

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Frequência do canibalismo em diferentes fases de crescimento de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829)

Bolsista: Jaqueline Pinheiro da Silva, Fapeam

MANAUS

2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-B/0017/2011

Frequência do canibalismo em diferentes fases de crescimento de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829)

Bolsista: Jaqueline Pinheiro da Silva, Fapeam

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Thaís Billalba Carvalho

MANAUS

2012

## SUMÁRIO

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. RESUMO.....             | 3  |
| 2. INTRODUÇÃO.....         | 4  |
| 3. OBJETIVOS.....          | 5  |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 5  |
| 5. RESULTADOS.....         | 9  |
| 6. DISCUSSÃO.....          | 17 |
| 7. AGRADECIMENTOS.....     | 18 |
| 8. REFERÊNCIAS.....        | 20 |

## 1. RESUMO

O canibalismo pode ser definido como uma interação agressiva predatória intraespecífica que reduz a sobrevivência das larvas, resultando em grande prejuízo econômico para piscicultura. Assim, o objetivo foi comparar a agressividade em diferentes fases de pós-eclosão de matrinxã, *Brycon amazonicus*. Para isso, foi feita a quantificação do comportamento agonístico e da atividade locomotora em seis tratamentos experimentais: 12, 24, 36, 48, 60 e 72 ± 2 horas pós-eclosão (hpe) (n=5/cada). A interação foi registrada (20 minutos/cada) e descrita. A análise da biometria indicou aumento no tamanho e homogeneidade do grupo. O início da interação agressiva já foi observado a partir das 12 hpe, período que apresentou maior frequência de interação agressiva, movimentos e contatos. Houve uma menor interação agressiva nos períodos intermediários da fase de crescimento (36, 48 e 60 hpe). Dessa forma, foi possível identificar os períodos onde as interações foram mais intensas e, com isso, inferir sobre as possíveis causas e os efeitos da manipulação de fatores bióticos e abióticos no comportamento agonístico de peixes.

**Palavras-chave:** interação agressiva, larvicultura, mortalidade, peixes.

## 2. INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a aquicultura é o empreendimento do setor primário que fornece as melhores rendas para o produtor (Valois 2003). No entanto, o conhecimento biológico ainda é limitado quando comparado com a riqueza de espécies e os níveis de produção biológica e econômica dos recursos pesqueiros tradicionalmente explorados nessa região (Barthem & Fabré 2003). Assim, é necessário a geração de novas tecnologias advindas do processo de reprodução, larvicultura, sanidade, nutrição, alimentação e manejo, além da adoção de boas práticas para a melhoria da qualidade do produto.

Dentre os peixes teleósteos amazônicos com potencial para a aquicultura, tem-se a espécie *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz 1829), conhecida como matrinxã e considerada uma espécie de alto interesse comercial devido às suas características zootécnicas. De acordo com Gomes e Urbinati (2005), o matrinxã apresenta rápido crescimento, boa aceitação de ração artificial e carne de alta qualidade. No entanto, esses animais exibem alta frequência de interação agressiva e canibalismo (Bernardino *et al.* 1993; Ferraz e Gomes 2009), o que pode ser considerado um fator limitador em sistemas de criação intensiva, principalmente no período de larvicultura (Smith e Ready 1991).

O canibalismo pode ser definido como uma interação agressiva predatória intraespecífica que pode resultar em consumo parcial (canibalismo tipo I) ou total (canibalismo tipo II) de indivíduos da mesma espécie (Folkvord 1997; Kestemont *et al.* 2003). Esse comportamento é exibido por várias espécies de peixes em ambiente natural e artificial (Smith e Ready 1991; Hseu *et al.* 2003) e apresenta um impacto significativo na sobrevivência durante os estágios iniciais de vida desses animais (Bernardino *et al.* 1993; Leonardo *et al.* 2008; Pedreira *et al.* 2008; Urbinati *et al.* 2008). Ainda que não haja ingestão total do animal, altas taxas de comportamento agressivo podem causar ferimentos que, por sua vez, desencadeiam uma condição estressora, potencializam a ação de patógenos e, por sua vez, podem aumentar a mortalidade dos peixes (Huntingford *et al.* 2006; Baldisserotto 2009).

Em ambiente natural, *Brycon amazonicus* encontra-se em regiões de igarapés, o que reduz a ocorrência de encontros agonísticos, sendo a formação de cardumes

observada apenas no período reprodutivo (Gomes e Urbinati 2005). Entretanto, em sistemas de produção, o comportamento agressivo dessa espécie é exacerbado pelo confinamento e adensamento dos indivíduos.

Vários estudos foram realizados na tentativa de minimizar o canibalismo em cativeiro, como, por exemplo, a utilização de diferentes tipos e tamanhos de alimento (Lopes *et al.* 1995; Ceccarelli 1997; Pedreira e Sipaúba-Tavares 2002; Atencio-García *et al.* 2003), uso de hormônios tireoidianos (Parra 2003; Leonardo *et al.* 2008) e triptofano (Hoshiba 2007), formato e coloração dos aquários (Pedreira *et al.* 2006) e diferentes densidades de estocagem (Sacol-Pereira e Nuñez 2003). Embora evidências indiquem que o comportamento agressivo no matrinxã tem início na fase larval (ex: Senhorini *et al.* 1998; Pedreira *et al.* 2008), não foram encontrados estudos avaliando a frequência do canibalismo durante a metamorfose (fase larval para a juvenil), o que limita as inferências sobre as possíveis causas e os efeitos da manipulação de fatores bióticos e abióticos sobre esse comportamento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Geral:**

- Descrever a ontogenia da interação agressiva em diferentes fases de pós-eclosão de matrinxã, *Brycon amazonicus*.

#### **Específicos:**

- Quantificação da frequência da interação agressiva e a atividade locomotora em larvas e juvenis de matrinxã, *B. amazonicus*.
- Análise dos parâmetros biométricos (comprimento padrão e peso corporal) durante a metamorfose de matrinxã, *B. amazonicus*.

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

A coleta de dados foi realizada no Centro de Aquicultura da Fazenda Experimental da UFAM, onde as matrizes foram mantidas em viveiros escavados (**Figuras 1**). Após a despesca, os reprodutores de matrinxã (8 machos e 3 fêmeas) foram marcados com arames coloridos, pesados e aclimatados por 5 horas em tanques de fibra de 245 X 83 X

120 cm, com capacidade para 2.400 litros de água (**Figura 2**) e em temperatura de 26,9 ± 0,5 °C.



**Figura 1:** Viveiros do Centro de Aquicultura da UFAM.



**Figura. 2:** Tanques de fibra usados para armazenar os reprodutores até a fertilização.

As larvas foram produzidas a partir de reprodução induzida que utiliza o extrato bruto de hipófise de carpa comum, como descrito por Romagosa *et al.* (2001). Para as fêmeas foram utilizados 5,5 mg / kg de peixe divididos em duas doses, a primeira com 0,5 mg / kg e a segunda com 5,0 mg / kg de peixe em um intervalo de 10 horas. Nos machos foi administrada uma única dosagem equivalente a 1,5 mg / Kg de peixe (**Tabela 1**).

