

**ENRIQUECIMENTO DE ZOOPLÂNCTON
COM ÓLEO DE PEIXE NA LARVICULTURA
DE PACU, *Piaractus mesopotamicus* E
CURIMBATÁ *Prochilodus lineatus*.**

MARTHA JANETH PRIETO GUEVARA

2003

MARTHA JANETH PRIETO GUEVARA

**ENRIQUECIMENTO DE ZOOPLÂNCTON COM ÓLEO DE
PEIXE NA LARVICULTURA DE PACU, *Piaractus
mesopotamicus* E CURIMBATA *Prochilodus lineatus*.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos/Aqüicultura, para a obtenção do título de “Mestre”.

**Orientadora
Prof^a. Priscila Vieira Rosa Logato**

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da UFLA**

Prieto Guevara, Martha Janeth

Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu, *Piaractus mesopotamicus* e curimatá *Prochilodus lineatus* / Martha Janeth Prieto Guevara. -- Lavras: UFLA, 2003.

106 p. : il.

Orientadora: Priscila Vieira Rosa Logato.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Aqüicultura. 2. Nutrição. 3. Ácidos graxos. 4. Alimento vivo.
5. Enriquecimento de Zooplâncton. 6. Larvicultura. 7. Pacu. 8. Curimatá.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 592.092
- 639.375

MARTHA JANETH PRIETO GUEVARA

**ENRIQUECIMENTO DE ZOOPLÂNCTON COM ÓLEO DE
PEIXE NA LARVICULTURA DE PACU, *Piaractus*
mesopotamicus E CURIMBATÁ *Prochilodus lineatus*.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos/Aqüicultura, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de dezembro de 2003

Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas	UFLA
Prof. Dr. Luis David Solis Murgas	UFLA
Dra. Norma Dulce de Campos Barbosa	CEMIG
Prof. Dr. Mario César Guerreiro	UFLA

Prof^a. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

*A meu filho, pela coragem, apoio,
companhia, compreensão e paciência; à
minha família pelo incentivo e amizade, que
me imbuíram de forças para continuar
sempre e a Deus, responsável por tudo,*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Córdoba, pela oportunidade concedida e apoio.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida e apoio constante.

À Prof^a. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato, agradecimento especial pela orientação, incentivo, apoio, amizade e confiança, sempre presentes, minha gratidão.

Em especial ao Prof. Dr. Mário César Guerreiro, pela orientação, dedicação e apoio total na preparação das amostras e pela dedicação e paciência nas análises cromatográficas.

Ao Prof. Dr. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas dicas referentes à elaboração do projeto e pelo apoio e dedicação nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Raimundo Vicente de Souza, pelo apoio e informações.

Ao Prof. Dr. Luis David Solis Murgas, pelo apoio e disposição na condução deste trabalho.

Ao meu amigo e colega Gilson Ferreira de Moraes, agradecimento especial pela participação, disposição, colaboração, dedicação, compreensão, companheirismo, dicas, ajuda e grande amizade durante todas e cada uma das fases do trabalho.

Aos alunos de graduação e integrantes do NAQUA (Núcleo de Estudos em Aquicultura), Daniel Okamura e Felipe Guedes de Araújo, pela disposição, dedicação, dicas e ajuda na fase experimental da larvicultura, e a Janine França, pela valiosa ajuda na cultura do plâncton.

Ao aluno de pós-graduação do Departamento de Química, João Batista Cardoso de Araújo, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

A todos os colegas de pós-graduação, particularmente Paula Adriane Perez Ribeiro e Lutérsia Maria Ferreira de Oliveira, pela disposição e ajuda na fase final deste trabalho.

Aos funcionários da Estação de Piscicultura da UFLA, Elici Pereira e José Roberto, pela preciosa colaboração na cultura do plâncton.

Aos funcionários do Laboratório de larvicultura da CEMIG-Itutinga, Gilson Antonio Azarias e Darli Querino de Asis, pelo valioso apoio na fase experimental.

Ao funcionário do Laboratório de Pesquisa Animal/Zootecnia, Márcio Nogueira, e do Laboratório de Fisiologia e Farmacologia/Medicina Veterinária, Willian Cortez; aos funcionários Pedro Adão Pereira e Carlos Henrique Souza, da Secretaria de Pós-Graduação; a Keila Cristina de Oliveira, da Secretaria do DZO, pela prontidão e disposição em todas as horas.

À família Morbek, pela grande amizade e valioso apoio nos momentos difíceis e pela convivência e cooperação nestes dois anos.

À amiga Laura Victoria Arango, pela companhia, apoio, compreensão e cooperação.

Aos meus pais e irmãs, por acreditarem e me apoiarem incondicionalmente em todas as minhas decisões.

A meu filho Jorge Enrique, pelas horas de espera, companhia e pelo sorriso sempre disponível.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

A Deus, por tudo!

MUITO OBRIGADA!!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 As espécies.....	4
3.1.1 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i> , Holmberg, 1887).....	4
3.1.2 Curimatá (<i>Prochilodus Lineatus</i> , Steindachner, 1881).....	5
3.2 Larvicultura.....	6
3.3 A larvicultura de pacu e curimatá	13
3.4 Zooplâncton como alimento e seu enriquecimento.....	15
3.5 Ácidos graxos essenciais	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Obtenção e cultivo do plâncton.....	26
4.2 Enriquecimento do plâncton	29
4.3 Análise dos ácidos graxos.....	32
4.4 Larvicultura de curimatá e pacu.....	34
4.5 Análise do desempenho	35
4.5.1 Resistência ao estresse (RS).....	35
4.5.2 Sobrevivência (S).....	36
4.5.3 Comprimento (GL) e ganho em peso (GP).....	36
4.6 Delineamento experimental	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1 Cultivo de plâncton.....	40
5.2 Enriquecimento de plâncton	43
5.3 Larvicultura de pacu	56

5.4 Larvicultura de curimatá.....	63
5.5 Resistência ao estresse	72
6 CONCLUSÕES.....	76
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78
ANEXOS.....	96

LISTA DE TABELAS

	Pag.
TABELA 1. Composição de ácidos graxos da artêmia e zooplâncton com e sem enriquecimento, em porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média \pm .DP, $n= 4$).	44
TABELA 2. Composição de ácidos graxos saturados, monosaturados e poliinsaturados da artêmia e zooplâncton com e sem enriquecimento, em porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média \pm .DP, $n= 4$).	49
TABELA 3. Composição de ácidos graxos essenciais e sua proporção no zooplâncton com e sem enriquecimento e na artêmia. Porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média \pm .DP, $n= 4$).	51
TABELA 4. Parâmetros de desempenho de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>). Médias e desvio padrão do comprimento (μm) e peso (mg) das pós-larvas e sobrevivência (%).	57
TABELA 5. Parâmetros de desempenho de curimatá (<i>Prochilodus lineatus</i>). Crescimento em comprimento (μ) e peso (mg) das pós-larvas; sobrevivência (%).	64
TABELA 6. Valores médios e desvio padrão de resistência ao estresse das pós-larvas de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) e curimatá (<i>Prochilodus lineatus</i>).	73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Cultura e coleta de zooplâncton. A e B. Cultura de cladóceros e copépodos em caixas de 60 e 30 litros, respectivamente, Laboratório Estação de Piscicultura de UFLA; C. Cultura de zooplâncton em caixas de 1000 litros; D. Coleta do plâncton; E. Seleção do tamanho do zooplâncton - Laboratório de Larvicultura CEMIG, Itutinga.	28
FIGURA 2. Estação ambiental da CEMIG, Itutinga. A. Sala de reprodução.; B Caixas de larvicultura.; C. Sistema de abastecimento e drenagem das caixas de larvicultura.; D. Garrafas para o enriquecimento de plâncton.	31
FIGURA 3. Cromatograma representativo de ésteres metílicos dos ácidos graxos do zooplâncton com 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g de óleo e da artêmia.	45
FIGURA 4. Porcentagem de DHA no zooplâncton, relacionada aos níveis de óleo no enriquecimento.	52
FIGURA 5. Porcentagens de ácido araquidônico (AA), ácido eicosapentanoico (EPA) e ácido docosaexanóico (DHA) no zooplâncton sem enriquecimento (1), enriquecido (2-5) e na artêmia (6).	52
FIGURA 6. Média dos valores de ganho em comprimento (GC) e ganho de peso (GP) das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura. T1-T6 tratamentos de alimentação.	57
FIGURA 7. Média e desvio padrão do comprimento das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.	58

- FIGURA 8.** Média e desvio padrão do peso das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 60
- FIGURA 9.** Média e desvio padrão da sobrevivência das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 63
- FIGURA 10.** Média e desvio padrão do comprimento das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 65
- FIGURA 11.** Média dos valores de ganho do comprimento das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. . 65
- FIGURA 12.** Média e desvio padrão do peso das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 67
- FIGURA 13.** Média dos valores de ganho do peso das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 68
- FIGURA 14.** Média e desvio padrão da sobrevivência das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia. 71

RESUMO

PRIETO, G. Martha Janeth. **Enriquecimento de zooplâncton com óleo de peixe na larvicultura de pacu, *Piaractus mesopotamicus* e curimatá, *Prochilodus lineatus***. 2003. 106 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade técnica do uso de zooplâncton enriquecido com ácidos graxos na alimentação de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimatá (*Prochilodus lineatus*). Na Estação de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi realizado o isolamento de cepas, a cultura de cladóceros e copépodos e o experimento de enriquecimento do zooplâncton, através da emulsão à base de óleo de peixe com 8,5% de DHA em 5 níveis (0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g de óleo) num delineamento experimental de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições. O parâmetro avaliado foi o perfil de ácidos graxos mediante análise cromatográfica. Na Estação Ambiental de Itutinga da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) foi realizada, durante 5 dias, para cada espécie a larvicultura de pacu e curimatá, usando 30 caixas plásticas com capacidade de 30 litros água e renovação contínua, em uma densidade de 10 pós-larvas por litro; foram avaliados 6 tratamentos de alimentação: zooplâncton sem enriquecimento, zooplâncton com 4 diferentes níveis de enriquecimento (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g de óleo) e náuplios de artêmia, em um delineamento de blocos casualizados com 6 tratamentos e 5 repetições. Foram avaliados os parâmetros de desempenho nas pós-larvas, comprimento, peso, sobrevivência e resistência ao estresse. Os resultados demonstraram que o zooplâncton apresentou perfil de ácidos graxos com alta porcentagem de monosaturados e poliinsaturados com elevado conteúdo de ácido araquidônico e linoléico, em função do enriquecimento com DHA, AA e ácido linoléico. O uso de zooplâncton enriquecido com ácidos graxos é viável na larvicultura de pacu permitindo adequado desempenho das pós-larvas no comprimento, a sobrevivência e a resistência ao estresse, sendo a proporção de AA/DHA/EPA presente neste zooplâncton adequada para esta espécie. Enquanto que altas porcentagens de ácido linolênico associadas a baixas porcentagens de EPA constituem em proporções adequadas para curimatá, por ter propiciado melhores comprimento, peso, sobrevivência e resistência ao estresse quando alimentadas com artêmia.

¹ Comitê Orientador: Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA (Orientadora), Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA, Mário César Guerreiro- UFLA e Norma Dulce Barbosa Campos – CEMIG.

ABSTRACT

PRIETO, G. Martha Janeth. **Enrichment of zooplâncton with fish oil in larvicultura of pacu, *Piaractus mesopotamicus* and curimbatá, *Prochilodus lineatus***. 2003. 106 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

The objective of this study was to evaluate the technical viability of the zooplâncton enriched with acids graxos used in the feeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and curimbatá (*Prochilodus lineatus*) larvae. In the Station of Fish farming of the Federal University of Lavras (UFLA), was made the isolation of stumps, the cladocerans and copepods culture and the enrichment experimental, was made by the emulsion containing fish oil with 8,5% of DHA in 5 levels (0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g of oil) . The experiment was in the randomly blocks design, with 5 treatments and 4 replicates. The profile of fatty acids was analysed by gas chromatograph . In the Environmental Station of Itutinga of the Energy Company of Minas Gerais (CEMIG) it was developed, for 5 days, for each species the pacu larvicultura and curimbatá, using 30 plastic boxes with capacity of 30 liters water and continuous renewal, in a density of 10 powder-larvas per liter; they were appraised 6 feeding treatments: zooplâncton without enrichment, zooplâncton with 4 different enrichment levels (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g of oil) and artêmia náuplios, in a desingn of randomly blocks with 6 treatments and 5 repetitions. The performance of larvae as well as length, weight, survival and resistance to the stress were evaluated. The results shown that the zooplâncton presents profile of fatty acids with high monosaturated and poliinsaturated percentage with high content of acid araquidonic and linoleic, due to enrichment with DHA, AA and acid linoleic. The zooplâncton enriched with fatty acids is viable in the pacu larvicultura appropriate performance of the larvae in the length, the survival and the resistance to the stress, being the proportion of present AA/DHA/EPA in this appropriate zooplâncton for this species. Therefore the highest percentages of acid linolenic associated to low percentages of EPA shown to be adequate proportions for curimbatá due to better length, weight, survival and resistance to the stress when fed with artêmia

¹ Guiding committee: Priscila Vieira Rosa Logato - UFLA (Advisor), Rilke Tadeu Fonseca of Freitas-UFLA, Mário César Guerreiro - UFLA and Norma Dulce Barbosa Campos-CEMIG.

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura no Brasil ainda apresenta resultados modestos de desenvolvimento devido aos processos de produção adotados e à falta de informações.

O ponto crítico no ciclo de produção dos peixes é, sem dúvida, a fase de pós-larva, que requer alimentos externos que devem ser apropriados quantitativa e qualitativamente; portanto, na larvicultura se concentram as grandes dificuldades para a produção. A disponibilidade de pós-larvas e alevinos, em quantidade e com boa qualidade, é ainda o fator crítico para o sucesso da produção intensiva, em que a alimentação e a nutrição têm sido apontadas como os principais fatores responsáveis pelos freqüentes insucessos da larvicultura, constituindo o gargalo que impede a expansão da atividade

Pós-larvas podem ser divididas em precociais e altriciais. As pós-larvas altriciais apresentam pouca reserva de vitelo e o trato digestivo indiferenciado, utilizando as enzimas das presas, constituídas principalmente por zooplâncton, para facilitar o processo de digestão e estimular as enzimas endógenas. Já as precociais apresentam o trato diferenciado e, portanto, são menos dependentes de alimentos vivos para o processo de digestão.

No desenvolvimento inicial das larvas e pós-larvas dos peixes, são requeridos vários nutrientes, mas destacam-se atualmente os requerimentos nutricionais dos ácidos graxos essenciais, constituídos pelos ácidos linoléico, linolênico, araquidônico, e para algumas fases mais jovens, o docosaexanóico. Os ácidos graxos essenciais participam da formação dos fosfolipídios da membrana celular, sendo responsáveis na manutenção da integridade, fluidez e permeabilidade da célula na maioria dos tecidos. Esses ácidos também são precursores dos eicosanóides, que são substâncias que apresentam funções

fisiológicas vitais, tais como reações inflamatórias, imunológicas e tradutores de sinais celulares.

A necessidade de ácidos graxos essenciais para a construção e renovação de membranas é especialmente elevada durante o rápido crescimento nos estágios de larvas e pós-larvas dos peixes, que pode exceder a capacidade de síntese endógena. Por isso, para atender estes requerimentos nutricionais, em pós-larvas altriciais, são oferecidos alimentos enriquecidos com ácidos graxos essenciais, aumentando a taxa de crescimento, a sobrevivência e a resistência ao estresse.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Avaliar a viabilidade técnica do uso de zooplâncton enriquecido com ácidos graxos na alimentação de pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimbatá (*Prochilodus lineatus*).

2.2 Específicos

- Enriquecer com ácidos graxos os organismos zooplanctônicos: cladóceros e copépodos.
- Determinar a sobrevivência das pós-larvas de curimbatá (*Prochilodus lineatus*) e pacu (*Piaractus mesopotamicus*) após larvicultura, alimentadas com zooplâncton vivo enriquecido com ácidos graxos essenciais.
- Avaliar o crescimento (comprimento e peso) das pós-larvas de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Curimbata (*Prochilodus lineatus*), alimentadas com zooplâncton vivo enriquecido com ácidos graxos essenciais.
- Avaliar a resistência ao estresse das pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimbatá (*Prochilodus lineatus*), alimentadas com zooplâncton vivo enriquecido com ácidos graxos essenciais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 As espécies

3.1.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887).

Espécie classificada anteriormente como *Colossoma mitrei*, é um peixe de piracema, nativo da bacia do Prata, onde apresenta grande importância na pesca comercial. Apresenta cabeça relativamente pequena, com duas séries de dentes, escamas pequenas, havendo relatos de peixes com 82,0 cm de comprimento total e 18,5 kg de peso vivo. Em meio natural, comporta-se como onívoro, alimentando-se de frutos, sementes, crustáceos, etc. (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000). Esta espécie tem despertado interesse para a piscicultura, pelo elevado valor comercial (Lovshin& Cyrin,1998), adaptação à alimentação artificial e também pela facilidade de obtenção de larvas por meio da reprodução induzida.

O pacu é espécie ovulípara, de desova total, sendo que o período reprodutivo ocorre nos meses de temperaturas mais elevadas do ano. A produção de alevinos do pacu é obtida pela reprodução induzida, apresentando boa taxa de fertilização. A incubação dos ovos é realizada numa temperatura entre 25°C a 27°C, evitando-se alterações bruscas nas incubadoras e mantendo-se uma taxa constante de renovação de água. A eclosão das larvas ocorre de 20 a 25 horas após a fertilização, com uma temperatura média de incubação de 25°C. Logo após a eclosão, o pacu apresenta um peso vivo médio de 0,12 mg e comprimento total médio de 4,4 mm. O crescimento durante o primeiro mês varia de acordo com a alimentação e os fatores bióticos e abióticos da água (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000).

Entre as espécies nativas, o pacu é aquela sobre a qual tem-se o maior número de informações sobre suas exigências nutricionais. Existem diversos alimentos produzidos e disponíveis no país e que podem ser empregados na alimentação do pacu. A alimentação natural apresenta grande importância no desenvolvimento e sobrevivência das pos-larvas e alevinos, sendo importante observar os aspectos quantitativo e qualitativo. O início da alimentação exógena ocorre de 2 a 5 dias após eclosão e, nessa fase, é imprescindível uma boa disponibilidade de zooplâncton (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000).

A espécie é estudada há várias décadas, havendo informações diversas sobre a larvicultura (Pinto & Castagnolli, 1984; Basile-Martins et al., 1986; Dias et al., 1988, Fregadolli, 1993; Senhorine et al., 1991; Fontes & Senhorini, 1994; Jomori, 1999 e 2001; Beerli, 2002; Tesser et al., 2003; Moreira et al., 2003)

3.1.2 Curimatá (*Prochilodus Lineatus*, Steindachner, 1881)

Curimba, curimbata ou papa-terra é um peixe que pertence à família Prochilodontidae, conhecido pelo nome científico *Prochilodus lineatus* (Steindachner, 1881) = *Prochilodus scrofa*, ocorrendo na bacia dos rios Paraná Grande, Pardo e Mogi-Guaçu. Apresenta como característica marcante a sua boca protátil, que permite a exploração de substratos diferenciados no sedimento. Apresenta corpo com coloração prateada quando adulto (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000).

Os peixes desta espécie caracterizam-se pela sua rusticidade, além da elevada taxa de crescimento e, com uma boa alimentação e água de boa qualidade, pode atingir mais de 1,0 kg no período de um ano. É um peixe detritívoro, tanto na fase jovem como na adulta; prefere os ambientes lóticos, em locais de águas mais lentas. É uma espécie reofílica, podendo migrar várias centenas de quilômetros até as áreas de desova, na época de reprodução, de

novembro a janeiro. Em cativeiro, pressupõe a reprodução induzida para a produção de larvas, sendo conhecida pela sua elevada prolificidade (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000).

Macho e fêmea são idênticos externamente. O macho se reproduz aos dois anos de idade, com 24 cm e a fêmea, aos três anos, com 31 cm de comprimento. É utilizado principalmente em sistema de consorciação com outras espécies e em cultivo único utilizá-se de 0,8 a 1,0 peixe/m². Na sua larvicultura apresentam hábito alimentar onívoro, sendo importante a adubação orgânica, utilizando de 25 a 50 pós-larvas/m², densidade mantida até o período de 30 dias. Após, os alevinos entram para as fases de crescimento/terminação. O plâncton é fundamental durante a fase inicial, quando se alimentam do fitoplâncton e zooplâncton disponíveis, sendo também importante associar a adubação com uma dieta artificial, que pode ser fornecida na proporção de 5% a 8% da biomassa do tanque (Furuya, 2001 a; CEMIG/CETEC, 2000).

Informações variadas são disponíveis sobre as pós-larvas de curimatá (Cestarolli et al., 1992; Cestarolli e Portella, 1994a,b; Pelli et al., 1996; Cestarolli et al., 1997; Salles, 1998; Portella et al., 2000; Rojas et al., 2001; Cestarolli & Salles, 2003).

3.2 Larvicultura

Devido às divergências de opiniões entre os autores, neste trabalho será considerada larva o estágio que compreende da eclosão até o início da alimentação exógena. A partir do momento em que as larvas iniciarem sua alimentação serão chamadas de pós-larvas. O ponto crítico na vida dos peixes é quando a larva passa a se alimentar; logo após absorção do saco vitelino, muda a alimentação de endógena para exógena, o que significa uma grande e importante

mudança metabólica para a pós-larva (Zimmermann & Jost, 1998; Lozano, 1990; Portella et al., 2002).

As pós-larvas da maioria de espécies são planctófagas, principalmente zooplancctófagas, mesmo quando adultos herbívoros (Senhorini & Fransoto, 1994; Zimmermann & Jost, 1998; Furuya, 2001b; Portella et al., 2002). Na fase larvária geralmente apresentam boca e ânus abertos, vesícula gasosa inflada, olhos pigmentados funcionais que, junto com o desenvolvimento de outros órgãos sensoriais (olfatório e botões gustativos), vão auxiliar na captura e ingestão de alimento (Jomori, 2001).

As larvas de peixes da maioria de espécies comerciais possuem reservas vitelinas escassas, sendo denominadas de altriciais por Alliot et al. (1981) (Ruts et al., 1993). Quando iniciam a alimentação exógena não apresentam o sistema digestório completamente formado, o intestino anterior ainda é indiferenciado e sem glândulas gástricas (Kolkovski, 2001; Tesser, 2002), não sendo capazes de aproveitar satisfatoriamente os nutrientes de dietas artificiais (Galvão et al., 1997, Zimmermann & Jost, 1998; Kurokawa et al., 1998; Jomori, 2001; Portella et al., 2002; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003). Portanto, é uma fase crítica para sua sobrevivência, ao contrário das larvas precociais, que assimilam eficientemente o alimento artificial desde o início da alimentação exógena (Kubitza, 1998).

Durante o período endotrófico, nessas larvas aparecem o fígado e o pâncreas. Antes da formação do estômago, a digestão ocorre no intestino em pH alcalino onde as enzimas, tripsina e quimiotripsina são as principais responsáveis por essas degradações (Walford & Lam 1993; Moyano et al., 1996; Cahu & Zambonino-Infante, 2001). A inadequação de regimes alimentares para as pós-larvas é uma das barreiras para o sucesso na larvicultura de espécies de peixes tropicais (Cestarolli et al., 1997; Senhorini & Fransoto, 1998; Portella et

al., 1997 e 2000; Tesser, 2002), principalmente pelo pequeno tamanho da boca das larvas recém eclodidas, a limitada reserva de vitelo, pouca habilidade natatória, o atraso ou inabilidade na primeira alimentação, densidades inadequadas de presas, a composição bioquímica do alimento e o precário estado de desenvolvimento do aparato digestório com sua conseqüente ausência de enzimas digestórias para a alimentação exógena (Eda et al., 1990; Zavala-Camin, 1996; Zimmerman, 1999; Jomori, 2001; Tesser, 2002). Segundo Appelbaum (1978), citado por Neto (1999), a distribuição de alimento vivo, zooplâncton ou náuplius de artêmia para larvas mantidas em condições controladas, em laboratório, normalmente permite obter uma sobrevivência elevada (90%) e um crescimento satisfatório.

Segundo Kubitza (1997 e 1998), dentre as espécies altriciais se incluem as pós-larvas de pacu, tambaqui, surubin, dourado, piracanjuba, curimatá, entre outros. O mesmo autor afirma que o zooplâncton (protozoários, rotíferos, náuplios e adultos de cladóceros e copépodos e náuplios de artêmia salina, entre outros organismos) é o primeiro alimento externo para as pós-larvas da maioria dos peixes. As enzimas proteolíticas do próprio zooplâncton são liberadas por ação física das pós-larvas durante a captura e ingestão dos mesmos. Estas enzimas exógenas desencadeariam a hidrólise das proteínas do próprio zooplâncton ingerido, estimulando a secreção de enzimas endógenas pelo trato digestivo das pós-larvas. De acordo com Tamaru et al. (1999), nestes casos, os organismos vivos podem ser descritos como um “pacote de nutrientes naturalmente encapsulado”.

