

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

2013

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/0018/2012

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

Bolsista: Jaqueline Pinheiro da Silva, Fapeam

Orientadora: Prof^a Dr^a Thaís Billalba Carvalho

MANAUS

2013

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
.	
4. RESULTADOS.....	14
5. DISCUSSÃO.....	20
6. AGRADECIMENTOS.....	22
7. REFERÊNCIAS.....	23

1. RESUMO

O canibalismo é uma interação agonística predatória que desencadeia uma situação estressora e, conseqüentemente, a morte dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar o canibalismo em diferentes estágios de crescimento de matrinxã, *Brycon amazonicus*. No primeiro experimento, foram agrupados três espécimes e observados em seis períodos: 12, 24, 36, 48, 60 e 72 ± 2 horas pós-eclosão (hpe) por 20 minutos (n=10/cada). A agressividade e a locomoção foram descritas em etogramas que auxiliaram nas quantificações. Observou-se aumento no tamanho e peso ao longo do tempo. As frequências do comportamento agressivo e da atividade locomotora foram maiores às 12 e 72 hpe. No segundo experimento utilizou-se os mesmos períodos, no entanto, os animais foram divididos em tratamentos homogêneo e heterogêneo (n=5/cada). Observou-se maior sobrevivência no tratamento heterogêneo, o que pode estar relacionado à constante instabilidade hierárquica do grupo. Assim, é possível propor estratégias que visem à redução do canibalismo em matrinxã.

Palavras-chave: agressividade, mortalidade, peixe, larvicultura

2. INTRODUÇÃO

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). É um comportamento exibido por várias espécies de peixes em ambiente natural e artificial (Smith e Reay 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, altas taxas de comportamento agressivo causam injúrias e infecções que podem desencadear uma situação estressora e, conseqüentemente, ocasionar na morte dos animais (Huntingford *et al.* 2006; Baldisserotto 2009). Sabe-se que diversos fatores podem modular a frequência e a intensidade do canibalismo em peixes como, por exemplo, os parâmetros ambientais, a taxa de alimentação e a densidade populacional (Katavic *et al.* 1989; Sakakura e Tsukamoto 1998; Marques *et al.* 2004; Takeshita e Soyano 2009). Além destes, a variabilidade de tamanho das larvas têm se destacado como um dos problemas centrais na larvicultura, especialmente de espécies vorazes (Kestemont *et al.* 2003). De acordo com Baras (1998), as conseqüências da variação de tamanho na etapa larval são geralmente mais drásticas do que na fase adulta, pois favorecem o canibalismo. Espécies onde existe hierarquia com definição de dominantes e submissos desencadeiam situações de intenso estresse para a manutenção e estabelecimento dessas posições sociais, provocando o menor crescimento do submisso (Volpato *et al.* 1989; Volpato e Fernandes 1994).

Neste contexto, 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).

Dentre as espécies que apresentam o canibalismo, tem-se o *Brycon amazonicus* (Spix e Agassiz 1829), conhecida como matrinxã, que ocupa o segundo lugar dos peixes mais comercializados na Amazônia. Considerada uma espécie de alto interesse

comercial, o matrinxã apresenta rápido crescimento, boa aceitação de ração artificial e carne de alta qualidade (Gomes e Urbinati 2005). 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. Segundo Moura e Senhorini (1996), a larvicultura do matrinxã consiste no principal limitante tecnológico para sua criação e nesta fase as perdas de larvas em decorrência do canibalismo podem chegar a 90% (Parazo *et al.* 1991; Senhorini *et al.* 2002), o que dificulta o cultivo e causa grandes prejuízos econômicos para piscicultura.

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. Diante do exposto, este projeto avaliou o canibalismo em diferentes estágios de crescimento de matrinxã, *Brycon amazonicus*. No experimento I foram analisados os parâmetros biométricos, a interação agressiva e a atividade locomotora em larvas e juvenis de matrinxã, *B. amazonicus*. No experimento II, foram comparadas as taxas de sobrevivência em diferentes fases de pós eclosão de matrinxã, *B. amazonicus* entre os tratamentos homogêneo e heterogêneo. Assim, os resultados forneceram informações etológicas que poderão ser utilizadas para prover melhorias em métodos de larvicultura e, conseqüentemente, aumentar a eficiência da produção comercial dessa espécie.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Experimento I: Comportamento agressivo e atividade locomotora em larvas de matrinxã, *Brycon amazonicus*

Os dados foram coletados no Centro de Aquicultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), onde as larvas foram produzidas a partir de propagação artificial, utilizando o extrato bruto de hipófise de carpa comum de acordo com 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

As taxas de fertilização dos ovos (**Figura 1**) e de eclosão das larvas foram realizadas conforme metodologias descritas por Romagosa *et. al.* (2001). Os ovos fertilizados foram depositados em incubadoras cilíndricas de 35 litros (**Figura 2**), com a água em regime de renovação constante, temperatura de $26,9 \pm 0,5$ °C, pH $7,45 \pm 0,6$ e densidade de uma larva por mL de água.