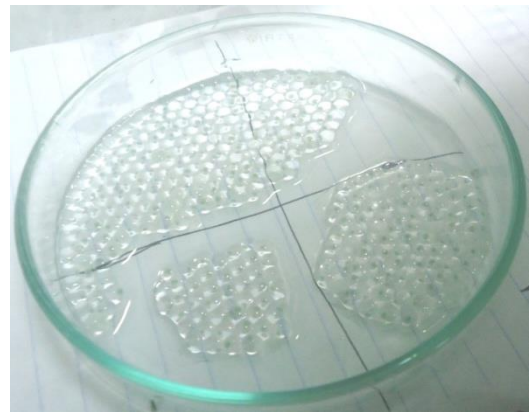
**Tabela 1:** Peso dos reprodutores e dosagem do extrato bruto de hipófise de carpa administrada nas fêmeas e machos de matrinxã.

| Reprodutor (marcação)    | Peso do reprodutor (kg) | 1ª dose de hipófise (mg) | 2ª dose de hipófise (mg) |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Macho azul               | 1,30                    | -                        | 1,95                     |
| Macho verde/branco       | 1,54                    | -                        | 2,32                     |
| Macho laranja/branco     | 1,40                    | -                        | 2,10                     |
| Macho marrom/laranja     | 1,57                    | -                        | 2,36                     |
| Macho branco/rosa        | 1,59                    | -                        | 2,39                     |
| Macho azul/verde         | 1,40                    | -                        | 2,11                     |
| Macho sem marca          | 1,70                    | -                        | 1,86                     |
| Macho verde/rosa         | 1,24                    | -                        | 1,95                     |
| Fêmea laranja/verde      | 1,79                    | 0,89                     | 8,97                     |
| Fêmea verde claro/escuro | 1,77                    | 0,88                     | 8,89                     |
| Fêmea azul claro/escuro  | 2,30                    | 1,15                     | 11,51                    |

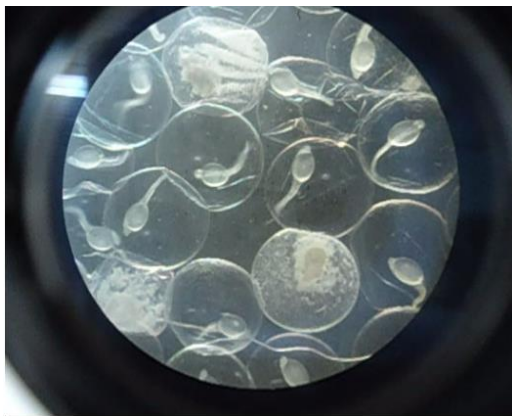
Dentre os 11 reprodutores foram utilizados 2 fêmeas e 8 machos, onde apenas uma fêmea (marcação: azul claro/escuro) apresentou oócitos adequados para a fertilização. A extrusão ocorreu 136 horas após a indução (**Figura 3**), a taxa de fertilização (**Figura 4**) dos ovos foi medida 12 horas após a segunda dose de indução e a taxa de eclosão foi observada 5 horas após o início da eclosão (**Figura 5**), conforme metodologias descritas por Romagosa (1998). As larvas foram depositadas em uma incubadora cilíndrica de 35 litros (1 g de ovos / L), com água em constante renovação, temperatura de 27,3 °C e pH de 7,53 ± 0,6 (**Figura 6**).



**Figura 3:** Extrusão de fêmea de *B. amazonicus*.



**Figura 4:** Contagem de larvas para taxa de fertilização



**Figura 5:** Observação das primeiras eclosões no estereomicroscópio.



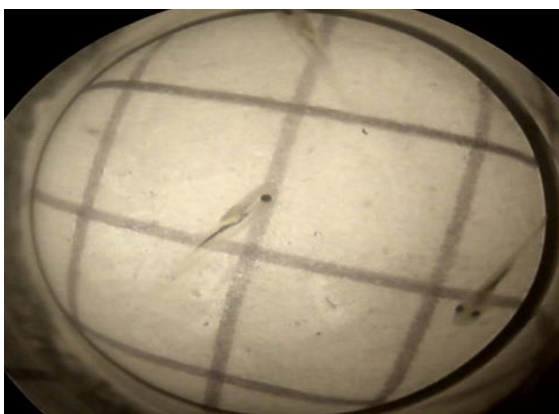
**Figura 6:** Incubadoras usadas no armazenamento dos ovos.

Foram realizados seis tratamentos experimentais: 12, 24, 36, 48, 60 e 72 ± 2 horas pós eclosão (hpe), com 5 repetições cada. De acordo com Romagosa *et al.* (2001), foi considerado como tempo zero o momento em que 50% das larvas eclodiram. Para



cada tratamento experimental, 3 indivíduos foram coletados da incubadora e transferidos (com o auxílio de pipetas de plástico de 3 ml) para um recipiente redondo de vidro de 2 cm x 1,5 cm e 3 ml de água (**Figura 7**).

Os peixes foram aclimatados por 10 minutos e, em seguida, foi feito o registro do comportamento com duração de 20 minutos. Para a descrição da interação agressiva e quantificação dos dados foi elaborado um etograma. A taxa de locomoção foi quantificada pela porcentagem de tempo que o animal se locomove durante cada observação (Olla *et al.* 1978; Sabate *et al.* 2008) e, para auxiliar nessa análise, sob cada recipiente de vidro foi colocado um papel quadriculado (**Figura 7**). Além disso, foi considerado o tipo de atividade locomotora: Movimento: quando um animal se desloca de um quadrado ao outro do recipiente e Contato: quando os animais se tocam durante a locomoção. Já o canibalismo foi estimado pela frequência da interação agressiva (unidades comportamentais descritas no etograma), conforme descrito por Sakakura e Tsukamoto (2002), Takeshita e Soyano (2009) e Sabate *et al.* (2010).



**Figura 7:** Registro do comportamento larval em filmagens.

A relação hierárquica entre os animais de cada grupo foi avaliada por um índice de dominância (ID) que corresponde à proporção do número de ataques emitidos por cada animal em relação ao total de ataques emitidos pelo grupo (Boscolo *et al.* 2011; Gonçalves-de-Freitas *et al.* 2008). O ID varia de 0 a 1,0, sendo as posições sociais definidas como: dominante (animal com maior ID), submisso 1 (animal com valor intermediário) e submisso 2 (animal com menor ID).

