



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL



**Substituição precoce do alimento vivo por alimento inerte na  
larvicultura de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

**Julian David Alvarado Castillo**  
Zootecnista

Jaboticabal  
São Paulo – Brasil  
2010



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL



**Substituição precoce do alimento vivo por alimento inerte na  
larvicultura de acará bandeira (*Pterophyllum scalare*)**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Aquicultura do Centro de Aquicultura da UNESP, campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

**Julian David Alvarado Castillo**  
Zootecnista

**Prof. Dr. João Batista Kochenborger Fernandes**  
Orientador

Jaboticabal  
São Paulo - Brasil  
2010

A472s Alvarado-Castillo, Julian David  
Substituição precoce do alimento vivo pelo alimento inerte na  
larvicultura do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*)/ Julian David  
Alvarado Castillo. -- Jaboticabal, 2010  
vi, 57 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) -, , 2010  
Orientador: João Batista Kochenborger Fernandes  
Banca examinadora: Maria Célia Portella, Manuel Vazquez Vidal  
Junior  
Bibliografia

1. Vilosidades intestinais. 2. Náuplios de *Artemia*. 3. Peixes  
ornamentais. 4. Transição alimentar. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de  
Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista

CDU 639.3.03.

*"É muito melhor arriscar coisas grandiosas, alcançar triunfos e glórias, mesmo expondo-se a derrota, do que formar fila com os pobres de espírito que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece vitória nem derrota".*

*(Theodore Roosevelt)*

*À Deus*

*por cada passo dado,*

*por estar sempre ao meu lado e ter me dado a força para vencer.*

*Aos meus pais,*

*Mary e David, por ter me dado a vida e*

*por terem sempre me apoiado e lutado para poder triunfar.*

*À meu filho,*

*David Felipe, por entender minha ausência e*

*me apoiar para levar em frente meus estudos.*

*Aos meus queridos irmãos,*

*Karen, Marian e Oscar*

*divido com vocês a felicidade pela*

*realização deste trabalho.*

*À Isana,*

*conheci verdadeiras almas gêmeas,*

*algumas promissoras, outras impostoras,*

*mais não lembro de ter amado tanto e tão*

*intensamente em tão exíguo espaço de tempo,*

*e viver tantas emoções assim. (Fátima Irene)*

*Ofereço e Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. João Batista Kochenborger Fernandes, obrigado pela orientação, confiança e também por todas as oportunidades oferecidas para meu desenvolvimento intelectual e profissional.

Aos membros da banca de qualificação, Profa. Dra. Maria Célia Portella e Dra. Fabiana Pilarski, e aos membros da banca de defesa da Dissertação, Profa. Dra. Maria Célia Portella e Prof. Dr. Manuel Vazquez Vidal Junior, muito obrigado pela disponibilidade, leitura atenta e importantes contribuições.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, muito obrigado pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados: Luiz Edivaldo Pezzato, Gilson Luiz Volpato, Sergio Ricardo Batlouni, Laura Satiko Okada Nakaghi, Elizabeth Romagosa, Euclides Braga Mineiros e Maria Célia Portella.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa para a realização desta pesquisa.

À Fundação para o desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP) pelo apoio financeiro.

A Isana Spina, muito obrigado pela amizade, companheirismo e incondicional apoio para levar em frente meus sonhos, minha mais terna gratidão.

Aos meus grandes amigos Thiago Scremin Pereira e Camila Nomura Boscolo, muito obrigado pela também amizade e apoio, convivência e ajuda sempre oferecida, muito obrigado mesmo.

Agradeço ao Professor Dr. Euclides Braga pela ajuda proporcionada na análise estatística.

Agradeço à amiga Raquel Eduarda Pistori Trevissan pelas sugestões e ajuda oferecida na elaboração do projeto.

Agradeço à amiga Lilian Cristina Makito pela ajuda oferecida na análise das lâminas histológicas e por sua solicitude sempre.

Aos meus amigos Henry Cardona, Johana Ramirez, Luis Gabriel Carpintero, Wilson Gomes, Marcia Santana, Veronica Gonzalez, Raúl Aspilcueta, Pedro Martinez, Ivan Martinez, Helena Espitia e Diana, muito obrigado pelos momentos agradáveis e inesquecíveis.

Aos meus amigos da Republica Xapô Kabô, Artur (R.E), Kleber (D.P), Luiz Paulo (Murphy), Henrico (Lambão), Gustavo (Mustapha), William (U-kão), Danilo (Parmitão), Pedro (Grillu), Heitor (Picasso), Paulo (Miurraze), Paulo Vitor (Bisteca) e demais amigos, muito obrigado pelos momentos convvidos de lazer e por facilitar minha vida longe de casa.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Peixes Ornamentais do CAUNESP, Thiago Scremin, Camila Nomura, Felipe Ribeiro, Thiago Fabregat, Leonardo Avendano, Haluko Massago, Helena Espitia, Luiz Gustavo muito obrigado pelo apoio e sugestões na execução do experimento.

Aos funcionários do CAUNESP obrigado pela amizade e contribuição sempre solicitada. Agradeço especialmente a Valdecir Fernandes de Lima pela sua disposição, ajuda e colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Finalmente, a todos os que de alguma maneira fizeram parte deste processo, muito obrigado.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	6
<i>Instalações e material biológico.....</i>	6
<i>Monitoramento das condições ambientais.....</i>	6
<i>Delineamento Experimental.....</i>	8
<i>Manejo alimentar.....</i>	12
<i>Coleta da amostras.....</i>	14
<i>Análises do desempenho zootécnico.....</i>	15
<i>Análises histológica.....</i>	18
<i>Análise estatística.....</i>	18
RESULTADOS.....	19
<i>Experimento I.....</i>	19
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários.....</i>	19
<i>Variáveis de desempenho zootécnico.....</i>	20
<i>Histologia.....</i>	21
<i>Experimento II.....</i>	22
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários.....</i>	22
<i>Variáveis de desempenho zootécnico.....</i>	23
<i>Histologia.....</i>	24



<i>Experimento III</i> .....	25
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários</i> .....	25
<i>Variáveis de desempenho zootécnico</i> .....	26
<i>Histologia</i> .....	28
<i>Experimento IV</i> .....	28
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários</i> .....	28
<i>Variáveis de desempenho zootécnico</i> .....	29
<i>Histologia</i> .....	31
<i>Experimento V</i> .....	32
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários</i> .....	32
<i>Variáveis de desempenho zootécnico</i> .....	33
<i>Histologia</i> .....	35
<i>Experimento VI</i> .....	35
<i>Parâmetros físico-químicos da água dos aquários</i> .....	35
<i>Variáveis de desempenho zootécnico</i> .....	36
<i>Histologia</i> .....	38
DISCUSSÃO.....	42
CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Quantidade de náuplios de <i>Artemia</i> a ser oferecido diariamente às larvas de acará bandeira.....	13
<b>Tabela 2</b> - Formulação e composição química da dieta experimental.....	14
<b>Tabela 3</b> - Valores médios da biometria inicial das larvas de acará bandeira em cada experimento.....	16
<b>Tabela 4</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante cinco dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	19
<b>Tabela 5</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> alimentadas com náuplios de <i>Artemia</i> e ração aos cinco dias após o início da alimentação exógena.....	20
<b>Tabela 6</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante oito dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	22
<b>Tabela 7</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes regimes alimentares aos oito dias após o início da alimentação exógena.....	23
<b>Tabela 8</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 11 dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	25

<b>Tabela 9</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 11 dias após o início da alimentação exógena.....	26
<b>Tabela 10</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 14 dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	28
<b>Tabela 11</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 14 dias após o início da alimentação exógena.....	29
<b>Tabela 12</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 17 dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	32
<b>Tabela 13</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 17 dias após o início da alimentação exógena.....	33
<b>Tabela 14</b> - Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 24 dias de experimento com larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> .....	36
<b>Tabela 15</b> - Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 24 dias após o início da alimentação exógena.....	37

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Banho termostático.....	7
<b>Figura 2</b> - Esquema do fornecimento de alimento do experimento com cinco dias.....	8
<b>Figura 3</b> - Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com oito dias.....	9
<b>Figura 4</b> - Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 11 dias.....	9
<b>Figura 5</b> - Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 14 dias.....	10
<b>Figura 6</b> - Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 17 dias.....	11
<b>Figura 7</b> - Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 24 dias.....	12
<b>Figura 8</b> - Parâmetros avaliados nas larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> no início de cada experimento.....	15
<b>Figura 9</b> - Parâmetros avaliados nas larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> ao final de cada experimento.....	16
<b>Figura 10</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> alimentadas com ração e náuplios de <i>Artemia</i> durante cinco dias após o início da alimentação exógena.....	21

<b>Figura 11</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes regimes alimentares durante oito dias após o início da alimentação exógena.....	24
<b>Figura 12</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 11 dias após o início da alimentação exógena.....	27
<b>Figura 13</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 14 dias após o início da alimentação exógena.....	31
<b>Figura 14</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 17 dias após o início da alimentação exógena.....	34
<b>Figura 15</b> - Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira <i>Pterophyllum scalare</i> submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 24 dias após o início da alimentação exógena.....	38
<b>Figura 16</b> - Fotomicrografia de alça intestinal de larvas de <i>Pterophyllum scalare</i> alimentadas exclusivamente com náuplios de <i>Artemia</i> ou ração.....	40
<b>Figura 17</b> - Fotomicrografia de alça intestinal de larvas de <i>Pterophyllum scalare</i> com diferentes períodos de tempo para substituição do alimento vivo pelo inerte....	41

## RESUMO

A larvicultura é uma das fases críticas na produção intensiva de peixes ornamentais, principalmente quanto à alimentação, uma vez que para cobrir as exigências nutricionais das larvas, são fornecidas elevadas quantidades de alimento vivo (náuplios de *Artemia*) o que, conseqüentemente, aumenta os custos nesta fase de criação. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da substituição precoce e gradual do alimento vivo (A) pelo alimento inerte (R) sobre o desempenho zootécnico das larvas de acará bandeira. Foram conduzidos seis experimentos com duração de 5, 8, 11, 14, 17 e 24 dias após o início da alimentação exógena (IAE). Em cada experimento, o delineamento experimental foi em blocos casualizados (desovas) com sete tratamentos: jejum, ração, *Artemia* e quatro diferentes tempos para iniciar a retirada total do alimento vivo (9, 12, 15 e 18 dias após o IAE). A substituição do alimento vivo pelo inerte teve um período de alimentação mista de três dias antes da retirada total dos náuplios de *Artemia*. Durante esse período o alimento vivo foi reduzido gradualmente em proporções de 25%, 50% e 75% a cada dia. Durante todo o período experimental a qualidade da água foi mantida em condições ideais para o bom desenvolvimento da espécie. Em síntese, a alimentação com náuplios de *Artemia* quando comparados com a ração como alimento inicial, favoreceu o crescimento das larvas e desenvolvimento das vilosidades intestinais. Embora, as larvas alimentadas apenas com ração mostraram-se capazes de sobreviver e crescer, a criação é inviável em termos produtivos. As taxas de sobrevivências das larvas que receberam náuplios de *Artemia* não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados. No entanto, aquelas alimentadas com dieta viva por um período maior, apresentaram melhores taxas de crescimento, biomassa final, fator de condição alométrico, uniformidade e revelaram poucas alterações morfológicas visíveis no revestimento epitelial das vilosidades ou escassas sinais de descamação excessiva do epitélio, quando comparadas com as larvas, onde a substituição foi realizada precocemente. Concluiu-se que a substituição da dieta viva em larvas de acará bandeira pode ser realizada aos 15 dias do IAE (39,74 mg de peso vivo) sem prejuízos ao crescimento e sobrevivência dos animais.

**Palavras chaves:** vilosidades intestinais, náuplios de *Artemia*, ração, peixes ornamentais, peixes amazônicos, transição alimentar.

## ABSTRACT

Larviculture is one of the critical aspects in intensive production of ornamental fish, especially including feed once that to provide the nutritional requirements of larvae, are necessary large amounts of live food (*Artemia nauplii*), which therefore increases the costs in this rearing phase. In this context, the aim of this study was to evaluate the effects of early and gradual replacement of live food (A) by inert on the growth performance of larvae angelfish. Six experiments were performed with lasting of 5, 8, 11, 14, 17 and 24 days after the beginning of exogenous feeding (BEF). The experimental design was randomized blocks (spawnings) with seven treatments: fasting, diet inert, *Artemia* and four different times to start the total withdraw of live food (9, 12, 15 and 18 days after BEF). During throughout the experimental period the water quality were maintained at ideal conditions for the successful development of the specie. Replacement of live food by inert diet had a mixed period of three days before the complete withdraw of *Artemia*, and the amount of this was gradually reduced in proportions of 25%, 50% and 75% in each day. In summary, feeding with *Artemia nauplii* when compared to formulated diet as initial food, favored the growth larvae and the normal gut development. Although, the larvae fed exclusively with formulated diet was able to survive and grow, rearing is not viable in productive terms. Survival rates of larvae fed with *Artemia nauplii* showed no significant differences between the treatments. However, those fish that were fed with live diet for a longer period showed the best and highest growth rates, final biomass, allometric condition factor, size uniformity and showed few visible morphological changes in the epithelial lining of the intestinal villi or few signs of excessive scaling epithelium, when compared to larvae in which the replacement was done earlier. Then, it can be concluded that the replacement of living diet by inert one can be accomplished in angelfish larvae with 15 days after BEF (39.74 mg of live weight) without any losses on the growth and survival of animals.

**Key Words:** intestinal villi, *Artemia nauplii*, diet, ornamental fish, Amazonian fish, weaning.

## INTRODUÇÃO

Dentre as diversas vertentes da piscicultura, a criação de peixes ornamentais tem se destacado no comércio aquícola, principalmente no mercado externo, colocando o aquarismo como um dos passatempos mais populares no mundo. Essa modalidade de aquicultura teve um grande crescimento na década de 90, movimentando cerca de US\$ 200 milhões em exportações de peixes e invertebrados em 1996, segundo dados da FAO (2007). Esse órgão destaca também que 60% dessa quantia destinaram-se à economia de países em desenvolvimento. Já no ano de 2008, estima-se que a importação destes organismos aquáticos movimentou aproximadamente US\$ 900 milhões no atacado e US\$ 3 bilhões no mercado varejista, com uma taxa de crescimento de 14% desde 1985 (PANNÉ, 2008), sendo a União Européia, Estados Unidos, Japão, Cingapura e Hong Kong considerados os principais países consumidores (UNCTAD, 2000).

A criação de peixes ornamentais de água doce em cativeiro, nos últimos anos, tem apresentado crescimento rápido e um significativo aumento na produção mundial. Atualmente, os maiores produtores e exportadores de peixes ornamentais situam-se no sudeste asiático. Entre os principais países produtores encontram-se Cingapura, Indonésia, Tailândia, Estados Unidos, Malásia e Japão (UNCTAD, 2000). Cingapura é o principal exportador em valor, com cerca de US\$ 68,0 milhões em 2006 (AVA, 2007). Segundo CHAPMAN et al. (1997), o estado da Flórida nos EUA também se destaca como grande produtor, dedicados a produção de aproximadamente 700 variedades de peixes ornamentais. De acordo com o mesmo autor, as vendas deste estado atingiram US\$ 57,2 milhões, em grande parte destinada ao mercado interno, que move no varejo, cerca de US\$ 1,5 bilhão por ano em peixes e produtos para o aquarismo. Atualmente, os organismos ornamentais também são criados em países como a República Checa, Espanha, Israel, Bélgica e Holanda, pela diminuição dos custos de produção devido à proximidade dos centros de consumo.

Na América do Sul, pouca atenção tem sido dada à criação de peixes ornamentais, provavelmente pelo fato da exportação ser baseada no extrativismo. Os principais países exportadores de peixes provenientes da captura são Colômbia, Peru e Brasil. Este último, com grande potencial hídrico e climático, que possibilita a criação de diversas espécies de peixes, tem alcançado um crescimento superior ano após ano em relação aos outros países. O Brasil, possui uma grande biodiversidade de organismos aquáticos sendo considerado o maior celeiro de peixes ornamentais de água doce do



mundo. Segundo PANEÉ (2008) a pesca extrativista na região amazônica juntamente com as recentes explorações do pantanal mato-grossense gera aproximadamente 2 a 3 milhões de dólares por ano. No entanto, entre o ano 2002 e 2005, o volume de exportação cresceu 28,8% por ano (PANNÉ, 2008) e vem comercializando várias espécies de peixes importadas, participando com apenas 4,93%, 2,27% e 13,34% das importações no mercado da União Européia, Norte Americano e Japonês, respectivamente (UNCTAD, 2000). Contudo, o país não tem assegurado a competitividade nos mercados externo e interno, indicando a necessidade de apoio e incentivo à atividade, tendo em vista o grande potencial nacional. O maior entrave até o momento está na falta de conhecimento das técnicas de reprodução, alimentação, nutrição, comportamento e manejo da maioria das espécies, indicando a necessidade de desenvolvimento de tecnologias de criação apropriadas, principalmente com relação a larvicultura de peixes nativos. Os avanços tecnológicos e o aprimoramento de técnicas de produção em cativeiro podem contribuir diretamente para o estabelecimento de uma atividade duradoura, produtiva, rentável e sustentável.

A produção de juvenis de peixes de alta qualidade e em larga escala são os fatores chaves para o crescimento sustentável da indústria da aquicultura (CONCEIÇÃO et al. 2009). Ainda que já se produzam grandes quantidades de larvas de muitas espécies, a larvicultura é considerada uma das fases mais críticas da produção intensiva de peixes, devido às baixas taxas de sobrevivência, ocasionadas principalmente, pela falta de conhecimentos básicos sobre as necessidades nutricionais.

Atualmente, as larvas de algumas espécies comumente produzidas não possuem o sistema digestório completamente desenvolvido e funcional nos primeiros dias de vida, sendo incapazes de aproveitar eficientemente dietas formuladas. Segundo SOUZA (1999), as maiores alterações do aparelho digestório de peixes acontecem durante o período de desenvolvimento larval, e resultam em um aparelho funcional, que pode, em algumas espécies, ser estruturado antes mesmo do vitelo ser totalmente consumido (MACIEL, 2006).