As pós-larvas altriciais utilizam enzimas da presa ingerida para facilitar seu processo de digestão, sendo dependentes das mesmas para desenvolver seu sistema digestório (Galvão et al., 1994, Zimmermann & Jost, 1998; Kurokawa et al., 1998; Sipaúba-Tavares, 2003) e os produtos da autóólise da presa podem estimular a secreção tripsinogênio e/ou ativar zimogênios no pâncreas das larvas

(Person-Le Ruyet et al., 1993), assim como incrementar a produção de bombesina no trato digestório (Kolkovsli et al., 1997; Kolkovski, 2001). Além disso, os alimentos vivos contêm outros neuropeptídios intestinais e fatores nutricionais de crescimento com os quais se promove a digestão (Kolkovski, 2001). Para as pós-larvas altriciais, o fornecimento e a disponibilidade de alimento vivo são fundamentais na alimentação inicial (Galvão et al., 1997; Kolkowski et al., 1997; Önal & Langdon, 2000; Jomori, 2001; Tesser, 2002; Portella et al., 2002), além de ser as principais fontes de substâncias necessárias ao desenvolvimento inicial, como as proteínas, os aminoácidos livres e os ácidos graxos essenciais, dentre outras (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Zimmermann & Jost, 1998; Hagiwara et al., 2001; Portella et al., 2002; Sipaúba-Tavares, 2003; Carvalho et al., 2003).

Hoje existem três principais procedimentos para a alimentação inicial de pós-larvas de peixes marinhos ou de água doce. O primeiro é a utilização de zooplâncton proveniente de coletas em ambiente natural ou a estocagem das larvas em viveiros de terra fertilizados, logo após a abertura da boca (Senhorini, 1995; Cestarolli et al., 1997; Berlli, 2002). O segundo é a larvicultura intensiva, com a utilização de organismos zooplantônicos (rotíferos, copépodos, cladóceros e artêmia) cultivados em laboratório (Cestarolli et al., 1997; Portella et al., 1997; Salles, 1998; Rojas et al., 2001; Shields, 2001; Wadnipar & Narvaez, 2002; Jomori et al., 2003). O terceiro procedimento é a introdução precoce de alimento inerte, principalmente rações microencapsuladas (Jomori, 1999; Portella et al., 2000; Tesser, 2002; Portella et al., 2002).

O sucesso da piscicultura como uma bioindústria origina-se no domínio da produção de pós-larvas e alevinos de espécies potencialmente cultiváveis que garantem a formação saudável dos peixes e o abastecimento do mercado (Borghetti, 1996; Moreira, 1998; Senhorine & Fransoto, 1998; Zimmermann, 1999; Sipaúba-Tavares, 1993). Isto requer o conhecimento sobre alimentação,

crescimento, taxas de sobrevivência e outros aspectos biológicos das larvas (Zavala-Camin, 1996; Cestarolli et al., 1997; Pezzato, 1997).

Na maioria dos sistemas de aquacultura, as exigências nutricionais, taxas de crescimento, taxas de mortalidade e condições ótimas de crescimento para as larvas não são bem conhecidas e a larvicultura de peixes nativos com potencial para a piscicultura ainda apresenta muitas dificuldades (Anderson, 1995; Basile-Martins, 1984; Castagnolli, 1992, Fregadolli, 1993; Sipaúba-Tavares & Rocha, 1994). Um dos principais problemas que ainda entravam a produção de alevinos em escala industrial é a alimentação das pós-larvas nos primeiros dias de vida e seus requisitos nutricionais (Dias et al., 1988; Basile-Martins, 1984; Sipaúba-Tavares & Rocha 1994; Cestarolli et al., 1997; Moreira, 1998; Zimmermann, 1999). O sucesso na criação da maioria das espécies reofílicas brasileiras, na fase de larvicultura, depende primordialmente do tipo, quantidade e manutenção do zooplâncton disponível nos ambientes de criação, da densidade de larvas estocadas, qualidade da água, domínio das técnicas de incubação, alevinagem e a falta de reprodutores para os trabalhos de propagação artificial (Neto, 1999).

Estudos de nutrição de pós-larvas de peixes devem considerar dois diferentes aspectos: a) alterações quantitativas e qualitativas dos requerimentos nutricionais durante o desenvolvimento; b) ontogênese de novas estruturas e funções que alterem a capacidade da pós-larva de peixe em ingerir, digerir, absorver e metabolizar as dietas ou nutrientes (Verreth, 1999). Pós-larvas de peixes sempre são alimentadas com altas densidades de presas durante a larvicultura. Densidades de presas elevadas proporcionam maior taxa de encontro entre predador e presa e, conseqüentemente, maior consumo do alimento. Uma maior alimentação geralmente resulta em mais rápido crescimento e desenvolvimento, melhores condições gerais das pós-larvas e altas taxas de sobrevivência (Rabe & Brown, 2000).

Estudos que comparam a disponibilidade de presas num ambiente com as presas ingeridas pelas larvas de peixes confirmam que a característica do tamanho da presa afeta fortemente padrões de seletividade pelo alimento (Checkley, 1982; Govoni et al., 1986; Meng & Orsi, 1991). A maioria das pós-larvas no momento da primeira alimentação é dependente da visão para detectar a presa. O sucesso de captura de presas por pós-larvas de peixes planctófagos depende da idade das pós-larvas, tamanho, competência motora e fisiologia. Todos esses fatores melhoram a eficiência de captura de acordo com o desenvolvimento dos peixes (Blaxter, 1986, Fregadolli, 1990; Fregadolli, 1993). Além disso, o crescimento heterogêneo de pós-larvas e alevinos é usualmente relacionado com a competição por alimento, estresse e interações sociais (Gomes et al., 2000).

Normalmente, o número de vezes que os peixes devem ser alimentados é maior nas primeiras fases de vida. Durante a larvicultura, é comum o alimento ser fornecido várias vezes ao dia (Logato, 2000). A frequência alimentar de dois a quatro refeições no dia é a mais adequada para incrementar significativamente a quantidade de alimento ingerido pelas pós-larvas e maximizar a taxa de crescimento (Charles et al., 1984; Cestarolli et al., 1997; Salles, 1998; Portela et al., 2000; Rabe & Brown, 2000)

A técnica de larvicultura adotada pela maioria dos piscicultores no Brasil é o sistema semi-intensivo, que consiste na estocagem direta das pós-larvas em viveiros fertilizados logo após o início da alimentação exógena (Cestarolli & Portella, 1994b). No entanto, essa técnica geralmente resulta em baixas taxas de sobrevivência, dificultando a produção de alevinos em larga escala. Os mesmos autores dizem que este procedimento leva a uma produção de alevinos bastante variável, altamente dependente das condições naturais, tais como temperatura, abundância de alimento apropriado, presença de predadores, doenças, etc., o que não permite o planejamento da produção numa etapa posterior.

Nos viveiros, os organismos zooplanctônicos presentes podem não possuir tamanho adequado às pós-larvas em suas diferentes fases, apresentando-se ainda em quantidades insuficientes ou até mesmo estarem distribuídos de maneira desuniforme na coluna d'água, gerando diferentes oportunidades de alimentação entre as pós-larvas. Também a existência de predadores, como insetos, larvas ou adultos, pode causar predação em larga escala (Woynarovich & Horvath, 1983), sendo a predação o principal problema nos tanques de cultivo.

Alternativamente, existe a possibilidade de cultivar larvas em sistema intensivo, denominado “indoor”. Nesse sistema, as larvas são mantidas em laboratório, onde ficam protegidas de predadores e recebem alimentos de qualidade e em quantidades adequadas ao seu desenvolvimento inicial. Posteriormente, quando estão mais crescidas, são transferidas aos viveiros externos. Porém, é uma técnica que eleva os custos de produção, sendo utilizada, no Brasil, apenas por alguns produtores de espécies carnívoras ou de alto valor econômico (Jomori, 2001; Portella et al., 2002). Assim, o cultivo de larvas em laboratório permite investigações mais detalhadas sobre os hábitos e preferências alimentares e sobre o comportamento das larvas, informações estas que são imprescindíveis para o desenvolvimento da piscicultura. Cestarolli & Portella (1994a) preconizam que, com a difusão do sistema intensivo de larvicultura, poderia haver uma maior disponibilidade de alevinos de boa qualidade para a engorda.

Considerando-se que a obtenção de alevinos é a etapa final em que se pode avaliar o sucesso da larvicultura, os efeitos da larvicultura intensiva no desempenho e sobrevivência dos alevinos são fundamentais para garantir altas produções. Segundo Salles (1998), as vantagens da larvicultura intensiva baseiam-se em evitar as influências ambientais desfavoráveis, criar condições ambientais ótimas, diminuir o fator de conversão alimentar, aumentar a taxa de

sobrevivência, manter a produção de peixes independente de fatores sazonais, melhorar o período de produção e produzir peixes de maneira mais contínua para o mercado. No mesmo sentido, com base nos resultados obtidos por diferentes autores, recomenda-se a manutenção das larvas altriciais de peixes de piracema, em sistemas de larvicultura intensiva, por não mais que cinco a seis dias (Salles, 1998; Jomori, 2001; Portella et al. 2002).

3.3 A larvicultura de pacu e curimatá

A larvicultura de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimatá (*Prochilodus lineatus*) pode ser realizada em um período de 5 dias, tempo estimado adequado para gerar pós-larvas de boa qualidade para a etapa de crescimento e engorda. Segundo Wadnipar & Narváez (2002), o período mínimo necessário para o manejo da primeira alimentação de *Prochilodus magdalenae* deve ser três dias com artêmia em condições controladas, obtendo-se adequados valores de sobrevivência, crescimento e viabilidade das pós-larvas. De acordo com Portella et al. (2000), altas taxas de sobrevivência (80%) são obtidas em *Prochilodus scrofa*, quando alimentadas com rotíferos por pelo menos 4 dias. Segundo Jomori (2001), um período inicial de 6 dias na larvicultura intensiva fornecendo alimento vivo tem vantagens econômicas e produtivas na produção de alevinos de pacu *Piaractus mesopotamicus*. Salles (1998), estudando os aspectos técnicos e econômicos da larvicultura de curimatá, recomenda a manutenção das pós-larvas em sistema de larvicultura intensiva por não mais que 5 dias.

As pós-larvas de pacu e curimatá podem alimentar-se com artêmia e zooplâncton composto por diferentes espécies de cladóceros e copépodos; este tipo de alimento se enquadra entre os organismos do zooplâncton empregados na larvicultura intensiva de pós-larvas altriciais, compostos principalmente por

rotíferos, copépodos, cladóceros e artêmia (Cestarolli et al., 1997; Portella et al., 1997; Salles, 1998; Rojas et al., 2001; Shields, 2001; Wadnipar & Narvaez, 2002; Jomori et al., 2003).

A densidade de 10 pós-larvas.L⁻¹, segundo Beerli (2002), permite aos peixes boas condições para seu desenvolvimento sem ocorrência de competição pelo alimento ou interferência na qualidade da água. Este autor, trabalhando na larvicultura de pacu *Piaractus mesopotamicus* nesta densidade populacional, concluiu que a baixa densidade de pós-larvas em conjunto com a renovação constante de água, auxiliou para manter a boa qualidade da água na larvicultura desta espécie. Segundo Jomori (2001), pós-larvas de pacu podem manter-se a uma densidade de 18 larvas.L⁻¹ sem afetar os valores médios dos resultados de desempenho das mesmas. Portella et al. (1997) trabalharam na larvicultura de curimatá *Prochilodus scrofa* alimentada com rotíferos, uso densidade inicial de 40 pós-larvas.L⁻¹ em aquários com fluxo contínuo de água (1,5-2,0 L.hora⁻¹). O sistema mostrou-se adequado para prevenir a perda de presas e dar condições ótimas às pós-larvas.

Na larvicultura de espécies de peixes tropicais é comum uma frequência alimentar de 3 vezes ao dia, usando, em média 100 organismos.pós-larva.dia⁻¹. Portella et al. (2000) usaram, na larvicultura de curimatá, quantidade de 450 organismos.pós-larva.dia⁻¹, dividida em duas refeições, numa temperatura média de 26,3°C, registrando adequado desempenho das pós-larvas. Cestarolli et al. (1997) testaram três níveis de alimentação (300, 450 e 600 organismos.pós-larva.dia⁻¹) em duas refeições diárias até o 4º dia de alimentação, verificando que os níveis de alimentação não influenciaram nas taxas de sobrevivência, mas tiveram efeito no crescimento das pós-larvas de *Prochilodus scrofa*. Também com curimatá, Salles (1998) empregou 2 refeições diárias, às 8 e 17 horas, sendo a refeição da tarde o dobro daquela oferecida pela manhã. Jomori (2001), na larvicultura de pacu, utilizou três refeições diárias de 100 nauplios.pós-larva⁻¹

nos três primeiros dias e 250 náuplios.pós-larva⁻¹ do quarto ao sexto dia, obtendo altas taxas de sobrevivência de 95,97% e 86,38% ao terceiro e sexto dia de larvicultura, respectivamente.

Em geral, densidades de presas elevadas proporcionam maior taxa de encontro entre predador e presa e, conseqüentemente, maior consumo de alimento. A maior alimentação dosada em poucas refeições ao dia e não em exposição contínua geralmente resulta em rápido crescimento e desenvolvimento, melhores condições gerais das larvas e altas taxas de sobrevivência (Rabe & Brown, 2000). Normalmente, o número de vezes que os peixes devem ser alimentados é maior nas primeiras fases de vida. Durante a larvicultura, é comum o alimento ser fornecido várias vezes ao dia (Logato, 2000). Duas a quatro refeições ao dia é a freqüência alimentar mais adequada para incrementar significativamente a quantidade de alimento ingerido pelas pós-larvas e maximizar a taxa de crescimento (Charles et al., 1984; Kestmont & Awaiss, 1989; Cestarolli et al., 1997; Salles, 1998; Portela et al., 2000; Rabe & Brown, 2000)

3.4 Zooplâncton como alimento e seu enriquecimento

Em aquícultura, alimento vivo é o grupo de organismos componentes do plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), o qual constitui a unidade básica de produção de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos. A importância do plâncton em piscicultura é maior durante as fase de larvicultura e alevinagem, sendo sua importância independente do hábito alimentar do peixe na vida adulta. Via de regra, após a absorção do saco vitelino, o início da alimentação exógena da larva será constituída de organismos planctônicos pelas larvas altriciais (Person-Le Ruyet, 1989; Portella et al., 1990; Tandler & Kolkowski, 1991; Bengtson, 1991, Cestarolli & Portella, 1994a; Lavens & Sorgeloos, 1998), sendo

demonstrada a essencialidade de organismos vivos como alimento inicial para pós-larvas de peixes (Walford & Lam, 1993; Jomori, 2001), uma vez que praticamente todas as espécies se alimentam de plâncton na fase de pós-larvas (Logato, 2000; Sipaúba-Tavares, 2003).

Vários experimentos com larvas de espécies brasileiras de água doce, notadamente o pacu, o tambaqui, a piracanjuba, o curimatá e o matrinhã, vêm demonstrando a necessidade do uso de alimentos vivos, havendo a preferência por pequenos cladóceros, rotíferos e náuplios de copépodos (Salles, 1998; Neto, 1999; Portella et al., 2000; Furuya, 2001b). O zooplâncton selvagem constitui-se de organismos vivos de grande importância para as fase iniciais de vida das pós-larvas, consistindo na melhor opção para esta fase de vida (Woynarovich & Horvath, 1983; Basile-Martins, 1984; Woynarovich, 1983; Sipaúba-Tavares, 1993; Castagnolli, 1992; Barbosa, 1996; Kubitzka, 1997).

A composição bioquímica do alimento vivo para os peixes é importante, sendo considerado o alimento que contém a maioria das substâncias nutritivas e que serve como base para dietas experimentais para peixes. O alimento vivo, devido ao seu conteúdo de ácidos graxos essenciais (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Sipaúba-Tavares, 2001; McKinnon A . D. et al., 2003), é uma boa opção para a nutrição das larvas. Em geral, os alimentos naturais apresentam altos níveis de proteína de excelente qualidade (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Zimmermann & Jost, 1998; Hagiwara et al., 2001; Portella et al., 2002; Sipaúba-Tavares, 2003; Carvalho et al., 2003), sendo fontes importantes de vitaminas e minerais (Kubitzka, 1998, Kubitzka, 1997; Coutteau & Sorgeloos, 1997; Allgren et al., 1997). O plâncton possui enzimas necessárias para o crescimento e sobrevivência das larvas (Galvão et al., 1997; Lavens&Sorgeloos,1996; Zimmermann & Jost, 1998; Kurokawa et al., 1998; Kolkovski, 2001; Sipaúba-Tavares, 2003); a movimentação natural desses organismos planctônicos estimula o comportamento predatório das larvas (Lavens & Sorgeloos, 1996;

Portella et al., 2002) e o alimento vivo em quantidade adequada não compromete a qualidade da água (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Lavens & Sorgeloos, 1996; Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

Apesar dos esforços para substituir totalmente o alimento vivo por dietas artificiais, os aqüicultores ainda são dependentes da produção e do emprego de microrganismos para a alimentação de espécies aquícolas, pois, em geral, o alimento artificial não supre as necessidades nutricionais ou não apresentam as características adequadas para eles, constituindo o plâncton a melhor opção nesta fase de vida (Castagnolli, 1992; Barbosa, 1996; Kubitzka, 1997; Portella et al., 2002; Blair et al., 2003). A utilização de alimento vivo apresenta como principais vantagens: menor grau de poluição quando comparada à utilização de dietas artificiais, melhor distribuição do alimento em todo o volume de água, além de manter suas características por muitas horas (Zimmermann & Jost, 1998; Lavens & Sorgeloos, 1996) o que não ocorre com alimentos artificiais. Além disso, o plâncton apresenta ciclo de vida curto, alta taxa de fertilidade e capacidade de viver em grandes agregados, características que facilita seu cultivo, e sua movimentação lenta e corpo colorido facilitam sua captura por parte das pós-larvas de peixes (Lavens & Sorgeloos, 1996). O zooplâncton também apresenta a possibilidade de ser biocápsula ao ser enriquecido.

Nos países onde se pratica com êxito a aqüicultura, o manejo de artêmia e os cultivos em larga escala de microalgas, rotíferos, copépodos e cladóceros são práticas rotineiras para a produção e alta taxa de sobrevivência de organismos em sistemas de cultivo semintensivo e intensivo (Walford & Lam, 1993; Jomori, 1999 e 2001; Hagiwara et al., 2001; Hernández et al., 2003). O valor nutricional do alimento vivo é variável em função do: tamanho, alimento fornecido, digestibilidade e composição química das diferentes espécies (Fregadolli, 1993; Bretti & Muller-navarra, 1997; Coutteau & Sorgeloos, 1997; Hagiwara et al., 2001). Principalmente, o teor nutritivo baseia-se no conteúdo de

aminoácidos e ácidos graxos essenciais, dentro de outros elementos que favorecem o crescimento e a sobrevivência das diferentes espécies a serem cultivadas (Lavens& Sorgeloos, 1996; Sipaúba-Tavares &Rocha, 2003).

O uso de zooplâncton para as pós-larvas de peixes está sujeito ao tipo de larvicultura desenvolvida. Pode-se fornecê-lo diretamente como produto do cultivo de plâncton selvagem em tanques próprios e o fornecimento em sistemas “*indoor*”, e o cultivo de espécies isoladas. Um dos problemas da utilização de zooplâncton selvagem é a possibilidade de introdução de patógenos e predadores (Adeyemo et al., 1994; Kerguelem, 2001).

Dentre os grupos do zooplâncton mais utilizados estão a artêmia (Braquiopodo), os rotíferos (metazooários), os cladóceros (crustáceo - braquiopodo) e os copépodos (cruatáceo). Segundo Senhorine (1995), nos viveiros de alevinagem os grupos mais representativos são os rotíferos e duas ordens de crustáceos: cladóceros e copépodos. Porém, Aillgren et al. (1997), estudando a qualidade nutricional do plâncton e Cestarolli et al. (1997), em trabalhos com larvas de curimatá (*Prochilodus scrofa*) alimentadas com plâncton selvagem, observaram que a composição do zooplâncton varia sazonalmente, podendo influir na sobrevivência das pós-larvas.

O valor nutricional dos rotíferos está sujeito ao alimento fornecido. São considerados como excelente alimento para larvas de peixes, devido ao seu pequeno tamanho, ao estímulo sensorial causado pelo constante movimento na água, o curto ciclo de vida para seu cultivo e o alto valor nutritivo (Watanabe & Kiron, 1994; Hagiwara et al., 2001). São considerados bom alimento devido a sua digestibilidade e capacidade de transferência de nutrientes às larvas quando enriquecidos principalmente com ácidos eicosapentanóico (EPA) e docosaexanóico (DHA) presentes nas microalgas, fórmulas microencapsuladas e/ou emulsões de óleos, além de poderem ser enriquecidos com vitamina C e

proteínas (Merchie *et al.*, 1996). Dentre os rotíferos, o gênero mais cultivado é *Brachionus*; destes, *Brachionus plicatilis* é a espécie mais cultivada no mundo, seguida por *B. callicyflorus*, *B. rubens*, *B. urceolaris* y *B. falcatus* (Hagiwara *et al.*, 2001).

A qualidade nutricional dos copépodos caracteriza-se por altos níveis de proteína (44-52%) e bom perfil de aminoácidos, e a composição de ácidos graxos varia consideravelmente de acordo com o alimento usado no cultivo (Lavens & Sorgeloos, 1996; Støttrup, 2000; Lira, 2002; McKinnon *et al.*, 2003). São considerados como uma fonte de EPA (Anon, 1997). Apesar de apresentar movimentos rápidos, por saltos e conseqüentemente bom escape do predador, seu náuplio é considerado bom alimento para pós-larvas de peixes, devido aos seus movimentos mais lentos, sendo facilmente capturados pelas pós-larvas de peixes de água doce (Sipaúba –Tavares & Rocha, 2003; McKinnon A.D. *et al.*, 2003).

Nos cladóceros, sua fonte de alimentação determina sua qualidade nutricional, além da possibilidade de elevar seu conteúdo de ácidos graxos (n-3) com uma dieta adequada (Ferrão-Filho *et al.*, 2003). Esses apresentam um espectro de enzimas digestivas importantes (proteínase, peptidase, amilase, lipase e celulase) que servem como exoenzimas no intestino das larvas (Tay *et al.*, 1991; Zimmermann & Jost, 1998; Sipaúba–Tavares & Rocha, 2003). Em 1938, Hasler afirmou que o cladóceros *Daphnia* possui, por grama de peso corporal, 200 vezes mais protease que a carne de suíno. Os cladóceros , principalmente os gêneros *Daphnia* e *Moina*, são de grande importância na piscicultura. Estes organismos são muito estudados para cultivo devido ao seu alto valor nutritivo e facilidade de produção. Os cladóceros do gênero *Moina* são considerados presa fácil devido ao seu tamanho e forma, movimento, perfil nutricional e pigmentação (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2003).

Artêmia é o alimento vivo mais usado atualmente na aquicultura. Nos últimos anos tem desempenhado um papel central no desenvolvimento da aquicultura devido ao seu conteúdo de ácidos graxos essenciais (n-3 e n-6) que permitem seu fornecimento em organismos de água doce e marinha e mais de 47% no conteúdo de proteínas (Amat, 1985; Lavens & Sorgeloos, 1998; Soorgeloos et al., 2001). Além disso, sua importância baseia-se na praticidade de armazenamento e manejo dos seus cistos (Amat, 1985; Lavens & Sorgeloos, 1996; Arana, 1999; Sorgeloos et al., 2001).

É reconhecido que náuplios de artêmia recém-eclodidos são alimento de alto valor para larvas de peixes. Devido ao seu tamanho no estágio de náuplio, a artêmia representa um alimento prático para os estágios iniciais de muitas larvas de peixes e crustáceos na larvicultura comercial (Basilie-Martins, 1984; Tamaru et al., 1999; Han et al., 2000; Sorgeloos et al., 2001). Kim et al. (1996) afirmam que a artêmia viva tem a vantagem de apresentar várias enzimas proteolíticas, as quais apresentam um importante papel no trato digestivo das larvas (Merchie, 1996). Este organismo tem se mostrado melhor para alimentação de larvas do que a utilização de dietas artificiais (Piovezan, 1994; Cestaroli & Portella, 1994b; Jomori, 2001; Tesser, 2002).

A produção de alimentos vivos é uma prática restrita a poucos organismos. A sua cultura baseia-se na alimentação com diferentes espécies de microalgas e/ou levedura *Saccaromyces cerevisiae*. Na última década, para atender aos requerimentos nutricionais em pós-larvas altriciais são oferecidos alimentos vivos enriquecidos, sendo o enriquecimento um importante método que pode ser usado para transferir toda classe de elementos essenciais através dos organismos zooplânctônicos (Coutteau & Sorgeloos, 1997; Manaffar et al., 2003). Entre os diferentes enriquecimentos realizados nos organismos do zooplâncton registram-se o enriquecimento com vitamina C (Merchie et al., 1996; Kolkovski et al., 2000), vitamina E (Kolkovski et al., 2000), probióticos

(Gomez-Gil et al., 2000), antibióticos, fosfolipídios (Coutteau et al., 1997) e ácidos graxos (Awaiss et al., 1996; Coutteau & Sorgeloos, 1997; Bret & Müller-Navarra, 1997; Furuita et al., 1998; Narciso et al., 1999; Kolkovski et al., 2000; Koven et al., 2001; Cho & Jo, 2001; Manaffar et al., 2003).

O enriquecimento é um processo relativamente simples que consiste em aproveitar a capacidade não seletiva dos organismos do zooplâncton (Bett & Müller-Navarra, 1997; Coutteau & Sorgeloos, 1997) para incorporar na sua biomassa os diferentes compostos que se deseja transferir às pós-larvas. O enriquecimento em ácidos graxos pode ser feito com emulsões provendo altos níveis de fosfolipídios contendo ácidos graxos poliinsaturados especialmente PUFA, ácido eicosapentanoico (EPA, 20:5 n-3) e docosahexanoico (DHA, 22:6 n-3).