Após o registro do comportamento, os espécimes (30 indivíduos / tratamento) foram mortos por excesso de anestésico (eugenol 0,5%) e fixados em formalina 4% para medidas biométricas: peso corporal (mg)- com o uso de balança analítica de

precisão e comprimento total (mm)- com o auxílio de ictiômetro (confeccionado com uma lâmina microscópica e papel milimetrado). Também foi avaliado o coeficiente de variação do peso e do comprimento, o que permitiu avaliar a homogeneidade do tamanho dentro de cada grupo, como realizado por Leonardo *et al.* (2008) e Sabate *et al.* (2009). Dependendo da fase de crescimento, os animais foram alimentados até a saciação com plâncton vivo (até 36 hpe) e alimento inerte comercial (após 48 hpe), conforme descrito por Pedreira *et al.* (2006).

Durante o processo de indução da reprodução e dos tratamentos experimentais, os parâmetros físico-químicos da água foram monitorados uma vez ao dia. Ao longo do experimento os valores médios de temperatura e pH encontrados foram, respectivamente,  $26,9 \pm 0,5$  °C e  $7,45 \pm 0,6$ .

### **Análise dos dados**

Foi analisada a existência de valores discrepantes e, em seguida, os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk (Zar 1999). De acordo com a distribuição e variância dos dados, a frequência da interação agressiva, a atividade locomotora e os dados biométricos (comprimento e peso) foram comparados entre os tratamentos por Análise de Variância (dados paramétricos) de uma via. Foi considerado  $\alpha \leq 0,05$  para significância estatística. Todas as análises citadas acima foram baseadas em Zar (1999) e Siegel & Castellan (2006).

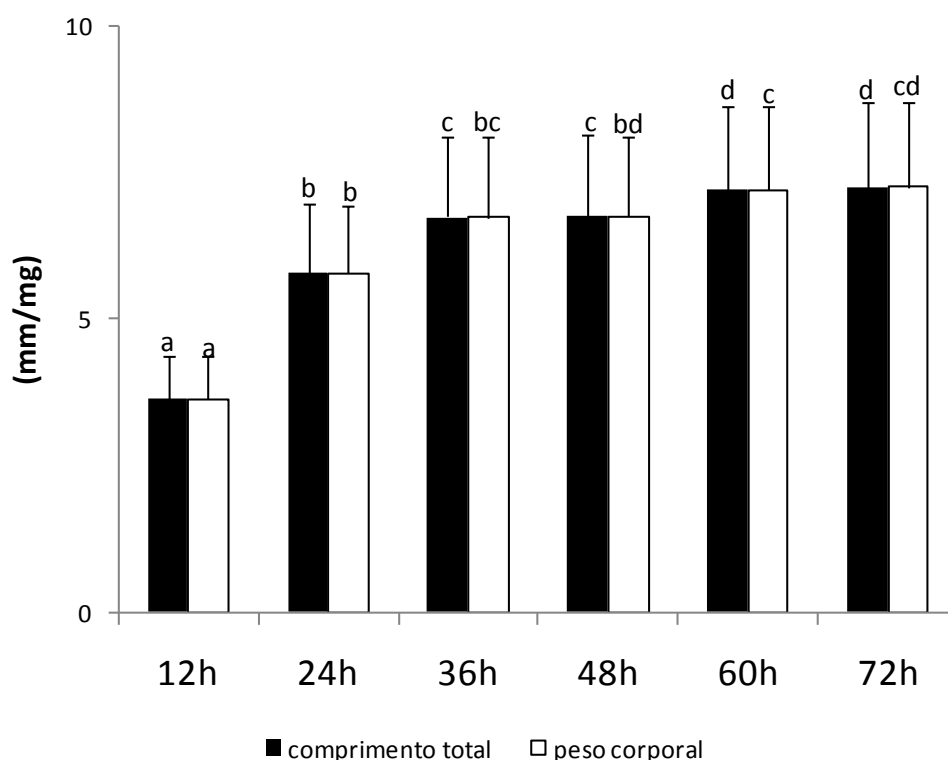
### **Nota Ética**

Este estudo está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFAM, Manaus, AM (protocolo n<sup>o</sup> 035/2011).

## **5. RESULTADOS**

A taxa de fertilização dos ovos foi de 93% e a taxa de eclosão foi de 88,7%. Houve aumento significativo no comprimento total e no peso corporal ao longo do

tempo (**Figura 8**). Considerando o coeficiente de variação não foi observado diferença entre os períodos de observação (**Tabela 2**).



**Figura 8.** Média ( $\pm$  desvio padrão) do comprimento total (cm) e do peso corporal (g) dos animais em cada período de observação. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa (ANOVA de uma via,  $F > 1,719$ ,  $p < 0,00$ ).

**Tabela 2:** Coeficiente de variação (média  $\pm$  DP) do comprimento total e do peso corporal de *B. amazonicus* em cada tratamento experimental (ANOVA de uma via,  $F < 1,87$ ,  $p > 0,14$ ).