Após o início da alimentação exógena, as larvas apresentam altas exigências nutricionais, caracterizadas por elevadas taxas de crescimento e de síntese protéica. Desta forma, a alimentação das larvas é um dos fatores críticos nesta fase e o alimento natural exerce influência no seu desenvolvimento (URBINATI & GONÇALVES, 2005), sendo que a maioria das larvas das diferentes espécies comercializadas, não aceitam dietas artificiais. Por outro lado as que aceitam alimento inerte nesta fase de

vida não apresentam índices de desenvolvimento satisfatório (SOARES et al. 2000), apresentando dificuldade em digerir proteínas complexas devido a seu sistema digestório imaturo, causando assim uma digestibilidade protéica reduzida, como é o caso de rações formuladas contendo farinha de peixe (RONNESTAD et al. 2000; ROJAS-GARCIA & RONNESTAD, 2003; TONHEIM et al. 2005). Em relação aos lipídios, a absorção destes também diminui no intestino à medida que a complexidade do lipídio aumenta (MORAIS et al. 2005a,b; MOLLAN et al. 2008). Assim, a dieta oferecida deve ser altamente palatável, atrativa e conter ingredientes de fácil digestão (CERICATO, 2005). Alguns pesquisadores têm demonstrado que um dos procedimentos mais adequados é o fornecimento de organismos vivos como náuplios de *Artemia* na alimentação de peixes tropicais de água doce, como o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (JOMORI et al., 2003; JOMORI et al., 2005) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*) (SEVILLA & GÜNTHER, 2000), e também, organismos planctônicos provenientes de coletas em viveiros fertilizados (MEEREN, 1991; CAHU et al., 2001). Isto ocorre porque o alimento vivo contribui com nutrientes essenciais para o crescimento e sobrevivência larval (SOARES et al. 2000).

Os náuplios de *Artemia* são comumente utilizados na alimentação de larvas de peixes de água doce e considerados como um excelente alimento para os estágios iniciais (VERISCHELE et al. 1990). Entretanto, apesar de varias décadas de uso, a obtenção é relativamente demorada, exigindo mais estrutura e mão de obra do que a oferta de alimentos inertes, como por exemplo, ração. Entretanto, estudos econômicos referentes à alimentação de larvas de peixes mostraram que os gastos com organismos vivos, principalmente náuplios de *Artemia*, quando associados aos custos de mão de obra, constituem-se em um dos itens mais onerosos da produção (LUZ & ZANIBONI-FILHO, 2002). Assim, o emprego de náuplios de *Artemia* por um período muito extenso pode criar barreiras econômicas significativas para uma produção comercial (HAMLIN & KLING, 2001).

Atualmente são realizadas pesquisas buscando técnicas de manejo para que larvas de peixes produzidas em cativeiro sejam capazes de aceitar uma dieta formulada, pois é muito mais econômica. No entanto, estudos que avaliam a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte, mostraram uma menor eficiência das dietas formuladas em comparação ao alimento vivo quando utilizadas como única fonte alimentar desde a primeira alimentação (KOLKOVSKI et al. 1997). TESSER et al. (2005) e TESSER & PORTELLA (2006), estudando larvas de pacu, citaram que existe

um aumento na ingestão do alimento inerte quando esta se encontra na presença de náuplios de *Artemia*, em virtude dos estímulos químico e visual provenientes dos náuplios de *Artemia* e o estímulo visual da ração. Assim, a associação de dietas vivas com dietas inertes permite um desenvolvimento mais homogêneo e maiores taxas de sobrevivência. Em trabalhos realizados com kinguio *Carassius auratus* (SOARES et al. 2000) e surubim do Iguaçu *Steindachneridion sp.* (FEIDEN et al. 2005) foi observado que as larvas alimentadas com a combinação de alimento vivo e inerte apresentaram um desenvolvimento homogêneo e mais rápido permitindo maior sobrevivência, sendo que o fornecimento de ração juntamente com náuplios de *Artemia* proporcionou os melhores resultados na larvicultura destas espécies, demonstrando a importância deste crustáceo (micro) no início da alimentação exógena.

O oferecimento de náuplios de *Artemia* momentos antes do fornecimento de dietas inertes pode auxiliar na transição do alimento vivo para o inerte (TESSER & PORTELLA 2006). Porém, a transição alimentar precedida de forma gradativa, em que o alimento inerte é oferecido em combinações com o alimento vivo, denominadas estratégias de co-alimentação, proporcionam taxas de crescimento e de sobrevivência similares ou superiores as alcançadas com o fornecimento exclusivo de *Artemia* (RUYET et al. 1993). Este manejo alimentar pode ajudar as larvas a aceitarem o alimento inerte e resolver o problema do fornecimento inadequado de nutrientes, devido à maior diversidade de alimento disponível (ROSELUND et al. 1997). CERICATO (2005) observou em larvas de piau (*Leporinus macrocephalus*), um melhor desempenho em relação ao ganho em peso dos grupos de larvas em que a transição alimentar deu-se em forma gradual, em comparação aos grupos de forma abrupta. Por outro lado, BEHR et al. (2000) demonstraram que, com apenas três dias de co-alimentação empregando ração e náuplios de *Artemia* desde o início da alimentação exógena, há probabilidade de aumentar as taxas de sobrevivência e crescimento de larvas de jundiá (*Rhamdia quelen*) criadas em viveiros.

A substituição precoce do alimento vivo pelo alimento inerte possibilita uma redução na quantidade de alimento vivo utilizado e diminui, conseqüentemente, os custos de produção, conforme demonstrado por e JOMORI et al. (2008) em larvas de pacu com peso médio de 13 mg, onde a autora observou que estas foram capazes de aproveitar a ração após 12 dias do início da alimentação exógena. Os estudos histológicos do seu sistema digestivo revelaram o estômago morfológicamente avançado com presença de regiões glandulares e não glandulares (JOMORI, 2005).

As avaliações histológicas e morfológicas podem servir como ferramentas úteis para se determinar a qualidade nutricional das dietas, principalmente quando o crescimento e sobrevivência larval não são suficientes para determinar o efeito de diferentes regimes alimentares (BENGSTON, 1993). Essa abordagem possibilita avaliar as possíveis alterações estruturais que ocorrem no intestino, fígado e pâncreas, no início do desenvolvimento larval, podendo fornecer valiosas informações a respeito do estado nutricional dos animais (FURUSAWA, 2002; TESSER, 2002).

Os resultados sobre o desenvolvimento morfológico e funcional do aparelho digestório de larvas de algumas espécies de peixes neotropicais, podem fundamentar a adoção de esquemas alimentares baseados na habilidade digestiva de cada animal, em suas diversas fases. De acordo com PORTELLA (2004) a substituição precoce do alimento vivo por dieta artificial durante a larvicultura intensiva continua sendo o maior objetivo a ser alcançado, visando economia e praticidade do processo produtivo.

Dentre as espécies de peixes ornamentais nativas, o acará bandeira, *Pterophyllum scalare*, se destaca por ser um dos mais belos, mais vendidos e um dos mais populares de águas tropicais (CHAPMAN, 2000). Esta espécie, em fases iniciais de desenvolvimento depende da disponibilidade de organismos vivos para a garantia do seu crescimento e sobrevivência. Porém, a larvicultura do acará bandeira é uma das etapas mais críticas, devido ao elevado custo da alimentação e altas taxas de mortalidade causadas pelo manejo e desconhecimento de aspectos relacionados à sua nutrição nesta fase de criação.

Apesar de existirem alguns estudos sobre as exigências nutricionais de peixes ornamentais, ainda há necessidade de desenvolvimento de pesquisas que possam nos fornecer informações mais precisas sobre a melhor forma de realizar o manejo alimentar no período larval e contribuir para o aumento da produtividade e redução dos custos nessa fase da produção. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição precoce e gradual do alimento vivo pelo alimento inerte sobre o desempenho zootécnico de larvas de acará bandeira e também caracterizar as alterações morfológicas do trato intestinal decorrentes dos regimes alimentares experimentais adotados a fim de maximizar a eficiência produtiva nessa fase.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Instalações e material biológico*

O estudo foi realizado no Laboratório de Peixes Ornamentais do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), em Jaboticabal – SP (21<sup>o</sup> 14'S e 48<sup>o</sup> 17'W), durante o período de Junho a Novembro de 2009.

Para a realização deste estudo, composto por seis experimentos, utilizou-se larvas de acará bandeira da variedade marmorato e leopardo, provenientes de 36 desovas produzidas ao longo do tempo por 15 casais alojados no laboratório. Em cada experimento empregou-se larvas resultantes de seis desovas de diferentes casais, que após a eclosão e pouco antes do início da alimentação exógena (IAE), foram aclimatadas por 10 minutos e posteriormente distribuídas em baldes plásticos (unidade experimental) com três litros de volume útil, na proporção de 10 larvas por L<sup>-1</sup>.

### *Monitoramento das condições ambientais*

Os baldes foram mantidos em um sistema de banho termostatizado (Figura 1) para manutenção da temperatura, controlada por um termostato de marca SHIRUBA, modelo H-800 e quatro aquecedores com potencia de 100 w. Além disso, os baldes eram dotados de aeração constante por médio de uma pedra porosa ligada ao sistema de aeração do laboratório, que é gerado por um compressor radial. Diariamente, antes da primeira refeição, os resíduos do fundo eram retirados e realizada uma troca do 70% do volume da água, em cada balde. A água utilizada na renovação dos baldes era proveniente de nascente situada na área de conservação a uns 200 metros do laboratório. Esta água era coletada e armazenada diariamente em uma caixa com capacidade para 100 litros, que continha um aquecedor, com potencia de 100 w, ligado ao mesmo termostato do banho, garantindo-se uma mesma temperatura ao momento do sifonamento dos baldes. O fotoperíodo era o natural, de aproximadamente de 12 horas luz.

Durante o período experimental, em um intervalo de três dias, pela manhã, foram monitoradas as seguintes variáveis limnológicas: temperatura e pH, aferidos por meio do potenciômetro YSI, modelo pH100; concentração de oxigênio dissolvido aferidos através do oxímetro YSI, modelo 55 e condutividade elétrica aferido por meio

do condutivímetro YSI, modelo 300. A alcalinidade total foi determinada por titulação, segundo método recomendado por GOLTERMAN et al. (1978). A concentração de amônia, nitrato e nitrito foram determinados pelo método colorimétrico, com leitura no espectrofotômetro, de acordo com KOROLEFF (1976), GOLTERMAN et al. (1978) e MACKERETH et al. (1978), respectivamente.

Os valores médios dos parâmetros limnológicos da água utilizada no abastecimento dos aquários experimentais (renovação) para temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, alcalinidade total, amônia, nitrito, nitrato e pH foram respectivamente:  $28,9 \pm 0,5$  °C,  $8,0 \pm 0,3$  mg.L<sup>-1</sup>,  $27 \pm 5,4$  μS.cm<sup>-1</sup>,  $27 \pm 3$  mg.L<sup>-1</sup>,  $26,6 \pm 2,9$  μg.L<sup>-1</sup>,  $0,7 \pm 1$  μg.L<sup>-1</sup>,  $708 \pm 71$  μg.L<sup>-1</sup> e  $6,1 \pm 0,1$ .



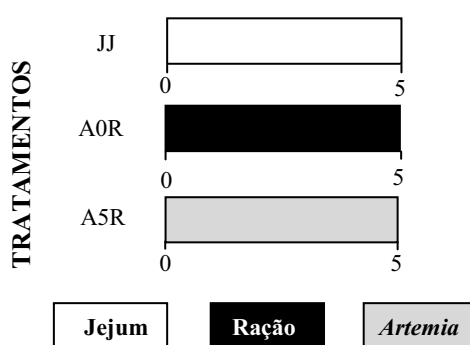
**Figura 1.** Banho termostatzado

### *Delineamento Experimental*

Foram conduzidos seis experimentos com diferentes períodos de tempo: 5, 8, 11, 14, 17 e 24 dias cada. O delineamento experimental para cada experimento foi em blocos casualizados, composto por seis blocos (desovas) e uma repetição por tratamento em cada bloco. Os tratamentos testados foram:

**Experimento I:** com duração de cinco dias, foram utilizadas 540 larvas submetidas a três tratamentos (Figura 2).

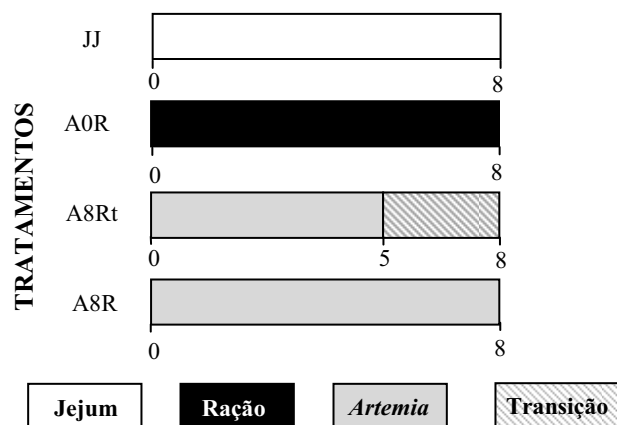
- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental.
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A5R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.



**Figura 2.** Esquema do fornecimento de alimento do experimento com cinco dias.

**Experimento II:** com duração de oito dias, foram utilizadas 720 larvas submetidas a quatro tratamentos (Figura 3).

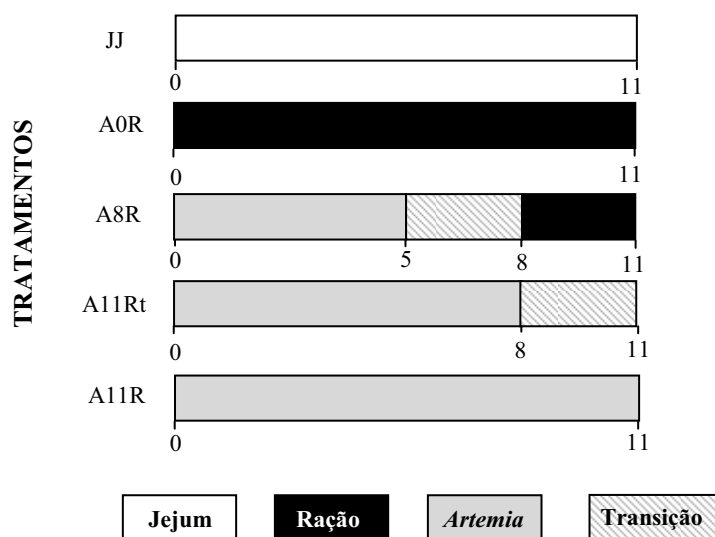
- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental.
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A8Rt:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do sexto dia.
- **A8R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.



**Figura 3.** Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com oito dias.

**Experimento III:** com duração de 11 dias, foram utilizadas 900 larvas submetidas a cinco tratamentos (Figura 4).

- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental.
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A8R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia.
- **A11Rt:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do nono dia.
- **A11R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

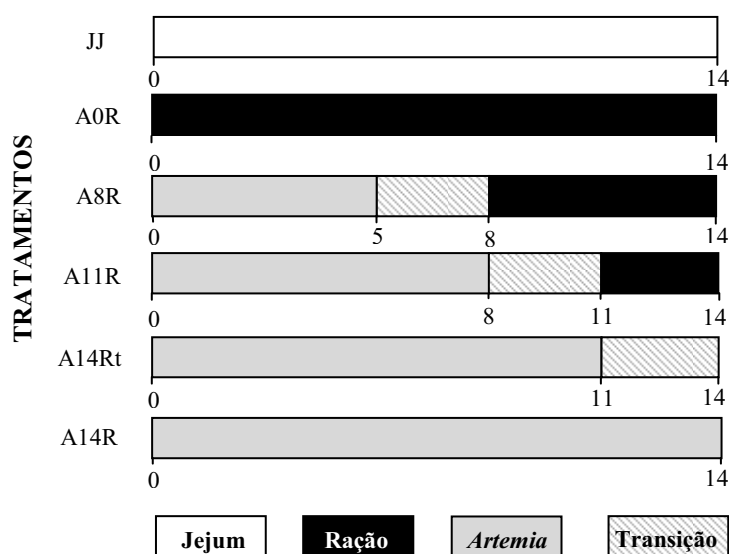


**Figura 4.** Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 11 dias.



**Experimento IV:** com duração de 14 dias, foram utilizadas 1080 larvas submetidas a seis tratamentos (Figura 5).

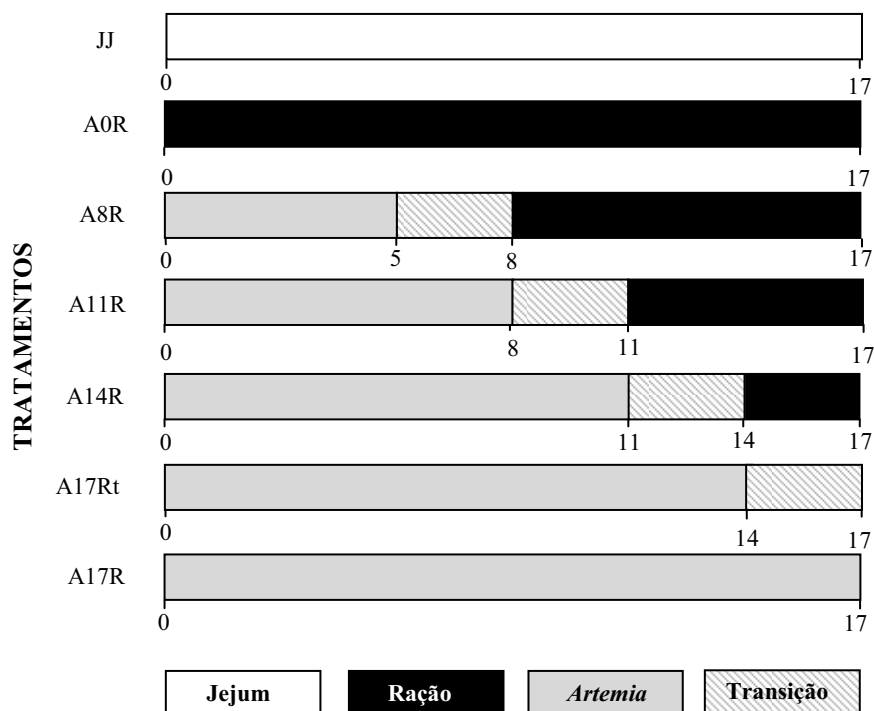
- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental.
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A8R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do nono.
- **A11R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia.
- **A14Rt:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo segundo dia.
- **A14R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.