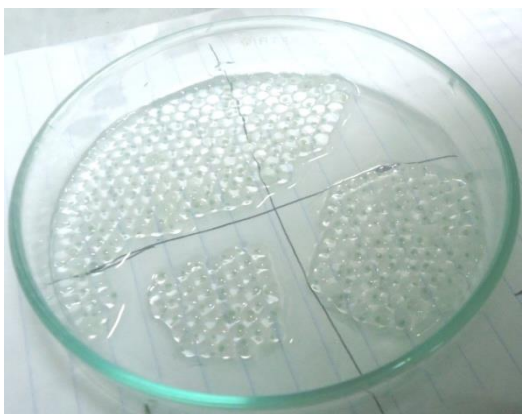


Figura 1. Ovos utilizados para a taxa de fertilização.



Figura 2. Incubadoras utilizadas no armazenamento dos ovos e das larvas (35 L).

Foram realizados seis tratamentos experimentais: 12, 24, 36, 48, 60 e 72 ± 2 horas pós eclosão (hpe), com 10 repetições cada. Foi considerado como tempo zero o momento em que 50% das larvas eclodiram (Romagosa *et al.* 2001) (**Figura 3**).

As larvas foram selecionadas por um separador confeccionado com tela de malha 28 fio 30 de 50 cm de altura por 30 cm de diâmetro e instalado no interior da incubadora. Após o enchimento da bexiga natatória, as larvas foram colocadas dentro do separador por um período de 30 minutos, conforme técnica descrita por Bernardino (1993) e Santos Jr. *et al.* (1996).

Para cada tratamento experimental, três 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 4**), seguindo a mesma densidade utilizada na incubadora (1 larva / mL). Os peixes foram aclimatados por 10 minutos e, em seguida, foi feito o registro do comportamento (20 minutos) com auxílio de um estereomicroscópio e uma câmera digital.



Figura 3. Observação da eclosão das larvas.

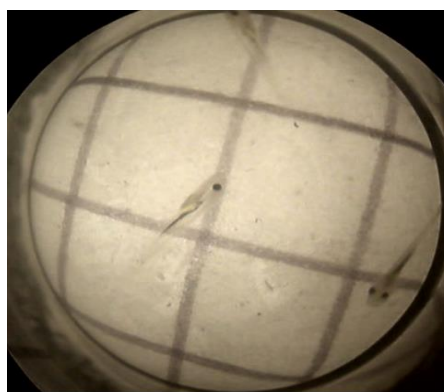


Figura 4. Recipiente de manutenção dos tratamentos experimentais.

A interação agressiva e a locomoção foram quantificadas conforme os etogramas descritos, respectivamente, nas **Tabelas 2 e 3**. 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 4**). Além disso, foi considerado o tempo de repouso e o tipo de movimento (retilíneo ou circular), conforme realizado por Maciel *et al.* (2010) para larvas de *Brycon orbinyanus*. Já o canibalismo foi estimado pela frequência da interação agressiva (perseguição e mordida), conforme descrito por Sakakura e Tsukamoto (2002), Takeshita e Soyano (2009) e Sabate *et al.* (2010).

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 (Gonçalves-de-Freitas *et al.* 2008; Boscolo *et al.* 2011). O ID varia de 0 a 1,0, sendo as posições sociais definidas como: dominante (animal com maior ID), submisso I (animal com valor intermediário) e submisso II (animal com menor ID).

Após o registro do comportamento, os espécimes (30 indivíduos / tratamento) foram mortos por excesso de anestésico 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). 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).

Tabela 2. Etograma da interação agressiva em *Brycon amazonicus*.