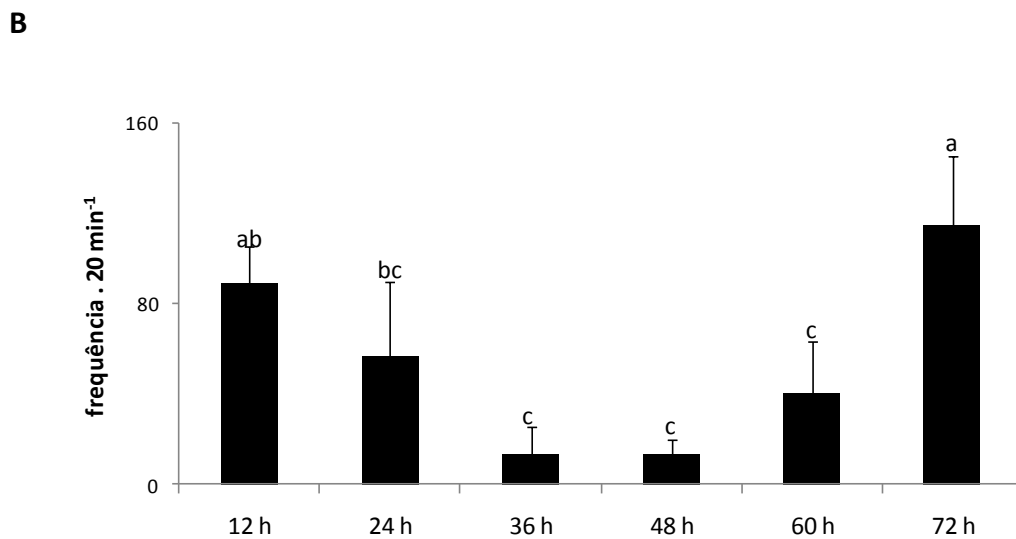
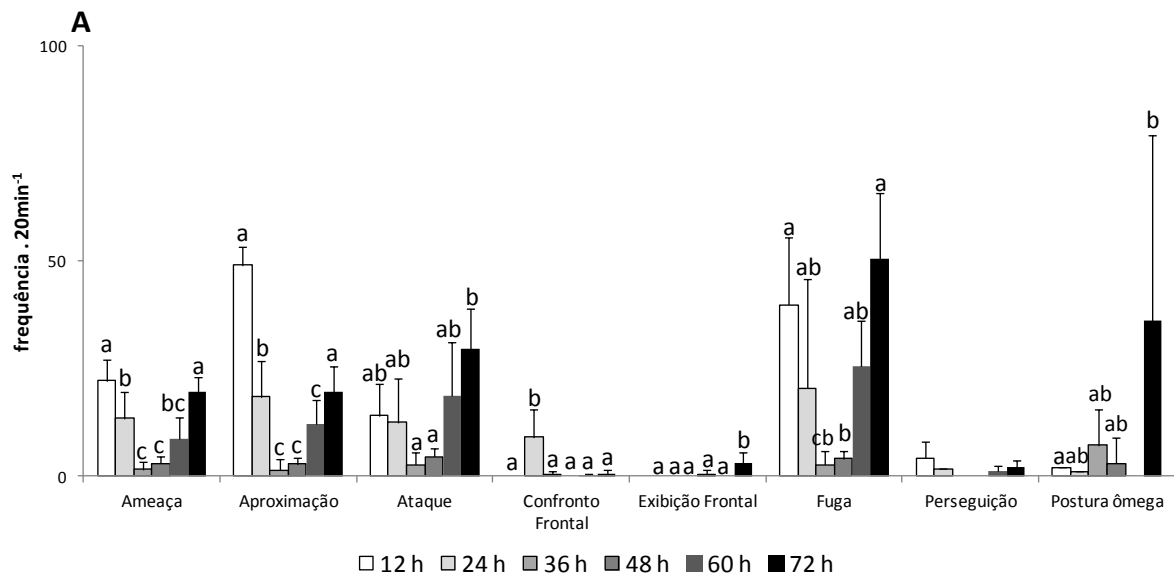
| Tratamento Experimental | 12hpe           | 24hpe           | 36hpe           | 48hpe            | 60hpe            | 72hpe            |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Comprimento total       | 1,05 $\pm$ 0,59 | 0,96 $\pm$ 0,55 | 0,23 $\pm$ 0,52 | 0,41 $\pm$ 0,47  | 0,33 $\pm$ 0,45  | 0,19 $\pm$ 0,38  |
| Peso corporal           | 14 $\pm$ 5,80   | 9,25 $\pm$ 4,21 | 14 $\pm$ 6,61   | 15,62 $\pm$ 7,27 | 10,65 $\pm$ 4,16 | 13,81 $\pm$ 3,65 |

O comportamento agonístico de *B. amazonicus* foi descrito conforme o etograma abaixo (**Tabela 3**). A fase de crescimento interferiu na frequência da interação agressiva do grupo, dominante, submisso 1 e submisso 2, sendo menor às 36, 48 e 60 hpe (**Figuras 9 a 11**). Esse efeito foi também encontrado quando considerada a ameaça, a

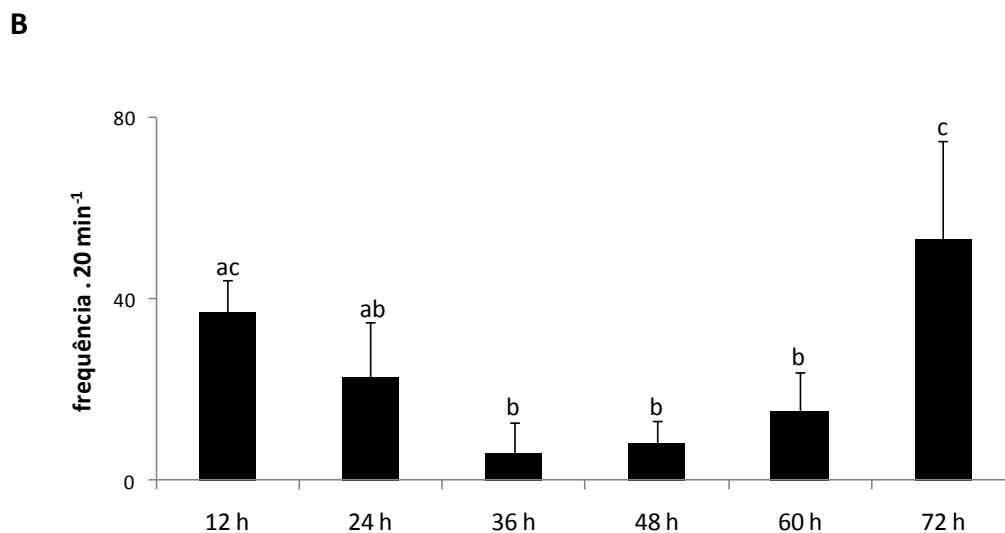
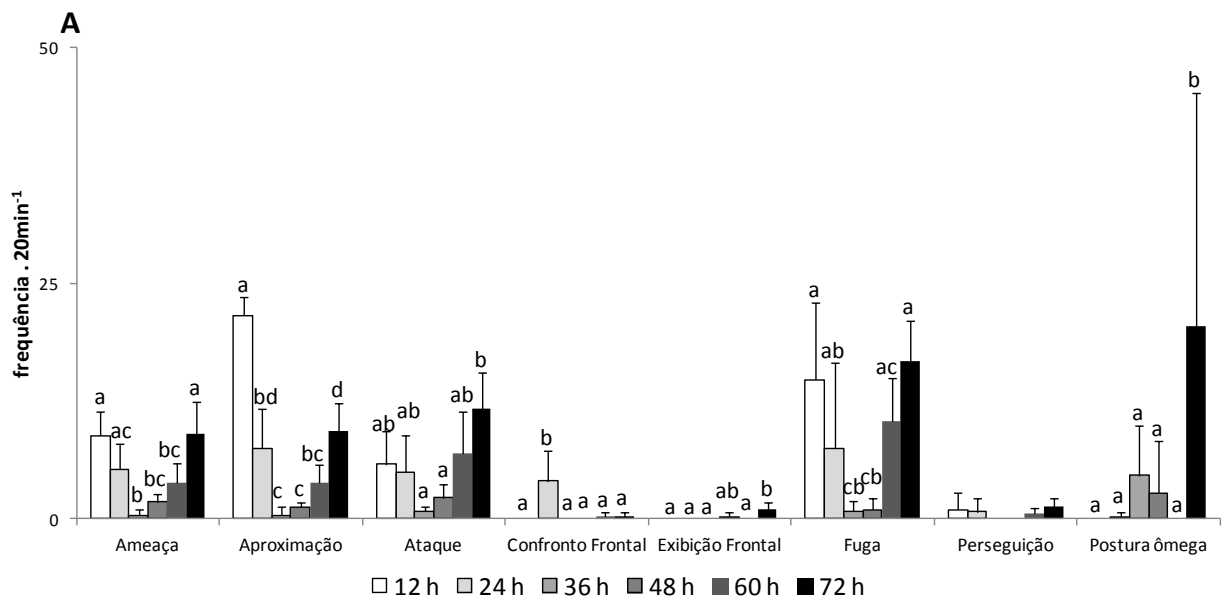
aproximação, o ataque e a fuga para o grupo e em todas as posições sociais (**Figuras 9 a 12**). A exibição frontal foi observada apenas as 48 e 72 hpe e a perseguição não foi exibida as 36 e 48 hpe. Já o confronto frontal e a postura ômega foram mais frequentes, respectivamente, as 24 e 72 hpe (**Figuras 9 a 12**).