**Figura 5.** Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 14 dias.

**Experimento V:** com duração de 17 dias, foram utilizadas 1260 larvas submetidas a sete tratamentos (Figura 6).

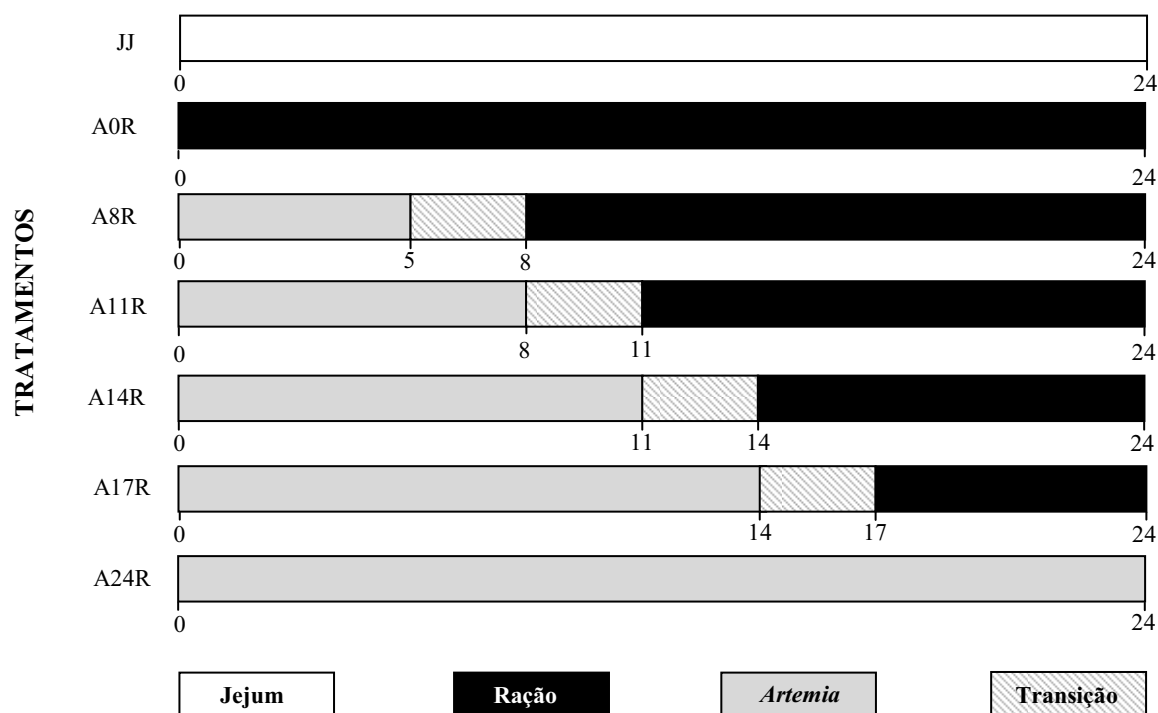
- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental.
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A8R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia.
- **A11R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia.
- **A14R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia.
- **A17Rt:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo quinto dia.
- **A17R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.



**Figura 6.** Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 17 dias.

**Experimento VI:** com duração de 24 dias, foram utilizadas 1260 larvas submetidas a sete tratamentos (Figura 7).

- **JJ:** larvas mantidas em jejum durante todo o período experimental;
- **A0R:** larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental.
- **A8R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia.
- **A11R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia.
- **A14R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia.
- **A17R:** substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo oitavo dia.
- **A24R:** larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.



**Figura 7.** Esquema do fornecimento de alimento e transição alimentar do experimento com 24 dias.

#### *Manejo alimentar*

Foram utilizados cistos nacionais de *Artemia franciscana*, produzidos no Rio Grande do Norte para a obtenção dos náuplios de *Artemia*. A eclosão dos cistos foi realizada da seguinte forma: hidratação em água doce por cerca de 30 minutos e após este processo, eram colocados em uma incubadora de plástico transparente contendo água salinizada com proporção de 25 g de sal por litro, mantida a 28 °C e dotadas de aeração e luminosidade constante, através de 4 lâmpadas fluorescentes tubulares com potencia de 40 watts e fluxo luminoso de 2700, posicionadas ao lado das incubadoras. Após 24 horas, sempre no período da manhã, os náuplios de *Artemia* eram decantados, coletados e armazenados em água salinizada para serem fornecidos diariamente às larvas de acará bandeira. O padrão de alimentação das larvas que receberam apenas alimento vivo está descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Quantidade de náuplios de *Artemia* a ser oferecido diariamente às larvas de acará bandeira (ALVARADO, C.J.D. *et al.*, 2009).

<b>Intervalo em dias</b>	<b>Nº de náuplios de <i>Artemia</i>/larva/dia</b>
1 – 3	500
4 – 6	1000
7 – 9	1500
10 – 12	2000
13 – 15	2500
16 – 18	3000
19 – 21	3500
22 – 24	4000

Como substituto do alimento natural, foi empregada uma ração peletizada elaborada na fabrica de ração do CAUNESP que, posteriormente foi moída, para ajustar o tamanho da partícula de acordo com a fase do desenvolvimento das larvas e assim, garantir um melhor aproveitamento. A formulação e composição química da ração estão apresentadas na Tabela 2.

As larvas foram alimentadas quatro vezes ao dia (8, 11, 14 e 17 horas). Em cada refeição, quando as larvas foram alimentadas apenas com náuplios de *Artemia*, foi fornecido uma quarta parte do alimento vivo por dia e quando as larvas foram alimentadas apenas com ração, esta foi fornecida por toda a superfície da água. A substituição de alimento vivo pelo inerte em todos os experimentos foi precedida por um período de transição, que consistia no oferecimento de náuplios de *Artemia* simultaneamente com a ração durante três dias antes da retirada total do alimento vivo. Nesse período, o alimento vivo foi reduzido gradualmente em proporções de 25%, 50% e 75% a cada dia.

**Tabela 2.** Formulação e composição química da dieta experimental.

<i>Ingrediente</i>	<i>Composição da dieta%</i>
Farinha de vísceras de aves	20,73
Farelo de arroz	21,00
Farinha de peixe	53,00
DL-Metionina	0,11
L-Triptofano	0,16
L-Treonina	0,20
Fosfato bicálcico	4,00
Vitamina C	0,03
Sal (NaCl)	0,50
Suplemento Vitaminico <sup>1</sup>	0,15
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,10
BTH <sup>3</sup>	0,02
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição</b>	
Energia Bruta <sup>4</sup> (kcal/kg)	4208
Proteína Bruta <sup>4</sup> (%)	50,69
Extrato etéreo <sup>4</sup> (%)	11,07
Matéria Mineral <sup>5</sup> (%)	16,25
Fibra Bruta <sup>5</sup> (%)	2,65
Cálcio total <sup>5</sup> (%)	4,31
Fósforo disponível <sup>5</sup> (%)	2,62
Metionina <sup>5</sup> (%)	1,32
Lisina <sup>5</sup> (%)	3,04
Triptofano <sup>5</sup> (%)	0,57
Treonina <sup>5</sup> (%)	2,24

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): vit. A = 1.200.000 UI; vit. D<sub>3</sub> = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K<sub>3</sub> = 2.400 mg; vit. B<sub>1</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>2</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>6</sub> = 4.000 mg; vit. B<sub>12</sub> = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg e niacina = 24.000 mg.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (níveis de garantia/kg do produto): ferro = 10.000 mg; cobre = 600 mg; manganês = 4.000 mg; iodo = 20 mg; cobalto = 2 mg e selênio = 20 mg.

<sup>3</sup>Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno

<sup>4</sup>Valores analisados

<sup>5</sup>Valores calculados

### *Coleta da amostras*

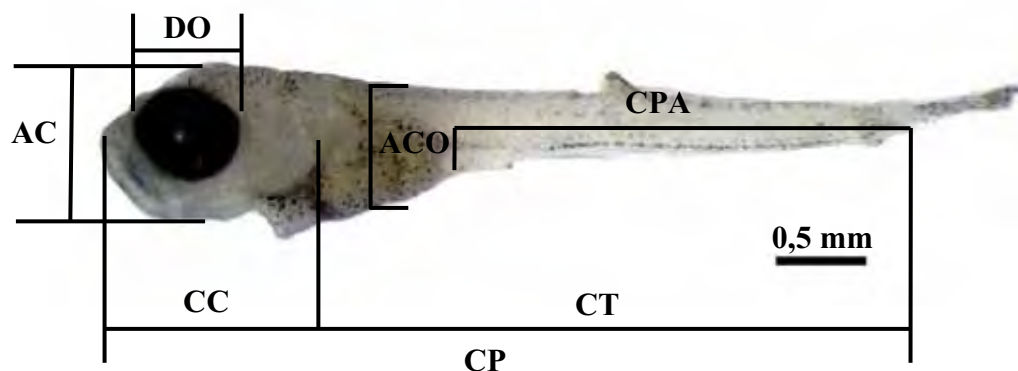
As larvas foram coletadas no início e ao final de cada experimento. Inicialmente as avaliações zootécnicas, foram realizadas através de uma amostragem (10%) de cada desova correspondendo a 30 larvas e, no final, com jejum de 12 horas, foram coletadas todas as larvas. Os animais foram fixados em uma solução de formol a 10%, num volume três vezes maior que a amostra, por um período de 24 horas e posteriormente preservados em álcool 70%. Para as avaliações histológicas, ao início, foram coletadas

quatro larvas por desova e, no final, quatro larvas por tratamento em cada desova. As larvas inteiras foram fixadas em Karnovsky modificado (paraformaldeído 8% + glutaraldeído 2,5%), por um período de 48 horas e após este período foram lavadas em tampão fosfato de sódio 0,1M pH 7,4. Todas as larvas coletadas, antes de serem colocadas em solução fixadora, foram insensibilizadas através de choque térmico por gelo.

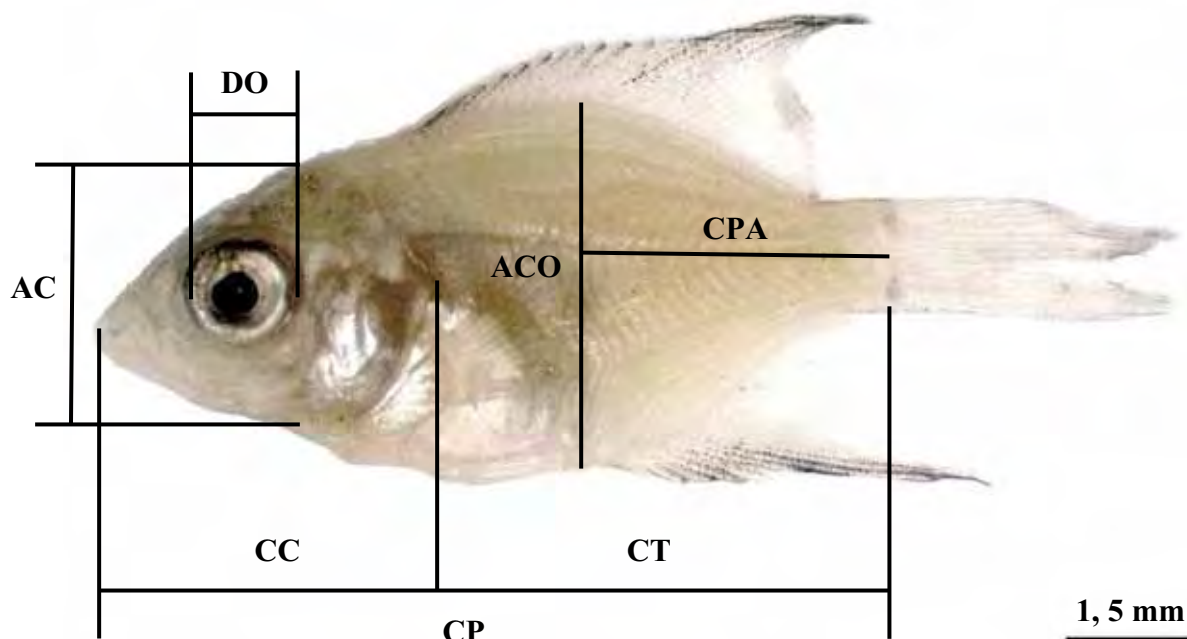
#### *Análise do desempenho zootécnico*

Após a fixação, todas as larvas foram pesadas e medidas. Os parâmetros avaliados foram: peso (P); comprimento padrão (CP) – ponta do focinho ao final da notocorda; comprimento de cabeça (CC) – ponta do focinho até o opérculo; comprimento de tronco (CT) – opérculo ao final da notocorda; comprimento pós-anal (CPA) – tangente que passa pela margem posterior do ânus ao final da notocorda; diâmetro de olho (DO); altura de cabeça (AC) – linha vertical da base do opérculo; altura de corpo (ACO) – linha vertical da margem anterior do ânus. Para a obtenção do peso das larvas foi utilizada uma balança analítica digital da marca GEHAKA, modelo AG 200, com precisão de  $\pm 0,0001$  g. Para as medições, foi empregado um estereomicroscópio LEICA M28, acoplado ao equipamento automático de microfotografia LEICA CD280, através do programa IM 50 LEICA.

As medições realizadas nas larvas de acará bandeira no início e ao final de cada experimento estão representadas na Figura 8 e na Figura 9, respectivamente. Os valores médios da biometria das larvas de acará bandeira realizados no início de cada experimento estão apresentados na Tabela 3.



**Figura 8.** Parâmetros avaliados nas larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* no início de cada experimento. Comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), comprimento de tronco (CT), comprimento pós-anal (CPA), diâmetro de olho (DO), altura de cabeça (AC) e altura do corpo (ACO).



**Figura 9.** Parâmetros avaliados nas larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* ao final de cada experimento. Comprimento padrão (CP), comprimento de cabeça (CC), comprimento de tronco (CT), comprimento pós-anal (CPA), diâmetro de olho (DO), altura de cabeça (AC) e altura do corpo (ACO).

**Tabela 3.** Valores médios da biometria inicial das larvas de acará bandeira em cada experimento.

Biometria inicial	Experimentos					
	I	II	III	IV	V	VI
Peso (mg)	1,78 ± 0,18	1,83±0,18	2,13±0,45	1,98±0,34	1,97±0,35	2,25±0,10
CP <sup>1</sup> (mm)	4,06 ± 0,63	4,01±0,66	4,54±0,19	3,94±0,85	4,32±0,22	4,45±0,16
CC <sup>2</sup> (mm)	1,34 ± 0,20	1,24±0,30	1,46±0,09	1,21±0,35	1,35±0,14	1,42±0,08
CT <sup>3</sup> (mm)	2,72 ± 0,45	2,78±0,39	3,08±0,15	2,73±0,53	2,98±0,15	3,03±0,12
CPA <sup>4</sup> (mm)	1,80 ± 0,30	1,92±0,21	2,00±0,16	1,88±0,29	1,96±0,18	1,95±0,11
DO <sup>5</sup> (mm)	0,55 ± 0,07	0,51±0,10	0,57±0,04	0,50±0,10	0,53±0,05	0,55±0,04
AC <sup>6</sup> (mm)	1,08 ± 0,19	1,00±0,29	1,21±0,08	0,99±0,34	1,12±0,16	1,26±0,07
ACO <sup>7</sup> (mm)	0,63 ± 0,40	0,54±0,14	0,61±0,05	0,51±0,15	0,58±0,07	0,62±0,04

<sup>1</sup>Comprimento padrão; <sup>2</sup>Comprimento de cabeça; <sup>3</sup>Comprimento de tronco; <sup>4</sup>Comprimento pós-anal; <sup>5</sup>Diâmetro de olho; <sup>6</sup>Altura de cabeça; <sup>7</sup>Altura do corpo.

Além disso, foram calculados as seguintes variáveis de desempenho produtivo:

✓ Ganho em peso (GP) calculado pela equação:

$$GP = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

- ✓ Biomassa final (BF) calculada pela equação:

$$BF = \text{peso médio final} \times \text{número final de peixes}$$

- ✓ Fator de condição alométrico (K) calculado substituindo-se o comprimento total pelo comprimento padrão (CP), conforme VAZZOLER (1996). Além disso, o coeficiente de regressão entre peso (P) e comprimento padrão (CP), onde o  $b$  foi estimado, para o Experimento I = 1,4315; Experimento II = 1,4366; Experimento III = 1,481; Experimento IV = 1,2249; Experimento V = 1,2356; Experimento VI = 0,859. A equação empregada foi:

$$K = \frac{P}{CP^b}$$

- ✓ Sobrevivência final (SF) determinada pela equação:

$$SF (\%) = \frac{\text{número de peixes inicial}}{\text{número de peixes final}} \times 100$$

- ✓ Sobrevivência parcial (SP) determinada por meio da contagem diária das larvas em cada aquário.
- ✓ A taxa de crescimento específico (TCE) foi calculada de acordo com a equação de KESTMONTS & STALMANS (1992):

$$TCE = \frac{(\ln) \text{ peso final} - (\ln) \text{ peso inicial}}{\text{Intervalo de tempo entre biometrias}} \times 100$$

onde,  $\ln$  = logaritmo neperiano

- ✓ A uniformidade dos lotes de peixes (U) realizada pela equação proposta por FURUYA et al. (1998):

$$U(\%) = \frac{N_{\pm 20}}{N_t} \times 100$$

em que,  $N_{\pm 20}$  = número de animais com peso total  $\pm 20$  % em torno da média da unidade experimental e  $N_t$  = número total de peixes em cada unidade experimental.



### *Análises histológicas*

Antes do processamento na rotina histológica, as amostras foram enxaguadas com álcool 70% e deixadas nesta mesma solução durante 24 horas. Após este tempo, as amostras foram processadas normalmente na rotina histológica, incluídas em uma resina paraplastic (Histosec<sup>®</sup> - Merck), cortadas transversalmente ao micrótomo com espessura de 6,0 µm, montadas em lâminas histológicas e coradas com Hematoxilina-Eosina (HE), de acordo com Tolosa et al. 2003.

As lâminas histológicas foram fotodocumentadas em fotomicroscópio AXIOSKOP-ZEISS acoplado à câmera digital LEICA DM 2500, modelo DFC 295, software Leica Application Suite, versão 3.3.0.

### *Análise estatística*

Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Cramer-Von Mises. Quando a normalidade não foi encontrada, os dados foram transformados em  $Y^2$  ou  $\log_{10}(Y)$ . Os dados percentuais foram transformados em arco seno  $\sqrt{x}/100$  antes da análise.

Os parâmetros limnológicos da água e as variáveis de desempenho zootécnico foram comparados entre os diferentes tratamentos avaliados, utilizando-se o teste F para análise de variância (two way). Para inferir diferença estatística foi utilizado  $p \leq 0,05$  e quando encontrada, aplicou-se o teste de Tukey para comparação entre as médias. O programa estatístico utilizado foi o SAS versão 9.1.

O modelo estatístico empregado nos experimentos foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + d_j + e_{ij}$$

onde o  $Y_{ij}$  = parâmetro avaliado na parcela que recebeu o regime alimentar  $i$ , na desova  $j$ ;  $\mu$  = média geral;  $r_i$  = efeito de o regime alimentar  $i$ ;  $d_j$  = efeito da desova  $j$ ;  $e_{ij}$  = erro aleatório na parcela do regime alimentar  $i$ , na desova  $j$ , considera-se distribuição normal, média 0 e variância  $s^2$ .

## RESULTADOS

Em todos os experimentos, as larvas submetidas ao jejum morreram entre o segundo e quarto dia após o início do período experimental. Em relação ao análise do trato intestinal destas larvas, foram detectas mudanças nos padrões histológicos, tais como, abaixamento acentuado e uma redução visível das vilosidades intestinais (Figura 17I – 17J).