3.5 Ácidos graxos essenciais

Alguns autores consideram três os ácidos graxos essenciais (AGE): linolênico, linoléico e araquidônico. O araquidônico e o linoléico possuem em comum uma dupla ligação situada entre os carbonos 6 e 7 (n-6), o que possibilita ao araquidônico ser sintetizado a partir de linoléico, mas não o contrário. O linolênico possui duplas ligações entre os carbonos 3-4 e 6-7 (n-3). Os AGE são fisiologicamente importantes como componentes de fosfolipídios e glicolipídios das membranas, por serem modificadores lipófilos de proteína, gerar hormônios e mensageiros intracelulares e serem moléculas fornecedoras de energia em forma de triacilglicerol.

Ambas as séries de AGE (n6 e n3) produzem quatro séries de eicosanóides, que são substâncias que apresentam funções fisiológicas, como, por exemplo, as prostaglandinas, prostaciclina, tromboxanos e leucotriênios, que estão envolvidas nos processos de contração da musculatura de alguns

órgãos, na coagulação sanguínea, nos processos imunológicos e inflamatórios (Logato, 1999; Butolo, 2002). Outra importância dos ácidos graxos poliinsaturados é a sua participação na formação dos fosfolípidos da membrana celular, que são responsáveis na manutenção da integridade, fluidez e permeabilidade da célula (Geurden et al., 1995; Brett & Muller-Navarra, 1997; Sargent et al., 1999; Butolo, 2002).

Ambos os ácidos graxos, linolênico e linoléico, são considerados como compostos “progenitores” de uma família inteira de outros ácidos graxos essenciais ômega 3 e 6, essenciais para a função tecidual normal (Alava & Kanazawa, 1996; McEvoy et al., 1998; Copeman et al., 2002; Bell & Sargent, 2003). Estes outros compostos são ácidos graxos de cadeia mas com mais insaturações que seus “progenitores” e são conhecidos como ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e ômega 6 de cadeia longa (PUFA- sigla em ingles)(Butolo, 2002).

Os ácidos graxos na dieta são indispensáveis para os processos biológicos. Em um alimento destinado aos animais deve-se disponibilizar aos mesmos o ácido linoléico e linolênico, pois, fisiologicamente alguns animais são capazes de sintetizar o ácido araquidônico a partir do ácido linoléico (Awaiss et al., 1996; Sargent et al., 1999). Os peixes que contêm altos níveis do ácido graxo ômega 3 (n3) não podem sintetizar os outros ácidos graxos essenciais que são obtidos ingerindo fitoplâncton, assim como outros animais que os obtêm ingerindo, por sua vez, plantas ou partículas que contem os ácidos (Brett & Muller-Navarra, 1997; Butolo, 2002).

Os ácidos graxos PUFA eicosapentanóico (EPA) e docosahexanóico (DHA), provenientes do ácido linolênico, da família ômega 3, são importantes para uma boa saúde e desenvolvimento normal durante a vida dos peixes. O DHA é essencial nas membranas cerebrais, espermatozóides, músculo cardíaco,

etc. Assim, o óleo de peixe contém altas concentrações de DHA, sendo, portanto, importante uma dieta com balanceamento entre os ácidos linoléico e linolênico, pois alterações nas suas relações são prejudiciais à saúde animal (McEvoy et al., 1998; Rodriguez et al., 1998; Gapasin & Duray, 2001; Bell & Sargent, 2003; Koven et al., 2003).

As espécies de peixes de água doce podem alimentar-se com organismos planctônicos com elevado conteúdo de ácido linolênico, pois elas têm a capacidade de sintetizar por dessaturação os ácidos graxos ômega 3, principalmente o EPA, para suprir seus requerimentos (Geurden et al., 1995; Awaiss et al., 1996; Sargent et al., 1999; Kolkovski et al., 2001). No entanto, as larvas de espécies marinhas não têm esta capacidade de biotransformação e devem ser alimentadas com fontes ricas em EPA (Furuita et al., 1998; Koven et al., 2001; Copeman et al., 2002; Bell & Sargent, 2003).

Alimentos vivos fornecidos às pós-larvas devem oferecer um conteúdo maior a 4% de EPA em relação ao total dos ácidos graxos, podendo-se esperar uma nutrição deficiente com níveis abaixo de 3% em EPA (Brett & Muller-Navarra, 1997; Butolo, 2000; Bell & Sargent, 2003). Estudos recentes manifestam a importância do conteúdo de EPA e DHA nas partículas que servem como alimento para pós-larvas de diversas espécies de peixes marinhos e de água doce, em relação à sobrevivência das pós-larvas, seu adequado crescimento e suscetibilidade ao estresse (Awaiss et al., 1996; Sargent, et al., 1999; Kolkovski et al., 2000; Koven et al., 2001; Copeman et al., 2002). O requerimento de ácidos graxos para a construção e renovação de membranas é especialmente alto durante o rápido crescimento dos estádios de larva e pós-larvas dos peixes e pode exceder a capacidade endógena de sínteses também para espécies de água doce (Geurden et al., 1995; Sargent, et al., 1999)

O estresse nutritivo que pode ser induzido nas larvas principalmente por um excesso de ácidos graxos essenciais tipo 18:3n3 (Linolênico), associado a baixos níveis de 20:5n3 (EPA), é potencializado na presença de qualquer contaminante na dieta, promovendo uma resposta fisiológica negativa, principalmente naquelas espécies caracterizadas por complexas transformações metamórficas no transcurso do desenvolvimento da larva (McEvoy et al., 1998; Frascalossi, 1998; Sargent, et al., 1999).

Tanto a quantidade absoluta de cada ácido graxo quanto sua relativa proporção são importantes na nutrição das pós-larvas de peixes. Em particular a proporção entre DHA/EPA pode afetar o crescimento e sobrevivência das pós-larvas (Sargent et al. 1997), devido a um desequilíbrio na composição estrutural dos fosfolipídios que são componentes essenciais das membranas biológicas (Izquierdo, 1996; Rodriguez et al., 1997). Elevada quantidade de EPA relativa a DHA tem impacto negativo sobre a função neural e desse modo, sobre o crescimento e sobrevivência (Rodriguez et al. 1997). Conseqüentemente, EPA tem uma importante função fisiológica na regulação da ação dos eicosanóides. Além disso produz eicosanóides de baixa atividade biológica e, desse modo, regula a eficiência do AA (Copeman et al., 2002).

A proporção ótima de AA/EPA para os peixes não está bem definida, a diferença da maioria de vertebrados terrestres nos quais a proporção n-6/n-3 PUFA é de cerca de 5:1. Acredita-se que para as funções fisiológicas dos peixes a proporção AA/EPA é muito mais baixa, porém, ainda não está definida (Sargent et al., 1999); em contraste com as larvas de espécies de peixes marinhos, os requerimentos nutricionais para EPA e DHA para peixes de água doce ainda não estão definidos (Kolkovski et al., 2000). Existe uma acentuada similaridade química nas tres cadeias de PUFA que conduz a uma interação competitiva das reações bioquímicas e fisiológicas entre eles, seus precursores e os produtos finais. O requerimento tecidual ótimo para uma cadeia individual

de PUFA não pode ser considerado individualmente, portanto, as quantidades relativas e as proporções dos PUFA, DHA/EPA/AA podem ser consideradas e definidas para um tecido específico ou para o total do conjunto corporal (Sargent et al., 1999; Copeman et al., 2002; Bell & Sargent, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do experimento compreendeu cinco etapas principais: a cultura do plâncton, o experimento de enriquecimento, a análise dos ácidos graxos, a larvicultura das duas espécies e a análise do desempenho das pós-larvas.

4.1 Obtenção e cultivo do plâncton

Na Estação de Piscicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, realizou-se, durante um período de cinco meses, a obtenção de cepas e a cultura do plâncton, assim como o experimento de enriquecimento do zooplâncton. A estação conta com um laboratório coberto, um sistema de distribuição de água e luz e diversas caixas de cimento. Igualmente, dispõe-se de tanques em concreto a céu aberto, num dos quais realizou-se a cultura de fitoplâncton.

Artêmia. Os náuplios de artêmia foram obtidos a partir da eclosão diária de cistos (marca Salt Great), conforme a metodologia descrita por Stappen (1996). Esta consiste em hidratar os cistos em água doce por cerca de 20 minutos, transportando-os posteriormente para uma incubadora transparente contendo solução aquosa de NaCl 20 g.L⁻¹ a 30°C, com aeração forte e iluminação constante, fornecida por lâmpadas fluorescentes acima das incubadoras. Cerca de 24 horas depois ocorreu a eclosão dos cistos, após o quê retirou-se a aeração e os náuplios de artêmia foram concentrados no fundo da incubadora, para coleta por sifonação.

Cladóceros e copépodos. Amostras de organismos planctônicos foram coletadas nos estanques da Estação Ambiental de Itutinga da Companhia

Energética de Minas Gerais (CEMIG), em Itutinga, MG, e os organismos do zooplâncton foram adaptados por um período de quatro semanas às condições do laboratório da Estação de Piscicultura da UFLA, em Lavras (qualidade da água, temperatura, fotoperíodo e aeração) seguindo o método proposto por Prieto (2000) e Sipaúba-Tavares & Rocha (2003).

As cepas de zooplâncton foram obtidas mediante o método de isolamento, de acordo com seu tamanho e sua mobilidade. Em geral, os organismos foram isolados manualmente, utilizando-se placas de petri, vidro de relógio e seleção com pipetas ou micropipetas, sob observação por lupa e/ou microscópio (Olympus). A identificação dos organismos coletados realizou-se por meio de chaves taxonômicas de Brooks (1959), Edmonson (1959), Rocha & Matsumura-Tundisi (1976), Sendacz & Kubo (1982), Smirnov & Timms (1983), Reid (1985), Reid et al (1988), Gonzáles de infante (1988), Dodson & Frey (1991), Matsumura-Tudinsi (1991), Sánchez, (1995).

As cepas foram mantidas em frascos de vidro translúcido de 250ml, com água filtrada em uma rede de 60 μm , fotoperíodo natural, limpeza do fundo e a renovação periódica do 50% do volume, alimentadas com uma mistura de fitoplâncton menor que 100 μm composto principalmente por microalgas dos gêneros *Chlorella*, *Scenedesmus*, e *Ankistrodesmus* em uma concentração de 4×10^5 cel.ml⁻¹ determinada mediante o uso de câmara neubauer.

As biomassas inóculo de 10 e 20 litros, respectivamente, para as caixas de 30 e 60 litros, foram produzidas em aquários com iluminação constante, sob lâmpadas fluorescentes de 40 w e moderada aeração. Cladóceros e copépodos foram cultivados separadamente em caixas de 30 e 60 litros (Figura 1 A e B) com aeração suave e fotoperíodo natural. Renovação do 30% do volume foi realizada a cada três dias, empregando-se peneiras de 60 μm para reter o plâncton e repondo o volume contendo a alimentação.

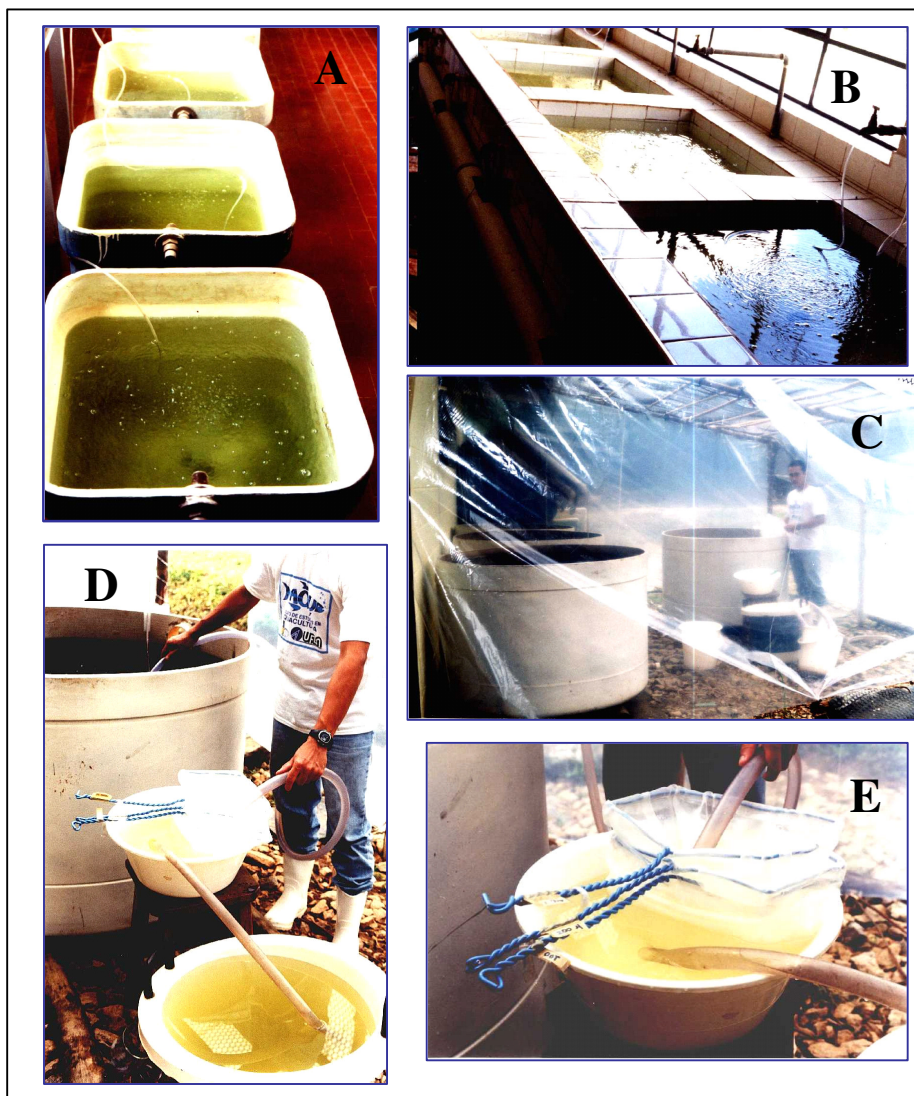


FIGURA 1. Cultura e coleta de zooplâncton. **A e B.** Cultura de cladóceros e copépodos em caixas de 60 e 30 litros respectivamente, Laboratório Estação de Piscicultura de UFLA; **C.** Cultura de zooplâncton em caixas de 1000 litros; **D.** Coleta do plâncton; **E.** Seleção do tamanho do zooplâncton - Laboratório de Larvicultura CEMIG – Itutinga.

Tanques de 1.000 litros de capacidade foram dispostos em estufa construída com plástico translúcido e madeira, na área exterior do laboratório de larvicultura da CEMIG (Figura 1 C), com a finalidade de produzir biomassa mista de cladóceros e copépodos, para a alimentação das pós-larvas. A cultura do zooplâncton foi realizada alimentando-se a cada 24 horas com uma mistura de microalgas, fotoperíodo natural e aeração moderada. As coletas foram realizadas três vezes por dia selecionando-se por tamanhos na faixa de 100 a 400 μm , mediante peneiras de malha nylon em um sistema *feed-back* para reaproveitar o próprio alimento (Figura 1 D e E).

4.2 Enriquecimento do plâncton

Para o enriquecimento do plâncton utilizou-se uma emulsão elaborada a partir de uma mistura de 20% de óleo de peixe, 7% de lecitina e 73% de água destilada; a emulsão foi preparada mediante aquecimento em banho-maria (35°C) da mistura (óleo + lecitina) e adição lenta de água destilada aquecida. Foi utilizado óleo de peixe comercial com teor de ácidos graxos poliinsaturados na porcentagem 8,5 % de ácido docosaexapentanoico (DHA) e a lecitina, da marca Floraderma do Brasil, apresentou 59,5% de fosfolipídios.

Foram testados 5 tratamentos com níveis diferentes de enriquecimento, com 4 repetições, num delineamento de blocos casualizados, totalizando 20 parcelas. Após o período de enriquecimento lavou-se o plâncton em peneira de malha de 100 μm , visando retirar o excesso da emulsão. Os níveis de enriquecimento foram: N1= 0,0 g de emulsão correspondente a 0,0 g de óleo; N2= 0,5 g de emulsão correspondente a 0,1 g de óleo; N3= 2,5 g da emulsão correspondentes a 0,5 g de óleo; N4= 5,0 g de emulsão correspondentes a 1,0 g de óleo e N5= 7,5 g de emulsão correspondentes 1,5 g de óleo.

O zooplâncton, uma vez coletado, foi colocado em recipiente plástico transparente com 2 litros de capacidade e foi enriquecido por 6 horas, utilizando temperatura constante de 26°C, aeração vigorosa e iluminação constante fornecida por lâmpadas fluorescentes. Utilizou-se apenas 1,5 litro da capacidade total do recipiente com uma densidade de 40 organismos.ml⁻¹, totalizando 60.000 organismos por parcela (Figura 2 D).

Amostras do plâncton sem enriquecimento e das repetições de cada nível de enriquecimento, assim como dos náuplios de artêmia, foram armazenadas em frascos individuais sob atmosfera de nitrogênio e congeladas a -18°C para que, posteriormente, fosse analisado o seu conteúdo de ácidos graxos.

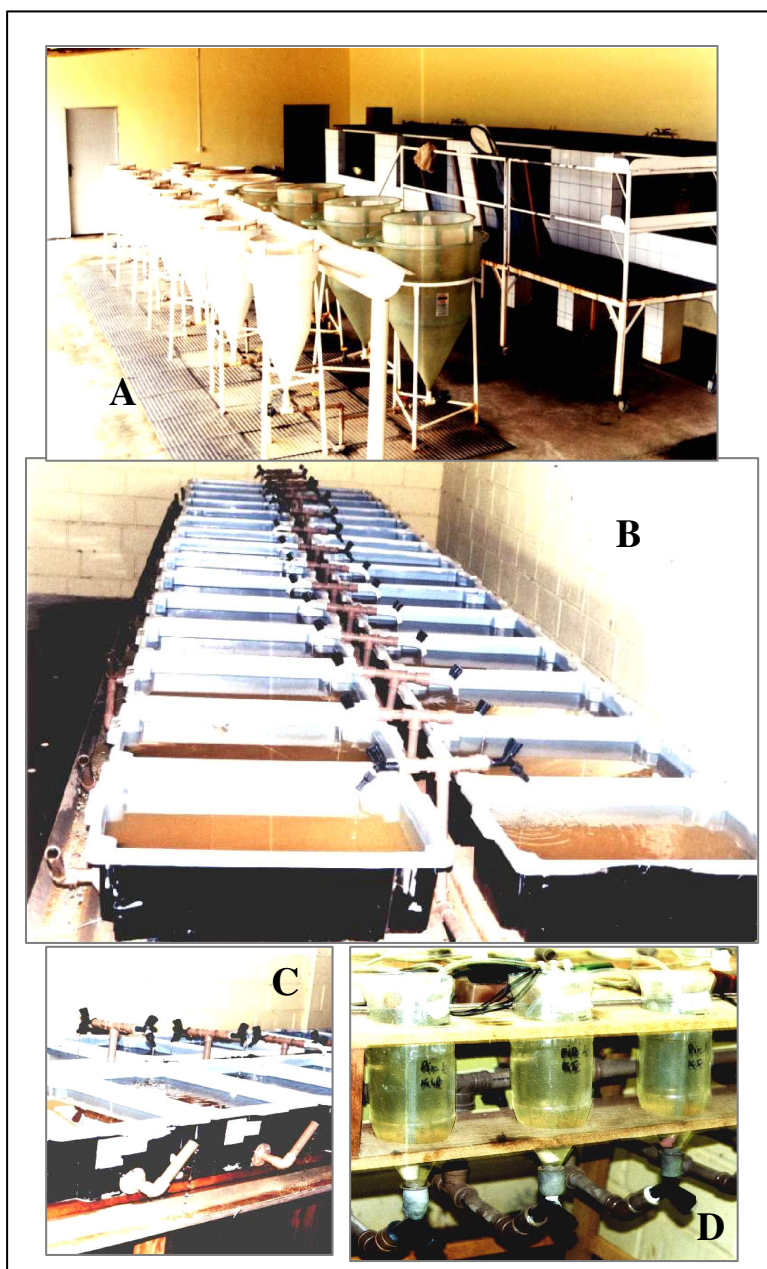


FIGURA 2. Estação ambiental da CEMIG - Itutinga. **A.** Sala de reprodução.; **B** Caixas de larvicultura.; **C.** Sistema de abastecimento e drenagem das caixas de larvicultura.; **D.** Garrafas para o enriquecimento de plâncton.

4.3 Análise dos ácidos graxos

No Laboratório de Química Analítica e Inorgânica da UFLA preservaram-se as amostras congeladas a -18°C e realizaram-se a extração dos lipídeos e a transmetilação e extração dos metil éster dos ácidos graxos das diferentes amostras. O laboratório dispõe dos equipamentos necessários: frizzer, balança eletrônica (Mark Bel), Vortex (Biomatic - tipo 10005/3500rpm), banho ultra-sônico com controle de temperatura (Thornton/Unique), centrífuga eletrônica (Sigma- tipo 2-5/3900 rpm).

O conteúdo de lipídeos do zooplâncton produzido, o zooplâncton enriquecido com os diferentes níveis e dos náuplios de artêmia usados como alimento para as pós-larvas, foi determinado usando uma versão modificada da metodologia de Işik et al. (1999). Foram pesados cerca de $0,650 \text{ g} \pm 0,1 \text{ mg}$ de amostra úmida disposta em tubos de ensaio de 20 ml, adicionando-se 1,0 ml de água, 3,0 ml de metanol e 1,5 ml de clorofórmio. A solução foi misturada usando um vortex durante 30 segundos e depois os tubos foram colocados em banho ultra-sônico com temperatura regulada a 40°C durante 15 minutos.

Em seguida foi adicionado 1,5 ml de clorofórmio e 1,5 de água, e o conteúdo dos tubos foi agitado via vortex por 30 segundos. Os tubos de ensaio foram centrifugados a 3.500 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante (água + metanol) foi retirado com pipeta pasteur e a fase inferior com clorofórmio contendo o extrato de lipídios foi transferida a um tubo de ensaio de 30 ml. O resíduo sólido no tubo foi trabalhado com o processo de extração por mais duas vezes e as fases de clorofórmio foram juntadas e filtradas em papel de filtro molhado com clorofórmio. O filtrado foi concentrado mediante evaporação com nitrogênio em banho-maria ($45-55^{\circ}\text{C}$) até obter os lipídios secos.

A composição de ácidos graxos das diferentes amostras de lipídios secos foi determinada aplicando a versão do método de Hartman e Lago (1973), citado

por Rosa (1999), que consiste na preparação do material por homogeneização e saponificação para conversão dos ácidos graxos em ésteres metílicos. A extração dos metil-éster dos ácidos graxos em diferentes passos incluiu a saponificação em banho fervente por 5 minutos com 4 ml de NaOH 0,5M em metanol, esterificação em banho fervente por 5 minutos com reagente esterificante (10 g cloreto de amônia + 300 ml metanol + 15 ml H₂SO₄), adição de 4 ml de NaCl saturado, extração dos ésteres metílicos com 5ml de hexano, evaporação com gas N₂ em banho-maria (55°C) e, finalmente, adição de 1 ml de hexano para sua determinação cromatográfica.

As análises cromatográficas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal/Zootecnia, utilizando-se um cromatógrafo gasoso CP 3800, Varian, equipado com injetor automático CP 8200, detector por ionização em chama, injetor split/splitless, coluna capilar de sílica fundida DB-WAX (30m x 0,25 mm x 0,25µm) (J&W Scientific, USA). Os dados foram coletados e tratados com uma estação de trabalho Varian star acoplado a um software (Borwin, JMBS Developpements). As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna 150⁰C a 230⁰C, 10⁰C/minuto (isotérmica); gás de arraste nitrogênio numa vazão de 2,0 mL.min⁻¹, temperatura do detector em 280⁰C e do injetor em 250⁰ C e split na razão 1:25.

Os picos dos ácidos graxos foram integrados usando um software de cromatografia Varian Star e a identificação dos ácidos foi feita por comparação dos tempos de retenção com referência a padrão interno trabalhado e padrões certificados (PUFA 1 e37 Component FAME Mix, Supelco), assim como por comparação com espectro de massa das diferentes amostras.

4.4 Larvicultura de curimatá e pacu

Na Estação Ambiental de Itutinga Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), se dispõe de um laboratório de piscicultura com três salas: Reprodução, larvicultura e análises biológicas. A sala de larvicultura é coberta com laje de cimento, onde há de caixas que não recebem incidência direta de luz solar. O escoamento da água consiste num sistema do tipo “cotovelo de PVC” situado do lado oposto do abastecimento; do lado interno do cano de escoamento há uma tela de malha fina de 400 μm , visando evitar a fuga das pós-larvas. As caixas são pintadas externamente de preto para diminuir o estresse dos peixes, e a temperatura é mantida constante mediante o uso de termostato com aquecedor na caixa d’água, que serviu de reserva da mesma durante o experimento.

As larvas de pacu e curimatá foram obtidas de desovas induzidas realizadas na Estação Ambiental de Itutinga, em Itutinga, MG. A eclosão ocorreu em incubadoras cilíndricas de 100 litros (Figura 2 A), onde as larvas permaneceram por dois dias para completarem o período larval, período compreendido entre a eclosão e o início da alimentação exógena.

Para cada espécie de peixe, independentemente no tempo, foram utilizadas 30 caixas plásticas de 42cm x 63cm x 19cm de altura, cada uma com 30 litros de água com renovação contínua (Figura 2 B e C), onde as pós-larvas foram mantidas durante o período do experimento, que foi de 5 dias, sob temperatura constante de 27°C.