Unidade comportamental	Descrição
Aproximação	Um animal nada em direção ao oponente, sem apresentar ameaça ou realizar contato.
Ameaça	Movimento de investida de um peixe em direção ao oponente, preparando-se para um ataque.
Perseguição	Um animal nada em direção ao oponente, acompanhando sua trajetória.
Fuga	O animal perseguido ou atacado se afasta do oponente.
Exibição Frontal	Dois animais posicionam-se frente a frente sem contato.
Confronto Frontal	Dois animais aproximam-se frontalmente e mordem a boca do oponente.
Abertura Bucal	As larvas ficam paradas e realizam movimentos de abertura e de fechamento da mandíbula.
Ataque	Um animal se aproxima do oponente e bate com a boca na região da cauda ou cabeça.

Tabela 3. Etograma da locomoção de *Brycon amazonicus*.

Unidade comportamental	Descrição
Movimento circular	O animal desloca-se de um local para o outro formando um círculo.
Movimento circular de borda	O animal desloca-se de um local para o outro formando um círculo e acompanhando a borda do recipiente.
Movimento retilíneo	O animal desloca-se de um local para o outro em linha reta.
Contato ao acaso	Um animal em sua trajetória de natação toca outro animal ocasionalmente.
Contato simultâneo	Dois ou mais animais nadam na mesma direção e se encontram em um determinado ponto de sua trajetória.
Postura Ω	A larva fica parada, inclinando o corpo em diferentes ângulos em relação ao ambiente.

Experimento II: Taxa de sobrevivência em diferentes fases do crescimento em matrinxã, *Brycon amazonicus*

No projeto era previsto a realização deste experimento na Fazenda Experimental da UFAM, no entanto, as dificuldades na indução da desova e o estágio de maturação gonadal dos reprodutores ocasionaram em alteração do local de estudo. Dessa forma, a coleta de dados foi desenvolvida na Fazenda Santo Antônio localizada no ramal do Procópio (AM-010) durante o mês de dezembro de 2012.

As larvas foram produzidas por propagação artificial (**Figura 5**), conforme metodologia descrita no Experimento I. Foram utilizadas duas fêmeas e um macho para a reprodução (**Tabela 4**). A extrusão ocorreu 27 horas após a indução, a taxa de fertilização dos ovos foi medida 12 horas após a segunda dose de indução e a taxa de eclosão foi observada 5 horas após a fertilização, conforme descrito por Romagosa *et al.* (2001). Os ovos fertilizados foram depositados em uma incubadora cilíndrica de 35 litros (1 animal / mL), com água em constante renovação (**Figura 6**) e temperatura de 28 °C.



Figura 5. Fertilização artificial do matrinxã.



Figura 6. Incubadoras utilizadas no armazenamento dos ovos e larvas.

Tabela 4. Peso corporal dos reprodutores e dosagem do extrato bruto de hipófise de carpa administrada nas fêmeas e machos de matrinxã.

Reprodutor (marcação)	Peso do reprodutor (kg)	1^a Dose de hipófise (mg)	2^a Dose de hipófise (mg)
Fêmea azul	1,60	0,8	8
Fêmea azul/branca	1,70	0,85	8,5
Macho verde/branco	1,20	-	1,8

De acordo com Romagosa *et al.* (2001), a eclosão em matrinxã ocorre 10-11 horas após a fertilização, sendo, portanto, considerado como tempo zero o momento em que 50% das larvas eclodirem. Após isso, as larvas foram selecionadas por tamanho e divididas em dois tratamentos: homogêneo (com larvas de mesmo tamanho) e heterogêneo (com larvas de tamanhos diferentes), sendo observadas em seis períodos: 12, 24, 36 (fase larval), 48, 60 e 72 (fase juvenil) horas pós eclosão (hpe), com 5 repetições cada.

Duas horas antes de cada período de observação, as larvas foram separadas, contadas e transferidas para recipientes (bandejas de polipropileno), seguindo a proporção de 1 larva / ml de água. Para seleção do tratamento heterogêneo, as larvas foram selecionadas por um separador confeccionado com tela de malha 28 fio 30 de 50 cm de altura por 30 cm de diâmetro e instalado no interior da incubadora. Após esse período, as larvas foram recontadas para verificação da taxa de mortalidade

representada pela frequência de animais mortos em relação ao número total de indivíduos utilizados em cada tratamento experimental.

Análise de dados

Os dados foram analisados quanto à existência de valores discrepantes e, em seguida, foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. De acordo com a distribuição e variância dos dados, a frequência da interação agressiva e a atividade locomotora foram comparadas entre os períodos de observação por Kruskal-Wallis. Já os dados biométricos (comprimento e peso) e a taxa de mortalidade (experimento II) foram comparados entre os tratamentos e os períodos de observação por Análise de Variância (dados paramétricos) de duas vias. O teste de LSD foi utilizado para as comparações múltiplas e foi considerado $\alpha \leq 0,05$ para significância estatística. Todas as análises citadas acima foram baseadas em Zar (1999) e Siegel e 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^o 035/2011).