## EXPERIMENTO I

### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante cinco dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS		CV <sup>3</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A5R <sup>2</sup>	
Temperatura °C	29,00 <sup>a</sup>	29,39 <sup>a</sup>	1,18
Potencial Hidrogênio	7,22 <sup>a</sup>	7,14 <sup>a</sup>	1,72
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	6,95 <sup>a</sup>	7,30 <sup>a</sup>	6,61
Condutividade elétrica (µS.cm <sup>-1</sup> )	56,8 <sup>b</sup>	183,4 <sup>a</sup>	17,52
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> )	48,0 <sup>a</sup>	27,8 <sup>b</sup>	6,10
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,74 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>	5,87
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,49 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	5,58
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	27,1 <sup>a</sup>	24,5 <sup>a</sup>	9,18

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>3</sup>coeficiente de variação.

A temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e concentração amônia apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Os valores médios de condutividade elétrica e concentração de nitrato aumentaram nos tratamentos onde o fornecimento de náuplios de *Artemia* se manteve por um período mais prolongado. Os valores médios apresentados pela alcalinidade total e a concentração de

amônia foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração foi mantido por um período maior.

#### *Variáveis de desempenho zootécnico*

Os resultados do crescimento das larvas, ao final do experimento, são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* alimentadas com náuplios de *Artemia* e ração aos cinco dias após o início da alimentação exógena.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS		CV <sup>3</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A5R <sup>2</sup>	
Ganho em peso (mg)	-0,87 <sup>b</sup>	2,39 <sup>a</sup>	14,50
Comprimento padrão (mm)	4,38 <sup>b</sup>	5,86 <sup>a</sup>	8,47
Comprimento de cabeça (mm)	1,48 <sup>b</sup>	2,17 <sup>a</sup>	10,93
Comprimento de tronco (mm)	2,90 <sup>b</sup>	3,70 <sup>a</sup>	7,25
Comprimento pós-anal (mm)	1,96 <sup>b</sup>	2,47 <sup>a</sup>	6,89
Diâmetro de olho (mm)	0,54 <sup>b</sup>	0,76 <sup>a</sup>	9,47
Altura de cabeça (mm)	0,99 <sup>b</sup>	1,71 <sup>a</sup>	5,99
Altura do corpo (mm)	0,69 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup>	17,74
Biomassa final (mg)	25,5 <sup>b</sup>	115,8 <sup>a</sup>	8,72
Fator de condição alométrico	0,17 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>	15,06
TCE	-10,08 <sup>b</sup>	13,51 <sup>a</sup>	155,52
Uniformidade dos lotes	53,69 <sup>b</sup>	65,96 <sup>a</sup>	2,08
Sobrevivência final (%)	60,00 <sup>b</sup>	82,67 <sup>a</sup>	9,87

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>3</sup>coeficiente de variação. TCE - taxa de crescimento específico.

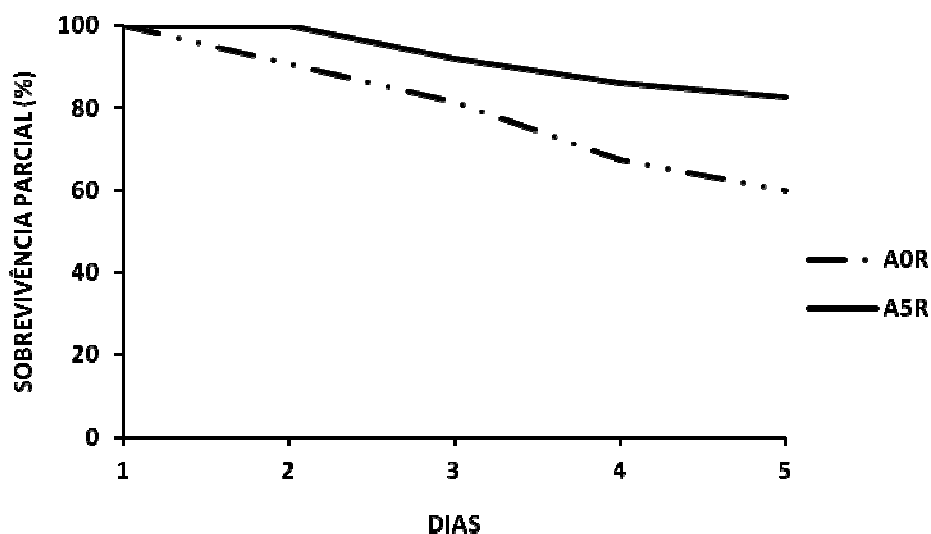
O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos de acordo com os regimes alimentares ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam alimento vivo durante a fase experimental (A5R).

A biomassa final das larvas alimentadas com náuplios de *Artemia* foi maior do que as alimentadas com ração ( $p < 0,05$ ). O fator de condição alométrico (K) apresentou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados ( $p < 0,05$ ) sendo o melhor resultado observado nas larvas alimentadas com náuplios de *Artemia*.

A taxa de crescimento específico (TCE) apresentou diferenças significativas entre os regimes alimentares ( $p < 0,05$ ). Observou-se que as larvas que receberam ração

(A0R) durante a fase experimental, apresentaram uma TCE negativa. Já as larvas alimentadas com náuplios de *Artemia* apresentaram maior uniformidade ( $p < 0,05$ ) quando comparadas com aquelas alimentadas com ração.

Os regimes alimentares influenciaram a sobrevivência final ( $p < 0,05$ ) das larvas de acará bandeira. O grupo de larvas que recebeu somente náuplios de *Artemia* durante a período experimental (A5R) apresentou taxa de sobrevivência mais alta ao final do mesmo. Na sobrevivência parcial verificou-se maior mortalidade a partir do segundo dia de alimentação das larvas com ração (Figura 10).



**Figura 10.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* alimentadas com ração e náuplios de *Artemia* durante cinco dias após o IAE. **A0R** - larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A5R** - larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

### Histologia

A organização histológica e morfológica da mucosa intestinal acompanhou o padrão encontrado para todos os órgãos tubulares do trato digestório, com três camadas distintas: mucosa, muscular e serosa. A mucosa apresentou-se revestida por epitélio colunar simples com parcial orla em escova (microvilosidades) sustentado por uma lâmina própria de tecido conjuntivo. Células caliciformes foram encontradas entre as células epiteliais, assim como células imunitárias (leucócitos) ocasionais.

As larvas alimentadas com náuplios de *Artemia* apresentaram as vilosidades intestinais íntegras e com poucos sinais de descamação epitelial (Figura 16A). Já com as

larvas alimentadas exclusivamente com ração, quando comparadas com aquelas que receberam apenas *Artemia*, praticamente não apresentaram grandes alterações morfológicas na mucosa intestinal (Figura 16B).

## EXPERIMENTO II

### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental são apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante oito dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS			CV <sup>4</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8Rt <sup>2</sup>	A8R <sup>3</sup>	
Temperatura °C	29,32 <sup>a</sup>	29,48 <sup>a</sup>	29,53 <sup>a</sup>	0,32
Potencial Hidrogênio	7,25 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>	7,09 <sup>a</sup>	1,54
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	7,08 <sup>a</sup>	6,99 <sup>a</sup>	7,20 <sup>a</sup>	5,74
Condutividade elétrica (µS.cm <sup>-1</sup> )	55,2 <sup>c</sup>	164,1 <sup>b</sup>	213,9 <sup>a</sup>	10,04
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> )	47,6 <sup>a</sup>	44,0 <sup>a</sup>	28,8 <sup>b</sup>	7,62
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,69 <sup>a</sup>	1,34 <sup>a</sup>	0,56 <sup>b</sup>	11,12
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,54 <sup>c</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	7,88
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	30,1 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>	25,5 <sup>a</sup>	11,46

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do sexto dia; <sup>3</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>4</sup>coeficiente de variação.

A temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários, não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e a concentração de amônia apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Os valores médios de condutividade elétrica e a concentração de nitrato aumentaram nos tratamentos onde as larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* por um período mais prolongado. Por outro lado a alcalinidade total e a concentração de amônia apresentaram valores médios maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração foi mantido por mais tempo.

*Variáveis de desempenho zootécnico*

Os resultados de crescimento das larvas, ao final do experimento, são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes regimes alimentares aos oito dias após o início da alimentação exógena.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS			CV <sup>4</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8Rt <sup>2</sup>	A8R <sup>3</sup>	
GP (mg)	-0,48 <sup>c</sup>	6,52 <sup>b</sup>	11,05 <sup>a</sup>	13,95
CP (mm)	4,31 <sup>c</sup>	6,98 <sup>b</sup>	7,83 <sup>a</sup>	4,58
CC (mm)	1,47 <sup>c</sup>	2,72 <sup>b</sup>	3,04 <sup>a</sup>	4,12
CT (mm)	2,84 <sup>c</sup>	4,26 <sup>b</sup>	4,78 <sup>a</sup>	5,14
CPA (mm)	1,94 <sup>c</sup>	2,91 <sup>b</sup>	3,26 <sup>a</sup>	4,51
DO (mm)	0,57 <sup>c</sup>	0,99 <sup>b</sup>	1,08 <sup>a</sup>	4,43
AC (mm)	0,94 <sup>c</sup>	2,06 <sup>b</sup>	2,31 <sup>a</sup>	3,20
ACO (mm)	0,76 <sup>c</sup>	2,70 <sup>b</sup>	2,20 <sup>a</sup>	9,01
BF (mg)	30,1 <sup>c</sup>	219,3 <sup>b</sup>	344,4 <sup>a</sup>	17,26
K	0,18 <sup>c</sup>	0,49 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	22,25
TCE	-4,92 <sup>c</sup>	16,64 <sup>a</sup>	21,91 <sup>a</sup>	30,57
U	48,63 <sup>a</sup>	57,59 <sup>a</sup>	59,59 <sup>a</sup>	13,36
SF (%)	62,22 <sup>b</sup>	83,33 <sup>a</sup>	84,44 <sup>a</sup>	13,81

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do sexto dia; <sup>3</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>4</sup>coeficiente de variação. **GP**-ganho em peso; **CP**-comprimento padrão; **CC**-comprimento de cabeça; **CT**-comprimento de tronco; **CPA**-comprimento pós-anal; **DO**-diâmetro do olho; **AC**-altura de cabeça; **ACO**-altura de corpo; **BF**-biomassa final; **K**-fator de condição alométrico; **TCE**-taxa de crescimento específico; **U**-uniformidade dos lotes; **SF**-sobrevivência final.

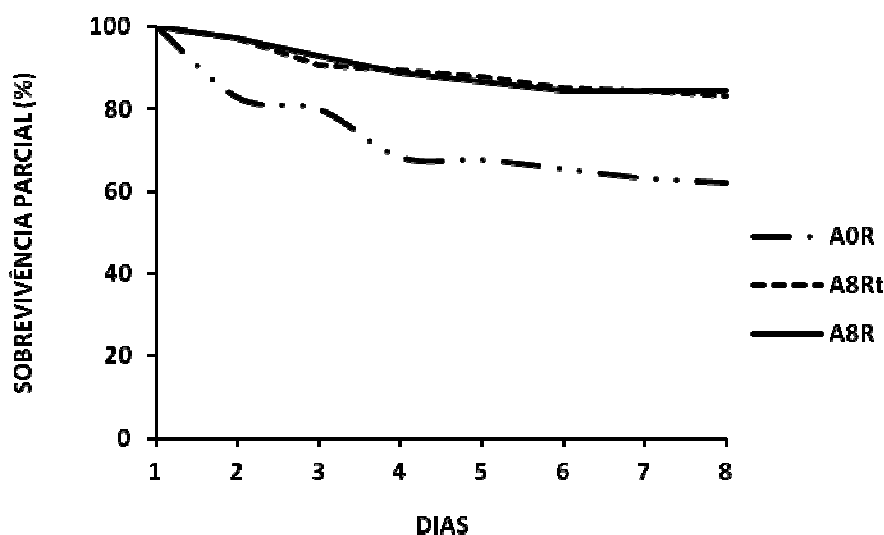
O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos para os tempos de substituição do alimento vivo ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam somente náuplios de *Artemia* durante a fase experimental (A8R).

A biomassa final do grupo de larvas alimentadas com *Artemia* (A8Rt e A8R) foi maior do que aquelas alimentadas somente com ração ( $p < 0,05$ ). O fator de condição alométrico (K) diferiu estatisticamente entre os regimes alimentares ( $p < 0,05$ ). O maior período de fornecimento de náuplios de *Artemia* favoreceu o K, onde o tratamento A8R apresentou a maior média e o A0R a mais baixa.

A taxa de crescimento específico diferiu estatisticamente ( $p < 0,0001$ ) entre as larvas alimentadas somente com ração e as que receberam náuplios de *Artemia* (A8Rt e

A8R) durante todo o período experimental. As larvas que foram alimentadas somente com ração (A0R) apresentaram uma TCE negativa. A uniformidade do lote não foi influenciada ( $p>0,05$ ) pelos tempos de substituição de náuplios de *Artemia* por ração durante a fase experimental.

Os períodos para o início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte influenciaram a sobrevivência final ( $p<0,05$ ) das larvas de acará bandeira. As larvas que receberam somente ração durante a fase experimental (A0R) apresentaram a mortalidade mais alta. Nos demais tratamentos, A8Rt e A8R, as médias de sobrevivência não apresentaram diferenças significativas. Na sobrevivência parcial verificou-se maior mortalidade a partir do segundo dia das larvas alimentadas somente com ração (Figura 11).



**Figura 11.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes regimes alimentares durante oito dias após o início da alimentação exógena. **A0R** - larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A8Rt** - larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do sexto dia; **A8R** - larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

### Histologia

As larvas alimentadas exclusivamente com náuplios de *Artemia* apresentaram as vilosidades intestinais íntegras e com pouca descamação epitelial (Figura 16C), enquanto que as larvas alimentadas apenas com ração, mostraram uma acentuada e visível diminuição da altura da vilosidade, descamação epitelial e um relativo adensamento da população de células caliciformes (Figura 16D).

Observou-se também que a mucosa intestinal das larvas alimentadas com *Artemia* e início de alimentação mista no 6º dia apresentaram certo grau de descamação epitelial e um abaixamento das vilosidades menor do que naquelas que receberam apenas ração (Figura 17A).

### EXPERIMENTO III

#### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental são apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 11 dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS				CV <sup>5</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11Rt <sup>3</sup>	A11R <sup>4</sup>	
Temperatura °C	29,46 <sup>a</sup>	29,52 <sup>a</sup>	29,53 <sup>a</sup>	29,55 <sup>a</sup>	0,30
pH	7,21 <sup>a</sup>	7,17 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>	7,09 <sup>a</sup>	0,43
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	7,00 <sup>a</sup>	6,88 <sup>a</sup>	7,10 <sup>a</sup>	7,18 <sup>a</sup>	3,44
Cond (µS.cm <sup>-1</sup> )	50,4 <sup>c</sup>	135,0 <sup>b</sup>	155,8 <sup>b</sup>	208,8 <sup>a</sup>	8,26
AT (mg.L <sup>-1</sup> )	49,3 <sup>a</sup>	46,0 <sup>a</sup>	41,2 <sup>b</sup>	29,0 <sup>c</sup>	4,42
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,79 <sup>a</sup>	1,70 <sup>a</sup>	1,39 <sup>a</sup>	0,59 <sup>b</sup>	16,98
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,51 <sup>c</sup>	0,70 <sup>b</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,94 <sup>a</sup>	8,31
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	29,2 <sup>a</sup>	22,1 <sup>a</sup>	28,6 <sup>a</sup>	27,3 <sup>a</sup>	8,25

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do nono dia; <sup>4</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>5</sup>coeficiente de variação. **pH**-potencial hidrogênio; **OD**-oxigênio dissolvido; **Cond**-condutividade elétrica; **AT**-alcalinidade total.

A temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários, não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e concentração de amônia apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ) Os valores médios de condutividade elétrica e concentração de nitrato aumentaram nos tratamentos onde o fornecimento de náuplios de *Artemia* se manteve por mais tempo. Os valores médios apresentadas pela alcalinidade total e concentração de amônia foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração foi mantido por um período mais prolongado.



*Variáveis de desempenho zootécnico*

Os resultados do crescimento das larvas, ao final do experimento, são apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 11 dias após o início da alimentação exógena.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS				CV <sup>5</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11Rt <sup>3</sup>	A11R <sup>4</sup>	
GP (mg)	0,43 <sup>c</sup>	11,28 <sup>b</sup>	21,78 <sup>a</sup>	24,85 <sup>a</sup>	21,67
CP (mm)	5,01 <sup>d</sup>	7,80 <sup>c</sup>	8,94 <sup>b</sup>	10,00 <sup>a</sup>	5,85
CC (mm)	1,84 <sup>d</sup>	3,13 <sup>c</sup>	3,58 <sup>b</sup>	4,01 <sup>a</sup>	6,47
CT (mm)	3,16 <sup>d</sup>	4,67 <sup>c</sup>	5,35 <sup>b</sup>	5,99 <sup>a</sup>	5,58
CPA (mm)	2,28 <sup>d</sup>	3,17 <sup>c</sup>	3,64 <sup>b</sup>	4,03 <sup>a</sup>	6,81
DO (mm)	0,69 <sup>d</sup>	1,16 <sup>c</sup>	1,33 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup>	6,60
AC (mm)	1,22 <sup>d</sup>	2,37 <sup>c</sup>	2,69 <sup>b</sup>	3,12 <sup>a</sup>	7,14
ACO (mm)	1,13 <sup>d</sup>	2,92 <sup>c</sup>	3,72 <sup>b</sup>	4,46 <sup>a</sup>	10,99
BF (mg)	21,9 <sup>c</sup>	335,1 <sup>b</sup>	581,7 <sup>a</sup>	686,8 <sup>a</sup>	16,67
K	0,22 <sup>c</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,96 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	16,23
TCE	-0,05 <sup>c</sup>	16,61 <sup>b</sup>	21,93 <sup>a</sup>	24,47 <sup>a</sup>	15,46
U	42,22 <sup>b</sup>	54,04 <sup>ab</sup>	69,51 <sup>a</sup>	66,12 <sup>a</sup>	14,35
SF (%)	28,89 <sup>b</sup>	81,67 <sup>a</sup>	81,11 <sup>a</sup>	86,67 <sup>a</sup>	11,91

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do nono dia; <sup>4</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>5</sup>coeficiente de variação. **GP**-ganho em peso; **CP**-comprimento padrão; **CC**-comprimento de cabeça; **CT**-comprimento de tronco; **CPA**-comprimento pós-anal; **DO**-diâmetro do olho; **AC**-altura de cabeça; **ACO**-altura de corpo; **biomassa final**; **K**-fator de condição alométrico; **TCE**-taxa de crescimento específico; **U**-uniformidade dos lotes; **SF**-sobrevivência final.