**Tabela 3.** Etograma da interação agressiva em *Brycon amazonicus*.

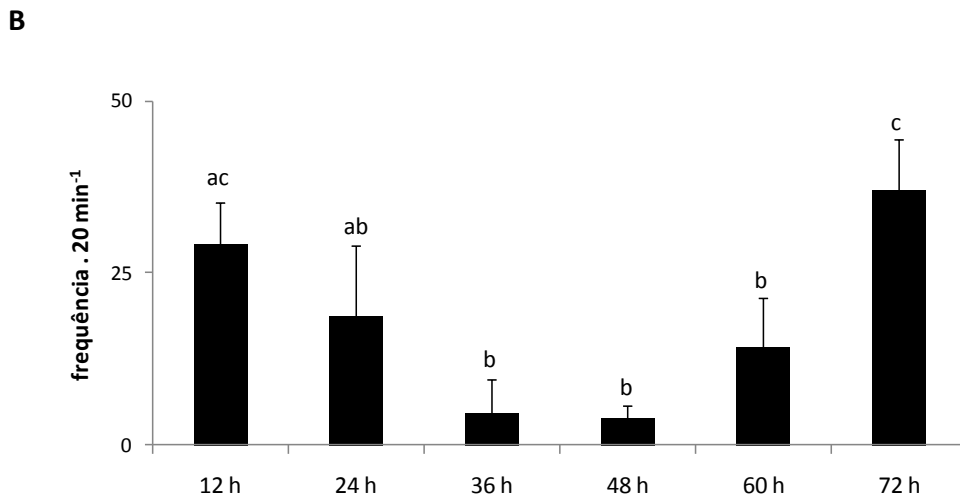
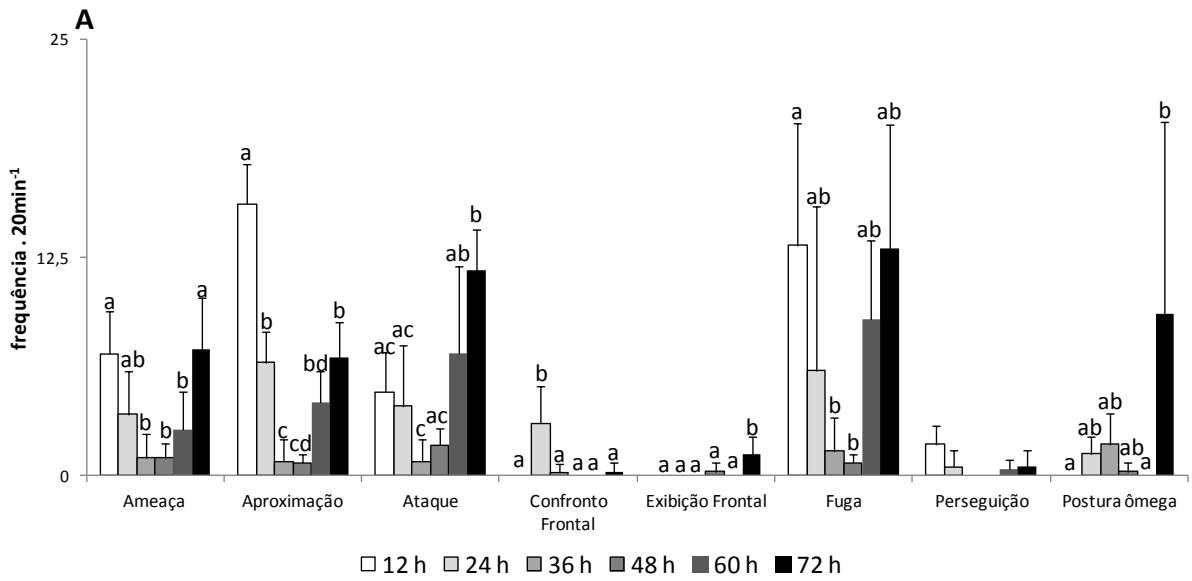
| <b>Unidade comportamental</b>      | <b>Descrição</b>   |
|------------------------------------|--|
| <b>Ameaça</b>                      | Movimento de investida de um peixe em direção ao oponente, preparando-se para um ataque.           |
| <b>Aproximação</b>                 | Um animal nada em direção ao oponente, sem apresentar ameaça ou realizar contato.                  |
| <b>Ataque</b>                      | Um animal se aproxima do oponente e bate com a boca na região da cauda ou cabeça.                  |
| <b>Confronto Frontal</b>           | Dois animais aproximam-se frontalmente e mordem a boca do oponente.                                |
| <b>Exibição Frontal</b>            | Dois animais posicionam-se frente a frente sem contato.  |
| <b>Fuga</b>                        | O animal perseguido ou atacado se afasta do oponente.  |
| <b>Perseguição</b>                 | Um animal nada em direção ao oponente, acompanhando sua trajetória.                                |
| <b>Postura <math>\Omega</math></b> | A larva fica parada, inclinando sua postura corporal em diferentes ângulos em relação ao ambiente. |