Cada caixa recebeu 10 pós-larvas por litro, totalizando 300 pós-larvas/caixa. Esta baixa densidade utilizada permitiu aos peixes boas condições para seu desenvolvimento sem ocorrência de competição pelo alimento ou interferência na qualidade da água. As pós-larvas foram alimentadas 3 vezes ao dia, nos horários de 8:00, 16:00 e 24:00 horas.

Foram testados 6 tratamentos na alimentação das pós-larvas: 4 níveis de enriquecimento no alimento, um tratamento controle de plâncton sem enriquecimento e um tratamento com artêmia, totalizando 30 parcelas (Figura 2 B). Os tratamentos de alimentação foram os seguintes: T1= plâncton com 0,1 de óleo; T2= plâncton com 0,5 g de óleo; T3= plâncton com 1,0 g de óleo; T4 = plâncton com 1,5 g de óleo; T5 =plâncton sem enriquecimento e T6 = náuplios de artêmia.

O valor médio de temperatura para o período experimental para cada uma das espécies foi de 27°C. O pH registrou-se em média de 6,7 e o oxigênio manteve-se em 6,53 mg/L. Os parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura foram monitorados diariamente, pela manhã, com aparelhos eletrônicos (YSI 55), assim como o pH com pH-metro (Handylab-Schott.Gerate).

Ao início do experimento, para cada uma das espécies, quando as pós-larvas tinham dois dias de vida, foi coletada uma amostra de 30 pós-larvas para determinação do comprimento total inicial e peso inicial. Aos 5 dias de experimento foi coletado o total de pós-larvas em cada caixa por repetição de cada tratamento. Todas as amostras foram armazenadas e identificadas em frascos contendo formol a 10%, para posterior análise de desempenho.

4.5 Análise do desempenho

4.5.1 Resistência ao estresse (RS)

Ao final do estudo, para cada unidade experimental, foram coletadas manualmente ao acaso 15 pós-larvas por caixa, que foram submetidas à prova de resistência ao estresse. As pós-larvas foram capturadas com um puçá pequeno, de malha de 100 µm e colocadas em papel absorvente durante quatro minutos;

após este período, foram transferidas para um recipiente com água da respectiva caixa; quinze minutos depois foram contadas as que permaneceram vivas.

Com estes dados calculou-se a taxa de resistência ao estresse em porcentagem. Esta técnica é uma modificação da versão da resistência ao estresse utilizada por Kraul et al. (1993), empregada por Kergelen (2001) para avaliar resistência ao estresse em pós-larvas de *Prochilodus magdalenae*.

4.5.2 Sobrevivência (S)

Ao final do estudo, para cada unidade experimental, foram contadas manualmente as pós-larvas vivas e calculou-se o percentual de sobrevivência empregando-se a seguinte equação:

$$S(\%) = \left(\frac{\text{número final de pós - larvas}}{\text{número inicial de pós - larvas}} \right) \times 100$$

4.5.3 Comprimento (GL) e ganho em peso (GP)

Nas amostras de pós-larvas coletadas foram medidos o comprimento total e o peso médio das pós-larvas. No Laboratório de Fisiologia e Farmacologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA foi realizada a análise de desempenho das pós-larvas coletadas na larvicultura. O laboratório conta com os aparelhos eletrônicos necessários para a realização de diferentes trabalhos, entre os quais se destacam microscópio (Studar Lab.), lupas (Olympus), balança analítica (Nucleo-PR 330) e banho-maria (Biomatic 1051).

Para determinar o peso colocou-se as pós-larvas sobre papel absorvente, o qual elimina o excesso de umidade, depois foram pesadas individualmente em

uma balança analítica (Nucleo –PR 330), com precisão de 0,1mg. Em seguida, mediram-se individualmente as longitudes totais de 30 pós-larvas, desde a ponta do focinho até o final da nadadeira caudal. A medição realizou-se com ajuda de uma lente ocular micrométrica graduada num microscópio óptico com aumento de 4x.

Com as longitudes e os pesos totais de cada unidade experimental foram estimados o ganho em peso e comprimento para cada tratamento, de acordo com as seguintes equações:

$$\mathbf{GL(mm) = Ltf - Lti};$$

Sendo:

Lti: comprimento médio total inicial

Ltf: comprimento medio total final

$$\mathbf{GP (mg) = Pmf - Pmi};$$

Sendo:

Pmf: peso médio final

Pmi: peso médio inicial

4.6 Delineamento experimental

Para o enriquecimento do zooplâncton, foram testados como tratamento 4 níveis diferentes de enriquecimento e um controle, com 4 repetições, num

delineamento em blocos casualizados (DBC), totalizando 20 parcelas. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = Valor observação do tratamento i , no bloco j

μ = Média geral do experimento;

T_i = Efeito do tratamento i ; com $i = 1, 2, \dots, 5$;

B_j = Efeito do bloco j ; com $j = 1, 2, 3, 4$;

e_{ij} = Erro experimental associado a cada parcela.

Na larvicultura de cada espécie, foram testados 6 tratamentos: 4 níveis de enriquecimento no alimento, um tratamento controle sem enriquecimento e um tratamento com artêmia, cada qual com 5 repetições, num delineamento em blocos casualizados (DBC), totalizando 30 parcelas. O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

em que,

y_{ij} = Valor observação do tratamento i , no bloco j

μ = Média geral do experimento;

T_i = Efeito do tratamento i ; com $i = 1, 2, \dots, 6$;

B_j = Efeito do bloco j ; com $j = 1, 2, \dots, 5$;

e_{ij} = Erro experimental associado a cada parcela;

Foram tomadas como variáveis resposta no enriquecimento a quantidade em porcentagem do total de ácidos graxos presentes e a qualidade destes ácidos graxos presentes nas amostras. Na larvicultura de cada espécie de peixe, os parâmetros de desempenho foram as variáveis resposta.

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), proposto por EUCLYDES (1997), aplicando-se análise de variância (ANAVA). O efeito dos níveis de enriquecimento no plâncton e das variáveis resposta na larvicultura foi avaliado mediante um modelo de regressão e se realizaram contrastes de médias utilizando-se o teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cultivo de plâncton

O plâncton coletado nos tanques da Estação Ambiental de Itutinga mostrou uma ampla variedade de gêneros. Foram identificados 8 gêneros de zooplâncton. Entre os cladóceros foram identificados os gêneros *Moina*, *Diaphanosoma*, *Bosmia*, *Bosminopsis*, *Ceriodaphnia*; dentre copépodos os gêneros *Cyclops*, *Calanus* e *Argirodiaptomus*.

Os gêneros identificados correspondem às amostras de tanques em terra, adubados e sem adubar e são característicos de sistemas oligotróficos e eutróficos. Gannon & Stemberger (1978), citados por Landa (1999) demonstraram que os sistemas oligotróficos são dominados pelos copépodos, como os gêneros *Calanus* e *Cyclops*, enquanto os sistemas mais eutróficos são dominados pelos cladóceros (*Bosmia*, *Ceriodaphnia*, *Diaphanosoma*, *Moina*, entre outros).

As espécies encontradas na região e isoladas para obtenção de cepas, são características da época do verão e correspondem à descrição de espécies encontradas por Landa (1999). Analisando o zooplâncton nas represas da Universidade Federal de Lavras, este autor reporta como gêneros predominantes no período de junho a maio: *Alona*, *Bosmina*, *Bosminopsis*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* e *Moina* para cladóceros, e *Argyrodiaptomus*, *Notodiptomus*, *Ectocyclops*, *Mesocyclops*, *Microcyclops*, *Thermocyclops* e *Paracyclops* para copépodos.

Os cladóceros que apresentaram tamanho na faixa de 100 a 200 µm foram *Bosmia* e *Bosminopsis*, igualmente os náuplios de copépodos dos gêneros *Cyclops*, *Argirodiaptomus* e *Calanu*. Entre 200 a 400 µm foram registrados os

neonatos de cladóceros dos gêneros *Moina* e *Diaphanosoma*, assim como estádios copepódito dos gêneros de copépodos *Cyclops*, *Argirodiaptomus* e *Calanus*. Na faixa entre 400 a 1000 μm , registraram-se adultos de cladóceros e copépodos dos gêneros *Moina*, *Diaphanosoma*, *Cyclops*, *Argirodiaptomus* e *Calanus*. As espécies do zooplâncton na faixa entre 100-200 μm estavam compostas por 74% de cladóceros e 26% de nauplios de copépodos; na faixa entre 250–350 μm , 48% foram de copepóditos e o 52% de cladóceros.

O alimento fornecido para o cultivo de zooplâncton e sua composição estão diretamente relacionados com a adubação em tanque aberto; o fitoplâncton foi peneirado com malha de 60 μm para separar impurezas e organismos de pequeno porte como os rotíferos. Dentre os gêneros predominantes de fitoplâncton foram observados *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Nitzschia* e *Navicula* entre outras espécies e pouca presença de cianofíceas.

A população de microalgas dos gênero descritos, que são clorofíceas em grande proporção, sobressaiu-se em relação às demais, em resposta à relação nitrogênio:fósforo obtida com a adubação química e orgânica, assim como às condições de pH da água. Como estabelecido por Matheus & Barbieri (1999), as comunidades do fitoplâncton e zooplâncton poderiam ser controladas pelos efeitos combinados do fornecimento de nutrientes, como nitrogênio e fósforo. Diferentes espécies de algas possuem exigências específicas para a proporção nitrogênio/fósforo(N:P), podendo variar de 7:1 até 45:1(Suttle & Harrison, 1988, citados por Matheus & Barbieri,1999). De acordo com Shapiro (1973), as algas azuis são mais eficientes em obter CO_2 em baixas concentrações do que as algas verdes, quando o pH é alto; portanto, estando o pH entre 6,8 –7,4 no tanque de cultivo, houve melhor condição para o predomínio das algas clorofíceas.

O fornecimento de fitoplâncton como alimento para os gêneros do zooplâncton permitiu obter biomassa de cladóceros e copépodos em forma

constante e de alta concentração de organismos durante quatro meses, tempo no qual foi requerida a produção do zooplâncton. Estes resultados evidenciam a viabilidade e qualidade destas microalgas para suprir os requerimentos nutricionais do zooplâncton, principalmente em relação a seus requerimentos para os processos de reprodução. Segundo Sipaúba-Tavares & Rocha (2003), a qualidade, bem como a quantidade de alimento, é importante fator que controla o crescimento e a reprodução do zooplâncton. Estas autoras afirmam que o efeito mais imediato da deficiência do alimento é sobre a capacidade reprodutiva, existindo uma correlação direta entre a produção de ovos e a quantidade de alimento disponível.

No mesmo sentido, a potencialidade posterior destes organismos zooplancctônicos como partícula alimentícia e nutritiva para as pós-larvas de peixes depende em parte e reflete diretamente as características nutricionais de seu alimento. Segundo Brett & Müller-Navarra (1997), a produção de zooplâncton herbívoro está relacionada à habilidade de ingestão e digestão do fitoplâncton, portanto, parte do fitoplâncton ingerido pode ser nutricionalmente inadequado.

Os resultados obtidos sobre a cultura do zooplâncton sugerem que o método empregado é uma forma simples de obter biomassa em quantidade e qualidade para fornecer alimento às pós-larvas. O método assegura a ausência de organismos predadores ou espécies não desejadas, além de permitir a diversificação de espécies de cladóceros e copépodos como alimento, e sua seleção por tamanho no momento do fornecimento. Isso está de acordo com Woynarovich & Horvath (1983), os quais afirmam que nos viveiros os organismos zooplancctônicos presentes podem não possuir o tamanho adequado às pós-larvas, ser insuficientes, estar distribuídos de maneira desuniforme e/ou existir predadores.

Segundo Kerguelen (2001), o manejo da primeira alimentação de pós-larvas de *Prochilodus magdalenae* com plâncton silvestre deve realizar-se com alimentos livres de predadores. O autor afirma que a seleção por tamanhos (125-160 μm e 250 a 400 μm) é uma prática útil para incrementar as possibilidades de sobrevivência ao reduzir a presença de predadores, contudo, é importante a verificação prévia da composição do zooplâncton para garantir a ausência de predadores.

5.2 Enriquecimento de plâncton

A composição de ácidos graxos do zooplâncton cultivado (cladóceros + copépodos), o zooplâncton enriquecido com a emulsão e da artêmia estão apresentados na Tabela 1. O plâncton sem enriquecimento, o zooplâncton enriquecido com diferentes níveis (0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g de óleo) e a artêmia apresentaram perfil de ácidos graxos variável, composto em maior proporção principalmente por: 16:0 (ácido palmítico), 20:4-6 (ácido araquidônico), 18:1n-9 (ácido oléico), 16:1 (ácido palmitoléico), 18:2n-6 (ácido linoléico), 18:3n-6 (ácido linolênico) e 22:6n-3 (ácido docosaexanóico). Pode-se observar, na Figura 3, que as porcentagens dos ácidos graxos incrementam-se com o nível de enriquecimento, conservando um padrão entre o zooplâncton, o qual é diferente ao perfil de ácidos graxos na artêmia.

TABELA 1. Composição de ácidos graxos da artêmia e zooplâncton com e sem enriquecimento, em porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média ± .DP, n= 4)

<i>Acido graxo</i>	<i>Zooplâncton</i>					<i>Artêmia</i>
	0,0 g	0,1 g	0,5 g	1,0 g	1,5 g	
14:0	2,76 ± 0,49 ^b	2,89 ± 0,27 ^b	3,41 ± 0,402 ^b	4,37 ± 0,96 ^a	5,38 ± 1,56 ^a	1,19 ± 0,06 ^c
14:1	0,61 ± 0,08 ^b	0,49 ± 0,08 ^c	0,31 ± 0,13 ^d	0,32 ± 0,02 ^d	0,23 ± 0,01 ^d	0,93 ± 0,06 ^a
15:0	0,89 ± 0,11 ^a	0,75 ± 0,01 ^b	0,64 ± 0,02 ^c	0,57 ± 0,02 ^d	0,52 ± 0,04 ^d	0,37 ± 0,02 ^c
15:1	0,19 ± 0,007 ^b	0,14 ± 0,02 ^c	0,12 ± 0,01 ^d	0,90 ± 0,003 ^c	0,83 ± 0,004 ^c	0,34 ± 0,01 ^a
16:0	17,82 ± 2,29 ^a	16,74 ± 0,63 ^a	15,93 ± 0,76 ^a	15,59 ± 1,45 ^a	15,78 ± 0,86 ^a	11,18 ± 0,37 ^b
16:1	9,12 ± 2,56 ^a	7,28 ± 1,15 ^a	7,15 ± 0,88 ^a	7,79 ± 0,02 ^a	5,14 ± 3,47 ^a	6,07 ± 0,30 ^a
18:0	4,22 ± 0,66 ^a	3,85 ± 0,41 ^a	3,33 ± 0,14 ^b	2,92 ± 0,13 ^c	2,79 ± 0,67 ^c	2,22 ± 0,02 ^c
18:1n-9 Ia	9,19 ± 0,49 ^b	9,57 ± 0,74 ^b	9,36 ± 0,79 ^b	9,43 ± 0,23 ^b	9,55 ± 1,07 ^b	24,18 ± 0,18 ^a
18:1n-9 Ib	5,48 ± 0,76 ^a	4,71 ± 0,57 ^a	4,09 ± 0,41 ^b	3,54 ± 0,12 ^b	2,99 ± 0,79 ^b	5,43 ± 0,08 ^a
18:2n-6	6,86 ± 1,21 ^b	12,76 ± 2,20 ^a	13,96 ± 2,77 ^a	13,38 ± 4,76 ^a	14,34 ± 5,04 ^a	4,87 ± 0,77 ^b
18:3n-3	5,17 ± 1,02 ^b	4,44 ± 0,59 ^b	3,94 ± 0,11 ^c	3,50 ± 0,27 ^c	2,94 ± 0,62 ^c	20,80 ± 0,37 ^a
20:1	0,99 ± 0,15 ^c	1,03 ± 0,11 ^c	1,26 ± 0,18 ^c	1,78 ± 0,47 ^b	1,84 ± 0,25 ^b	4,62 ± 0,94 ^a
21:0	0,18 ± 0,10 ^a	0,17 ± 0,07 ^a	0,18 ± 0,06 ^a	0,19 ± 0,03 ^a	0,23 ± 0,38 ^a	0,059 ± 0,005 ^b
20:2	0,36 ± 0,10 ^a	0,48 ± 0,15 ^a	0,54 ± 0,13 ^a	0,69 ± 0,19 ^a	0,73 ± 0,31 ^a	0,520 ± 0,25 ^a
22:0	0,12 ± 0,07 ^a	0,16 ± 0,036 ^a	0,16 ± 0,015 ^a	0,15 ± 0,0014 ^a	0,17 ± 0,08 ^a	0,96 ± 0,007 ^a
20:3n-6	0,45 ± 0,43 ^a	0,40 ± 0,27 ^a	0,33 ± ,37 ^a	0,035 ± 0,11 ^a	0,41 ± 0,12 ^a	0,16 ± 0,82 ^b
22:1n-9	5,34 ± 0,55 ^a	4,26 ± 0,48 ^b	3,41 ± 0,66 ^c	2,39 ± 0,53 ^d	1,73 ± 0,68 ^d	1,07 ± 0,011 ^c
20:4n-6	15,95 ± 1,61 ^a	13,97 ± 1,02 ^a	13,92 ± 0,75 ^a	14,42 ± 1,25 ^a	12,63 ± 2,12 ^a	3,60 ± 0,24 ^b
22:2	0,00 ± 0,00 ^b	0,23 ± 0,27 ^a	0,24 ± 0,69 ^a	0,35 ± 0,19 ^a	0,39 ± 0,26 ^a	0,001 ± 0,004 ^b
20:5n-3	0,43 ± 0,072 ^a	0,53 ± 0,31 ^a	0,43 ± 0,28 ^a	0,46 ± 0,004 ^a	0,64 ± 0,17 ^a	0,24 ± 0,017 ^a
24:1	0,65 ± 0,24 ^a	0,83 ± 0,24 ^a	0,95 ± 0,23 ^a	1,13 ± 0,31 ^a	1,20 ± 0,39 ^a	0,006 ± 0,018 ^b
22:6n-3	2,51 ± 1,26 ^c	3,55 ± 0,92 ^b	4,51 ± 1,10 ^b	5,76 ± 1,72 ^a	6,08 ± 1,68 ^a	0,18 ± 0,070 ^d

Letras diferentes nas linhas representam diferença significativa (p<0,05) pelo teste Scott-Knott

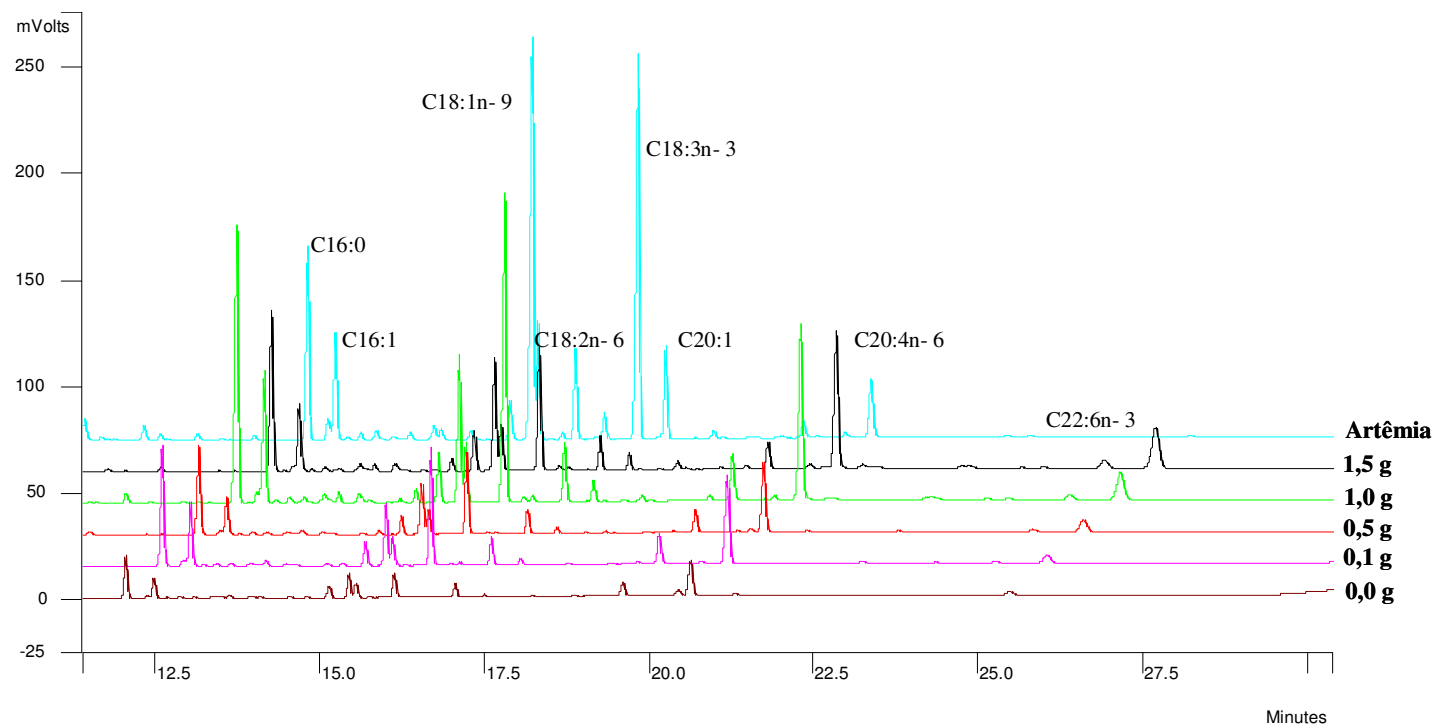


FIGURA 3. Cromatograma representativo de ésteres metílicos dos ácidos graxos do zooplâncton com 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5 g de óleo e da artêmia.

O conteúdo de ácidos graxos do zooplâncton determinado neste estudo reflete diretamente a qualidade de seu alimento e o processo de enriquecimento. Ferrão-Filho et al. (2003), estudando o efeito dos ácidos graxos essenciais contido nas microalgas e seu efeito sobre cladóceros tropicais, afirmaram que as diferentes espécies apresentam respostas diversas ante a deficiência de nutrientes nas dietas e o suplemento de PUFA (ácidos graxos polinsaturados) incrementa, além das taxas de crescimento, o potencial nutricional. De acordo com Brett & Müller-Navarra (1997), os PUFA das microalgas podem ser o constituinte nutricional chave na dieta do zooplâncton e secundariamente no nível trófico seguinte.

A artêmia e zooplâncton enriquecido ou não, apresentaram ácidos graxos essenciais (AGE) Linolênico (18:3n-3), Linoléico (18:2n-6) e Araquidônico (20:4n-6) e ácidos graxos polinsaturados essenciais (PUFA), DHA (22:6n-3) e EPA (20:5n-3) (Tabela 1). Os perfis dos ácidos graxos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) na maioria dos 22 ácidos graxos identificados para todos os casos, com exceção dos ácidos 16:1, 20:2, 22:0 e 20:5n-3, os quais apresentaram porcentagem similar no zooplâncton sem e com enriquecimento e na artêmia, sem evidenciar diferença significativa entre eles (Tabela 1).

A composição de ácidos graxos dos organismos do plâncton é específica para cada espécie, variando de acordo com o alimento e as condições ambientais. No presente estudo do total de ácidos graxos presentes, foram identificadas diferentes porcentagens de 22 ácidos graxos, os quais refletem diretamente a qualidade das microalgas empregadas como alimento na cultura do zooplâncton e a composição orgânica das diferentes espécies de cladóceros e copépodos. Em geral, existem poucos trabalhos relatando o perfil de ácidos graxos de cladóceros e copépodos tropicais de água doce, embora o perfil encontrado no presente estudo esteja de acordo na variabilidade com o descrito para outras espécies de zooplâncton usadas na aquicultura marinha, tais como

rotíferos (Rodríguez, et al., 1998; Koven et al., 2001; Shiels, 2001; Copeman et al., 2002), copépodos (Støttrup, 2000; Payne & Rippingale, 2001; McKinnon et al., 2003) e cultura monoespecífica de cladóceros (Ferrão-Filho et al., 2003).

O perfil de ácidos graxos do zooplâncton cultivado, quando comparado com o perfil de artêmia, evidencia, nesta última, maior porcentagem de ácidos oléico (24,18%) e linolênico (20,8%) em contraste com 9,19% e 5,17% respectivamente, para estes ácidos no zooplâncton (Tabela 1). O perfil de ácidos graxos registrado para a artêmia usada no presente estudo concorda com o reportado por Sorgeloos et al. (1998) e Han et al. (2000), embora as porcentagens de ácido linoléico, araquidônico, eicosapentanóico e docosaexanóico sejam baixas na artêmia quando comparada com o zooplâncton. Em geral, observa-se que, para a maioria dos ácidos graxos, o zooplâncton cultivado supera a porcentagem encontrada na artêmia (Tabela 1).

As maiores porcentagens de ácido araquidônico e docosaexanóico no zooplâncton é importante, pois, poderiam representar um aproveitamento direto destes para as funções fisiológicas, como por exemplo, síntese de eicosanóides, quando comparado com alto teor de ácido linolênico presente na artêmia, que é dependente das elongases e dessaturases para síntese de substrato para eicosanóides.

A artêmia apresentou altas porcentagens de ácido oléico e linolênico. Artêmia é classificada em dois tipos, o tipo marinho, com alto conteúdo de EPA (20:5n-3), ácido graxo essencial para peixes marinhos e o tipo água doce, com alto conteúdo de ácido linolênico (18:3n-3), ácido graxo para peixes de água doce (Amat, 1985; Sorgeloos et al., 1998; Cho & Jo, 2001). Portanto, a Artemia usada no presente estudo é característica do tipo água doce, pelo alto conteúdo em 18:3n-3.