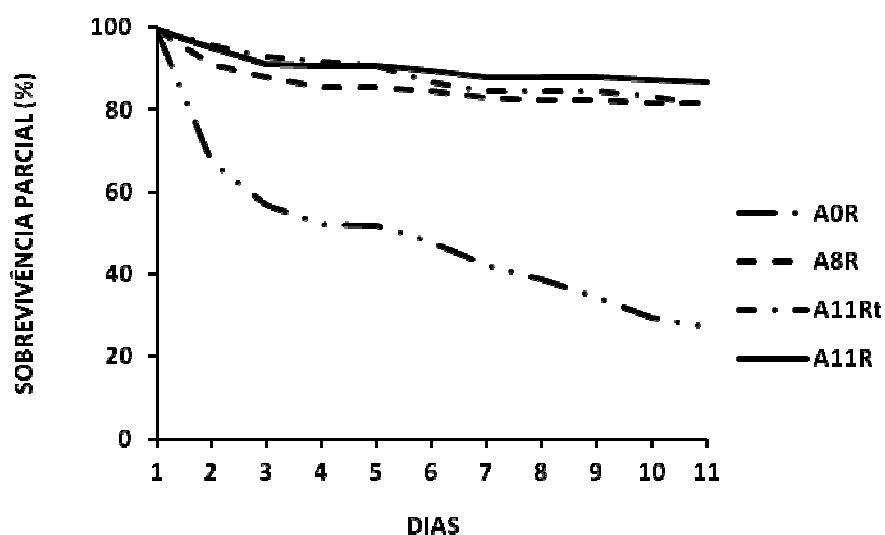
O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos para os tempos de substituição do alimento vivo ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam somente náuplios de *Artemia* durante a fase experimental (A11R).

A biomassa final diferiu estatisticamente entre os tratamentos avaliados ( $p < 0,05$ ), sendo maior nas larvas alimentadas com *Artemia* durante todo o período experimental, enquanto o tratamento com larvas que receberam somente ração apresentaram o valor mais baixo. O fator de condição alométrico (K) também apresentou diferença entre os regimes alimentares ( $p < 0,05$ ). As larvas alimentadas somente com náuplios de *Artemia* (A11R) durante a fase experimental apresentaram a

média mais alta, enquanto que nos demais tratamentos, o K diminuiu a medida que o tempo de fornecimento de alimento vivo era reduzido, resultando na menor média apresentada no A0R.

A taxa de crescimento específico (TCE) diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) nos tempos para o início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte. Observou-se que a TCE das larvas que receberam náuplios de *Artemia* (A11Rt e A11R) durante toda a fase experimental, destacaram-se em relação aos demais tratamentos, enquanto que as larvas alimentadas somente com ração durante o período experimental (A0R) apresentaram uma TCE negativa. A uniformidade do lote foi menor ( $p < 0,05$ ) nas larvas alimentadas unicamente com ração (A0R). Nos demais tratamentos, as médias não apresentaram diferenças significativas.

Os períodos para início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte influenciaram a sobrevivência final ( $p < 0,05$ ) das larvas de acará bandeira. As larvas que receberam somente ração durante a fase experimental (A0R) apresentaram a mortalidade mais alta. Nos demais tratamentos, A8R, A11Rt e A11R, as médias de sobrevivência não apresentaram diferenças estatísticas. Na sobrevivência parcial, verificou-se maior mortalidade a partir do segundo dia nas larvas alimentadas unicamente com ração (Figura 12).



**Figura 12.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 11 dias após o início da alimentação exógena. **A0R**-larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A8R**-substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; **A11Rt**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do nono dia; **A11R**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

### Histologia

A mucosa intestinal das larvas que alimentaram-se exclusivamente de náuplios de *Artemia* apresentou vilosidades altas, íntegras e sem sinais de descamação epitelial (Figura 16E), enquanto que aquelas que ingeriram apenas ração as vilosidades estavam visivelmente mais baixas, com sinais de descamação epitelial acentuada e adensamento das células caliciformes (Figura 16F).

As vilosidades intestinais das larvas cujo início da transição alimentar ocorreu no 9º dia se mostraram relativamente íntegras, porém um pouco mais baixas do que as vilosidades das larvas que receberam como alimento apenas *Artemia*, e o grau de descamação epitelial também foi considerável (Figura 17C).

O intestino das larvas com início da substituição total de *Artemia* por ração a partir do 9º dia apresentou vilosidades visivelmente mais baixas em relação às larvas alimentadas com *Artemia* durante toda a fase experimental, sendo notada também, um grau mais elevado de descamação epitelial.

## EXPERIMENTO IV

### Parâmetros físico-químicos da água dos aquários

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental são apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 14 dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS					CV <sup>6</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14Rt <sup>4</sup>	A14R <sup>5</sup>	
Temperatura °C	29,16 <sup>a</sup>	29,22 <sup>a</sup>	29,26 <sup>a</sup>	29,1 <sup>a</sup>	29,24 <sup>a</sup>	0,32
pH	7,26 <sup>a</sup>	7,22 <sup>a</sup>	7,18 <sup>a</sup>	7,15 <sup>a</sup>	7,12 <sup>a</sup>	0,64
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	7,02 <sup>a</sup>	6,97 <sup>a</sup>	7,07 <sup>a</sup>	6,99 <sup>a</sup>	7,21 <sup>a</sup>	3,12
Cond (µS.cm <sup>-1</sup> )	50,2 <sup>d</sup>	103,4 <sup>cd</sup>	135,7 <sup>bc</sup>	155,5 <sup>b</sup>	228,8 <sup>a</sup>	12,45
AT (mg.L <sup>-1</sup> )	50,8 <sup>a</sup>	48,6 <sup>ab</sup>	46,0 <sup>b</sup>	36,9 <sup>c</sup>	29,6 <sup>d</sup>	4,11
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,83 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	0,62 <sup>c</sup>	16,20
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,51 <sup>c</sup>	0,66 <sup>bc</sup>	0,78 <sup>ab</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	10,12
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	33,9 <sup>a</sup>	25,5 <sup>a</sup>	34,0 <sup>a</sup>	32,6 <sup>a</sup>	30,6 <sup>a</sup>	7,96

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo segundo dia; <sup>5</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>6</sup>coeficiente de variação. **pH**-potencial hidrogênio; **OD**-oxigênio dissolvido; **Cond**-condutividade elétrica; **AT**-alcalinidade total.

A temperatura, pH, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p>0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e concentração de amônia apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $p<0,05$ ). Os valores médios de condutividade elétrica e concentração de nitrato foram maiores nos tratamentos em que o fornecimento de náuplios de *Artemia* se manteve por um período mais prolongado. A alcalinidade total e concentração de amônia foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração se manteve por um período mais prolongado.

#### Variáveis de desempenho zootécnico

Os resultados do crescimento das larvas, ao final do experimento, são apresentados na **Tabela 11**.

**Tabela 11.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 14 dias após o início da alimentação exógena .

PARÂMETROS	TRATAMENTOS					CV <sup>6</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14Rt <sup>4</sup>	A14R <sup>5</sup>	
GP(mg)	1,19 <sup>d</sup>	20,25 <sup>c</sup>	36,07 <sup>b</sup>	37,58 <sup>b</sup>	50,79 <sup>a</sup>	14,29
CP(mm)	5,01 <sup>d</sup>	8,24 <sup>c</sup>	10,00 <sup>b</sup>	10,67 <sup>ab</sup>	11,20 <sup>a</sup>	4,86
CC (mm)	1,84 <sup>d</sup>	3,30 <sup>c</sup>	4,08 <sup>b</sup>	4,34 <sup>ab</sup>	4,54 <sup>a</sup>	5,81
CT (mm)	3,17 <sup>d</sup>	4,95 <sup>c</sup>	5,92 <sup>b</sup>	6,33 <sup>ab</sup>	6,66 <sup>a</sup>	4,44
CPA (mm)	2,20 <sup>d</sup>	3,47 <sup>c</sup>	4,12 <sup>b</sup>	4,39 <sup>ab</sup>	4,68 <sup>a</sup>	5,03
DO (mm)	0,71 <sup>c</sup>	1,20 <sup>b</sup>	1,51 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	7,19
AC (mm)	1,27 <sup>d</sup>	2,37 <sup>c</sup>	3,08 <sup>b</sup>	3,26 <sup>ab</sup>	3,56 <sup>a</sup>	8,03
ACO (mm)	1,20 <sup>d</sup>	3,35 <sup>c</sup>	4,59 <sup>b</sup>	5,07 <sup>ab</sup>	5,50 <sup>a</sup>	9,39
BF (mg)	0,02 <sup>d</sup>	0,51 <sup>c</sup>	0,85 <sup>b</sup>	1,04 <sup>ab</sup>	1,22 <sup>a</sup>	23,31
K	0,48 <sup>d</sup>	1,60 <sup>c</sup>	2,22 <sup>b</sup>	2,48 <sup>ab</sup>	2,69 <sup>a</sup>	10,66
TCE	3,29 <sup>d</sup>	16,08 <sup>c</sup>	20,33 <sup>b</sup>	21,64 <sup>ab</sup>	22,76 <sup>a</sup>	5,04
U	31,31 <sup>b</sup>	37,97 <sup>b</sup>	60,84 <sup>a</sup>	70,05 <sup>a</sup>	69,17 <sup>a</sup>	16,75
SF (%)	36,11 <sup>b</sup>	75,0 <sup>a</sup>	75,00 <sup>a</sup>	73,89 <sup>a</sup>	74,44 <sup>a</sup>	12,40

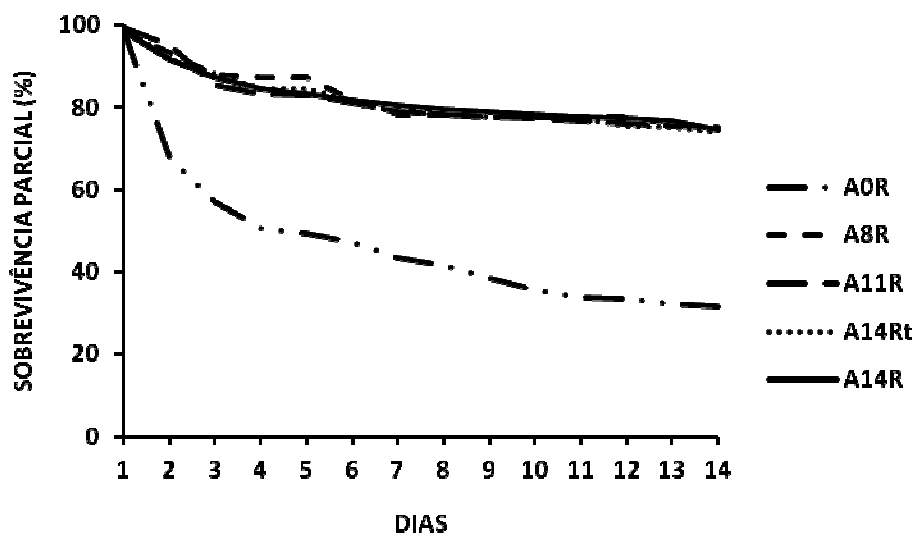
Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo segundo dia; <sup>5</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>6</sup>coeficiente de variação. GP-ganho em peso; CP-comprimento padrão; CC-comprimento de cabeça; CT-comprimento de tronco; CPA-comprimento pós-anal; DO-diâmetro do olho; AC-altura de cabeça; ACO-altura de corpo; BF-biomassa final; K-fator de condição alométrico; TCE-taxa de crescimento específico; U-uniformidade dos lotes; SF-sobrevivência final.

O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos para os tempos de substituição do alimento vivo ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam alimento vivo durante toda a fase experimental (A14R).

A biomassa final maior foi observada nos tratamentos A14Rt e A14R ( $p < 0,05$ ), enquanto que, as larvas alimentadas unicamente com ração (A0R) apresentaram valores mais baixos. O fator de condição alométrico (K) também diferiu significativamente entre os tratamentos avaliados ( $p < 0,05$ ). Observou-se que as larvas alimentadas unicamente com ração durante a fase experimental apresentaram média mais baixa. O K aumentou, quando o fornecimento de náuplios de *Artemia* foi mantido por um período mais prolongado, sendo maior no tratamento A14R.

A taxa de crescimento específico (TCE) diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre os tempos de início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte. Observou-se que a TCE das larvas que receberam náuplios de *Artemia* (A14Rt e A14R) durante toda a fase experimental, diferenciaram-se dos demais tratamentos. As larvas alimentadas somente com ração durante o período experimental (A0R) tiveram a menor TCE. A uniformidade do lote foi menor ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos A0R e A8R. Nos demais tratamentos, as médias não apresentaram diferenças estatísticas.

A substituição do alimento vivo nos diferentes tempos influenciou a sobrevivência final ( $p < 0,05$ ) das larvas de acará bandeira. As larvas que receberam somente ração durante a fase experimental (A0R) apresentaram mortalidade mais alta. Nos demais tratamentos, A8R, A11R, A14Rt e A14R, as médias de sobrevivência não mostraram diferenças estatísticas. Na sobrevivência parcial verificou-se maior mortalidade a partir do segundo dia nas larvas alimentadas unicamente com ração (Figura 13).



**Figura 13.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 14 dias após o início da alimentação exógena. **A0R**-larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A8R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do nono; **A11R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; **A14Rt**- larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo segundo dia; **A14R**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

### Histologia

Para as larvas que foram alimentadas exclusivamente com náuplios de *Artemia*, praticamente o padrão histológico da mucosa intestinal foi o mesmo apresentado nos demais experimentos (Figura 16G). Já para as larvas que receberam apenas alimentação inerte, as vilosidades apresentaram-se baixas, com sinais evidentes de alto grau de descamação epitelial (Figura 16H).

Para as larvas que iniciaram a transição alimentar no 12º dia (A14Rt) frente aquelas que receberam apenas náuplios de *Artemia*, as vilosidades intestinais se mostraram integras, exceto por um maior adensamento da população de células caliciformes (Figura 17E).

Nos tratamentos A11R e A8R, as vilosidades intestinais apresentaram-se relativamente mais baixas que nos demais tratamentos e com quantidades consideráveis de alimento não digerido. No entanto, no tratamento A8R também houve um maior adensamento na população de células caliciformes em relação ao tratamento A11R.

## EXPERIMENTO V

### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental estão apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 17 dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS						CV <sup>7</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14R <sup>4</sup>	A17Rt <sup>5</sup>	A17R <sup>6</sup>	
Temperatura °C	29,16 <sup>a</sup>	29,18 <sup>a</sup>	29,18 <sup>a</sup>	29,12 <sup>a</sup>	29,19 <sup>a</sup>	29,18 <sup>a</sup>	0,31
pH	7,26 <sup>a</sup>	7,24 <sup>a</sup>	7,21 <sup>ab</sup>	7,18 <sup>ab</sup>	7,20 <sup>ab</sup>	7,12 <sup>b</sup>	0,60
OD (ml.L <sup>-1</sup> )	6,99 <sup>a</sup>	6,96 <sup>a</sup>	7,04 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	7,11 <sup>a</sup>	7,22 <sup>a</sup>	2,84
Cond. (µS.cm <sup>-1</sup> )	54,2 <sup>d</sup>	99,5 <sup>cd</sup>	126,1 <sup>bc</sup>	143,5 <sup>bc</sup>	169,8 <sup>b</sup>	269,6 <sup>a</sup>	12,46
AT(mg.L <sup>-1</sup> )	52,1 <sup>a</sup>	51,0 <sup>a</sup>	49,3 <sup>a</sup>	40,6 <sup>b</sup>	37,6 <sup>b</sup>	30,5 <sup>c</sup>	3,99
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,94 <sup>a</sup>	1,97 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>	1,36 <sup>b</sup>	1,32 <sup>b</sup>	0,66 <sup>c</sup>	5,84
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,53 <sup>c</sup>	0,65 <sup>bc</sup>	0,75 <sup>b</sup>	0,90 <sup>a</sup>	0,89 <sup>a</sup>	0,94 <sup>a</sup>	7,50
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	48,5 <sup>a</sup>	44,8 <sup>a</sup>	49,2 <sup>a</sup>	47,1 <sup>a</sup>	45,1 <sup>a</sup>	32,9 <sup>a</sup>	22,04

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; <sup>5</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo quinto dia; <sup>6</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental;; <sup>7</sup>coeficiente de variação; **pH**-potencial hidrogênio; **OD**-oxigênio dissolvido; **Cond**-condutividade elétrica; **AT**-alcalinidade total.

A temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). O pH da água dos aquários alimentados com *Artemia* durante toda a fase experimental foi mais baixo em relação aos outros tratamentos ( $p < 0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e concentração de amônia apresentaram diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ). Os valores médios de condutividade elétrica e concentração de nitrato foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de náuplios de *Artemia* se manteve por um período mais prolongado. A alcalinidade total e concentração de amônia foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração foi mantido por mais tempo.