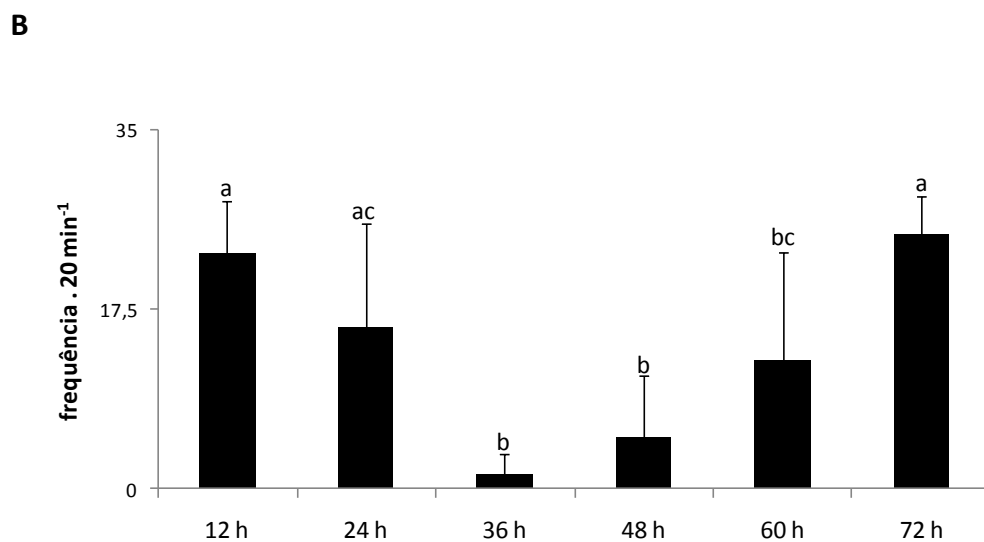
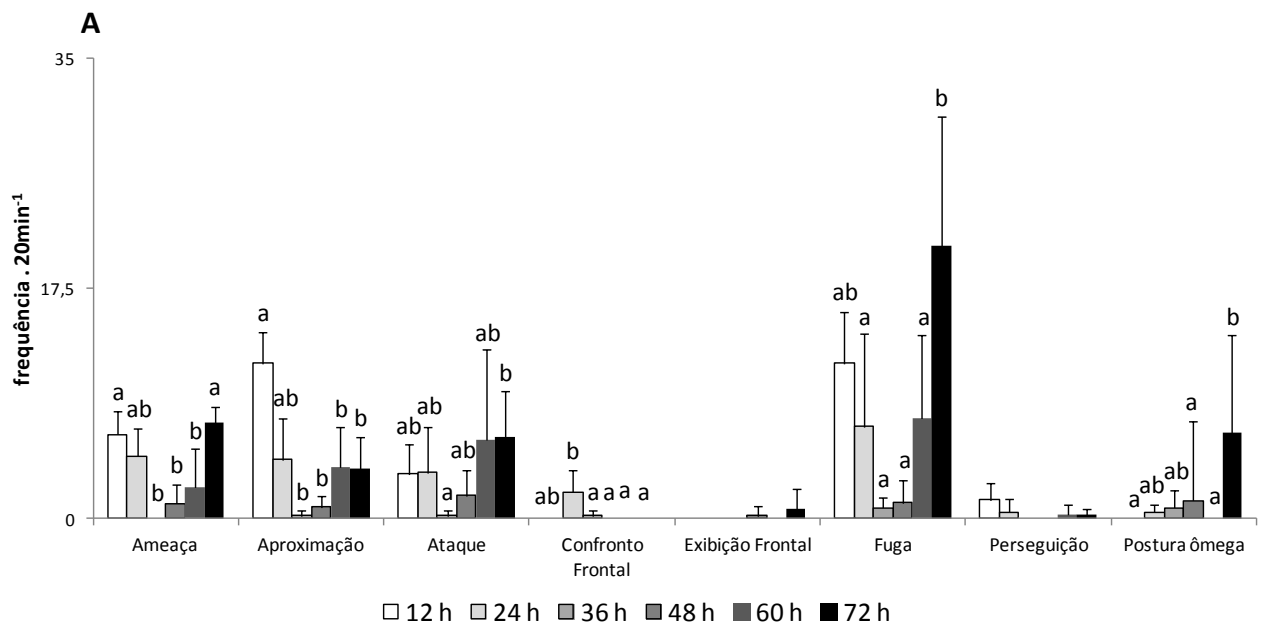
**Figura 9.** Frequência (média  $\pm$  desvio padrão) das unidades comportamentais (A) e do total de interações (B) exibidos pelo grupo em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos (ANOVA de uma via,  $F > 2,87$ ,  $p < 0,004$ ).



**Figura 10.** Frequência (média  $\pm$  desvio padrão) das unidades comportamentais (**A**) e do total de interações (**B**) exibidos pelo dominante em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos (ANOVA de uma via,  $F > 2,68$ ,  $p < 0,04$ ).



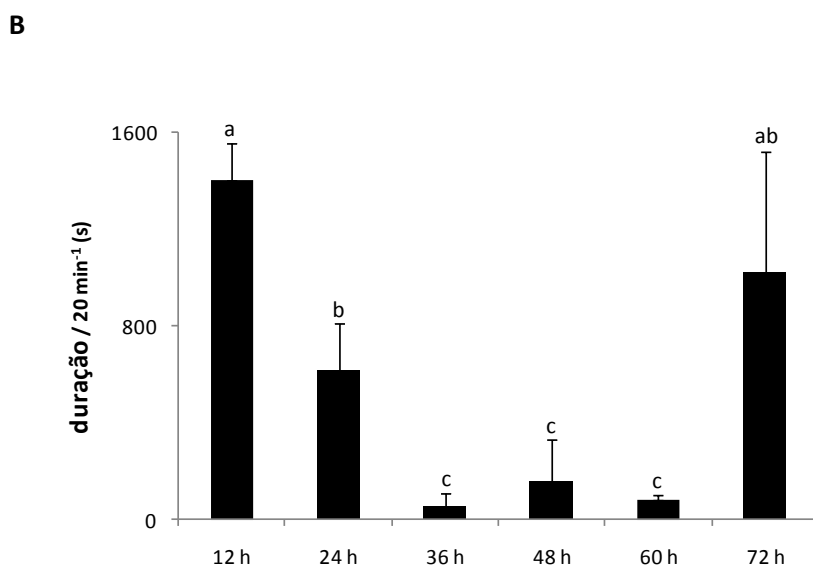
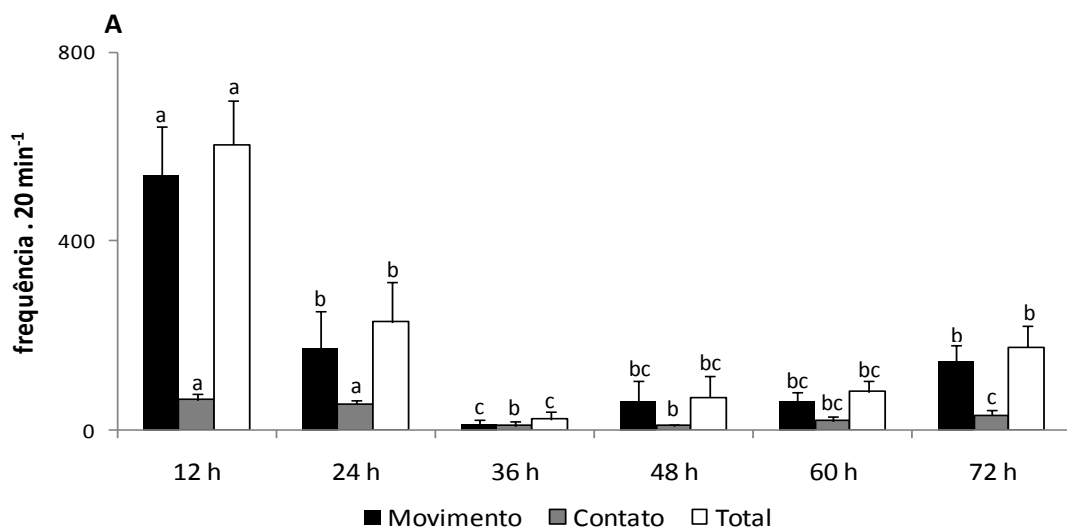
**Figura 11.** Frequência (média  $\pm$  desvio padrão) das unidades comportamentais (A) e do total de interações (B) exibidos pelo submisso 1 em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos (ANOVA de uma via,  $F > 2,90$ ,  $p < 0,038$ ).