O perfil de ácidos graxos no zooplâncton sem e com enriquecimento, assim como na artêmia no presente estudo, foi classificado em ácidos graxos saturados (Σ SFA), monosaturados (Σ MFA) e poliinsaturados (Σ PFA) (Tabela 2). A menor porcentagem de ácidos graxos saturados (Σ SFA) foi registrada pela artêmia (15,13%), sendo significativamente diferente do zooplâncton ($p < 0,05$), o qual não apresentou diferença estatística entre níveis para a porcentagem da Σ SFA. O somatório da porcentagem para ácidos graxos monosaturados (Σ MFA) foi maior significativamente na artêmia (43,37%), seguida pelo zooplâncton não enriquecido (32,25%) e, posteriormente, pelo zooplâncton enriquecido, o qual apresentou diferença significativa entre níveis, apresentando 27%, em média (Tabela 2).

Os ácidos graxos poliinsaturados (Σ PFA) para o zooplâncton com enriquecimento estiveram em maior proporção ($p < 0,05$), o diferente da artêmia e o zooplâncton não enriquecido, que não apresentaram diferença significativa entre si. Mas, cabe destacar a diferença nos altos conteúdos de ácido araquidônico (20:4n-6) e linolênico (18:3n-3), sendo 15,95% e 20,80%, respectivamente, para zooplâncton não enriquecido e artêmia (Tabela 2).

TABELA 2. Composição de ácidos graxos saturados (Σ SFA), monosaturados (Σ MFA) e poliinsaturados (Σ PFA) da artêmia e zooplâncton com e sem enriquecimento, em porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média \pm .DP, $n= 4$)

Acido Graxo	Zooplâncton					Artemia
	0,0 g	0,1 g	0,5 g	1,0 g	1,5 g	
14:0	2,76 \pm 0,49 ^b	2,89 \pm 0,27 ^b	3,41 \pm 0,402 ^b	4,37 \pm 0,96 ^a	5,38 \pm 1,56 ^a	1,19 \pm 0,06 ^c
16:0	17,82 \pm 2,29 ^a	16,74 \pm 0,63 ^a	15,93 \pm 0,76 ^a	15,59 \pm 1,45 ^a	15,78 \pm 0,86 ^a	11,18 \pm 0,37 ^b
18:0	4,22 \pm 0,66 ^a	3,85 \pm 0,41 ^a	3,33 \pm 0,14 ^b	2,92 \pm 0,13 ^c	2,79 \pm 0,67 ^c	2,22 \pm 0,02 ^c
Σ SFA ¹	26,01 \pm 2,54^a	24,57 \pm 0,24^a	23,67 \pm 1,02^a	23,81 \pm 0,61^a	24,88 \pm 1,57^a	15,13 \pm 0,44^b
16:1	9,12 \pm 2,56 ^a	7,28 \pm 1,15 ^a	7,15 \pm 0,88 ^a	7,79 \pm 0,02 ^a	5,14 \pm 3,47 ^a	6,07 \pm 0,30 ^a
18:1n-9 Ia	9,19 \pm 0,49 ^b	9,57 \pm 0,74 ^b	9,36 \pm 0,79 ^b	9,43 \pm 0,23 ^b	9,55 \pm 1,07 ^b	24,18 \pm 0,18 ^a
18:1n-9 Ib	5,48 \pm 0,76 ^a	4,71 \pm 0,57 ^a	4,09 \pm 0,41 ^b	3,54 \pm 0,12 ^b	2,99 \pm 0,79 ^b	5,43 \pm 0,08 ^a
20:1	0,99 \pm 0,15 ^c	1,03 \pm 0,11 ^c	1,26 \pm 0,18 ^c	1,78 \pm 0,47 ^b	1,84 \pm 0,25 ^b	4,62 \pm 0,94 ^a
22:1n-9	5,34 \pm 0,55 ^a	4,26 \pm 0,48 ^b	3,41 \pm 0,66 ^c	2,39 \pm 0,53 ^d	1,73 \pm 0,68 ^d	1,07 \pm 0,011 ^e
Σ MFA ²	32,25 \pm 1,83^b	28,82 \pm 0,73^c	27,17 \pm 0,39^d	26,59 \pm 0,47^d	24,96 \pm 2,22^d	43,37 \pm 0,029^a
18:2n-6	6,86 \pm 1,21 ^b	12,76 \pm 2,20 ^a	13,96 \pm 2,77 ^a	13,38 \pm 4,76 ^a	14,34 \pm 5,04 ^a	4,87 \pm 0,77 ^b
18:3n-3	5,17 \pm 1,02 ^b	4,44 \pm 0,59 ^b	3,94 \pm 0,11 ^c	3,50 \pm 0,27 ^c	2,94 \pm 0,62 ^c	20,80 \pm 0,37 ^a
20:3n-6	0,45 \pm 0,43 ^a	0,40 \pm 0,27 ^a	0,33 \pm ,37 ^a	0,035 \pm 0,11 ^a	0,41 \pm 0,12 ^a	0,16 \pm 0,82 ^b
20:4n-6	15,95 \pm 1,61 ^a	13,97 \pm 1,02 ^a	13,92 \pm 0,75 ^a	14,42 \pm 1,25 ^a	12,63 \pm 2,12 ^a	3,60 \pm 0,24 ^b
20:5n-3	0,43 \pm 0,072 ^a	0,53 \pm 0,31 ^a	0,43 \pm 0,28 ^a	0,46 \pm 0,004 ^a	0,64 \pm 0,17 ^a	0,24 \pm 0,017 ^a
22:3n-3	2,51 \pm 1,26 ^c	3,55 \pm 0,92 ^b	4,51 \pm 1,10 ^b	5,76 \pm 1,72 ^a	6,08 \pm 1,68 ^a	0,18 \pm 0,070 ^d
Σ PFA ³	32,27 \pm 3,47^b	36,90 \pm 1,55^a	38,35 \pm 2,15^a	39,38 \pm 1,40^a	38,63 \pm 2,50^a	31,78 \pm 0,76^b

Letras diferentes nas linhas representam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste Scott-Knott.

¹ Inclui 15:0, 21:0, 22:0.

² Inclui 15:1, 24:1.

³ Inclui 20:2, 22:2.

Ia-Ib Isômeros.

Estes resultados do somatório do ácidos graxos discordam do que foi reportado por Czesny et al. (1999). Estes autores enriqueceram artêmia com quatro diferentes emulsões baseadas em óleo de fígado de bacalhau (40% EPA e 26% DHA), variando os níveis de ácidos poliinsaturados n-3 e obtiveram menores porcentagens de ácidos graxos do que as registradas no zooplâncton e na artêmia do presente trabalho (saturados entre 8,8% a 12,5%, monosaturados entre 21% a 32% e polinsaturados n-3 entre 28,7% a 38,2%).

As quantidades relativas de DHA (ácido docosaexanóico), EPA (ácido ecosapentanóico), AA (ácido araquidônico) e a proporção DHA/EPA, DHA/AA e AA/EPA estão apresentadas na Tabela 3 e na Figura 4. EPA e DHA se apresentaram, em geral, em baixa porcentagem (<10%); as porcentagem de EPA para o zooplâncton enriquecido ou não, assim como na artêmia, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 3). As baixas porcentagens de EPA no zooplâncton enriquecido são explicadas pelo baixo conteúdo deste ácido graxo no óleo de peixe e, portanto na emulsão (0,7%) Segundo Copeman (2002), os alimentos vivos usados freqüentemente na primeira alimentação de pós-larvas, tais como rotíferos e artêmia, são naturalmente baixos nestes PUFA.

As porcentagens de DHA apresentaram diferença significativa no plâncton avaliado ($p < 0,05$); na artêmia registrou-se 0,18% de DHA, sendo menor porcentagem quando comparada com aquelas registradas no zooplâncton enriquecido ou não, as quais estão bastante acima deste valor, sendo 2,51% para zooplâncton não enriquecido até 6,08% para o zooplâncton enriquecido com o maior nível (Tabela 3). As porcentagem de DHA registradas no zooplâncton refletem diretamente o nível de enriquecimento. Como visto na Figura 4, as porcentagens de DHA vão aumentando na medida que aumenta a inclusão de porcentagens de DHA vão aumentando na medida que aumenta a inclusão de óleo, verificando eficiência no processo de enriquecimento (Figura 4 e 5).

TABELA 3. Composição de ácidos graxos essenciais e sua proporção no zooplâncton com e sem enriquecimento e na artêmia. Porcentagem do total de ácidos graxos presentes (Média ± .DP, n= 4)

<i>Ácido graxo</i>	<i>Zooplâncton</i>					<i>Artêmia</i>
	0,0 g	0,1 g	0,5 g	1,0 g	1,5 g	
DHA/EPA	5,59 ^b ± 2,19	10,22 ^a ± 8,26	13,27 ^a ± 5,63	12,61 ^a ± 3,85	10,59 ^a ± 5,45	0,75 ^b ± 0,23
DHA/AA	0,15 ^c ± 0,06	0,25 ^b ± 0,06	0,32 ^b ± 0,08	0,39 ^a ± 0,09	0,47 ^a ± 0,06	0,005 ^d ± 0,01
AA/EPA	37,07 ^a ± 4,09	47,14 ^a ± 51,5	43,04 ^a ± 23,0	31,55 ^a ± 2,98	21,45 ^a ± 8,8	14,75 ^a ± 0,02

Letras diferentes nas linhas representam diferença significativa (p<0,05) pelo teste Scott-Knott

Neste estudo foi usada uma emulsão à base de óleo de peixe com 8,5 % de DHA e 0,7% de EPA, esperando obter-se um incremento nas proporções destes ácidos no zooplâncton enriquecido nos diferentes níveis. Este incremento só se registrou para DHA e não para EPA, o qual se manteve estável, sem diferença significativa entre níveis. Este fato foi registrado também por Paine & Rippingale (2001), ao enriquecer em nauplios de copépodos (*G. imparipes*), observando-se, depois de 6 horas de enriquecimento com a microalga *I. galbana* (com alto conteúdo de DHA e EPA), incremento nas porcentagens de DHA e ligeiro decréscimo nas porcentagens de EPA.

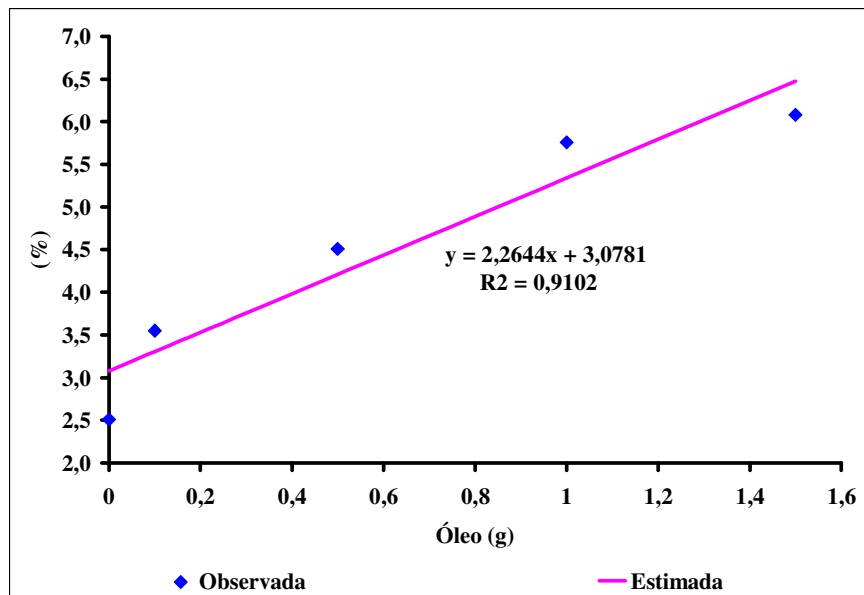


FIGURA 4. Porcentagem de DHA no zooplâncton relacionada aos níveis de óleo no enriquecimento.

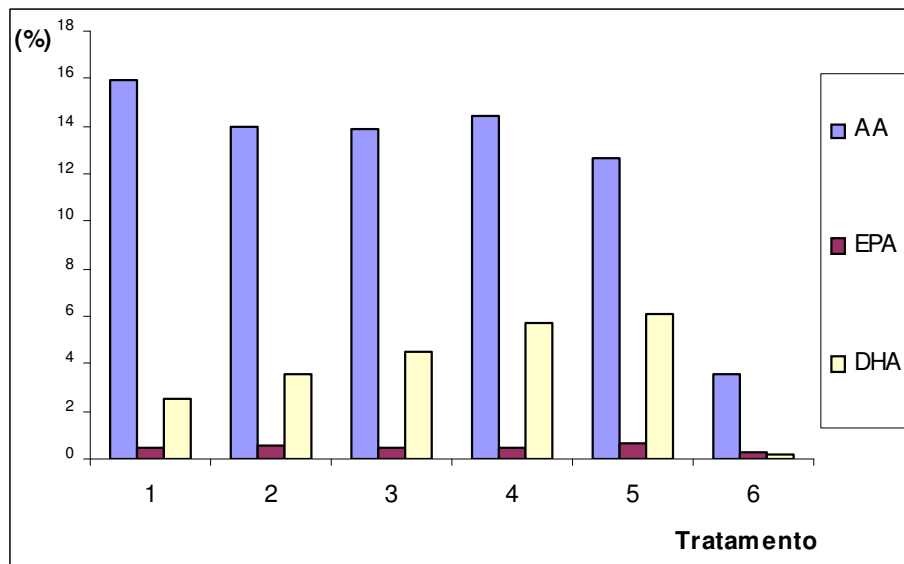


FIGURA 5. Porcentagens de ácido araquidônico (AA), ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosaexanóico (DHA) no zooplâncton sem enriquecimento (1), enriquecido (2-5) e na artêmia (6).

Quanto ao teor de ácido araquidônico (AA), registraram-se, na maioria do plâncton, valores superiores a 12%, excetuando a artêmia, a qual registrou, em média, 3,60%, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 3 e Figura 5). A porcentagem de AA no zooplâncton, enriquecido ou não, não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Provavelmente, a quantidade de AA no zooplâncton é maior que na artêmia, independente do nível de enriquecimento. Na Figura 5, pode-se observar em contraste o efeito do processo de enriquecimento e a incorporação do DHA no plâncton, como também a homogeneidade das porcentagem de AA no zooplâncton, sendo em todos os casos superior ao registrado em artêmia. Igualmente pode-se observar a baixa e uniforme porcentagem registrada para EPA, tanto na artêmia quanto no zooplâncton. Estes resultados discordam com os obtidos por Paine & Rippingale (2001), trabalhando com enriquecimento em nauplios de copépodos, que reportam baixas porcentagem de AA depois de 6 horas de enriquecimento com a mistura das microalgas *I. galbana* e *N. oculata* (com alto conteúdo de DHA e EPA).

A maior proporção DHA/EPA encontrou-se no zooplâncton enriquecido (10,22:1 – 13,27:1) sem ter diferença significativa entre níveis. A menor proporção registrou-se na artêmia (0,75:1), seguida pelo zooplâncton sem enriquecimento (5,59:1) (Tabela 3). Segundo Sarget et al. (1997), tanto a quantidade absoluta de cada ácido graxo, quanto sua proporção relativa são importantes na nutrição das pós-larvas de peixes. Em particular a proporção entre DHA/EPA pode afetar o crescimento e sobrevivência das pós-larvas, devido a um desequilíbrio na composição estrutural dos fosfolípidios que são componentes essenciais das membranas biológicas (Izquierdo, 1996; Rodriguez et al., 1997). Segundo Rodriguez et al. (1997), elevada quantidade de EPA relativa a DHA tem impacto negativo sobre a função neural e, desse modo, sobre o crescimento e a sobrevivência.

No presente estudo, a proporção alcançada de DHA/EPA de 5,59:1 no zooplâncton, em média 11,67:1 no zooplâncton enriquecido (Tabela 3), excede a proporção recomendada de 2:1 para pós-larvas de peixes marinhos (Sarget et al., 1997). Embora sejam altas, estas proporções concordam com a proporção de 8:1 usada por Copeman et al. (2002) para demonstrar a relação positiva entre DHA/EPA e o incremento no crescimento e sobrevivência de *L. feruuginea*, uma espécie de pós-larva marinha. Em contraste, artêmia (DHA/EPA de 0,75:1) apresentou uma proporção abaixo do estabelecido para estas espécies. Porém, não se registrou elevada quantidade de EPA relativa a DHA no zooplâncton, somente na artêmia, com 25% a mais de EPA relativa a DHA.

Nas pós-larvas de espécies de peixes de água doce tem-se enfatizado a necessidade de estabelecer estas proporções DHA/EPA/AA (Awais et al., 1996; Sarget et al., 1999; Kolkovski et al., 2000; Portella et al., 2000; Bell & Sargent, 2003), porém, a escassez de dados comparativos dificultam avaliar a suficiência das razões DHA/EPA encontradas no presente estudo para o zooplâncton. Contudo, é possível modificar as quantidades e proporções de ácidos graxos do zooplâncton pela variação na dieta e no enriquecimento (Kolkovski et al., 2000; Copeman et al., 2002; McKinnon et al., 2003) usando diferentes combinações de microalgas e manipulando a razão DHA/EPA das emulsões.

Na relação AA/EPA (Tabela 3) não encontrou-se diferença significativa para artêmia quando comparada com zooplâncton enriquecido ou não enriquecido; também não encontrou-se diferença significativa dentre os diferentes níveis de enriquecimento. Na Tabela 3, observa-se que a menor quantidade absoluta corresponde à relação AA/EPA na artêmia (14,75:1) e uma maior relação (47,14:1) corresponde ao zooplâncton enriquecido com o menor nível de óleo (0,1 g); para todos os casos, a quantidade de AA supera em muito a quantidade de EPA. Segundo Copeman et al. (2002), a interação competitiva entre EPA e DHA é importante na formação de eicosanóides, sendo estas

moléculas biologicamente ativas que têm uma variedade de funções fisiológicas localizadas de amplo alcance. Os dois, EPA e AA, são substratos para a formação de eicosanóides; AA é substrato preferido para a produção de eicosanóides de alta atividade biológica (Bell et al., 1994) e EPA produz eicosanóides de baixa atividade biológica e, desse modo modula a eficiência de AA (Fracalossi, 1998; Copeman et al., 2002).

Segundo Fracalossi & Lovell (1995), a composição de ácidos graxos de cadeia longa predominantes na dieta serão também os predominantes nas membranas celulares dos peixes, determinando o funcionamento do sistema imunológico. De acordo com Fracalossi (1998), a composição de ácidos graxos da dieta é que vai determinar o tipo de eicosanóide que será produzido pelas membranas das células imunocompetentes, se um imunoestimulador ou um imunossupressor.

As proporções DHA/AA apresentaram diferença significativa para o plâncton avaliado (Tabela 3). A menor proporção (0,005:1) foi registrada na artêmia, seguida em ordem crescente pelo zooplâncton sem enriquecimento (0,15:1) até a maior porcentagem (0,47:1) registrada no zooplâncton enriquecido com o maior nível. Na Tabela 3 pode-se observar valores crescentes da razão DHA/AA de acordo com os níveis de enriquecimento. Isto é reflexo direto do enriquecimento com DHA (Figura 4), já que as porcentagens de AA foram estáveis, sem diferença significativa no zooplâncton.

As proporções encontradas DHA/AA para o zooplâncton enriquecido ou não, são baixas quando comparadas com o encontrado por Koven et al. (2001). Estes autores trabalharam com enriquecimento em rotíferos com três produtos diferentes: um com alto conteúdo em AA, outro com alto conteúdo em DHA e microalgas liofilizadas e reportaram proporções DHA/AA de 5,6:1, 20,9:1 e 10,1:1, respectivamente, para cada produto. Isto é explicável, já que no presente

estudo o enriquecimento foi realizado para DHA e as quantidades presentes e incorporadas pelo zooplâncton não superam em nenhum dos casos as porcentagens de AA presentes (Tabela 3). Portanto sendo superior em muito à porcentagem de AA relacionada a DHA, as proporções registradas são baixas.

5.3 Larvicultura de pacu

A utilização de zooplâncton enriquecido com diferentes níveis de ácidos graxos na alimentação das pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) durante cinco dias permitiu o crescimento dos peixes em todos os tratamentos (Figura 6). Na Tabela 4 se apresentam os resultados das médias obtidas e o desvio padrão para o desempenho das pós-larvas nas variáveis comprimento, peso e sobrevivência.

Em relação ao comprimento das pós-larvas, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$), pelo teste Scott-Knott (Tabela 4), no qual os tratamentos mostraram-se com igual desempenho com comprimentos entre $5959,00 \pm 68,87 \mu\text{m}$ e $6179,48 \pm 35,53 \mu\text{m}$.

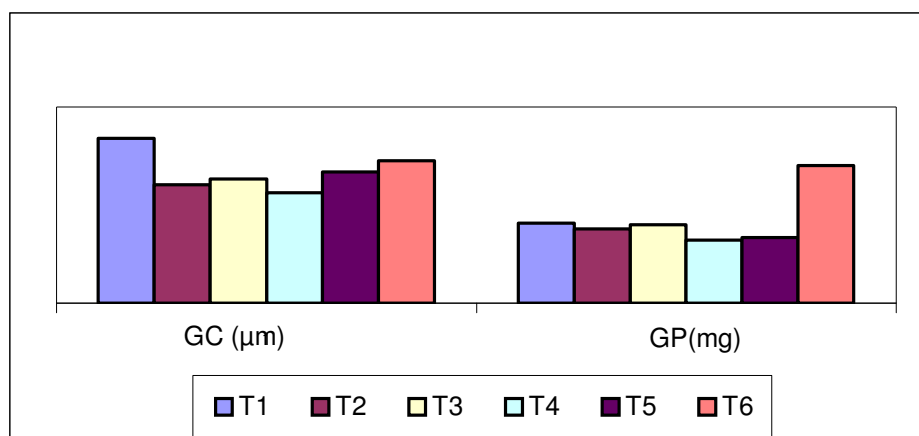


FIGURA 6. Média dos valores de ganho em comprimento (GC) e ganho de peso (GP) das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura. T1-T6 tratamentos de alimentação.

TABELA 4. Parâmetros de desempenho de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Médias e desvio padrão do comprimento (µm) e peso (mg) das pós-larvas e sobrevivência (%).

Tratamento	Comprimento* (µm)	Peso** (mg)	Sobrevivência (%)
Zooplâncton	6044,55 ^a	0,99958 ^b	93,398 ^a
0,0 g (T5)	± 105,38	± 0,100	± 8,58
Zooplâncton	6179,48 ^a	1,05788 ^b	94,932 ^a
0,1 g (T1)	± 35,53	± 0,037	± 5,76
Zooplâncton	6083,48 ^a	1,05385 ^b	89,320 ^a
0,5 g (T2)	± 211,97	± 0,067	± 7,28
Zooplâncton	6031,34 ^a	1,05195 ^b	94,240 ^a
1,0 g (T3)	± 97,63	± 0,048	± 6,87
Zooplâncton	5959,00 ^a	0,98836 ^b	86,598 ^a
1,5 g (T4)	± 68,87	± 0,057	± 25,59
Artêmia	6087,27 ^a	1,29278 ^a	90,196 ^a
(T6)	± 80,38	± 0,150	± 6,37

* Significativo P<0,05 ** Significativo P<0,01

Médias com letras diferentes nas colunas diferem pelo teste Scott-Knott.

É importante destacar que as pós-larvas alimentadas com o zooplâncton em diferentes níveis de enriquecimento não apresentaram diferença significativa no comprimento, quando comparadas com as pós-larvas alimentadas com artêmia (Tabela 4) (Figura 7), que é o alimento geralmente usado na larvicultura destas espécies de peixes.

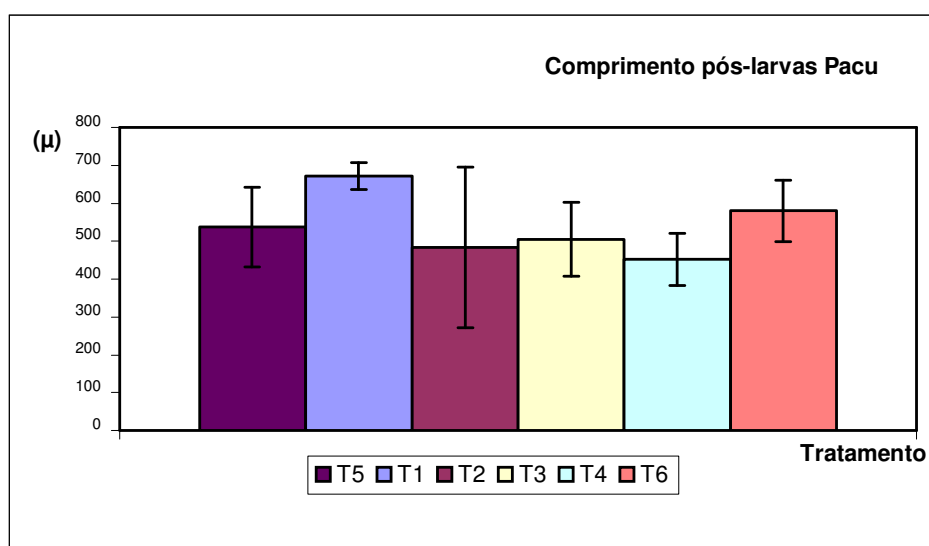


FIGURA 7. Média e desvio padrão do comprimento das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

Os resultados do comprimento em pacu estão de acordo com os resultados obtidos por Tesser (2002) que, trabalhando na larvicultura de pacu, registrou aos 6 dias, comprimentos significativamente diferentes entre 5,41 e 6,63 mm, dependendo do tratamento alimentar sendo dieta microencapsulada e

náuplios de artêmia, respectivamente. Na mesma espécie, Beerli (2002) reportou comprimentos significativamente diferentes aos 6 dias de idade entre 6,21 e 6,39 mm, quando alimentadas com 100% de ração e proporção 1:1 artêmia:plâncton, respectivamente. Da mesma forma, quando alimentadas com artêmia as pós-larvas de pacu registraram comprimento de 6,74 mm aos seis dias depois de iniciada a alimentação exógena (Jomori, 1999 e 2001).