*Variáveis de desempenho zootécnico*

Os resultados do crescimento das larvas, ao final do experimento, estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 17 dias após o início da alimentação exógena.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS						CV <sub>7</sub> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R9 <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14R <sup>4</sup>	A17Rt <sup>5</sup>	A17R <sup>6</sup>	
GP (mg)	3,74 <sup>e</sup>	35,88 <sup>d</sup>	51,66 <sup>c</sup>	72,25 <sup>b</sup>	87,77 <sup>a</sup>	92,33 <sup>a</sup>	13,59
CP (mm)	5,18 <sup>d</sup>	9,70 <sup>c</sup>	10,92 <sup>b</sup>	12,01 <sup>ab</sup>	12,78 <sup>a</sup>	12,95 <sup>a</sup>	6,20
CC (mm)	1,96 <sup>d</sup>	3,94 <sup>c</sup>	4,45 <sup>bc</sup>	4,91 <sup>ab</sup>	5,24 <sup>a</sup>	5,26 <sup>a</sup>	6,77
CT (mm)	3,22 <sup>d</sup>	5,76 <sup>c</sup>	6,47 <sup>bc</sup>	7,10 <sup>ab</sup>	7,54 <sup>a</sup>	7,69 <sup>a</sup>	6,06
CPA (mm)	2,20 <sup>e</sup>	3,81 <sup>d</sup>	4,26 <sup>c</sup>	4,78 <sup>b</sup>	5,02 <sup>ab</sup>	5,21 <sup>a</sup>	5,26
DO (mm)	0,75 <sup>d</sup>	1,47 <sup>c</sup>	1,70 <sup>b</sup>	1,87 <sup>ab</sup>	1,96 <sup>a</sup>	1,97 <sup>a</sup>	6,63
AC	1,34 <sup>d</sup>	3,05 <sup>c</sup>	3,52 <sup>bc</sup>	3,94 <sup>ab</sup>	4,20 <sup>a</sup>	4,29 <sup>a</sup>	7,84
ACO (mm)	1,17 <sup>e</sup>	4,45 <sup>d</sup>	5,39 <sup>c</sup>	6,37 <sup>b</sup>	6,97 <sup>ab</sup>	7,19 <sup>a</sup>	7,99
BF (g)	0,08 <sup>d</sup>	0,99 <sup>c</sup>	1,43 <sup>bc</sup>	1,93 <sup>ab</sup>	2,33 <sup>a</sup>	2,43 <sup>a</sup>	19,61
K	0,69 <sup>e</sup>	2,14 <sup>d</sup>	2,88 <sup>c</sup>	3,38 <sup>b</sup>	3,81 <sup>ab</sup>	3,93 <sup>a</sup>	8,96
TCE	5,80 <sup>d</sup>	17,04 <sup>c</sup>	19,45 <sup>b</sup>	21,55 <sup>ab</sup>	22,77 <sup>a</sup>	23,03 <sup>a</sup>	7,09
U	35,32 <sup>c</sup>	43,24 <sup>bc</sup>	61,35 <sup>ab</sup>	67,34 <sup>ab</sup>	72,48 <sup>a</sup>	76,31 <sup>a</sup>	18,72
SF (%)	45,56 <sup>b</sup>	89,33 <sup>a</sup>	90,83 <sup>a</sup>	87,22 <sup>a</sup>	86,67 <sup>a</sup>	85,56 <sup>a</sup>	7,30

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; <sup>5</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo quinto dia; <sup>6</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>7</sup>coeficiente de variação. GP-ganho em peso; CP-comprimento padrão; CC-comprimento de cabeça; CT-comprimento de tronco; CPA-comprimento pós-anal; DO-diâmetro do olho; AC-altura de cabeça; ACO-altura de corpo; BF-biomassa final; K-fator de condição alométrico; TCE-taxa de crescimento específico; U-uniformidade dos lotes; SF-sobrevivência final.

O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos para os tempos de substituição do alimento vivo ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam alimento vivo durante todo o período experimental (A17R e A17Rt).

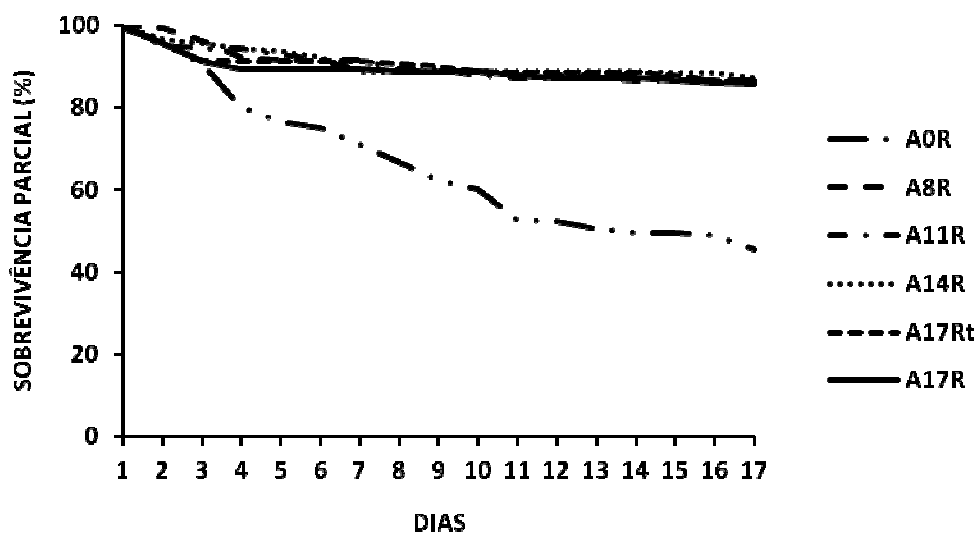
A biomassa final apresentou diferença entre os tratamentos ( $p < 0,05$ ), sendo maior nas larvas alimentadas com *Artemia* durante toda a fase experimental (A17Rt e A17R). As larvas alimentadas unicamente com ração (A0R) apresentaram a biomassa final mais baixa. O fator de condição alométrico (K) apresentou os maiores ( $p < 0,05$ ) resultados nas larvas que receberam náuplios de *Artemia* durante todo o experimento



(A17Rt e A17R), enquanto que, as larvas alimentadas unicamente com ração apresentaram a média mais baixa.

A taxa de crescimento específico (TCE) diferiu estatisticamente dos tempos para o início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte ( $p < 0,05$ ). Observou-se que a TCE das larvas que receberam náuplios de *Artemia* (A17R e A17Rt), durante toda a fase experimental, foi maior em comparação aos demais grupos. As larvas alimentadas somente com ração durante o período experimental (A0R) apresentaram à menor TCE. A uniformidade do lote foi menor nos tratamentos A0R e A8R ( $p < 0,05$ ). Nos demais tratamentos, as médias não apresentaram diferenças estatísticas.

A substituição do alimento vivo nos diferentes tempos influenciou a sobrevivência final ( $p < 0,05$ ) das larvas de acará bandeira. Observou-se que as larvas alimentadas com ração durante todo o período experimental (A0R) apresentaram mortalidade mais elevada. Nos demais tratamentos, A8R, A11R, A14R, A17Rt e A17R, as médias de sobrevivência não apresentaram diferenças estatísticas. Na sobrevivência parcial verificou-se maior mortalidade a partir do quarto dia nas larvas alimentadas unicamente com ração (**Figura 14**).



**Figura 14.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 17 dias após o início da alimentação exógena. **A0R**-larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A8R**-substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; **A11R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; **A14R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; **A17Rt**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental com transição alimentar a partir do décimo quinto dia; **A17R**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

## *Histologia*

As larvas que receberam como alimento apenas náuplios de *Artemia* não apresentaram grandes alterações na morfologia intestinal normal (Figura 16I), enquanto que aquelas que foram alimentadas exclusivamente com ração mostraram visíveis modificações nos padrões morfológicos de tamanho e aspecto das vilosidades, tais como, abaixamento acentuado das mesmas, destacando-se também a presença marcante de alimento não digerido e células epiteliais descamadas (Figura 16J).

O tratamento A17Rt (Figura 17G) quando comparado ao A17R0 praticamente não mostrou grandes modificações na morfologia intestinal, exceto por um relativo abaixamento das vilosidades e também por aumento no grau de descamação epitelial.

No tratamento A14R as vilosidades apresentaram-se mais baixas quando comparadas aos peixes que foram alimentados com *Artemia* durante toda a fase experimental, com grau de descamação epitelial aumentado, sem, contudo mostrar adensamento acentuado na população de células caliciformes.

Os tratamentos A11R e A8R mostraram acentuado abaixamento das vilosidades devido ao elevado grau de descamação epitelial, adensamento e hipertrofia das células caliciformes, dando uma aparência vacuolizada à mucosa e abundante presença de partículas alimentares não digeridas.

## **EXPERIMENTO VI**

### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

Os resultados das análises limnológicas da água dos aquários obtidos durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 14.

A temperatura, concentração de oxigênio dissolvido e nitrito da água dos aquários não foram influenciados pelos diferentes tratamentos ( $p > 0,05$ ). O pH da água dos aquários alimentados com *Artemia* durante toda a fase experimental foi mais baixo em relação aos outros tratamentos ( $p < 0,05$ ). A condutividade elétrica, concentração de nitrato, alcalinidade total e concentração de amônia apresentaram diferenças estatísticas. Os valores médios de condutividade elétrica e concentração de nitrato foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de náuplios de *Artemia* se manteve por

mais tempo, enquanto que, a alcalinidade total e concentração de amônia foram maiores nos tratamentos onde o fornecimento de ração foi mantido por um período mais prolongado.

**Tabela 14.** Valores médios dos parâmetros físico-químicos da água dos aquários durante 24 dias de experimento com larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare*.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS						CV <sup>7</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14R <sup>4</sup>	A17R <sup>5</sup>	A24R <sup>6</sup>	
Temperatura °C	29,16 <sup>a</sup>	29,16 <sup>a</sup>	29,13 <sup>a</sup>	29,11 <sup>a</sup>	29,15 <sup>a</sup>	29,13 <sup>a</sup>	0,31
pH	7,26 <sup>a</sup>	7,26 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	7,20 <sup>ab</sup>	7,21 <sup>ab</sup>	7,12 <sup>b</sup>	0,60
OD (ml.L <sup>-1</sup> )	6,97 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	7,02 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>	7,23 <sup>a</sup>	3,02
Cond (µS.cm <sup>-1</sup> )	57,0 <sup>d</sup>	96,8 <sup>cd</sup>	119,2 <sup>bc</sup>	134,9 <sup>bc</sup>	158,8 <sup>b</sup>	298,8 <sup>a</sup>	12,61
AT(mg.L <sup>-1</sup> )	52,2 <sup>ab</sup>	55,3 <sup>a</sup>	51,8 <sup>a</sup>	45,3 <sup>b</sup>	43,8 <sup>b</sup>	30,6 <sup>c</sup>	6,05
Amônia (mg.L <sup>-1</sup> )	1,96 <sup>ab</sup>	2,19 <sup>a</sup>	2,12 <sup>a</sup>	1,66 <sup>b</sup>	1,62 <sup>b</sup>	0,71 <sup>c</sup>	21,54
Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	0,54 <sup>d</sup>	0,62 <sup>cd</sup>	0,72 <sup>bc</sup>	0,86 <sup>a</sup>	0,83 <sup>ab</sup>	0,96 <sup>a</sup>	8,62
Nitrito (µg.L <sup>-1</sup> )	45,2 <sup>a</sup>	42,8 <sup>a</sup>	47,4 <sup>a</sup>	47,3 <sup>a</sup>	44,6 <sup>a</sup>	33,7 <sup>a</sup>	21,95

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; <sup>5</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo oitavo dia; <sup>6</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>7</sup>coeficiente de variação; **pH**-potencial hidrogênio; **OD**-oxigênio dissolvido; **Cond**-condutividade elétrica; **AT**-alcalinidade total.

#### *Variáveis de desempenho zootécnico*

Os resultados de crescimento das larvas, ao final do experimento, estão apresentados na Tabela 15.

O ganho em peso, comprimento padrão, comprimento de cabeça, comprimento de tronco, comprimento pós-anal, diâmetro de olho, altura de cabeça e altura do corpo mostraram efeitos significativos para os tempos de substituição do alimento vivo ( $p < 0,05$ ). O crescimento maior foi observado nas larvas que receberam alimento vivo durante toda a fase experimental (A24R).

A biomassa final apresentou diferenças entre os regimes alimentares ( $p < 0,05$ ), sendo maior no A24R, seguido do A17R e A14R, enquanto, as larvas alimentadas unicamente com ração (A0R) apresentaram o valor mais baixo. O fator de condição alométrico (K) apresentou diferenças significativas entre os tempos para o início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte ( $p < 0,05$ ). O maior valor foi observado nas larvas que receberam náuplios de *Artemia* durante todo o experimento.

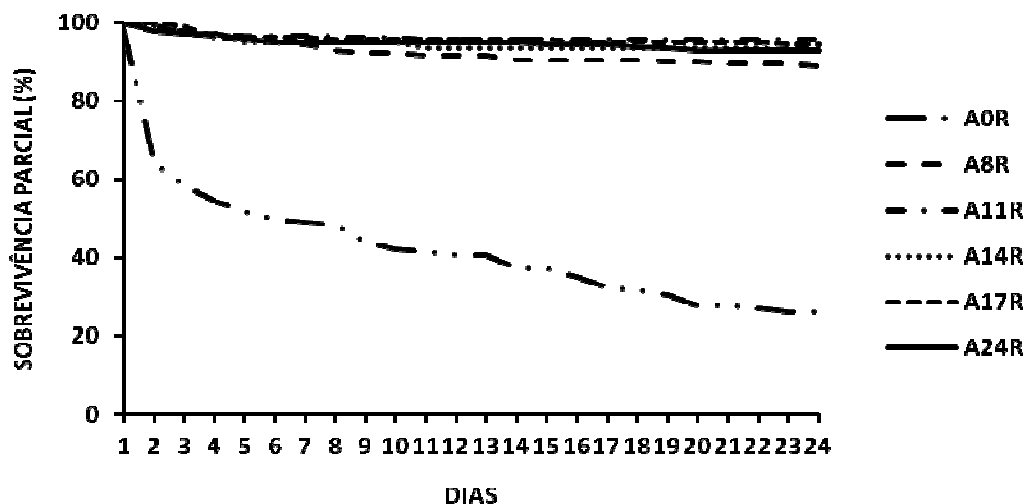
**Tabela 15.** Valores médios das variáveis de crescimento das larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para o início da substituição de alimento vivo pelo alimento inerte aos 24 dias após o início da alimentação exógena.

PARÂMETROS	TRATAMENTOS						CV <sup>7</sup> (%)
	A0R <sup>1</sup>	A8R <sup>2</sup>	A11R <sup>3</sup>	A14R <sup>4</sup>	A17R <sup>5</sup>	A24R <sup>6</sup>	
GP (mg)	12,25 <sup>e</sup>	91,90 <sup>d</sup>	132,13 <sup>c</sup>	164,89 <sup>b</sup>	183,18 <sup>b</sup>	220,93 <sup>a</sup>	9,00
CP (mm)	5,96 <sup>e</sup>	12,34 <sup>d</sup>	14,12 <sup>c</sup>	15,21 <sup>bc</sup>	15,76 <sup>ab</sup>	16,51 <sup>a</sup>	4,86
CC (mm)	2,31 <sup>d</sup>	4,97 <sup>c</sup>	5,61 <sup>b</sup>	6,07 <sup>ab</sup>	6,32 <sup>a</sup>	6,55 <sup>a</sup>	5,00
CT (mm)	3,65 <sup>e</sup>	7,36 <sup>d</sup>	8,51 <sup>c</sup>	9,14 <sup>b</sup>	9,44 <sup>b</sup>	10,14 <sup>a</sup>	3,84
CPA (mm)	2,51 <sup>e</sup>	5,02 <sup>d</sup>	5,77 <sup>c</sup>	6,15 <sup>bc</sup>	6,39 <sup>b</sup>	6,99 <sup>a</sup>	4,17
DO (mm)	0,86 <sup>d</sup>	1,94 <sup>c</sup>	2,15 <sup>b</sup>	2,27 <sup>ab</sup>	2,34 <sup>a</sup>	2,40 <sup>a</sup>	3,82
AC	1,62 <sup>e</sup>	3,76 <sup>d</sup>	4,46 <sup>c</sup>	4,83 <sup>bc</sup>	5,06 <sup>ab</sup>	5,35 <sup>a</sup>	5,48
ACO (mm)	1,78 <sup>e</sup>	6,55 <sup>d</sup>	8,11 <sup>c</sup>	8,90 <sup>bc</sup>	9,39 <sup>ab</sup>	9,93 <sup>a</sup>	6,32
BF (g)	0,16 <sup>e</sup>	2,49 <sup>d</sup>	3,84 <sup>c</sup>	4,64 <sup>b</sup>	5,24 <sup>b</sup>	6,29 <sup>a</sup>	10,43
K	2,76 <sup>e</sup>	10,59 <sup>d</sup>	13,62 <sup>c</sup>	15,96 <sup>b</sup>	17,23 <sup>b</sup>	19,70 <sup>a</sup>	7,36
TCE	9,47 <sup>e</sup>	16,27 <sup>d</sup>	17,89 <sup>c</sup>	18,84 <sup>b</sup>	19,30 <sup>ab</sup>	20,17 <sup>a</sup>	2,50
U	30,56 <sup>c</sup>	49,23 <sup>c</sup>	70,12 <sup>b</sup>	72,42 <sup>b</sup>	86,32 <sup>ab</sup>	90,80 <sup>a</sup>	11,54
SF (%)	26,11 <sup>b</sup>	88,89 <sup>a</sup>	95,56 <sup>a</sup>	92,78 <sup>a</sup>	94,44 <sup>a</sup>	92,78 <sup>a</sup>	10,65

Médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). <sup>1</sup>larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; <sup>2</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; <sup>3</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; <sup>4</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; <sup>5</sup>substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo oitavo dia; <sup>6</sup>larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental; <sup>7</sup>coeficiente de variação. **GP**-ganho em peso; **CP**-comprimento padrão; **CC**-comprimento de cabeça; **CT**-comprimento de tronco; **CPA**-comprimento pós-anal; **DO**-diâmetro do olho; **AC**-altura de cabeça; **ACO**-altura de corpo; **BF**-biomassa final; **K**-fator de condição alométrico; **TCE**-taxa de crescimento específico; **U**-uniformidade dos lotes; **SR**-sobrevivência final.

A taxa de crescimento específico (TCE) e uniformidade dos lotes (U) diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) dos tempos para início da substituição do alimento vivo pelo alimento inerte. Observou-se que a TCE das larvas alimentadas somente náuplios de *Artemia* (A24R0) foi maior em relação as larvas que receberam ração. As larvas alimentadas com ração durante todo o experimento (A0R) apresentaram a TCE mais baixa. A uniformidade dos lotes foi maior ( $p < 0,05$ ) nos tratamentos A24R, A17R e A14R, sendo que o A0R e A8R apresentaram as menores taxas.

A substituição do alimento vivo nos diferentes tempos influenciou a sobrevivência final ( $p < 0,05$ ) das larvas de acará bandeira. O fornecimento de ração durante toda a fase experimental (A0R) apresentou a média mais baixa. Nos demais tratamentos, A8R, A11R, A14R, A17R e A24R, as médias de sobrevivência não apresentaram diferenças estatísticas. Na sobrevivência parcial verificou-se maior mortalidade a partir do segundo dia nas larvas alimentadas unicamente com ração (Figura 15).



**Figura 15.** Sobrevivência parcial de larvas de acará bandeira *Pterophyllum scalare* submetidas a diferentes tempos para a substituição do alimento vivo pelo alimento inerte durante 24 dias após o início da alimentação exógena. **A0R**-larvas que receberam dieta seca durante todo o período experimental; **A8R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do nono dia; **A11R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo segundo dia; **A14R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo quinto dia; **A17R**- substituição da *Artemia* por ração a partir do décimo oitavo dia; **A24R**-larvas que receberam *Artemia* durante todo o período experimental.

### Histologia

Nas larvas que receberam exclusivamente náuplios de *Artemia* como alimento, não houve alterações consideráveis na constituição histológica intestinal normal, enquanto que para aquelas que se alimentaram apenas com dieta artificial, foram detectadas mudanças nos padrões histológicos, tais como, abaixamento acentuado das vilosidades devido ao processo de descamação epitelial.