**Figura 12.** Frequência (média  $\pm$  desvio padrão) das unidades comportamentais (**A**) e do total de interações (**B**) exibidos pelo submisso 2 em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos (ANOVA de uma via,  $F > 3,21$ ,  $p < 0,026$ ).



Foi observada maior duração da locomoção nos períodos de observação de 12 e 72 hpe (**Figura 13B**). Considerando a frequência da atividade locomotora, foi observada menor número de movimento, contato e total da locomoção às 36 hpe. Além disso, 12 hpe apresentou maior frequência total que os demais períodos de observação (**Figura 13A**).



**Figura 13.** Frequência (média  $\pm$  desvio padrão) do movimento e contato total (**A**) e duração total da locomoção (**B**) exibidos pelo grupo em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos (ANOVA de uma via,  $F > 3,21$ ,  $p < 0,026$ ).

## 6. DISCUSSÃO

A taxa de eclosão e fertilização dos ovos foi semelhante aos valores obtidos por Romagosa *et al.* (2001), que observaram taxas, respectivamente, de 95 e 85%. Esses resultados evidenciam que a técnica de reprodução artificial foi realizada adequadamente.

Considerando o crescimento dos animais, foi observado um aumento significativo do peso e do comprimento corporal em cada período de observação, semelhante aos resultados obtidos por Leonardo *et al.* (2008). O coeficiente de variação não apresentou diferença entre os tratamentos experimentais (hpe), o que indica homogeneidade do grupo, característica importante, pois sabe-se que a intensidade da interação agressiva está relacionada ao tamanho do predador e ao crescimento diferencial dos indivíduos do mesmo grupo (Ostrowski *et al.* 1996; Geffen 2002).

As unidades comportamentais observadas no etograma são semelhantes às descritas para outras espécies de larvas, tais como *Tautoga onitis* (Olla *et al.* 1978), *Paralichthys olivaceus* (Sakakura e Tsukamoto 2002), *Thunnus orientalis* (Sabate *et al.* 2009) e *Brycon orbinyanus* (Maciel *et al.* 2010), com exceção da aproximação, confronto frontal e exibição frontal, que não foram observados pelos referidos autores. De acordo com Senhorini *et al.* (1998) e Pedreira *et al.* (2008), o comportamento agressivo no matrinxã tem início na fase larval, o que de fato ocorreu neste trabalho, onde observou-se mais interações agressivas para o grupo e em todas as posições sociais nas 12 hpe. Segundo, Romagosa (2001) o matrinxã começa a se alimentar no fim do primeiro dia de vida, porém, a interação agressiva é observada desde as 12h, o que indica que o canibalismo não é modulado pela alimentação, mas pode ser atribuído a outros fatores, como adensamento e heterogeneidade.

Dentro deste contexto, sugere-se que a maior agressividade observada no início do crescimento reflita na menor taxa de sobrevivência às 36 hpe, conforme descrito por Bernardino *et al.* (1993) e Lopes *et al.* (1995). Ainda que não tenha sido observado canibalismo tipo II durante os registros de filmagens, isso pode ser esperado, pois, segundo Katavic *et al.* (1989), o comportamento agressivo do início da fase larval causa mordidas, injúrias e estresse que, por sua vez, podem facilitar a ação de patógenos e, conseqüentemente, propiciar maior mortalidade dos animais.

A duração da locomoção foi menor durante às 36 e 48 hpe, semelhante ao observado para a frequência da interação agressiva, indicando que a menor atividade locomotora reduz a probabilidade de encontro entre os animais e, conseqüentemente, a interação social entre os membros do grupo. Já nas primeiras 12 hpe, houve maior frequência de movimentos e contatos que nos outros períodos de observação, o que pode ser explicado pelo início do desenvolvimento corporal, grande quantidade de reserva do saco vitelínico e pelo pouco controle da atividade natatória (natação vertical) (Lopes *et al.* 1995). Após as 60 hpe, os animais apresentam absorção parcial do saco vitelínico, bexiga natatória inflada e natação na horizontal, características que evidenciam o desenvolvimento do juvenil e sugerem maior controle da atividade locomotora e, por sua vez, maior número de interação agonística em 72 hpe.

Estes resultados apresentam grande importância, principalmente, para os trabalhos de larvicultura, que é o maior desafio da piscicultura na região amazônica (Ceccarelli 1997). De fato, conhecer o comportamento social dos animais e o período de maior frequência dessa interação permitirá propor estratégias que visem a redução do canibalismo e, por sua vez, da mortalidade em matrinxã, *B. amazonicus*. Além disso, o conhecimento etológico gerado permitirá inferir sobre as possíveis causas e os efeitos da manipulação de fatores bióticos e abióticos no comportamento agonístico de peixes. Assim sendo, para melhores informações sobre o canibalismo de matrinxã, se faz necessário a análise comparativa da interação agressiva em relação às taxas de sobrevivência durante as fases de crescimento, como sugerido no pedido de renovação deste projeto.

## **7. AGRADECIMENTOS**

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Marle Angélica Villacorta Corrêa por toda orientação e auxílio durante as coletas de dados do projeto. À Ellen Cristina Monteiro de Souza pela imensa contribuição desde a coleta, quantificação e organização dos dados e aos técnicos do Centro de Aquicultura da Fazenda Experimental da UFAM pela colaboração em cada etapa desta pesquisa.