Com relação ao peso das larvas de pacu, pode-se observar na Tabela 4 que houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos ($p < 0,01$). O tratamento com artêmia apresentou $1,29278 \pm 0,150$ mg, sendo superior aos demais tratamentos, os quais não tiveram diferença significativa entre si.

Pode-se observar, na Figura 8, que os diferentes níveis de enriquecimento do plâncton estatisticamente não apresentam efeito sobre a variável peso nas pós-larvas de pacu (Tabela 4). Assim, é igualmente importante destacar que no tratamento correspondente a plâncton não enriquecido não houve diferença significativa de seu efeito no peso das pós-larvas, quando comparado com o plâncton enriquecido (Tabela 4).

Os resultados do peso para o pacu concordam com o descrito por Jomori (1999), que reportou 1,50 mg, alimentando-o com náuplios de artêmia. O mesmo autor, em 2002, registrou peso de 1 mg para a mesma espécie com o mesmo tratamento.

Já Beerli (2002), tratando larvas de pacu com diferentes tratamentos alimentares, obteve pesos entre 0,8 mg a 1,130 mg quando alimentou-as somente com ração e proporção 1:1 artêmia:plâncton, respectivamente. Tesser (2002) reportou 0,4 mg e 1,4mg para o peso das pós-larvas de pacu quando mantidas em jejum e tratadas com artêmia, respectivamente.

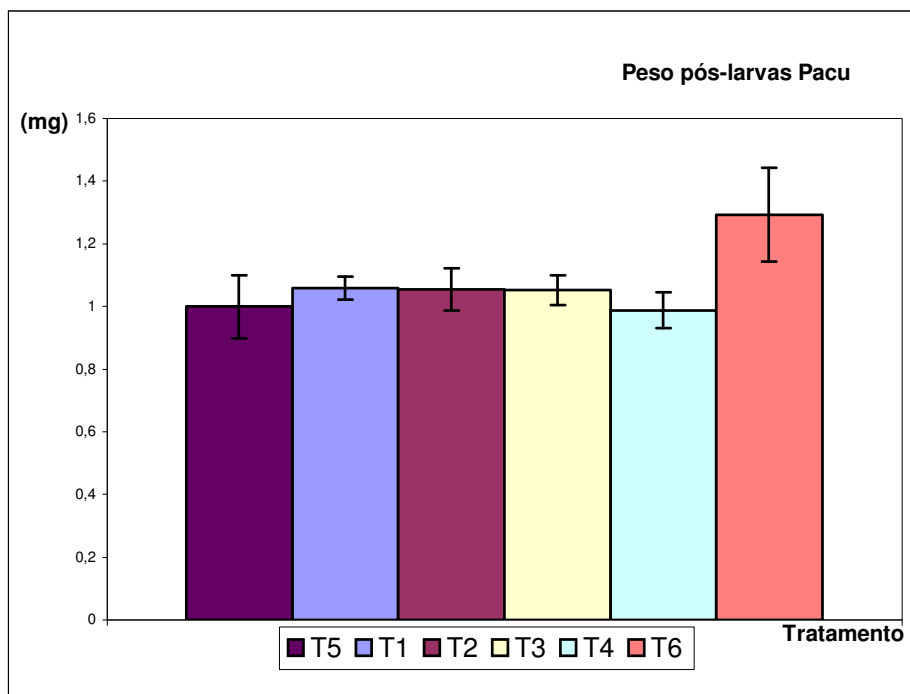


FIGURA 8. Média e desvio padrão do peso das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

Os resultados para o desempenho de pacu não apresentam efeito direto do nível de enriquecimento para o comprimento obtendo-se igual incremento quando as pós-larvas foram alimentadas com plâncton com o sem enriquecimento de óleo. Porém, o melhor incremento em peso foi obtido alimentando-as com artêmia. O zooplâncton enriquecido ou não apresenta de 6,86% a 14,34% de ácido linoléico; 12,63% a 15,95% de AA; 2,51% a 6,08% de DHA e de 0,43% a 0,53% de EPA. As proporções DHA/AA e AA/EPA e DHA/EPA presentes neste zooplâncton têm incidência sobre as pós-larvas

estimulando seu crescimento. Atualmente, é reconhecida a importância do conteúdo de EPA e DHA nas espécies de peixes em relação à sobrevivência, adequado crescimento e resistência ao estresse das pós-larvas (Awaiss et al., 1996; Sargent, et al., 1999; Kolvovski et al., 2000; Koven et al., 2001; Copeman et al., 2002).

Segundo Brett & Muller-Navarra (1997), Butolo (2002) e Bell & Sargent (2003), alimentos vivos fornecidos às pós-larvas devem oferecer um conteúdo maior a 4% de EPA em relação ao total dos ácidos graxos, podendo-se esperar uma nutrição deficiente com níveis abaixo de 3% em EPA. O zooplâncton enriquecido nos diferentes níveis apresenta baixo conteúdo de EPA (0,53% – 0,64%), mas alto conteúdo de ácido linolênico (18:2n-3) (2,94% - 4,44%). Portanto espera-se que o pacu, sendo uma espécie de água doce, possa sintetizar do ácido linolênico por dessaturação, os ácidos graxos omega 3, principalmente o EPA, para suprir seus requerimentos (Geurden et al., 1995; Awaiss et al., 1996; Sargent et al., 1999; Kolkovski et al., 2001).

Na Figura 8 pode-se observar claramente que não houve diferença entre as médias de peso das pós-larvas de pacu quando alimentadas com plâncton enriquecido em diferentes níveis; porém, observa-se claramente a diferença considerável da média de peso alcançada pelas pós-larvas alimentadas com artêmia quando comparadas aos demais tratamentos. Neste sentido, são importantes igualmente a proporção DHA/EPA e seu efeito em relação ao crescimento das pós-larvas (Sargent et al., 1999; Kolvovski et al., 2000; Koven et al., 1993; Copeman et al., 2002). Segundo Sarget et al.(1997), a proporção adequada e recomendada de DHA/EPA é 2:1 para pós-larvas de peixes marinhos; o mesmo autor afirma, em relação às pós-larvas de peixes marinhos e de água doce, que tanto a quantidade absoluta de cada ácido graxo quanto sua relativa proporção são importantes na nutrição das pós-larvas.

Desse modo, a proporção DHA/EPA na artêmia (0,75:1), a qual se apresenta com um 25% a mais de EPA em relação a DHA, poderia ter um efeito positivo sobre o incremento em peso nas pós-larvas de pacu, diferente das proporções DHA/EPA encontradas no zooplâncton com ou sem enriquecimento, as quais apresentam uma maior quantidade de DHA, superando em 5 e 10 vezes o valor de EPA. Contudo, este resultado de efeito positivo sobre o incremento em peso do pacu discorda do proposto por Rodriguez et al. (1998), que afirmam que elevada quantidade de EPA relativa a DHA tem impacto negativo sobre a função neural e, desse modo, sobre o crescimento e sobrevivência.

Outra das variáveis analisadas é a sobrevivência. Na Tabela 4 percebe-se que não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes tratamentos para as médias de sobrevivência alcançadas pelas pós-larvas depois de 5 dias de larvicultura. Destaca-se o fato que em todos os tratamentos houve uma alta sobrevivência, superior a 85%, sendo em quatro dos seis tratamentos superior a 90% (Figura 9). Estes resultados evidenciam que o desempenho das pós-larvas de pacu em relação à sobrevivência é igual ao serem alimentadas com plâncton enriquecido ou não quando comparadas com aquelas alimentadas com artêmia, porém, o tratamento T4 apresentou-se com a menor média de sobrevivência e o maior desvio padrão.

Os resultados de sobrevivência das pós-larvas de pacu concordam com os resultados observados na larvicultura de mesma espécie por outros autores. Jomori (2001) relatou uma sobrevivência de 86,38% das pós-larvas quando alimentadas durante 6 dias com náuplios de artêmia; Tesser (2002) observou uma sobrevivência de 63,6% depois de 12 dias alimentando as pós-larvas durante 6 dias com náuplios de artêmia e 6 dias com co-alimentação artêmia + dieta microencapsulada e reportou 87,1% de sobrevivência quando alimentadas durante 12 dias somente com artêmia.

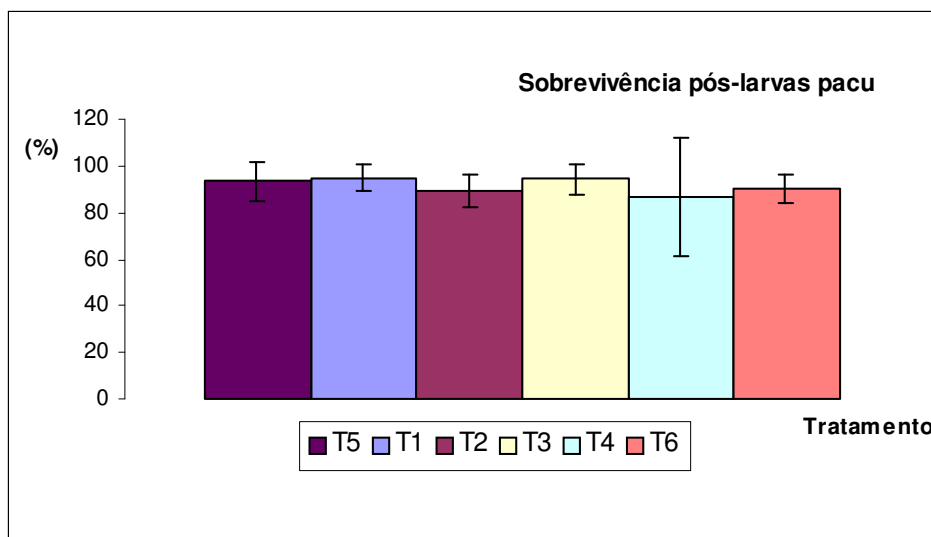


FIGURA 9. Média e desvio padrão da sobrevivência das pós-larvas de pacu após o período de larvicultura alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

As pós-larvas de pacu cultivadas em laboratório apresentaram altas taxas de sobrevivência, evidenciando, sob esse aspecto, a eficiência do sistema de cultivo e a viabilidade do zooplâncton como partícula alimentícia com efeitos tão positivos quanto os obtidos com artêmia.

5.4 Larvicultura de curimatá

Na alimentação das pós-larvas de curimatá (*Prochilodus lineatus*) durante 5 dias empregando como tratamento zooplâncton enriquecido com óleo de peixe em diferentes níveis, houve crescimento diferenciado dos peixes nos tratamentos. Na Tabela 5 se apresentam os resultados das médias obtidas e o

desvio padrão para o desempenho das pós-larvas nas variáveis comprimento, peso e sobrevivência.

TABELA 5. Parâmetros de desempenho de curimatá (*Prochilodus lineatus*). Crescimento em comprimento (μm) e peso (mg) das pós-larvas; sobrevivência (%).

Tratamento	Comprimento (μm)	Peso (mg)	Sobrevivência (%)
Zooplâncton	6590,553 ^b	1,0876 ^b	93,462 ^b
0,0 g (T5)	$\pm 60,56$	$\pm 0,065$	$\pm 4,33$
Zooplâncton	6481,271 ^b	1,0766 ^b	91,862 ^b
0,1 g (T1)	$\pm 80,88$	$\pm 0,087$	$\pm 1,92$
Zooplâncton	6520,661 ^b	1,1381 ^b	91,532 ^b
0,5 g (T2)	$\pm 88,65$	$\pm 0,029$	$\pm 4,15$
Zooplâncton	6377,948 ^b	1,1094 ^b	91,662 ^b
1,0 g (T3)	$\pm 75,17$	$\pm 0,108$	$\pm 3,35$
Zooplâncton	6515,155 ^b	1,1529 ^b	92,064 ^b
1,5 g (T4)	$\pm 139,31$	$\pm 0,079$	$\pm 5,92$
<i>Artemia</i>	6878,403 ^a	1,5558 ^a	98,932 ^a
(T5)	$\pm 124,50$	$\pm 0,062$	$\pm 2,03$

Médias com letras diferentes nas colunas diferem pelo teste Scott-Knott a 5% ($p < 0,05$).

Em relação ao comprimento, as pós-larvas apresentaram crescimento exceto no tratamento T3 (zooplâncton com 1,0 g de óleo) em que não houve ganho no comprimento (Figura 10 e 11). Houve diferença significativa entre as médias de comprimento nos tratamentos ($p < 0,05$) pelo teste SNK (Tabela 5), em que o tratamento que se mostrou com melhor desempenho foi o T6 com $6878,403 \pm 124,50 \mu\text{m}$ de comprimento (Figura 10). Este tratamento corresponde às pós-larvas alimentadas com artêmia. Não houve diferença significativa entre os tratamentos correspondentes aos diferentes níveis de enriquecimento (Tabela 5) e entre estes e o tratamento T5 (plâncton não enriquecido).

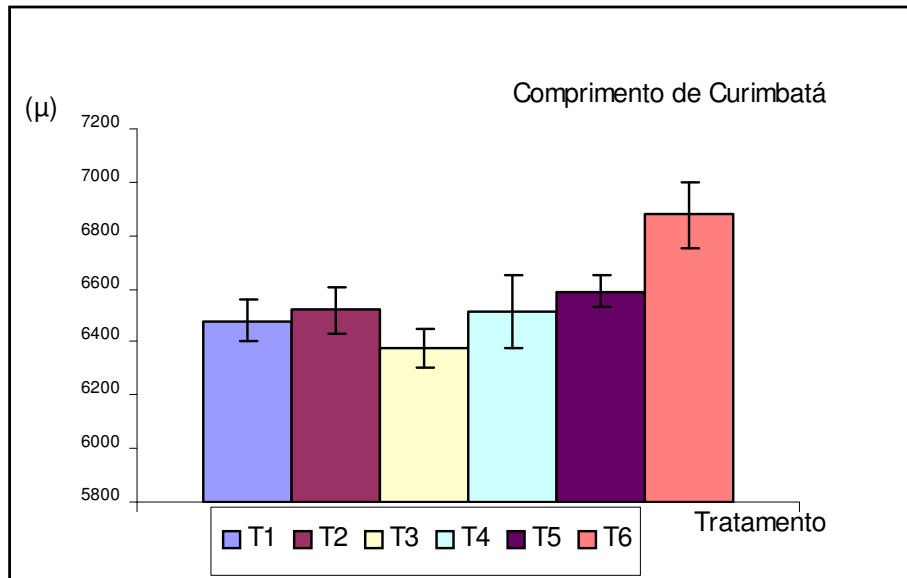


FIGURA 10. Média e desvio padrão do comprimento das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

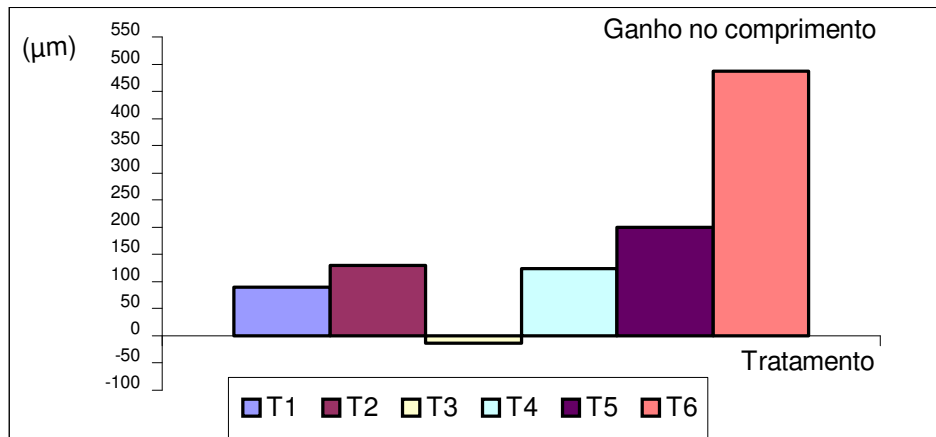


FIGURA 11. Média dos valores de ganho do comprimento das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

A alimentação com artêmia, para pós-larvas de curimbatá, permite obter maiores comprimentos quando comparada com pós-larvas alimentadas com plâncton enriquecido ou não. Observou-se, mediante análise de variância, a não diferença significativa entre as médias de comprimento para as pós-larvas dos tratamentos alimentados com plâncton com diferentes níveis de enriquecimento (Tabela 5), porém, houve sim diferença significativa entre as pós-larvas alimentadas com artêmia e os demais tratamentos (Figura 11).

Os resultados obtidos no comprimento das pós-larvas de curimbatá no presente estudo são menores do que aqueles reportados por Salles (1998) para a mesma espécie. Depois de 5 dias de alimentação com rotíferos, o autor registrou comprimento médio de 8750,00 μm . Por sua parte, Cestarolle et al. (1997) reportaram comprimento inicial (no dia da primeira alimentação) para três lotes de pós-larvas, DE 5,19; 6,77 e 6,09 mm, respectivamente, sendo estes comprimentos maiores do que os obtidos no presente estudo para a mesma espécie depois de 5 dias de alimentação.

Com relação ao peso das larvas de curimbatá, pode-se observar, na Tabela 5, que houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos ($p < 0,05$). O tratamento que apresentou as pós-larvas com melhor peso foi o tratamento T6 correspondente à artêmia com $1,5558 \pm 0,062$ mg, mostrando-se superior aos demais tratamentos, os quais não tiveram diferença significativa entre si (Figura 12).

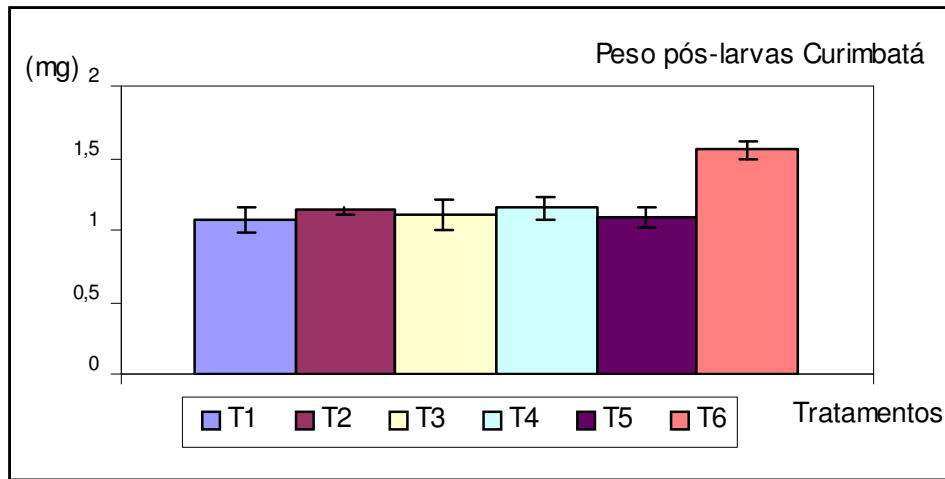


FIGURA 12. Media e desvio padrão do peso das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

Pode-se observar que os diferentes níveis de enriquecimento do plâncton estatisticamente não apresentam efeito sobre a variável peso nas pós-larvas de curimbatá (Tabela 5). Nesse sentido, é igualmente importante destacar, como pode-se observar na Figura 13, que as pós-larvas alimentadas com plâncton (enriquecido ou não) apresentaram ganho de peso negativo em todos os casos, sendo isto significativamente diferente quando comparados com o tratamento T6 correspondente às pós-larvas alimentadas com artêmia. Este último tratamento foi o único a apresentar ganho de peso positivo (Figura 13).

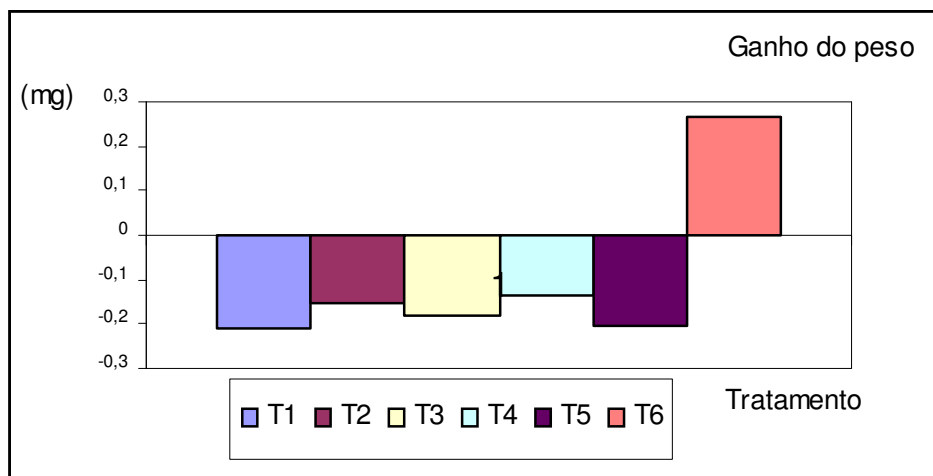


FIGURA 13. Média dos valores de ganho do peso das pós-larvas de curimatá após o período de larvicultura alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia

De acordo com os resultados obtidos para o comprimento e peso nas pós-larvas de curimatá no presente estudo, pode-se evidenciar a viabilidade da artêmia como primeira alimentação desta espécie e não do zooplâncton, independentemente de ser este enriquecido ou não. Assim, deve-se analisar a qualidade do zooplâncton em relação à sua composição nutricional, seu tamanho e atratividade para esta espécie de pós-larvas.

O zooplâncton permitiu às pós-larvar obter incremento em comprimento sem marcada diferença numérica entre tratamentos, sendo 6,3 mm no pior tratamento e 6,8 mm no melhor; porém, o incremento em peso foi negativo para todos aqueles tratamentos alimentados com zooplâncton. Segundo Frascalossi (1998), quando existe um desequilíbrio de nutrientes na dieta, a taxa de crescimento nos peixes fica limitada à quantidade de energia e proteína

disponível neste alimento, sendo normalmente insuficiente para proporcionar um rápido ganho em peso. A afirma a autora que peixes em fase de desenvolvimento inicial dão prioridade ao crescimento em comprimento e posteriormente ao incremento em peso.

Nesse sentido, Geurden et al. (1995) e Sarget et al. (1999) afirmam que o requerimento de ácidos graxos para a construção e renovação de membranas é especialmente alto durante o rápido crescimento dos estádios de larva e pós-larvas dos peixes e pode exceder a capacidade endógena de síntese também para espécies de água doce. Portanto pode-se pensar que as porcentagens presentes de AA, DHA e EPA e suas respectivas proporções no zooplâncton com o sem enriquecimento, não são adequadas para estas pós-larvas e tem efeito negativo nos processos metabólicos e fisiológicos e, portanto, na função tecidular normal das mesmas.

Igualmente, pode-se pensar que as porcentagens presentes dos ácidos linoléico e linolênico no zooplâncton poderiam apresentar um desequilíbrio, afetando o metabolismo das pós-larvas e sua capacidade de síntese por desaturação dos ácidos graxos essenciais para suprir seus requerimentos. Ambos os ácidos graxos são considerados como compostos “progenitores” de uma família inteira de outros ácidos graxos essenciais ômega 3 e 6, essenciais para a função tecidular normal (Alava & Kanazawa, 1996; McEvoy et al., 1998; Copeman et al., 2002; Bell & Sargent, 2003).

Em relação a estes mesmos ácidos, poderia-se esperar um efeito negativo da artêmia sobre o desempenho das pós-larvas de curimatá por estresse nutritivo, já que esta apresenta alto conteúdo de ácido linolênico (20,80%) em relação a baixo conteúdo de EPA (0,24%) (Tabela 2). Segundo diversos autores, o estresse nutritivo que pode ser induzido nas larvas, principalmente por um excesso de ácidos graxos essenciais tipo 18:3n3 (linolênico), associado a baixos

níveis de 20:5n3 (EPA), se potencializa em presença de qualquer contaminante na dieta. A resposta fisiológica negativa, segundo diversos estudos, alcança manifestações muito críticas (McEvoy et al., 1998; Frascalossi, 1998; Sargent, et al., 1999).

Embora os resultados obtidos no desempenho de curimatá quando alimentado com artêmia discordou do que foi descrito anteriormente por outros autores, obteve-se o melhor desempenho em altas concentrações de ácido linolênico associadas a baixas concentrações de EPA. No mesmo sentido, é importante em uma dieta que haja um balanceamento entre os ácidos linoléico e linolênico, pois alterações nas suas relações são prejudiciais à saúde animal (McEvoy et al., 1998; Rodriguez et al., 1998; Gapasin & Duray, 2001; Bell & Sargent, 2003; koven et al., 2003).

A artêmia apresentou baixo conteúdo de ácido linoléico (4,87%) e alto conteúdo de ácido linolênico (20,80%) associados à baixa porcentagem de AA (3,6%); diferentemente, o zooplâncton enriquecido apresentou alta porcentagem de ácido linoléico (12% – 14%) associado à baixa porcentagem de ácido linolênico (2,94% – 4,44%) e alta porcentagem de AA (>12%). No zooplâncton sem enriquecimento, as porcentagens foram próximas para ambos os ácidos e altas as porcentagens de AA (Tabela 2). Estas diferenças nas proporções entre ácidos graxos para cada alimento podem estar afetando o metabolismo das pós-larvas, seja por excesso de algum deles associado à presença em quantidade limitante de outro. Portanto, pode-se inferir que para as pós-larvas de curimatá são adequadas altas porcentagens de ácido linolênico associadas a baixas porcentagens de ácido linoléico e araquidônico na dieta da primeira alimentação.