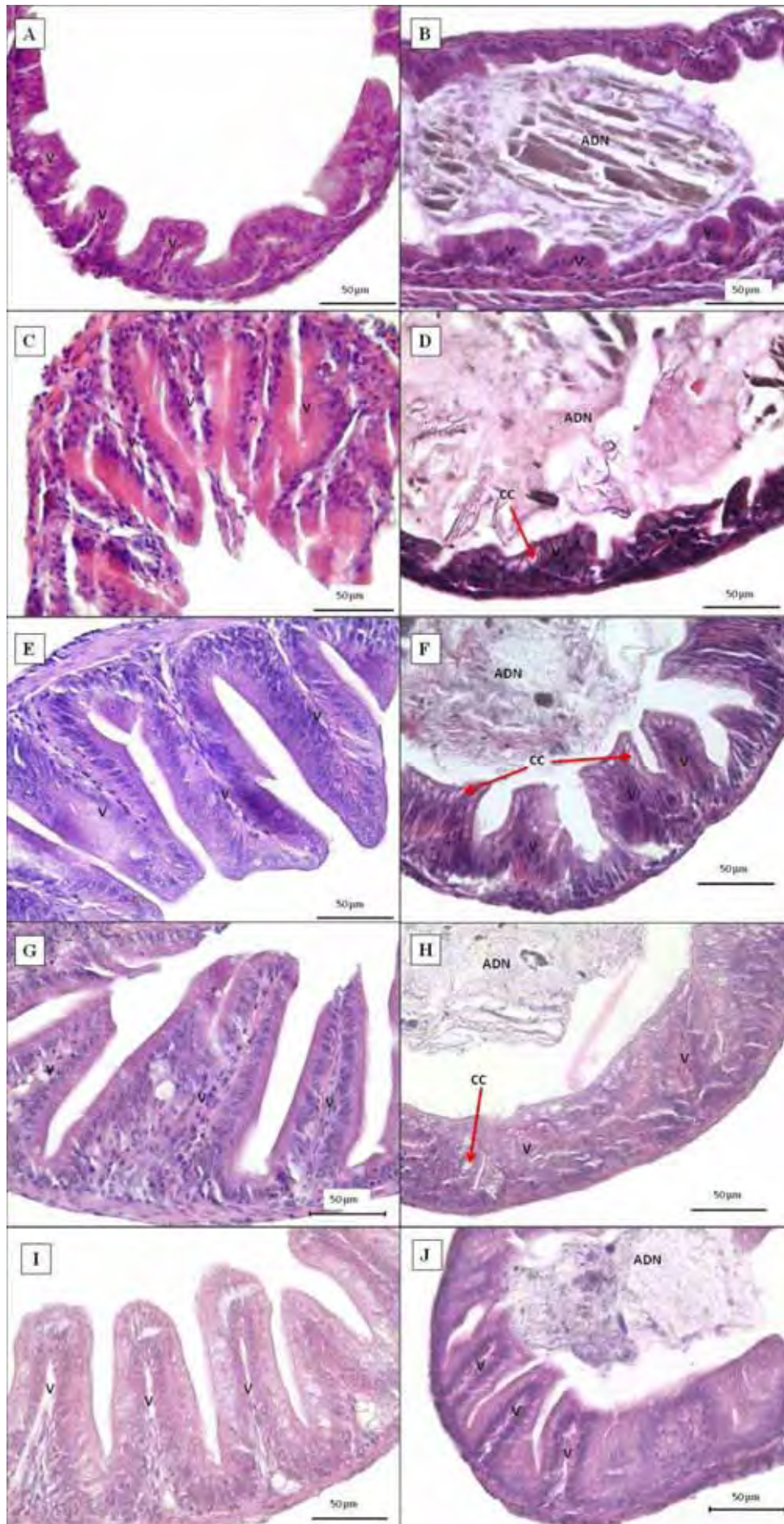
Entre os tratamentos A17R (Figura 17H) e A14R (Figura 17F), as vilosidades intestinais praticamente não sofreram grandes mudanças, estando íntegras e com formatos regulares. Em ambos os tratamentos, houve um adensamento visível na população de células caliciformes, sendo mesmo que algumas se apresentaram hipertrofiadas, concedendo à mucosa um aspecto vacuolizado.

Já entre os tratamentos A11R (Figura 17D) e A8R (Figura 17B), o aspecto das vilosidades mostrou-se normal, com a integridade de mucosa intacta, sem sinais marcantes de descamação epitelial ou mesmo erosão da mucosa. Pode ser notado um relativo abaixamento das vilosidades e também um aumento visível na população de

células caliciformes, em comparação com as vilosidades das larvas alimentadas com *Artemia* durante um período mínimo de 14 dias.

**Figura 16.** Fotomicrografia de alça intestinal de larvas de *Pterophyllum scalare* alimentadas exclusivamente com náuplios de *Artemia* ou ração. **A** – A5R (5 dias); **B** – A0R (5 dias); **C** – A8R (8 dias); **D** – A0R (8 dias); **E** – A11R (11 dias); **F** – A0R (11 dias); **G** – A14R (14 dias); **H** – A0R (14 dias); **I** – A17R (17 dias); **J** – A0R (17 dias).

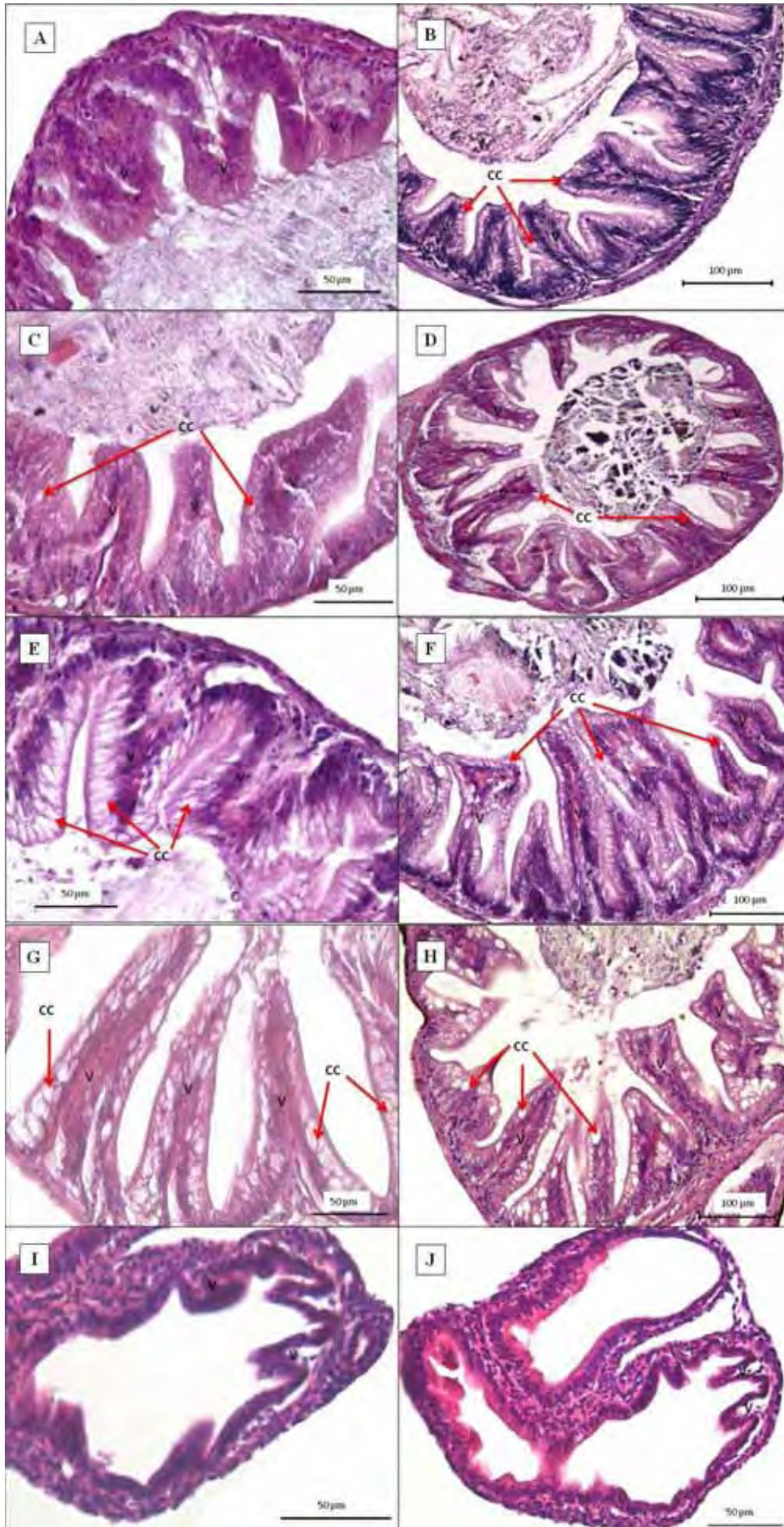
Coloração H-E. **V**:vilosidades intestinais. **CC**:células caliciformes. **AND**:alimento não digerido





**Figura 17.** Fotomicrografia de alça intestinal de larvas de *Pterophyllum scalare* com diferentes períodos de tempo para substituição do alimento vivo pelo inerte. **A** – A8Rt (8 dias); **B** – A8R (24 dias); **C** – A11Rt (11 dias); **D** – A11R (24 dias); **E** – A14Rt (14 dias); **F** – A14R (24 dias); **G** – A17Rt (17 dias); **H** – A17R (24 dias); **I** – Larva em jejum (3 dias); **J** – Larva em jejum (4 dias).

Coloração H-E. **V**:vilosidades intestinais. **CC**:células caliciformes.



## DISCUSSÃO

### *Parâmetros físico-químicos da água dos aquários*

No presente estudo, a temperatura da água se manteve dentro da faixa sugerida por BOYD (2001b), que recomenda temperaturas de 25 a 32 °C para espécies de peixes de águas tropicais. No entanto, os resultados de condutividade elétrica mostraram valores mais elevados nos tratamentos onde ocorreu maior fornecimento de náuplios de *Artemia* uma vez que no cultivo deste alimento vivo há necessidade de utilização de água salinizada (25 a 30 ppm).

A degradação da matéria orgânica e a excreção dos organismos cultivados constituem uns dos principais fatores para o eventual acúmulo dos produtos nitrogenados na água (TOMASSO, 1994). Estes compostos apresentaram variações bem evidentes entre os tratamentos avaliados. Verificou-se uma tendência de maior acúmulo de amônia nos tratamentos onde ocorreu um maior fornecimento de ração durante a fase experimental. Estes resultados concordam com os obtidos por SILVA et al. (2006a) que, trabalhando com pós-larvas de camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, observaram que a concentração de amônia na água apresentou uma taxa de crescimento diário de 61,14 µg/L e 23,64 µg/L, quando alimentadas com ração e náuplios de *Artemia*, respectivamente. Desta forma as rações formuladas são identificadas como o agente mais impactante na composição dos efluentes (LAWRENCE et al. 2003).

Segundo RACOTTA & HERRERA (2000), estudando a influência da concentração de amônia, observou também no cultivo de *L. vannamei*, um maior consumo de oxigênio com o aumento da concentração de amônia na água. No presente experimento, a concentração de oxigênio dissolvido na água não apresentou diferenças estatísticas, mas indicou uma leve tendência na redução do oxigênio com o maior acúmulo de amônia.

Por outro lado, ao contrário do acúmulo de amônia, o nitrato mostrou uma maior concentração nos tratamentos onde o fornecimento de náuplios de *Artemia* ocorreu por mais tempo em relação ao fornecimento de ração. Este resultado foi semelhante ao encontrado por SILVA et al. (2006b), onde o maior acúmulo de nitrato na água, apresentou-se com a utilização de náuplios de *Artemia* como fonte alimentar no cultivo de *L. vannamei*. Embora o nitrato seja um composto de baixa toxicidade (COSTA et al. 2008), as concentrações de oxigênio dissolvido devem ser mantidas adequadas, já que

em condições de anóxia pode ocorrer a desnitrificação, em que o nitrato é reduzido a amônia (VAN RIJN et al. 2006).

Contudo, os parâmetros limnológicos monitorados ao longo do estudo não mostraram variações que possam ter influenciado nos resultados de desempenho e sobrevivência, pois todos os fatores permaneceram dentro de amplitudes consideradas como ótimas para criação da maioria das espécies tropicais de peixes (SIPAÚBA-TAVARES, 1994).

#### *Variáveis de desempenho zootécnico e histologia do trato digestório*

Os resultados de desempenho obtidos mostraram a vantagem do fornecimento do náuplios de *Artemia* em relação ao uso de ração, utilizados na alimentação inicial para larvas de acará bandeira. Os náuplios de *Artemia*, como primeira fonte de alimento, também mostraram melhores resultados para larvas de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (GUERRERO, 2003; AYRES, 2006), piau *Leporinus macrocephalus* (CERICATO, 2005) e pacu *Piaractus mesopotamicus* (JOMORI et al. 2008).

Diversos autores atestaram a importância da qualidade do alimento fornecido às larvas sobre a ontogenia e a saúde do trato digestório (KAMLER, 1992; WOOTTON, 1998; SANTIN et al. 2004). No presente trabalho, as larvas que receberam como alimento, apenas náuplios de *Artemia* não revelaram alterações na morfologia intestinal normal, ou seja, as vilosidades intestinais estavam íntegras e sem sinais de laceração epitelial. Tais resultados concordaram com os encontrados no trabalho de JOMORI (2005). O uso de náuplios de *Artemia* é bastante difundido como fonte de alimento vivo durante a larvicultura em ambiente controlado devido à sua compatibilidade de tamanho à abertura da boca das larvas e por promover boa taxa de crescimento e altas taxas de sobrevivência (TESSER et al. 2006; TAKATA, 2007; LEITÃO, 2009; MENOSSI, 2010).

A ração como única fonte alimentar foi impactante na sobrevivência das larvas, sendo 71,9 % inferior daquelas que receberam como alimento apenas náuplios de *Artemia* por 24 dias. Resultados similares foram encontrados por CERICATO (2005) que, trabalhando com larvas de piau *Leporinus macrocephalus* submetidas à dieta exclusivamente artificial, observou sobrevivência 62,7% inferior daquelas que receberam náuplios de *Artemia*.

No presente estudo, o pico de mortalidade das larvas alimentadas apenas com ração aconteceu entre o 2° e 5° dia após o início da alimentação exógena (IAE), índice próximo ao das larvas mantidas em jejum, que apresentaram mortalidade total nos primeiros cinco dias experimentais. Uma das possíveis explicações da mortalidade das larvas mantidas em jejum e da elevada mortalidade das larvas alimentadas apenas com ração nos primeiros dias de vida, seria devido ao esgotamento das reservas vitelínicas, uma vez que as larvas, quando se encontram prontas para começar o período de alimentação exógena, ainda possuem de 20 a 30% da quantidade de vitelo que posteriormente é consumido para garantir sua sobrevivência (WOYNAROVICH & HORVÁTH, 1983). Segundo JOMORI (1999), as larvas de pacu, após três dias do início da alimentação exógena ainda possuem resquícios de vitelo. Outra possível causa da mortalidade das larvas alimentadas apenas com ração, pode ser resultado da inabilidade das mesmas para assimilar os nutrientes presentes na dieta. Segundo WALFORD E LAM (1993), o baixo desempenho das dietas inertes na alimentação de larvas de peixes é atribuído à composição e características dos alimentos, e à incapacidade de digestão pelas mesmas.

As larvas de acará bandeira alimentadas apenas com ração, apresentaram taxa de crescimento negativa nos primeiros 11 dias após o IAE. No entanto, a diminuição de peso das larvas submetidas à dieta inerte aconteceu nos primeiros cinco dias experimentais, pois, na avaliação subsequente, aos oito dias, mesmo com taxa de crescimento negativo, as larvas mostraram um ligeiro aumento no peso. Resultados similares foram relatados por JOMORI et al. (2008), que observaram em larvas de pacu, alimentadas exclusivamente com ração, um ligeiro aumento de peso somente a partir do nono dia.

Em relação ao desenvolvimento intestinal, as larvas que receberam apenas alimento inerte apresentaram vilosidades mais baixas, sinais evidentes de laceração do epitélio intestinal devido ao processo descamativo, sendo estes dados encontrados também nos trabalhos de MENOSSI (2010). Segundo CURNOW et al. (2006) uma das explicações plausíveis para o baixo desempenho e também para justificar as alterações histológicas desfavoráveis que ocorreram nas larvas que receberam exclusivamente alimento inerte seriam devidas às baixas ingestão, digestão e assimilação dos nutrientes contidos na ração experimental. Outros fatores também podem estar envolvidos no processo da piora no desempenho e no aspecto morfológico do intestino, tais como,

tamanho da partícula e à própria imaturidade do sistema digestório, visto tratar-se de larvas (CAHU E ZAMBONINO-INFANTE, 2001).

Em síntese os resultados anteriores mostraram que a utilização de ração como a primeira e única fonte alimentar na larvicultura do acará bandeira, mesmo sendo possível, ainda é inviável em termos produtivos. Porém, constatou-se alta dependência das larvas pelo alimento vivo na fase inicial do desenvolvimento, fato que melhora o estado nutricional das mesmas e, posteriormente, facilita uma melhor aceitação da dieta artificial.

Neste sentido, nos últimos anos, esforços têm sido direcionados para reduzir o tempo de fornecimento do alimento vivo e a substituição total pelo alimento inerte na criação de larvas de diferentes espécies de peixes. (GUERRERO, 2003; CERICATO, 2005; TESSER et al. 2005; AYRES, 2006; TAKATA, 2007; JOMORI et al. 2008).

No presente estudo, constatou-se que o crescimento das larvas de acará bandeira respondeu positivamente ao maior período de alimentação com náuplios de *Artemia*, enquanto as taxas sobrevivência se mantiveram estatisticamente iguais nestes regimes alimentares, (89% a 96%). Além disso, as larvas que receberam dieta viva por mais tempo mostraram os melhores índices visíveis de saúde do trato intestinal. Este fato pode ser explicado, já que a manutenção do alimento vivo por um período maior melhora o estado nutricional das larvas, podendo facilitar a posterior aceitação da dieta artificial (TESSER et al. 2005).