## 8. REFERÊNCIAS

- Atencio-García, V.; Zaniboni-Filho, E.; Pardocarrasco, S.; Arias-Castellanos, A. 2003. Influência da primeira alimentação na larvicultura e alevinagem de yamú *Brycon siebenthalae* (Characidae). *Acta Scientiarum: Animal Science*, 25: 61-72.
- Barthem, R. B.; Fabré, N. N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. *Pró-Varzea*, 1: 11-55.
- Bernardino, G.; Senhorini, J.A.; Fontes, N.A.; Bock, C.L.; Mendonça, J.O.J. 1993. Propagação artificial do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869), (Teleostei, Characidae). *Boletim Técnico CEPTA*, 6: 1-9.
- Boscolo, C.; Morais R.; Gonçalves-de-Freitas E. 2011. Same-sized fish groups increase aggressive interaction of sex-reversed males Nile tilapia GIFT strain. *Applied Animal Behaviour Science*, 135: 154-159.
- Ceccarelli, P.S. 1997. Canibalismo em larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 92 pp.
- Ferraz, F.B.; Gomes, L.C. 2009. Social relationship as inducer of immunological and stress responses in matrinxã (*Brycon amazonicus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 153: 293-296.
- Folkvord, A. 1997. Ontogeny of cannibalism in larval and juvenile fishes with special emphasis on Atlantic cod, p. 251-278. In: Chambers, R.C.; Trippel, E.A. (Eds). *Early Life History and Recruitment in Fish Populations*. Chapman e Hall, London.
- Geffen, A.J. 2002. Length of herring larvae in relation to age and time of hatching. *Journal of fish biology*, 60 (2): 479-485.
- Gomes, L.C.; Urbinati, E.C. 2005. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. Santa Maria, p. 149-174.
- Golçalves-de-Freitas, E.; Teresa, F.B.; Gomes, F.S.; Giaquinto, P.C.; 2008. Effect of water renewal on dominance hierarchy of juvenile Nile tilapia. *Applied Animal Behaviour Science*. 112: 187-195.
- Hoshiba, M.A. 2007 Enriquecimento da alimentação das larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) com aminoácidos: influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 103 pp.

- Hseu, J.R.; Lu, F.I.; Su, H.M.; Wang, L.S.; Tsai, C.L.; Hwang, P.P. 2003. Effect of exogenous tryptophan on cannibalism survivor and growth in juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 0-12.
- Katavic I.; Jug-Dujakovic J.; Glamuzina B. 1989. Cannibalism as a factor affecting the survival of intensively cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture*. 77: 135-143
- Leonardo, A.F.G.; Hoshiba, M.A.; Senhorini, J.A.; Urbinati, E.C. 2008. Canibalismo em larvas de matrinxã, *Brycon cephalus*, após imersão dos ovos à diferentes concentrações de triiodotironina (T<sub>3</sub>). *Boletim do Instituto de Pesca*, 34: 231 - 239.
- Lopes, R.N.M.; Senhorini, J.A.; Soares, M.C.F. 1995. Desenvolvimento embrionário e larval do matrinxã *Brycon cephalus*, (Günther, 1869) (Pisces, Characidae). *Boletim Técnico do CEPTA*, 8: 25-39.
- Maciel, C.M.R.R.; Lanna, E.A.T.; Maciel Jr, A.; Donzele, J.L.; Neves, C.A.; Menin, E. 2010. Morphological and behavioral development of the piracanjuba larvae. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 961-970.
- Olla, B.L.; Studholme, A.L.; Bejda, A.J.; Samet, C.; Martin, A.D. 1978. Effect of temperature on activity and social behavior of the adult *Tautog Tautoga onitis* under laboratory conditions. *Marine Biology*, 45: 369-378.
- Ostrowski, A.; Iwai, T.; Monahan, S.; Dagdagan, D. 1996. Nursery production technology for Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*). *Aquaculture*, 139 (1): 19-29.
- Parra, M.A.L. 2003. Efeito da triiodotironina (T<sub>3</sub>) no desenvolvimento embrionário e no desempenho de larvas de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e dourado (*Salminus maxillosus*). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 135 pp.
- Pedreira, M.M.; Sipaúba-Tavares, L.H., 2002. Effect of prey selection and ration addition on the rearing of piracanjuba larvae, *Brycon orbignyanus*. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*, v. 14-15, p. 99-109.
- Pedreira, M.M.; Sipaúba-Tavares, L.H.; Silva, R.C. 2006. Influência do formato do aquário na sobrevivência e no desenvolvimento de larvas de matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35: 329-333.
- Pedreira, M.M.; Luz, R.K.; Santos, J.C.E.; Mattioli, C.C.; Silva, C.L. 2008. Larvicultura de matrinxã em tanques de diferentes cores. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 43: 1365-1369.

- Romagosa E. 1998. Desenvolvimento gonadal (morfologia; ultra-estrutura) Indução da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Gunther, 1986) em cativeiro. Vale do Ribeira, São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 211 pp.
- Romagosa E.; Narahara M.Y.; Borella M.I.; Fenerich-Verani, N. 2001. Seleção e Caracterização de fêmeas de matrinxã, *Brycon cephalus*, induzidas a reprodução. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 27, p. 113-121.
- Sabate, F.; Sakakura Y.; Hagiwara A. 2008. Comparison of behavioural development between Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and spotted halibut (*Verasper variegatus*) during early life stages. *Journal of Applied Ichthyology*, 24: 248-255.
- Sabate, F.; Sakakura Y.; Shiozaki M.; Hagiwara. 2009. Onset development of aggressive behavior in the early life stages of the seven-band grouper *Epinephelus septemfasciatus*. *Aquaculture*, 290: 97-103.
- Sabate, F. de la S.; Sakakura, Y.; Tanaka, Y.; Kumon, K.; Nikaido, H.; Eba, T.; Nishi, A.; Shiozawa, S.; Hagiwara, A.; Masuma, S. 2010. Onset and development of cannibalistic and schooling behavior in the early life stages of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis*. *Aquaculture*, 301: 16-21.
- Saccol-Pereira, A.; Nuñez, A.P.O. 2003. Utilização de diferentes densidades, dietas e formatos de tanque na larvicultura da piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Characiformes, Characidae). *Acta Scientiarum: Biological Science*, 25: 55-61.
- Sakakura, Y.; Tsukamoto, K. 2002. Onset and development of aggressive behavior in the early life stage of Japanese flounder. *Fisheries Science*, 68: 854-861.
- Senhorini, J.A.; Mantelatto, F.L.M.; Casanova, S.M.C. 1998. Growth and survival of larvae of the Amazon species “matrinxã”, *Brycon cephalus* (Pisces, Characidae), in larviculture ponds. *Boletim Técnico do CEPTA*, 11: 13-28.
- Siegel, S.; Castellan Jr. N. 2006. *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. Artmed, Porto Alegre, 448 p.
- Smith, C.; Ready, P. 1991. Cannibalism in teleost fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 1: 41-64.
- Takehita A.; Soyano K. 2009. Effects of fish size-grading on cannibalistic mortality in hatchery-reared Orange-spotted grouper *Epinephelus coioides* juveniles. *Fisheries Science*, 75: 1253-1258.

- Urbinati, E.C.; Vasques, L.H.; Senhorini, J.A.; Souza, V.L.; Gonçalves, F.D. 2008. Larval performance of matrinxã *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz, 1829), after maternal triiodothyronine injection or egg immersion. *Aquaculture Research*, 39: 1355-1359.
- Valois, A.C.C. 2003. Benefícios e estratégias de utilização sustentável da Amazônia. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 75 p.
- Zar, J.1999. *Biostatistical Analyses*. Printice Hall, New Jersey.