Outra das variáveis analisadas no desempenho das pós-larvas de curimatá foi a sobrevivência. Na Tabela 5 pode-se observar que estatisticamente houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os diferentes

tratamentos para as médias de sobrevivência alcançadas pelas pós-larvas depois de 5 dias de larvicultura; aquelas do tratamento T6 apresentaram a maior sobrevivência com $98,9 \pm 2,03\%$ quando comparadas com os demais tratamentos, dentre os quais não houve diferença significativa (Tabela 5).

Destaca-se o fato de que em todos os tratamentos houve uma alta sobrevivência, superior a 90%. Estes resultados evidenciam que o desempenho das pós-larvas de curimbatá em relação à sobrevivência foi igual ao serem alimentadas com plâncton enriquecido ou não, quando comparadas com aquelas alimentadas com artêmia. Porém, o tratamento T6 apresentou-se com a maior média de sobrevivência e o menor desvio padrão (Figura 14).

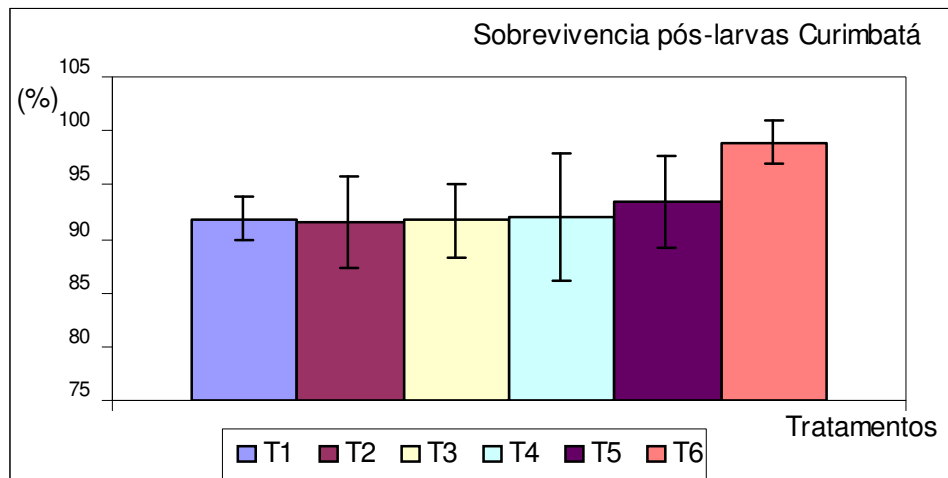


FIGURA 14. Média e desvio padrão da sobrevivência das pós-larvas de curimbatá após o período de larvicultura, alimentadas com plâncton enriquecido, não enriquecido e artêmia. T1-T4 zooplâncton com diferentes níveis de enriquecimento; T5 plâncton não enriquecido; T6 artêmia.

A sobrevivência e o crescimento nas pós-larvas estão associados à composição nutricional e qualidade do seu alimento. Desse modo, o zooplâncton enriquecido ou não permite obter alta sobrevivência nas pós-larvas de curimatá, embora os melhores resultados de sobrevivência obtidos quando alimentadas com artêmia sejam reflexo direto da composição do alimento e das proporções de ácidos graxos presentes.

Estes resultados do desempenho das pós-larvas de curimatá indicam que a espécie não é muito dependente de ácidos graxos poliinsaturados PUFA no seu desenvolvimento inicial, mas apresenta susceptibilidade para as mudanças nas proporções dos ácidos linoléico, linolênico e araquidônico. Isso concorda com o exposto por Portella et al. (2000) que, estudando a larvicultura desta espécie alimentada com rotíferos, evidenciaram que sua demanda é baixa em PUFAS, encontrando os melhores crescimentos quando as pós-larvas foram alimentadas com rotíferos enriquecidos com óleo de soja, o qual apresenta alto conteúdo de ácido linoléico (47%).

5.5 Resistência ao estresse

As pós-larvas de pacu apresentaram uma alta sobrevivência depois de submetidas à prova de estresse, sendo superior ao 80% na maioria dos casos (Tabela 6). Analisando-se as médias alcançadas nos diferentes tratamentos, observa-se que não houve diferença significativa entre os mesmos ($p < 0,05$) por meio do teste Scott-Knott. Apesar de não ter havido diferença estatisticamente significativa, pode-se observar melhor resistência ao estresse naquelas pós-larvas dos tratamentos alimentados com plâncton enriquecido (Tabela 6), sendo o menor valor médio o registrado no tratamento T5 com $77,33 \pm 22,90\%$ correspondente às pós-larvas alimentadas com plâncton não enriquecido.

TABELA 6. Valores médios e desvio padrão de resistência ao estresse das pós-larvas de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e curimatá (*Prochilodus lineatus*).

Especie	Zooplâncton					Artêmia (T6)
	0,0 g (T5)	0,1 g (T1)	0,5 g (T2)	1,0 g (T3)	1,5 g (T4)	
Pacu	77,33 ^a	82,66 ^a	95,00 ^a	81,66 ^a	88,00 ^a	84,00 ^a
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	± 22,90	± 28,12	± 15,34	± 17,89	± 20,22	± 15,35
Curimatá	88,00 ^a	77,33 ^b	81,33 ^b	81,33 ^b	81,33 ^b	94,66 ^a
<i>Prochilodus lineatus</i>	± 2,98	± 5,96	± 14,45	± 5,58	± 11,92	± 5,58

* Médias com letras diferentes nas linhas diferem pelo teste Scott-knott a 5%.

As pós-larvas de curimatá apresentaram uma alta sobrevivência à prova de estresse, sendo superior ao 70% em todos os casos (Tabela 6). Houve diferença significativa entre as médias alcançadas nos diferentes tratamentos ($p < 0,05$). A maior resistência ao estresse apresentou-se nas pós-larvas alimentadas com artêmia e plâncton sem enriquecimento sendo $94,66 \pm 5,6$ e $88,00 \pm 3,0$ os valores médios, respectivamente, sem existir diferença estatisticamente significativa entre os mesmos. As médias de resistência ao estresse apresentadas nas pós-larvas alimentadas com plâncton enriquecido com diferentes níveis não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si, mas houve diferença significativa entre estes e os tratamentos T5 e T6 (Tabela 6).

Estes resultados evidenciam respostas diferentes para cada uma das espécies em relação ao estresse. As pós-larvas de pacu aparentemente não apresentam resposta diferenciada entre tratamentos. Pelo contrário, as pós-larvas

de curimbatá apresentaram-se mais susceptíveis ao estresse quando alimentadas com o plâncton enriquecido, independente do nível de enriquecimento. Krieger-Azzolini et al. (1989), estudando indicadores endócrinos e metabólicos no estresse em pacu, afirmam que as espécies de peixes apresentam grande variabilidade interespecífica quanto à tolerância ao agente estressor, e as reações fisiológicas devem ser consideradas tanto no que se refere ao tipo resposta, como a caracterização do grau de tolerância de uma determinada espécie em relação ao médio ambiente no qual se encontra.

Segundo Bell & Sargent (2003), níveis entre 1% – 2% de ácido araquidônico na dieta podem melhorar o crescimento, sobrevivência e resistência ao estresse nos peixes. Porém, pós-larvas com suplemento de AA na dieta são mais resistentes ao estresse agudo, mas apresentam-se mais susceptíveis ao estresse crônico por mudanças diárias quando comparadas com aquelas alimentadas com baixos níveis de AA. No presente estudo, os níveis de AA no zooplâncton, enriquecido ou não, foi alto (>10 %) quando comparado com artêmia (3,60 %) (Tabela 3). Estes níveis não parecem afetar a resposta metabólica no pacu, mas têm efeito direto na resposta fisiológica no curimbatá, espécie que apresentou-se com melhor resposta ao estresse quando alimentada com baixos níveis de AA.

No mesmo sentido, pode-se pensar, que as pós-larvas das duas espécies estiveram submetidas a estresse nutritivo durante a larvicultura, induzido principalmente por um excesso de ácidos graxos tipo 18:3n –3 (linolênico, associado a baixos níveis de 20:5n- 3 (EPA) (McEvoy et al., 1998; Frascalossi, 1998; Sargent, et al., 1999) quando alimentadas com artêmia (Tabela 2). Porém, a resposta nas pós-larvas não parece estar associada a este fato, tendo a melhor resposta de sobrevivência frente ao estresse em curimbatá sido encontrada quando elas foram alimentadas com artêmia e não tem diferença significativa quando alimentadas com plâncton sem enriquecimento.

De acordo com o exposto e os resultados deste estudo, a alimentação com plâncton com ou sem enriquecimento, com baixa ou altas porcentagens de AA não tem efeito direto na resposta diante do estresse para as pós-larvas de pacu; igualmente baixos ou altos níveis de AA não afetam a resposta de estresse em curimatá, porém, níveis de enriquecimento com DHA na alimentação inicial de curimatá têm incidência negativa na resposta em relação ao estresse.

A alta resistência ao estresse registrada pelos resultados de sobrevivência em pacu, sem apresentar diferença significativa entre tratamentos, indica a condição de bem-estar das pós-larvas, como reflexo de uma adequada qualidade nutricional destes alimentos como primeira alimentação.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que:

- a composição de ácidos graxos do zooplâncton cultivado aumenta-se com o uso de emulsão elaborada a partir de óleo de peixe.
- o uso de zooplâncton enriquecido com óleo de peixe é viável na larvicultura do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), permitindo adequado desempenho das pós-larvas no comprimento, a sobrevivência e a resistência ao estresse.
- a alimentação com artêmia proporciona melhor comprimento, peso, sobrevivência e resistência ao estresse nas pós-larvas de curimatá (*Prochilodus scrofa*).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas adicionais são necessárias para melhorar o entendimento sobre o efeito da composição dos ácidos graxos na dieta de larvicultura dos peixes tropicais de água doce, visando otimizar as dietas com os requerimentos específicos de cada espécie.

Presume-se que as diferenças de desempenho na larvicultura poderiam ter sido evidenciadas se o período experimental fosse mais longo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEYEMO, A. A.; OLADOSU, G. A.; AYINLA, A. O. Growth and survival of fry African catfish species, *Clarias gariepinus* Burchell, *Heterobranchus bidorsalis* Geoffery and *Heteroclarias* eared on *Moina dubia* in comparison with other first feed sources. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 119, n. 1, p. 41-45, Jan. 1994.

AILLGREN, G.; GOEDKOOOP, W.; MARKENSTEN, H.; SONESTEN, L.; BOBERG, M. Seasonal variations in food quality for pelagic and benthic invertebrates in Lake Erken - the role of fatty acids. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 38, p. 555-570, 1997.

ALAVA, V. R.; KANAZAWA, A. Effects of dietary fatty acids on growth of milkfish *Chanos chanos* fry in brackish water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 144, n. 4, p. 363-369, Sept. 1996.

AMAT, F. **Cultivos auxiliares**: zooplankton. Primer curso teórico práctico sobre acuicultura. Facultad de la Ciencia biológica. U. C. M. Madrid. Marzo-abril 1985. 16 p.

ANDERSON, J. L. Economics and larviculture: issues. Larvi '95, Bélgica, 1995.

ANON, **Utilisation of copepod diets for larviculture of halibut, cod and turbot, and a review of published halibut research and cultivation data**. Final Report on the EU Concerted Action Project AIR3 CT94 2094, coordinated by the Danish Institute for Fisheries Research, 1997. 63 p.

ARANA, L. V. **Manual de producción de Artemia (quistes e biomasa) en módulos de cultivo**. México, 1999. 78 p.

AWAISS, A.; KESTEMONT, P.; MICHA, J. C. Fatty acid profiles of two freshwater fish larvae (gudgeon and perch) reared with *Brachionus calyciflorus* Pallas (rotifer) and/or dry diet. **Aquaculture Research**, Oxford, n. 9, p. 651-658, Sept. 1996.

BARBOSA, N. D. C. **Níveis de proteína bruta e proporções de proteína de origem animal em dietas para o desenvolvimento de piapara (*Leporinus elongatus*, CUV & VAL., 1864).** 1996. 52 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

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

BASILE-MARTINS, M. Plancton: generalidades e sua importância na alimentação dos peixes. p. 195 - 206. In: **Poluição e Piscicultura.** São Paulo: CIBPU. Fac. de Saúde Pública Univ, 1986. p. 195-206.

BEERLI, E. L **Alimentação e Comportamento de Pós-Larvas de Pacu.** 2002. 51 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BELL, J. G.; SARGENT, J. R. Arachidonic acid in aquaculture feeds: current status and future opportunities. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 218, n. 1/4, p. 491-499, Mar. 2003.

BENGTSON, D. A. A comprehensive program for the evaluation of artificial diets. In: FISH & CRUSTACEANS LARVICULTURE SYMPOSIUM, 1991, Gent, Belgium. European Aquaculture Society, 1991. p. 142-143.

BLAIR, T.; CASTELL, J.; NEIL, S.; D'ABRAMO, L.; CAHU, C.; HARMON, P.; OGUNMOYE, K. Evaluation of microdiets versus live feeds on growth survival and fatty acid composition of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225, n. 1/4, p. 451-461, July 2003.

BLAXTER, J. H. S. Development of sense organs and behaviour of teleost larvae with special reference to feeding and predator avoidance. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 115, n. 1, p. 98-114, Jan. 1986.

BORGHETTI, J. R. Estimativas da Produção Pesqueira Brasileira. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 35, p. 25-27, 1996.

BRETT, M. T.; MÜLLER-NAVARRA, D. The role of highly unsaturated fatty acids in aquatic foodweb processes. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 483-499, Dec. 1997.

BROOKS, J. L. Cladocera: 587-656. In: EDMONSON, W. T. (Ed.). **Fresh-Water Biology**. New York: Joon Wiley & Sonss, 1959. 1248 p.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430 p.

CAHU, C.; ZAMBONINO-INFANTE, J. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, n. 2, p. 161-180, June 2001.

CARVALHO, A. P.; OLIVIA-TELES, A.; BERGOT, P. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 225, n. 1/4, p. 445-449, July 2003.

CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de água doce**. Jaboticabal: FINEP, 1992. 189 p.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C. Determinação do “ponto de não retorno” alimentar em larvas de curimatá *Prochilodus scrofa* (Pisces, Teleostei). In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUACULTURA, 8., 1994, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: ABRAQ, 1994. p. 71

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C. Larvicultura de peixes, uma abordagem em escala piloto. **Comunicação da Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 28-29, 1994.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; PEDREIRA, M. M.; ROJAS, N. E. T.; VERANI, J. R.; BASILE-MARTINS, M. A. Desempenho de alevinos de curimatá *Prochilodus scrofa* submetidos, na fase larval, a diferentes dietas. VII SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUACULTURA, 7., 1992, Peruíbe, SP. **Resumos...** Peruíbe: ABRAQ, 1992.

CESTAROLLI, M. A.; PORTELLA, M. C.; ROJAS, N. E. T. Efeito do nível de alimentação e do tipo de alimento na sobrevivência e no desempenho inicial de larvas de Curimatá *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1881). **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 24, p. 119-129, 1997. Único.

CESTAROLLI, M. A.; SALLES, F. A. Effects of food deprivation on Anemia metanauplii ingestion by curimata *Prochilodus marggravn* larvae. Book of Abstracts. **World Aquaculture**, 2003, Salvador, BA, maio, 2003.

CHARLES, P. M. et al. Effect of feeding frequency on growth and food conversion of *Cuprinus carpio* fry. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 40, n. 4, p. 293-300, 1984.

CHECKLEY, D. M. Jr., Selective feeding by Atlantic herring *Clupea harengus* larvae on zooplankton in natural assemblages. **Marine Ecology-Progress Series**, Halstenbek, v. 9, p.245-253, 1982.

CHO, S. H.; HUR, S. B.; JO, J-Y. Effects of enriched live feeds on survival and growth rates in larval Korean rockfish, *Sebastes schlegeli* Hilgendorf. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 32, n. 5, p. 199-208, May 2001.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG/CETEC. **Guia ilustrado de peixes da bacia do rio Grande**. Belo Horizonte, 2000. 144 p.

COPEMAN, L. A.; PARRISH, C. C.; BROWN, J. A.; HAREL, M. Effects of docosahexaenoic, eicosapentaenoic, and arachidonic acids on the early growth, survival, lipid composition and pigmentation of yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) : a live food enrichment experiment. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 210, n. 1/4, p. 285-304, July 2002.

COUTTEAU, P.; GEURDEN, I.; CAMARA, M. R.; BERGOT, P.; SORGELOOS, P. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 155, n. 1/4, p. 149-164, Sept. 1997.

COUTTEAU, P.; SORGELOOS, P. Manipulation of dietary lipids, fatty acids and vitamins in zooplankton cultures. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 38, n. 3, p. 501-512, Dec. 1997.

CZESNY, S.; KOLKOVSKI, S.; DABROWSKI, K.; CULVER, D. Growth, survival, and quality of juvenile walleye *Stizostedion vitreum* as influenced by *n* – 3 HUFA enriched *Artemia* nauplii. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 178, n. 1/2, p. 103-115, July 1999.

DIAS, T. C. R.; CARNEIRO, D. J.; CASTAGNOLLI, N. Alimentação de larvas de pacu, *Colossoma mitrei*, BERG 1895, com dietas naturais e artificiais. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE AQUICULTURA, 6.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5., 1988, Florianópolis, Santa Catarina, 1988. 250 p.

DODSON, S. I.; FREY, D. G. Cladocera and other Brachiopoda. In: THORP J. H.; COVICH, A. P. (Ed.). **Ecology and classification of North American freshwater invertebrates**. 723-786. 1991. 911 p.

EDA, H.; MURASHIGE, R.; OOZEKI, Y.; HAGINAWARA, A.; EASTHAM, B.; BASS, P.; TAMARU, C. S.; LEE, C. S. Factors affecting intensive larval rearing of striped mullet, *Mugil cephalus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 91, n. 3/4, p. 281-294, Dec. 1990.

EDMONSON, W. T. **Freshwater biology**. New York: John Willey, 1959. 1248 p

FERRÃO-FILHO, A. S.; FILETO, C.; LOPES, N. P.; ARCIFA, M. S. Effects of essential fatty acids and N and P-limited algae on the growth rate of tropical cladocerans. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 48, n. 5, p. 759-767, May 2003.

FONTES, N. A.; SENHORINI, J. A. Larvicultura do Pacu *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887 (Teleostei serrasalminae), em diferentes densidades de estocagem. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 7, p. 49-58, 1994.

FRACALOSSO, D. M. Doenças Nutricionais em Peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Campinas : CBNA, 1998. 198 p.

FRACALOSSO, D. M.; LOVELL, R. T. Growth and polar fatty acid composition of year-1 channel catfish fed various lipid sources at two water temperatures. **The progressive Fish-Culturist**, Washington, v. 57, p. 107-113, 1995.

FREGADOLLI, C. H. **Estudo comparativo do comportamento alimentar de larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) e Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier,1818) em laboratório.** 1990. Dissertação (Mestrado em Produção aquática) - Universidade Federal da Bahia, Salvador BA.

FREGADOLLI, C. H. Seleção alimentar de larvas de pacu *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 e tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier,1818, em laboratório. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 6, n. 1, p. 1-50, 1993.

FURUITA, H.; TAKEUCHI, T.; UEMATSU, K. Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, n. 1/4, p. 269-279, Feb. 1998.

FURUYA, W. M. **Espécies nativas:** fundamentos da moderna aqüicultura. Canoas, RS: Ed ULBRA, 2001a. cap. 10, p. 83-90.

FURUYA, W. M. **Nutrição de peixes:** fundamentos da moderna aqüicultura. Canoas, RS: Ed ULBRA, 2001b. cap. 8, p. 59-68.

GALVÃO, M. S. M.; YAMANAKA, N.; FENERICH-VERANI, N.; PIMENTEL, C. M. M. Estudos preliminares sobre enzimas digestivas proteolíticas da tainha (*Mugil platanus*) Günther 1880 (Osteichthyes, Mugilidae) durante as fases larval e juvenil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 24, p. 101-110, 1997.

GAPASIN, R. S. J.; DURAY, M. N. Effects of DHA-enriched live food on growth, survival and incidence of opercular deformities in milkfish (*Chanos chanos*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 193, p. 49-63, 2001.

GEURDEN, I.; RADÜNZ-NETO, J.; BERGOT, P. Essentiality of dietary phospholipids for carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 131, n. 3/4, p. 303-314, Apr. 1995.

GOMES, L. C.; BALDISSEROTTO, B.; SENHORINE, J. A.; Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 183, n. 1/2, p. 73-81, Mar. 2000.

GOMEZ-GIL, B.; ROQUE, A.; TURNBULL, J. F. The use and selection of probiotic bacteria for use in the culture of larval aquatic organisms. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 191, p. 259-270, 2000.

GONZÁLEZ DE INFANTE, A. et al. **El plancton de las aguas continentales**. Washington: USA, 1988. 131 p. (Monografía 31 OEA).

GOVONI, J. J.; ORTNER, P. B.; AL-YAMANI, F.; HILL, L. C. Selective feeding of spot, *Leiostomus xanthurus*, and Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, larvae in the northern Gulf of Mexico. **Marine Ecology-Progress Series**, Halstenbek, v. 28, p. 175-183, 1986.

HAGIWARA, A.; GALLARDO, W. G.; ASSAVAAREE, M.; KOTANI, T.; ARAUJO, A. B. Live food production in Japan: recent progress and future aspects. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, p. 111-127, 2001.

HAN, K.; GEURDEN, I.; SORGELOOS, P. Enrichment strategies for *Artemia* using emulsions providing different levels of *n* y 3 highly unsaturated fatty acids. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 183, n. 3/4, p. 335-347, Mar. 2000.

ISIK OYA, ERCAN SARIHAN, ERDAL KUS, VURAN, OMER GUL, OKTAY ERBATUR. Comparison of the fatty acid composition of the freshwater fish larvae *Tilapia zillii*, the rotifer *Brachionus calyciflorus*, and the microalgae *Scenedesmus abundans*, *Monoraphidium minutum* and *Chlorella Őulgaris* in the algae-rotifer-fish larvae food chains. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 174, n. 3/4, p. 299-311, Apr. 1999.

IZQUIERDO, M. S.; FERNANDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 197, n. 1/4, p. 25-42, June 2001.

JOMORI, R. K. **Desenvolvimento, sobrevivência e aspectos econômicos da produção de alevinos de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemberg, 1887), diretamente em viveiros ou com diferentes períodos de cultivo inicial de larvas em laboratório.** 2001. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Centro de Aqüicultura, Jaboticabal, SP.

JOMORI, R. K. **Estudo sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holemberg, 1887), com náuplios de *artemia* e a sua substituição por dieta artificial.** 1999. 70 p. (Trabalho de graduação apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias DA Universidade Estadual Paulista) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) juveniles reared in ponds or at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 221, n. 1/4, p. 277-287, May 2003.

KERGUELEN, D. E. A. **Influencia de la primera alimentacion en el desempeño de la larvicultura del bocachico.** 2001. 60 p. Trabajo de Grado Universidad de Córdoba Programa de Acuicultura, Monteria).

KIM, J.; MASSEE, K. C.; HARDY, R. W. Adult *Artemia* as food first feeding coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 144, n. 1/3, p. 217-226, Sept. 1996.

KOLKOVSKI, S. digestive enzymes in fish larvae and juveniles-implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, n. 1/2, p. 181-201, Aug. 2001.

KOLKOVSKI, S.; CZESNY, S.; YACKEY, C.; MOREAU, R.; CIHLA, F.; MAHAN, D.; DABROWSKI, K. The effect of vitamins C and E in (n-3) highly unsaturated fatty acids-enriched *Artemia nauplii* on growth, survival, and stress resistance of fresh water walleye *Stizostedion vitreum* larvae. **Aquaculture Nutrition**, Columbus, v. 6, n. 3, p. 199-206, Sept. 2000.

KOLKOVSKI, S.; TANDLER, A.; IZQUIERDO, M. S. Effects of live food and dietary digestive enzymes on the efficiency of microdiets for seabass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 150, n. 3/4, p. 313-322, 1997

KOVEN, W.; BARR, Y.; LUTZKY, S.; BEN-ATIA, I.; WEISS, R.; HAREL, M.; BEHRENS, P.; TANDLER, A. The effects of dietary arachidonic acid (20:4 *n*-6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead seabream (*Sparus aurata*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 193, n. 1/2, p. 107-122, Feb. 2001.

KOVEN, W.; LUTZKY, S.; ANHOLT VAN, R.; BEN-ATIA, I.; NIXON, O.; TORTEN, M.; TANDLER, A. Dietary arachidonic acid in the stress response in fish larvae: can stress induced mortality be reduced in aquaculture through dietary manipulation. **World Aquaculture** 2003. Book of abstracts. P.398. Salvador, Brazil, 2003

KOVEN, W. M. ; TANDLER, A ; SKLAN, D.; KISSIL, G. W. The association of eicosapentaenoic and docosaehaenoic acids in the main phospholipids of different-age *Sparus aurata* larvae with growth. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 116, n. 1/2, p. 71-82, 1993.