Verificou-se que as larvas que começaram a ter a substituição precoce do alimento vivo pelo alimento inerte (9° e 12° dias após o IAE) mostraram baixas taxas de crescimento, lotes mais desuniformes e diminuição do fator de condição alométrico (K), quando comparadas, com aquelas que receberam náuplios de *Artemia* por um período mínimo de 14 dias após o IAE. Resultado semelhante foi encontrado por JOMORI (2008), onde a substituição total de náuplios de *artêmia* por ração a partir do 3° e 6° dia após IAE teve efeito negativo sobre o crescimento de larvas de pacu, comparadas com aquelas que receberam alimento vivo por mais tempo. Tal ocorrência, também pode ser explicada pelo fato de KAMLER (1992) e SANTIN et al. (2004) terem afirmado que o período de transição entre a alimentação endógena e a exógena ser uma das etapas mais vulneráveis durante o desenvolvimento ontogenético larval, visto que em larvas altriciais o crescimento é significativamente reduzido quando estas passam precocemente pela transição do alimento vivo para o alimento inerte, resultando muitas

vezes, em crescimento baixo e taxa de mortalidade elevada (TESSER, 2002; JOMORI, 2005; MENOSSI, 2010).

Na comercialização de peixes ornamentais, a classificação e seleção demandam tempo e mão de obra, por isso os atacadistas e distribuidores preferem comprar lotes de tamanho uniforme. A alimentação inadequada (GOLDAN et al. 1998) e aumento da densidade de estocagem, que é definida como a concentração de animais inicialmente estocados no sistema (ELLIS et al. 2002), geralmente promovem piora diretamente proporcional na uniformidade dos lotes (KHAN, 1994; DAMBO & RANA, 1993; FONTES et al. 1990). Neste experimento, os melhores valores de uniformidade dos lotes foram apresentados nos tratamentos onde as larvas foram alimentadas com náuplios de *Artemia* por um período mínimo de 11 dias, sendo apenas, inferior com aquelas alimentadas exclusivamente com dieta viva. Este resultado deve estar relacionado com a qualidade da dieta oferecida, pois, mesmo com densidade de estocagem constante e aumento na biomassa final nos tratamentos com maior período de fornecimento de náuplios de *Artemia*, estas larvas apresentaram maior uniformidade dos pesos.

No entanto, as larvas que receberam alimentação viva por 14 dias, iniciando-se a transição alimentar aos 12 dias após o IAE, revelaram taxas de crescimento e sobrevivência satisfatórias quando comparadas com os outros regimes dietários testados. Estes resultados corroboraram com aqueles observados por MACHADO et al. (1998) quando afirmaram que transição do alimento vivo pelo artificial é mais efetiva quando realizada de maneira gradual, com aporte de alimento artificial simultaneamente ao alimento vivo, e por períodos de tempo maiores.

Com relação à constituição histológica do trato intestinal das larvas de acará bandeira que foram alimentadas com *Artemia* por um período mínimo de 14 dias, praticamente não houve alterações visíveis ao revestimento epitelial das vilosidades e nem sinais de descamação excessiva do epitélio (análise comparativa e subjetiva). Esta situação foi semelhante à encontrada por MENOSSI (2010) ao estudar o desenvolvimento histológico do trato intestinal de larvas de pacu, onde afirmou que as larvas que receberam alimento vivo por mais tempo durante a substituição pela dieta inerte, exibiram as vilosidades relativamente íntegras e enterócitos com vacúolos supranucleares, indicativos de absorção dos nutrientes, visto que no presente trabalho as larvas que receberam apenas alimento artificial não apresentaram estas características denotativas de integridade do trato intestinal.

A aparência vacuolizada das vilosidades deveu-se a uma maior proliferação da população de células caliciformes, visando aumentar a produção de mucinas a fim de proporcionar uma lubrificação mais eficiente do canal intestinal, pois os componentes da dieta artificial são geralmente compostos por carboidratos complexos e proteínas desnaturadas, insolúveis ou pouco solúveis, que formam uma partícula densa, com alto peso molecular e com baixo teor de umidade (KOLKOVSKI, 2001; LANGDON, 2003).

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir:

- A substituição da dieta viva pela inerte pode ser realizada em larvas de acará bandeira aos 15º dia após o início da alimentação (39,74 mg de peso vivo) sem que sejam prejudicados o crescimento e sobrevivência dos animais.
- Os náuplios de *Artemia* como primeira fonte alimentar em larvas de acará bandeira promovem o desenvolvimento do trato intestinal.

Essas informações geram expectativas para o uso precoce de alimentos inertes na larvicultura do acará bandeira e sugerem a continuidade de pesquisas que possam determinar as exigências nutricionais para, assim, formular rações apropriadas para a espécie, como também estratégias alimentares, visando a redução do alimento vivo de maneira mais eficiente e econômica na produção comercial.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARADO, C. J. D.; PEREIRA, T. S. ; BOSCOLO, C. N.; FERNANDES, J. B. Níveis crescentes de náuplios de *Artemia* na larvicultura do acará bandeira (*Pterophyllum scalare*). **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, Medellín, p.505-505, 2009.

AVA. Agri-food & Veterinary Authority in Singapore, Singapore, p.72, 2007

AYRES, T. J. S. **Produção de juvenis de *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829) com dietas vivas e formuladas**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 60, 2006.

BEHR, E. R.; TRONCO, A. P.; NETO, J. R. Ação do tempo e da forma de suplementação alimentar com *Artemia franciscana* sobre a sobrevivência e o crescimento de larvas de jundiá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.3, p.503-507, 2000.

BENGSTON, D.A. Comprehensive program for the evaluation of artificial diets. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 24, p. 285-293, 1993.

BOYD, C. E. Parâmetros de qualidade da água: fósforo total. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 3, p. 34-36, 2001b.

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

CERICATO, L. **Substituição do alimento vivo pelo artificial e morfologia do sistema digestório de larvas de piau, *Leporinus macrocephalus***. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p.72, 2005.

CHAPMAN, F. A.; FITZ-COY, S.; THUNBERG, E.M. United States of America International Trade in Ornamental Fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.28, n.1, p.1-10, 1997.

CHAPMAN, F.A. Ornamental fish culture, Freshwater. In: STICKNEY, R. R. (Ed.). **Encyclopedia of Aquaculture**, Wiley-Interscience, Nova York, p.602-610, 2000.

CONCEIÇÃO, L. E.; ARAGÃO, C.; RICHARD, N.; ENGROLA, S.; GAVAIA, P.; MIRA, S.; DIAS, J. Avanços recentes em nutrição de larvas de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.26-35, 2009.

COSTA, W. M.; GÁLVEZ, L. O. B.; SANTOS, E. L. Produção de ortofosfato, amônia, nitrito e nitrato no cultivo de *Litopenaeus vannamei* utilizando dietas com diferentes níveis de proteína vegetal e animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 303 - 310, 2008.

CURNOW, J.; KING, J.; PARTRIDGE, G.; KOLKOVSKI, S. Effects of two commercial microdiets on growth and survival of barramundi (*Lates calcarifer* Bloch) larvae within various early weaning protocols. **Aquaculture Nutrition**, v. 12, p. 247-255, 2006.

DAMBO, W.B.; RANA, K.J. Effect of density on growth and survival of *Oreochromis niloticus* (L.) fry in the hatchery. **Aquaculture & Fisheries Management**, Amsterdam, v.24, n. 1, p.71-80, 1993.

ELLIS, T.; NORTH, B.; SCOTT, A. P.; BROMAGE, N. R.; PORTER, M.; GADD, D. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology**, v. 61, n. 3, p. 493-531, 2002.

FAO. The state of world fisheries and aquiculture. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Rome, p.180, 2007.

FEIDEN, A.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. Desenvolvimento do Surubim do Iguaçu (*Steindachneridion* sp., Garavello (1991)) (Siluroidei:Pimelodidae) em ambiente escuro durante a fase inicial, alimentado com diferentes dietas. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 1, p. 109-116, 2005.

FONTES, N. A.; SENHORINI, J. A.; LUCAS, A. F. B. Efeito de duas densidades de estocagem no desempenho larval do paqui, *Piaractus mesopotamicus* (fêmea) (Holmberg, 1887) X *Colossoma macropomum* (macho) (Cuvier, 1818) em viveiros. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.3, p.23-32, 1990.

FURUSAWA, A. **Estudos da alimentação inicial de larvas de cachara, *Pseudoplatistoma fasciatum* (Linnaeus, 1766): frequência de alimentação, transição alimentar e efeito do jejum sobre o desenvolvimento do intestino e fígado.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 49, 2002.

FURUYA, W. M.; SOUZA, S. R.; FURUYA, V. R. B. Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. **Ciência Rural**, v.28, n.3, p.483-487, 1998.

GOLDAN, O.; POPPER, D.; KOLKOVSKI, S.; KARPLUS, I. Management of size variation in juvenile gilthead sea bream (*Sparus aurata*): II. Dry food type and live/dry food ratio. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 165, n. 3-4 p. 313-320, 1998.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. Methods for physical and Chemical Analysis of Freshwaters. **Oxford: Blackweel Scientific**, London, IBP Handbook, v.8, p.214, 1978.

GUERRERO, C. E. **Trenamento alimentar de pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): sobrevivência, crescimento e aspectos econômicos.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 72, 2003.

HAMLIN, H. J.; KLING, L. J. The culture and early weaning of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) using a microparticulate diet. **Aquaculture**, v. 201, p. 61-72, 2001.

JOMORI, R. K. **Estudos sobre a alimentação de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) com náuplios de *Artemia* e a substituição por dieta artificial.** Monografia (Graduação em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 70, 1999.

JOMORI, K. R.; CARNEIRO, D. J.; MALHEIROS, E. B.; PORTELLA, M. C. Growth and survival of pacu *Piaractus mesopotamicus* juveniles reared in ponds at different initial larviculture periods indoors. **Aquaculture**, Amsterdam, v.221, p.227-287, 2003.

JOMORI, K.R.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; P. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, Amsterdam, v.243, p.175-183, 2005.

JOMORI, K. R. **Organismos vivos e dietas secas na larvicultura do pacu, *Piaractus mesopotamicus*, e uso dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio como indicadores naturais da incorporação do alimento no tecido larval.** Tese (Doutorado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p.121, 2005.

JOMORI, R. K.; DUCATTI, C.; CARNEIRO, D. J.; PORTELLA, M. C. Stable carbon (d13C) and nitrogen (d15N) isotopes as natural indicators of live and dry food in *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) larval tissue. **Aquaculture Research**, v. 39, n. 4, p. 370-381, 2008.

KAMLER, E. Early life history of fish an energetics approach. London: Chapman & Hall, 1992.

KESTMONTS, P.; STALMANS, J. M. Initial feeding of European minnow larvae *Phoxinus phoxinus* L. 1. Influence of diet and feeding level. **Aquaculture**, v.104, p.327-340, 1992

KHAN, M.S. Effect of population density on the growth, feed and protein conversion efficiency and biochemical composition of a tropical freshwater catfish, *Mystus nemurus* (Curvier & Valenciennes). **Aquaculture & Fisheries Management**, Amsterdam, v.25, p.753-760, 1994.

KOLKOVSKI, S.; KOVEN, W.; TANDLER, A. The mode of action of *Artemia* in enhancing utilization of microdiet by gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. **Aquaculture**, v.155, p.193- 205, 1997.

KOLKOVSKI, S. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles – implications and applications to formulated diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v 200, p.181, 2001.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff (ed.). Methods of seawater analysis. **Verlag Chemie Weinheim**, p.117-181, 1976.

LANGDON, C. J. Microparticle types for delivering nutrients to marine fish larvae. **Aquaculture**, v. 227, p. 259-275, 2003.

LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M.; BRAY, W. Programa de rações “favoráveis ao meio ambiente” ou “menos poluentes” para fazendas de camarão marinho. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 2, 2003.

LEITÃO, N. J. **Influência da alimentação inicial no crescimento muscular e na expressão da MyoD e Miogenina em larvas de pacu**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jabotiabal, 2009.

LUZ, R. K.; ZANBONI FILHO. Larvicultura do Mandi-amarelo *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: *Pimelodidae*) em diferentes densidades de estocagem nos primeiros dias de vida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 560-565, 2002

MACHADO, J. H.; DEL-CARROTE, C. R.; GAROSSINO, A. P. R. MAZETO, M. D.; GRECHI, F. C. S. Treinamento alimentar para aceitação de rações artificiais em alevinos de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). **Anais**. In: Aquicultura Brasil'98, Recife, Pernambuco, 1998.

MACIEL, C. M. R. R. **Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus Valenciennes (1849)* (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. Tesse (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, p. 229, 2006.

MACKERETH, F. J. H.; HERON, J. & TALLING, J. F. Water Analysis: Some revised methods for limnologists. **Freshwater Biological Association Scientific Publication**, London, n.36, p.121, 1978.

MEEREN, T. Selective feeding and prediction of food consumption in turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) reared on the rotifer *Brachionus plicatilis* and natural zooplankton. **Aquaculture**, Amsterdam, v.93, p.35-55, 1991.

MENOSSE, O. C. C. **Alimentação inicial do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) com dieta microencapsulada produzida experimentalmente e sua relação com o crescimento e estruturas do sistema digestório**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Univesidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 36, 2010.

MOLLAN, T. A.; TONHEIM, S. K.; HAMRE, K. Pre-hydrolysis improves absorption of neutral lipids in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*, L.) larvae. **Aquaculture**, v.275, p.217-224, 2008.

MORAIS, S.; KOVEN, W.; RØNNESTAD, I. Dietary protein/ lipid ratio affects growth and amino acid and fatty acid absorption and metabolism in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858) larvae. **Aquaculture**, v.246, p.347- 357, 2005a.

MORAIS, S.; KOVEN, W.; RØNNESTAD, I.; DINIS, M. T.; CONCEIÇÃO, L. E. C. Dietary protein:lipid ratio and lipid nature affects fatty acid absorption and metabolism in a teleost larva. **British Journal of Nutrition**, v.93, p.813-820, 2005b.

PANNÉ, H. S.; LUCHINI, L. **Panorama actual del Comercio Internacional de peces ornamentales**. Dirección de acuicultura, Argentina, 2008.

PORTELLA, M. C. **Técnicas de Criação Intensiva de Larvas de Peixes Neotropicais: Situação Atual e Perspectivas**. Anais do I Congresso da Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, AquaCiência. Vitória, p. 35, 2004.

RACOTTA, I. S.; HERRERA, R. H. Metabolic responses of the White shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 125, p. 437-443, 2000.

ROJAS-GARCÍA, C.R.; RONNESTAD, I. Assimilation of dietary free amino acids, peptides and protein in post-larval Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). **Marine Biology**, v.142, p.801-808, 2003.

RONNESTAD, I.; CONCEIÇÃO, L. E. C.; ARAGÃO, C.; DINIS, M. T. Free amino acids are absorbed faster and assimilated more efficiently than protein in postlarval Senegal sole (*Solea senegalensis*). **Journal of Nutrition**, v.130, p.2809-2812, 2000.

ROSELUND, G.; STOSS, J; TALBOT, C. Co-feeding marine fish larvae with inert and live diets. **Aquaculture**, v.155, p.183-191, 1997.

RUYET, J. P. L.; ALEXANDRE, J. C.; THÉBAUD, L.; MUGNIER, C. Marine fish larvae feeding: formulated diets or live prey? **Journal of the World Aquaculture Society**, v.24, p.211-224, 1993.

SANTIN, M.; BIALETZKI, A.; NAKATANI, K. Mudanças ontogênicas no trato digestório e dieta de *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) (Osteichthyes, Parodontidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 291-298, 2004.

SEVILLA, A.; GÜNTHER, J. Growth and feeding level in pre-weaning tambaqui *Colossoma macropomum* larvae. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.31, n.2, p. 218-224, 2000.

SILVA, A. P.; MENDES, P. P. Influência de duas dietas na qualidade da água dos tanquesberçário, utilizados no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 105-111, 2006a.

SILVA, A. P.; MENDES, P. P. Utilização da artêmia nacional como dieta para pós-larvas do *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) na fase berçário. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 345-351, 2006b.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: Funep, 1994.

SOARES, C. M.; HAYASHI, C.; GONÇALVES, G. S.; GALDIOLI, E. M.; BOSCOLO, W. R. Plâncton, *Artemia* SP, dieta artificial e suas combinações no desenvolvimento e sobrevivência do quinguio (*Carassius auratus*) durante a larvicultura. **Acta Scientiarum**, v.22, n.2, p.383-388, 2000.

SOUZA, S. N. **Avaliação da estrutura do aparelho digestivo de alevinos de surubim, *Pseudoplatystoma coruscans* Agassiz, 1829 (Siluriformes, Siluroidei, Pimelodidae) relacionada com sua capacidade de selecionar e digerir o alimento**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, p. 95, 1999.

TAKATA, R. **Produção de juvenis de *Artemia franciscana* e análise da utilização de dietas vivas e inertes na larvicultura intensiva do pintado *Pseudoplatystoma coruscans***. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Centro de Aquicultura, Univesidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p. 36, 2007.

TESSER, M. B. **Desenvolvimento do trato digestório e crescimento de larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), em sistema de co-alimentação com náuplios de *Artemia* e dieta microencapsulada**, Disertação (Mestrado em aqüicultura). Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p.59, 2002.



TESSER, M.B., CARNEIRO, D.J., PORTELLA, M.C. Co-feeding of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg, 1887) larvae with *Artemia* and microencapsulated diet. **Journal of Applied Aquaculture**, v.17, p.47-59, 2005.

TESSER, M. B.; PORTELLA, M. C. Ingestão de ração e comportamento de larvas de pacu em resposta a estímulos químicos e visuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1887-1892, 2006.

TOLOSA, E. M. C.; RODRIGUES, C. J.; BEHMER, O. A.; FREITAS-NETO, A. G. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. São Paulo: Manole, pp. 43, 2003.

TOMASSO, J. R. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. **Reviews in Fish. Science**, v. 2, n. 4, p. 291-314, 1994.

TONHEIM, S.K.; ESPE, M.; HAMRE, K.; RONNESTAD, I. Pre-hydrolysis improves utilisation of dietary protein in the larval teleost Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.321, p.19-34, 2005.

UNCTAD. United Nations conference for trade and development, 2000. [www.unctad.org/trains/menu.htm](http://www.unctad.org/trains/menu.htm)

URBINATI, E.D.; GONÇALVES, F.D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (eds.). **Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Editora UFSM, cap. 10, p. 225-255, 2005.

VAN RIJN, J.; TAL, Y.; SCHREIER, H.J. Denitrification in recirculating systems: theory and applications. **Aquacultural Engineering**, v.34, p.364-376, 2006.

VAZZOLER, A. E. A. M., 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e pratica**. EDUEM, Maringá, p.169, 1996.

VERISCHELE, D.; LEGER, P.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. The use of *Artemia*.  
*In: Aquaculture*. Chichester: Ellis Horwood Limited, p.247-263, 1990.

WALFORD, J.; LAM, T.J. Development of digestive tract and proteolytic enzyme activity in seabass (*Lates calcifer*) larvae and juveniles. **Aquaculture**, v.109, p.187-205, 1993.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fishes**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998.

WOYNAROVICH, E.; HORVÁTH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais**. Manual de extensão, FAO/CODEVASF/CNPq, p. 220, 1983.