia**. Ed. Interamericana, Rio de Janeiro. 434p.
- Oliveira, D. B. F. 2004. A fertilização e a boa presença das microalgas nos viveiros de camarão. **Panorama da Aqüicultura**, **14 (6)**: 41-47.
- Ono, E. A. & Kubitza, F. 2003. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. USP/ESALQ, Jundiaí. 112p.

- Rana, K. J. 1997. **Guidelines on the collection of structural aquaculture statistics. Supplement to the Program of the world census of agriculture 2000.** FAO Statistics development Series, 5b. Roma, FAO 56p.
- Reverso, E. A; Lobão, V. L. & Horikawa, M. T. 1990. Arraçoamento intensivo de pós-larvas de ***Macrobrachium amazonicum*** Heller e ***Macrobrachium rosenbergii*** (De Man) (Decapoda, Palaemonidae) até a fase juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 17: (único):91-98.
- Santos, M. J. & Valenti, W. C. 2002. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* and freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* stocked at different densities in polyculture systems in Brazil. **Journal of the World Aquaculture Society**, 33 (3), p. 369-376, 2002.
- SAS. 2001. **SAS/STAT User's Guide: Statistics**, Version 8.2. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Statsoft. 1996. **Statistica**, version 6.0. Statsoft Company.
- Schmidt-Nielsen, K. 2002. **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. Santos Livraria Editora, São Paulo, 601p.
- Schwartz, M. F. & Boyd, C. E. 1994. Effluent quality during harvest of channel catfish from water-shed ponds. **Progressive Fish-Culturist** 56: 25-32.
- Shishehchian, F.; Yusoff, F. M.; Omar, H. & Kamarudin, M. S. 1999. Nitrogenous excretion of ***Penaeus monodon*** postlarvae fed with different diets. **Marine Pollution Bulletin**, 39 (1-12): 224-227.
- Singh, H. & Qureshi, T. A. 1997. Production of fresh water prawn, ***Macrobrachium lamarrei*** (H. Milne Edwards, 1837) at different stocking densities. **Pakistan Journal of Zoology (Pakistan)**. 29(2): 101-105.
- Sipaúba-Tavares, L.H.; Gomida, F.B. & Oliveira, A. 1998. Dynamic limnological variables studied in two fish ponds. **Brazilian Journal of Ecology**, 02: 90-96.

- Sipaúba-Tavares, L.H.; Moraes, M.A.G. & Braga, F.M. de S. 1998. Dynamics of some limnological characteristics in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) culture tanks as function of handling. **Revista Brasileira de Biologia**, **59**(4):543-551.
- Sneath, P. H. & Sokal, R. R. 1973. **Numerical taxonomy**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 573 p.
- Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1995. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological research**. W. H. Freeman, New York, 887p.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. **Limnology and Oceanography**, **14**:799-801.
- Stevenson, F. J. 1994. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. John Wiley & Sons, New York. 512p.
- Strickland, J. D. & Parsons, T. R. 1960. A manual of seawater analysis. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada**, **125**: 1-185.
- Tedesco, M. J.; Volkweiss, S. J. & Bohnen, H. 1985. **Análises de sedimento, plantas e outros materiais**. UFRGS, Porto Alegre. 188p.
- Tepe, Y. & Boyd, C.E. 2002. Sediment quality in Arkansas Bait Minnow ponds. **Journal of the World Aquaculture Society**, **33**(3):221-232.
- Tidwell, J. H.; Coyle, S. D. Dasgupta, S.; Bright, L. A. & Yasharian, D. K. 2004. Impact of different management technologies on the production, population structure, and economics of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* culture in temperate climates. **Journal of the World Aquaculture Society**, **35**(4):498-505.
- Troppmair, H. 1975. **Regiões ecológicas do Estado de São Paulo**. Instituto de Geografia da U.S.P. (Série biogeografia, 10), São Paulo. 24p.
- Valderrama, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. **Marine Chemistry**, **10**, p.109-122.

- Valenti, W. C. 1985. **Cultivo de camarões de água doce**. São Paulo: Nobel, 82p.
- Valenti, W. C. 1989. **Efeitos da densidade populacional sobre o cultivo de camarão *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) no Norte do Estado de São Paulo: Análise quantitativa (Crustacea, Palaemonidae)**. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 132p.
- Valenti, W. C. 1995. Manejo ecológico de viveiros de engorda de camarões de água doce. In: **VII Simpósio Brasileiro de Aquicultura e II Encontro Brasileiro de Patologia de Organismos Aquáticos. Anais...** p. 11-23.
- Valenti, W. C. 1998. Sistemas de produção na fase de crescimento final. p. 165-177. In: Valenti, W. C. (Ed.). **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. FAPESP/IBAMA, Brasília. p. 165-177.
- Valenti, W. C. 2000. Introdução. In: Valenti, W. C.; Poli, C. R.; Pereira, J. A. Borghetti, J. R. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. CNPQ/MCT, Brasília. p. 25-32.
- Valenti, W. C. 2002a. Aquicultura sustentável. In: **Congresso de Zootecnia, 12º, Vila Real**, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. **Anais...**p. 111-118.
- Valenti, W.C. 2002b. Criação de camarões de água doce. In: **Congresso de Zootecnia, 12º**, Vila Real, Portugal: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, **Anais...** p. 229-237.
- Valenti, W. C. 2003. Situação atual, perspectiva e novas tecnologias para produção de camarões de água doce. (obtido via internet, [http:// www.aquicultura.br/GTCAD](http://www.aquicultura.br/GTCAD))
- Valenti, W. C. & Moraes-Riodades, P. M. C. 2004. Freshwater Prawn Farming in Brazil. **Global Advocate Aquaculture**, 7(4):52-53.

- Valenti, W. C. & New, M.B. 2000. Grow-out systems - monoculture. In: New, M. B. & Valenti, W. C. (Eds.). **Freshwater prawn farming: the farming of *Macrobrachium rosenbergii***. Oxford. Blackwell Science. p. 157-176.
- Vinatea-Arana, L. 1997. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: Uma revisão para peixes e camarões**. UFSC, Florianópolis. 166p.
- Vinatea-Arana, L. 1999. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. UFRS, Florianópolis. 310p.
- Vollenweider, R.A. 1968. **Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, With Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication**. Rep. Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 192 p.
- Wetzel, R. G. 1981. **Limnologia**. Omega S. A., Barcelona. 679p.
- Yasharian, D.; Coyle, S. & Tidwell, J. 2004. Hatchery, Nursery Production of freshwater prawns in temperate climates. **Global Aquaculture Advocate**. 7 (3): 44-51.
- Young, P. S. 1998. Malacostraca - Eucarida. Caridea (Alpheoidea excluded). In: Young, P. S. **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Museu Nacional da UFRJ, Rio de Janeiro. p. 325-350.
- Zar, J.H. 1984. **Biostatistical Analysis**. Second Edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 718p.
- Zimmermann, S. 1998. Manejo da qualidade de água e do sedimento dos viveiros. In: Valenti, W. C. (Ed.). **Carcinicultura de água doce: Tecnologia para produção de camarões**. FAPESP/IBAMA, Brasília. p. 165-177.
- Wetzel, R.G. & Likens, G.E. 1991. **Limnological Analysis**. Springer-Verlag, New York. 391p.