KRAUL, S.; BRITAIN, K.; CANTRELL, R.; NAGAO, T.; AKO, H.; OGASAWARA, A.; KITAGAWA, T. Nutricional factors affecting stress resistance in the larval manimahi *Coryphaena hippurus*. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 24, n. 2, p. 186-119, 1993

KRIEGER-AZZOLINI, M. H.; CAROOLSFELD, J.; DELATTRE, E.; CECCARELLI, P. S. MENEZES, F.V. Determinação dos indicadores endócrinos e metabólicos no estresse de manejo em pacu juvenil, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887. **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 2, p. 35-42, 1989. Único.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação de peixes**. Piracicaba, 1997. 74 p.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Ed. Projeto Pacu/Agropeixe, 1998. 108 p.

KUROKAWA, T.; SHIRAISHI, M.; SUZUKI, T. Quantification of exogenous protease derived from zooplankton in the intestine of Japanese sardine (*Sardinops melanotictus*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 161, n. 1/4, p. 491-499, Feb. 1998.

LANDA, G. G. **Composição do zooplâncton em quatro represas no Campus da Universidade Federal de Lavras: Um subsídio à piscicultura.** 1999. 227 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. **Manual on the production and use of live food for aquaculture.** Roma: FAO, 1996. 295 p.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. Present status and prospects of the use of *Artemia* cysts and biomas in shirmp forming. In: BRASIL 98: AQUICULTURA, 1998, Recife **Anais...** Recife: ABRAQ, 1998. v. 1, p. 147-159.

LIRA, G. P. J. **Influência da dieta na reprodução e crescimento do copépode, Apocyclops procerus, e seu potencial como alimento na larvicultura do robalo-peva, *Centropomus parallelus*.** 2002. 41 p. Tese (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce.** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 1999. 76 p.

LOGATO, P. V. R. **Nutrição e alimentação de peixes de água doce.** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2000. 128 p.

LOVSHIN, L. L.; CYRINO, J. E. P. Status of commercial frsh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba- SP, 1998. p. 1-20.

LOZANO, G. Nutrición y alimentación de larvas de peces. In: CURSO INTERNACIONAL DE ACUACULTURA, 2., 1999, Bogotá. **Segundo...** Bogotá: Universidade Nacional de Colombia, 1999.

MANAFFAR, R.; AGH, N.; ABTAHI, B. Enrichment of *artemia urmiana naupllii* with fatty acid emulsion and unicellular algae (*Dunaliella tertiolecta*) and effects on survival rate and biometry of naupllii under cold incubation. Book of Abstracts. **World Aquaculture**, 2003, Salvador, BA, 2003.

MATHEUS, C. E.; BARBIERI, G. Interações entre os peixes e as comunidades fito e zooplancônicas em tanques de piscicultura: bases teóricas para o manejo. Considerações sobre o nitrogênio em tanques de cultivo de peixes. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, n. 27, p. 1-22, 1999.

MATSUMURA-TUDINSI, T. **Relatório técnico e científico da FAPESP sobre cladóceros do Estado de São Paulo**. São Carlos, 1991. 44 p.

McEVOY, L. A.; ESTEVEZ, A.; BELL, J. G.; SHIELDS, R. J.; GARA, B.; SARGENT, J. R. Influence of dietary levels of eicosapentanoic and arachidonic acids on the pigmentation success of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) and halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Bulletin Aquaculture Association Canada**, Ontário, v. 98, n. 4, p. 17-20, 1998

McKINNON, A. D.; DUGGAN, S.; NICHOLS, P. D.; RIMMER, M. A.; SEMMENS, G.; ROBINO, B. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 223, n. 1/4, p. 89-106, June 2003.

MENG, L.; ORSI, J. J. Selective predation by larval striped bass on native and introduced copepods. **Transactions of the American Fisheries Society**, Bethesda, v. 120, n. 32, p. 187-192, Mar. 1991.

MERCHIE, G. Use of nauplii and meta-nauplii of *Artemia*. In: LAVENS, P.; SORGELOOS, P. (Ed.). **Manual on the production of live food for aquaculture**. 1996. p. 137-163.

MOREIRA, F. S. A. **A sustentabilidade da piscicultura no triângulo mineiro: subsídios para a sua avaliação**. 1998. 239 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

MOREIRA, G. A.; PARRISH, C. C.; SENHORINI, J. A.; OROZCO-ZAPATA, C. R.; BICUDO, J. P. W. Effects of broodstock diet on fatty acid composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* EGGS and larvae. Book of Abstracts. **World Aquaculture**, 2003, Salvador, BA, 2003.

MOYANO, F. J.; DIAZ, M.; ALARCÓN, F. J.; SERASQUETE, M. C. Characterization of digestive enzyme activity during larval development of guilthead seabream *Sparus aurata*. **Fish Physiology Biochemistry**, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 121-130, Apr. 1996.

NARCISO, I.; POUSÃO-FERREIRA, P.; PASSOS, A.; LUIS, O. HUFA content and DHA/EPA improvements of *Artemia* sp. with commercial oils during different enrichment periods. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 21-24, Jan. 1999.

NETO, J. R. Alimento natural versus ração balanceada na larvicultura de peixes. In: REUNIÃO DA SBZ, 36., 1999, Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999.

ÖNAL, U.; LANGDON, C. Characterization of two microparticle types for delivery of food to altricial fish larvae. **Aquaculture Nutrition**, Amsterdam, v. 6, n. 3, p. 59-70, Sept. 2000.

PAYNE, M. F.; RIPPINGALE, R. J. Effects of salinity, cold storage and enrichment on the calanoid copepod *Gladioferens imparipes*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 201, n. 1/3, p. 251-262, May 2001.

PELLI, A.; DUMONT-NETO, R.; SILVA, J.; GONÇALVES, S.; SOUZA, D.; BARBOSA, N. Início de ingestão de ração por pacú (*Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887), curimba (*Prochilodus scrofa* STEINCHDACNER, 1881) e piau (*Leporinus friderici* BLOCH, 1794). Em condições de criação semi-intensiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE -AQUICULTURA, 9., 1996, Sete Lagoas. **Resumos....** Sete Lagoas: ABRAQ, 1996. 88 p.

PERSON-LE RUYET, J. Early weaning of marine fish larvae onto microdiets: constraints and perspectives. **Advances in Tropical Aquaculture**, Tahiti, Feb. 20 – Mar. 4, 1989. AQUACOP INFREMER. Actes de Colloque, n. 9, p. 625-642, 1989.

PERSON-LE RUYET, J.; ALEXANDRE, J. C.; THOVAND, L.; MAGNIER, C. Martini fish larvae feeding: formulated diet or live prey. **Journal of World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 24, p. 211-224, 1993.

PEZZATO, L. E. O Estabelecimento das Exigências Nutricionais das Espécies Cultivadas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba -SP, 1997. p. 45-60.

PINTO, M. M. G.; CASTAGNOLLI, N. Desenvolvimento inicial do pacu, *Colossoma mitrei* (Ber,1895). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 3., 1984, São Carlos. **Anais....** São Carlos: ABRAq, 1984. p. 523-535.

PIOVEZAN, U. Efeito da dieta na sobrevivência de larvas de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) - CAUNESP. In: SEMINÁRIO SOBRE CRIAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO *BRYCON*, 1., 1994, Pirassununga, São Paulo, SP. **Anais...** Pirassununga, SP, 1994. p. 17-18.

PORTELLA, M. C.; CESTAROLLI, M. A.; KUBO, E.; ROJAS, N. E. T.; PEDREIRA, M. M.; BASILI-MARTINS, M. A. Produção de microorganismos para alimentação de larvas de peixes de água doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUACULTURA, Natal, RN, **Resumos...** Natal: ABRAQ, 1990. p. 6.

PORTELLA, M. C.; CESTAROLLI, M. A.; VERANI, J. R.; ROJAS, N. E. T. Produção de organismos planctônicos para alimentação inicial de larvas de peixes de água doce. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 24, p. 79-89, 1997. Único.

PORTELLA, M. C.; TASSER, M. B.; JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J. Substituição do Alimento Vivo na Larvicultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia –GO. **Anais...** Goiânia: ABRAQ, 2002.

PORTELLA, M. C.; VERANI, J. R.; CESTAROLLI, M. A. Use of live and artificial diets enriched with several fatty acid sources to feed *Prochilodus Scrofa* larvae and fingerlings. 1. Effects on survival and growth rates. **Journal of Aquaculture in the Tropics, New Delhi**, v. 15, n. 1, p. 45-58, 2000.

PRIETO, M. **Aspectos reproductivos y pautas para el cultivo de *Moinodaphnia sp* (Crustacea:Cladocera), cepa cienaga de Lorica, en condiciones de laboratorio.** 2000. Tese (Mestrado) - Unimag, tesis especialización Santa Marta. Colombia, 2000.

RABE, J.; BROWN, J. A. A pulse feeding strategy for rearing larval fish: an experiment with yellowtail flounder. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 191, n. 4, p. 289-302, Dec. 2000.

REID, J. W. Chave de identificação para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopida (Crustacea, Copepoda). **Boletim Zoológico da USP**, São Paulo, n. 9, p. 17-143, 1985.

REID, J. W.; PINTO-COELHO, R. M.; GIANI, A. Uma apreciação da fauna de copépodos (Crustacea) da região de Belo Horizonte, com comentários sobre espécies de Minas Gerais. **Acta Limnologica Brasileira**, Lund, v. 2, p. 527-547, 1988.

ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Atlas do zooplâncton (Represa do Broa, São Carlos)**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1976.68 p.

RODRÍGUEZ, C.; PÉREZ, J. A.; BADIA, P.; IZQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALÁCIOS, H.; LORENZO HERNÁNDEZ, A. The $n - 3$ highly unsaturated fatty acids requirements of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) larvae when using na appropriate DHA/EPA ratio in the diet. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 169, p. 9-23, 1998.

ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O.; AMARAL, J. A. B. O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larvas do curimatá, *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), mantidas em laboratório. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 27, n. 2, p 155-162, 2001

ROSA, F.C. **Teor de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 no peito e na coxa de frangos de corte alimentados com rações contendo três fontes de óleo**. 1999. 93 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RUST, M. B.; HARDY, R. W.; STICKNEY, R. R. A new method for force-feeding larval fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 116, n. 4, p. 341-352, Oct. 1993.

SALLES, F. A. **Aspectos técnicos e econômicos da larvicultura intensiva do curimatá *Prochilodus scrofa* (Steindacher, 1881) em escala massal.** 1998. 53 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

SÁNCHEZ M. J. **Catálogo de géneros de cladóceros el Norte de Santander.** Colciencias: Universidad San Francisco de Paula Santander. Cucuta. Colômbia. 1995.

SARGENT, J.; BELL, G.; McEVOY, L.; TOCHER, D.; ESTEVEZ, A. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 177, n. 1/4, p. 191-199, July 1999.

SARGENT, J. R.; MCEVOY, L. A.; BELL, J. G. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 155, p. 117-127, 1997.

SENDACZ, S.; KUBO, E. Copepoda (Calanoida e Cyclopoida) de Reservatórios do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 9, p. 51-89, 1982.

SENHORINE, J. A. **Desenvolvimento larval do pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887 (PISCES, CHARACIDAE) em viveiros.** 1995. 95 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, SP.

SENHORINE, J. A.; FONTES, N. A.; LUCAS, A. F. B.; SANTOS JR, S. dos. Larvicultura do pacu *Piaractus mesopotamicus* HOLMBERG, 1887, (*Pisces, Characidae*) em viveiros com e sem organofosforado (folidol 60%) **Boletim Instituto de Pesca**, Pirassununga, SP, v. 4, n. 2, p. 11-22, 1991.

SENHORINE, J. A.; FRANSOTO, A. Influência da produtividade dos viveiros e a contribuição da ração na larvicultura do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. (TELEOSTEI, CHARACIDAE). **Boletim Técnico CEPTA**, Pirassununga, v. 7, p. 27-40, 1994. Único.

SENHORINE, J. A.; FRANSOTO, A. Sobrevivência e crescimento de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus*, e a dinâmica trófica em viveiros de larvicultura. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CULTIVO DE CAMARÕES, 5.; FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA 2., 1998. **Resumo/Abstracts...** 1998. 353 p.

SHAPIRO, J. Blue green algae: Why they become dominante. **Science**, Madison, v. 179, n. 4071, p. 382-384, Jan. 1973.

SHIELDS, R. J. Larviculture of marine finfish in Europe. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, n. 1/2, p. 55-88, Jan. 2001.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Análise da seletividade alimentar em larvas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) e tambacu (híbrido, pacu - *Piaractus mesopotamicus* - e tambaqui - *Colossoma macropomum*) sobre os organismos aquáticos. **Acta Limnológica Brasileira**, Lund, v. 6, p. 114-1132, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos: RIMA, 2003. 106p.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Sobrevivência de larvas de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Pacu) e *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Tambaqui), cultivadas em laboratório. **Biotemas**, Florianópolis, v. 7, n. 1/2, p. 46-56, 1994.

SMIRNOV, N. N.; TIMMS, B. V. A revision of the Australian Cladocera (Crustacea). **Records of the Australian Museum**, 1983. 32 p. Supplement, 1.

SORGELOOS, P.; COUTTEAU, P.; DHERT, P.; MERCHIE, G.; LAVENS, P. Use of brine shrimp *Artemia* sp. in larval crustacean nutrition: a review. **Review Fishers Science**, Amsterdam, v. 6, p. 55-68, 1998.

SORGELOOS, P. A. P.; DHERT, A.; CANDREVA, P. Use of the brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 200, n. 1/2, p. 147-159, Aug. 2001

STAPPEN, V. Use de cyst. In: LAVENS, P.; SOGELLOOS, P. (Ed.). **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. Rome: FAO, 1996. Cap. 4.2, p. 107-123. (FAO Fisheries Technical Paper, n. 361).

STØTTRUP, J. G. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 31, n. 8/9, p. 703-711, Aug./Sept. 2000.

TAMARU, C. S.; AKO, H.; PANG, L. Enrichment of artemia for use in freshwater ornamental fish production. **CTSA Publication**, n. 133, 1999.

TANDLER, A.; KOLKOVSKI, S. Rates of ingestion and digestibility as limiting factors in the successful use microdiets in *Sparus aurata* larval rearing. In: FISH & CRUSTACEANS LARVICULTURE SYMPOSIUM, 1991, Gent, Belgium. **Proceedings...** Gent: European Aquaculture Society, 1991. p. 169-171.

TESSER, M. B. **Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) em sistemas de co-alimentação com náuplios de artemia e dieta microencapsulada**. 2002. 59 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Centro de Aqüicultura, Jaboticabal, SP.

TESSER, M. B.; VICENTINI, C. A.; PORTELLA, M. C. Co-feeding effects on pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae digestive tract morphology. Book of Abstracts. **World Aquaculture**, 2003, Salvador, BA, 2003.

VERRETH, J. **1er Curso Internacional sobre nutrición de larvas de peces**. 1999.

WADNIPAR, L.; NARVAÉZ, L. A. **Incidencia del periodo de manejo de la primera alimentación con nauplios de *Artemia sp.* en el desempeño de la larvicultura de bocachico (*Prochilodus magdalenae*)**. Montería, Colômbia: Universidad de Córdoba. Faculdade de MVZ, 2001. (Programa Acuicultura).

WALFORD, J.; LAM, T. J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in sea bass (*Lateolabrax calcarifer*) larvae and juveniles. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 109, n. 1, p. 187-205, Jan. 1993.

WATANABE, T.; KIRON, V. Prospects in larval fish dietetics. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 124, n. 1/4, p. 223-251, July 1994.

WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais**: manual de extensão. Brasília, DF: FAO/CODEV ASP/CNPq, 1983. 220 p.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringa: Nupelia, 1996. 129 p.

ZIMMERMANN, S. A piscicultura começa aqui. **Revista Alimentação Animal**, São Paulo, n. 14, maio/jun. 1999.

ZIMMERMANN, S.; JOST, H. C. Recentes Avanços na Nutrição de Peixes: a Nutrição por Fases em Piscicultura Intensiva. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba- SP, 1998. p. 123-162.

ANEXOS

ANEXO 1. Análise de variância dos ácidos graxos.	97
ANEXO 2. Análise de variância- Regressão dos ácidos graxos.	99
ANEXO 3. Análise de variância da relação de ácidos graxos.	103
ANEXO 4. Análise de variância da soma de ácidos graxos saturados, monosaturados e polinsaturados.	104
ANEXO 5. Análise de variância larvicultura de pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).	105
ANEXO 6. Análise de variância larvicultura de curimatá (<i>Prochilodus scrofa</i>).	106

ANEXO 1
ANALISE DE VARIANCIA DOS ACIDOS GRAXOS

FV	GL	Quadrado médio			
		C14:0	C14:1	C15:0	C15:1
TRAT	5	8,062252**	0,2397982**	0,134781**3	0,3490264E-01**
RESIDUO	17	0,6248490	0,6354311E-02	0,2992213E-02	0,1682692E-03
CV		24,014	16,003	8,702	7,914

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

FV	GL	Quadrado médio			
		C16:0	C16:1	C18:0	C18:1A
TRAT	5	20,69961**	7,461160 ^{NS}	2,131353**	144,1893**
RESIDUO	17	1,503126	3,689214	0,1940429	0,4692742
CV		7,907	27,190	13,603	5,714

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

FV	GL	Quadrado médio			
		C18:1B	C18:2A	C18:3	C20:1
TRAT	5	3,956846**	65,61678**	188,4352**	7,506879**
RESIDUO	17	0,3060103	9,622935	0,3470028	0,5164472E-01
CV		12,533	28,385	8,481	11,781

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

FV	GL	Quadrado médio			
		C21:0	C20:2	C22:0	C20:3
TRAT	5	0,1339425E-01*	0,6601873E-01 ^{NS}	0,3821240E-02 ^{NS}	0,4364990E-01**
RESIDUO	17	0,4107892E-02	0,3177730E-01	0,2316555E-02	0,3612783E-02
CV		37,653	32,850	33,170	17,075

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

FV	GL	Quadrado médio			
		C22:1	C20:4	C22:2	C20:5
TRAT	5	10,26259**	78,29833**	0,1067969*	0,6899841E-01 ^{NS}
RESIDUO	17	0,2890654	1,731463	0,3087031E-01	0,3822510E-01
CV		17,544	10,672	87,945	42,805

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

FV	GL	Quadrado médio	
		C24:1	C22:6
TRAT	5	0,6703449**	18,65594**
RESIDUO	17	0,6897157E-01	1,492918
CV		33,212	33,165

** P<0,01; * P<0,05; NS – não significativo.

ANEXO 2

ANALISE DE VARIANCA DA REGRESSÃO

C14:0			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	4,769578	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,93	1	17,67263	SIGNIF.
QUADR R ² =1,00	1	1,359275	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,3571228E-0	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1069770E-0	*****
RESIDUO	17	0,6240817647	
CV		23,323	

C14:1			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,7816461E-01	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,83	1	0,2607335	SIGNIF.
QUADR R ² =0,96	1	0,3857571E-01	SIGNIF.
CUBIC R ² =0,96	1	0,6203910E-03	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1272883E-01	*****
RESIDUO	17	0,562401352E-02	
CV		20,252	

C15:0			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,8843695E-01	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,96	1	0,3399065	SIGNIF.
QUADR R ² =1,00	1	0,1383402E-01	SIGNIF.
CUBIC R ² =1,00	1	0,3566247E-05	*****
QUART R ² =1,00	1	0,3826408E-05	*****
RESIDUO	17	0,291879942E-02	
CV		8,720	

C15:1			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,7422070E-02	SIGNIF
LINEAR R ² =0,95	1	0,2805702E-01	SIGNIF
QUADR R ² =1,00	1	0,1498522E-02	SIGNIF
CUBIC R ² =1,00	1	0,2435472E-06	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1324894E-03	*****
RESIDUO	17	0,11114472353E-03	
CV		9,123	

C18:0			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	1,422041	SIGNIF.
LINEAR R ² =,97	1	5,529691	SIGNIF.
QUADR R ² =,99	1	0,9416514E-01	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,6419034E-01	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1152707E-03	*****
RESIDUO	17	0,1939411176	
CV		14,060	

C18:1B			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	3,687258	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,99	1	14,67073	SIGNIF.
QUADR R ² =1,00	1	0,6957148E-01	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,8736078E-02	*****
QUART R ² =1,00	1	0,4308618E-06	*****
RESIDUO	17	0,3047394118	
CV		14,487	

C18:2B			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,3174993E-01	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,98	1	0,1238808	SIGNIF.
QUADR R ² =,99	1	0,2010377E-02	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,1009701E-02	*****
QUART R ² =1,00	1	0,9888210E-04	*****
RESIDUO	17	0,173557E-02	
CV		11,543	

C18:3A			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	2,887923	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,99	1	1,45938	SIGNIF.
QUADR R ² =1,00	1	0,4837169E-01	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,4384471E-01	*****
QUART R ² =1,00	1	0,9204842E-04	*****
RESIDUO	17	0,3215311765	
CV		15,517	

C20:1			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,6115015	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,91	1	2,228144	SIGNIF.
QUAD R ² =0,93	1	0,4421667E-01	*****
CUBIC R ² =0,98	1	0,1327258	*****
QUART R ² =1,00	1	0,4091809E-01	*****
RESIDUO	17	0,500782117E-01	
CV		18,102	

C18:3B			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	0,1631239E-01	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,90	1	0,5898715E-01	SIGNIF.
QUADR R ² =0,96	1	0,3803395E-02	SIGNIF.
CUBIC R ² =0,96	1	0,2069506E-04	*****
QUART R ² =1,00	1	0,2438355E-02	SIGNIF.
RESIDUO	17	0,7082741176E-03	
CV		30,556	

C22:1			
FV	GL	QM	SIGNIF
TRAT	4	8,017204	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,99	1	31,89647	SIGNIF.
QUADR R ² =1,00	1	0,1197207	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,3377338E-02	*****
QUART R ² =1,00	1	0,4927531E-01	*****
RESIDUO	17	0,2890416471	
CV		17,003	

C22:6			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	8,521740	SIGNIF.
LINEAR R ² =0,98	1	33,42080	SIGNIF.
QUADR R ² =0,99	1	0,3193259	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,2175975	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1292264	*****
RESIDUO	17	1,492049412	
CV		30,451	

ANEXO 3

ANALISE DE VARIANCIA DA RELAÇÃO DOS ACIDOS GRAXOS

DHA/EPA			
FV	GL	QM	SIGNIF
TRAT	5	88,87492	0,02383
RESIDUO	17	25,51625	
CV		58,212	

DHA/AA			
FV	GL	QM	SIGNIF
TRAT	5	0,9522719E-01	0,00000
RESIDUO	17	0,4362839E-02	
CV		24,400	

AA/EPA			
FV	GL	QM	SIGNIF
TRAT	5	627,2661	0,40549
RESIDUO	17	580,1147	
CV		74,015	

REGRESÃO DHA/AA			
FV	GL	QM	SIGNIF
TRAT	4	0,6075988E-01	SIGNIF
LINEAR R ² =,99	1	0,2417646	SIGNIF
QUADR R ² =1,00	1	0,5032104E-03	*****
CUBIC R ² =1,00	1	0,7558359E-03	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1587684E-04	*****
RESIDUO	17	0,4317655882E-02	
CV		22,849	

ANEXO 4

ANALISE DE VARIANCIA ACIDOS GRAXOS SATURADOS, MONOSATURADOS E POLINSATURADOS

SFA			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	5	62,38273	0,00000
RESIDUO	17	1	
CV		5,910	

MFA			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	5	179,7519	0,00000
RESIDUO	17	1,609307	
CV		4,133	

PFA			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	5	42,82048	0,00027
RESIDUO	17	4	
CV		6,074	

REGRESÃO MFA			
FV	GL	QM	SIGNIF.
TRAT	4	30,22708	SIGNIF
LINEAR R ² =0,92	1	111,2462	SIGNIF
QUADR R ² =0,98	1	6,808310	SIGNIF
CUBIC R ² =1,00	1	2,715763	*****
QUART R ² =1,00	1	0,1380168	*****
RESIDUO	17	1,609193529	
CV		4,988	

ANEXO 5

ANALISE DE VARIANCIA PACU

FV	GL	Quadrado médio			
		COMP	GP	SOB	TSE
BLOCO	4	3002,088 ^{NS}	0,8436582E-02 ^{NS}	145,9961 ^{NS}	1592,285**
TRAT	5	26571,70**	0,6139321E-01**	49,31658 ^{NS}	69,68010 ^{NS}
RESIDUO	18	6699,346	0,7126184E-02	163,3821	169,3687
CV		1,350	7,849	13,981	15,397

COMP PACU			
FV	GL	QM	SIGNIF
BLOCO	4	2909,698	*****
TRAT	4	32481,24	0,01215
LINEAR R ² =0,60	1	77521,22	0,00450
QUADR R ² =0,93	1	43145,47	0,02450
CUBIC R ² =0,98	1	6697,107	*****
QUART R ² =1,00	1	2561,016	*****
RESIDUO	18	6793,935	
CV		1,360	

Modelo Quadrático Dependente = **Comp Pacu** Independente = NO parâmetros da regressão

NOME	COEFICIENTE	DESVIO	T	BETA	PROB.
CONSTANTE	0,610363E+04				
NO	0,255470E+02	0,125183E+03	0,204078E+00	0,146719E+00	0,4202
	-0,838483E+02	0,822646E+02	-0,101925E+01	-0,732778E+00	0,1601
R2	0,350331E+00				
R2 Ajustado	0,285365E+00				

ANEXO 6

ANALISE DE VARIANCIA CURIMBATA

FV	GL	Quadrado médio			
		COMP	PESO	SOB	STRESS
R	4	8503,919 ^{NS}	0,3349564E-02 ^{NS}	22,15309 ^{NS}	76,28706 ^{NS}
T	5	145211,1**	0,1676374**	41,13644*	195,5379 ^{NS}
RESIDUO	20	10024,37	0,6211934E-02	13,59268	76,30037
CV		1,526	6,641	3,954	10,399