4. 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 (ANOVA de uma via, $F > 1,719$, $p < 0,00$; **Figura 7**). Considerando o coeficiente de variação, não houve diferença entre os períodos de observação (ANOVA de uma via, $F < 1,87$, $p > 0,14$; **Tabela 6**).

A fase de crescimento interferiu na frequência da interação agressiva total do dominante, submisso I, submisso II e do grupo, sendo maior às 12 e 72 hpe e menor às 36 hpe (Kruskal-Wallis, $X^2 < 52,80$, $p < 0,04$; **Figura 8**). Esse efeito foi também encontrado quando considerada as unidades: ameaça, aproximação, ataque e fuga para o grupo e em todas as posições sociais (Kruskal-Wallis, $X^2 < 36,61$, $p < 0,000$; **Figura 8**). O confronto frontal, a exibição frontal, a perseguição e o acompanhamento não foram considerados para a quantificação por apresentarem baixa frequência. Quanto à abertura bucal, não houve registro às 12 hpe, sendo sua maior frequência encontrada às 36 hpe (Kruskal-Wallis, $X^2 < 52,80$, $p < 0,000$; **Figura 9**).

Houve maior duração da locomoção (movimento circular e retilíneo) nos períodos de observação de 12 e 72 hpe para todos os animais do grupo (Kruskal-Wallis, $X^2 < 52,80$, $p < 0,00$; **Figura 10**). Considerando a frequência da atividade motora, foi observado menor deslocamento, contato e locomoção total às 36, 48 e 60 hpe (Kruskal-Wallis, $X^2 < 5,80$, $p < 0,001$). A postura Ω foi observada a partir das 24 hpe, tendo seu maior índice às 72 hpe (Kruskal-Wallis, $X^2 < 22,00$, $p < 0,003$; **Figura 10**). Considerando o experimento II, foi observado um aumento da taxa de mortalidade ao longo das fases de crescimento, sendo observada menor taxa de sobrevivência no grupo heterogêneo (ANOVA de uma via, $F = 15,93$, $p = 0,0000$; **Figuras 11 e 12**).

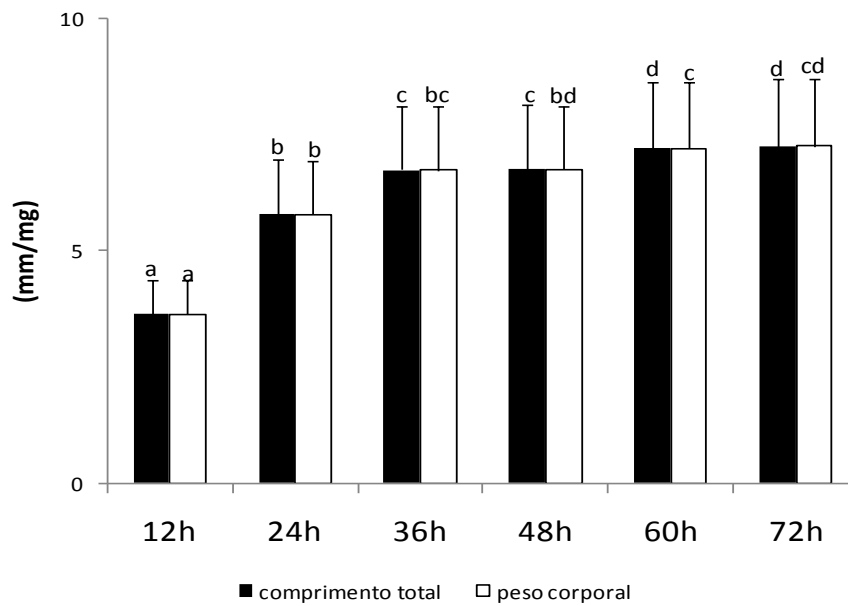


Figura 7. Média (\pm desvio padrão) do comprimento total (cm) e do peso corporal (g) dos animais em cada período de observação. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa (ANOVA de uma via, $F > 1,719$, $p < 0,00$).

Tabela 6. Média (\pm desvio padrão) do coeficiente de variação 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	12 hpe	24 hpe	36 hpe	48 hpe	60 hpe	72 hpe
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

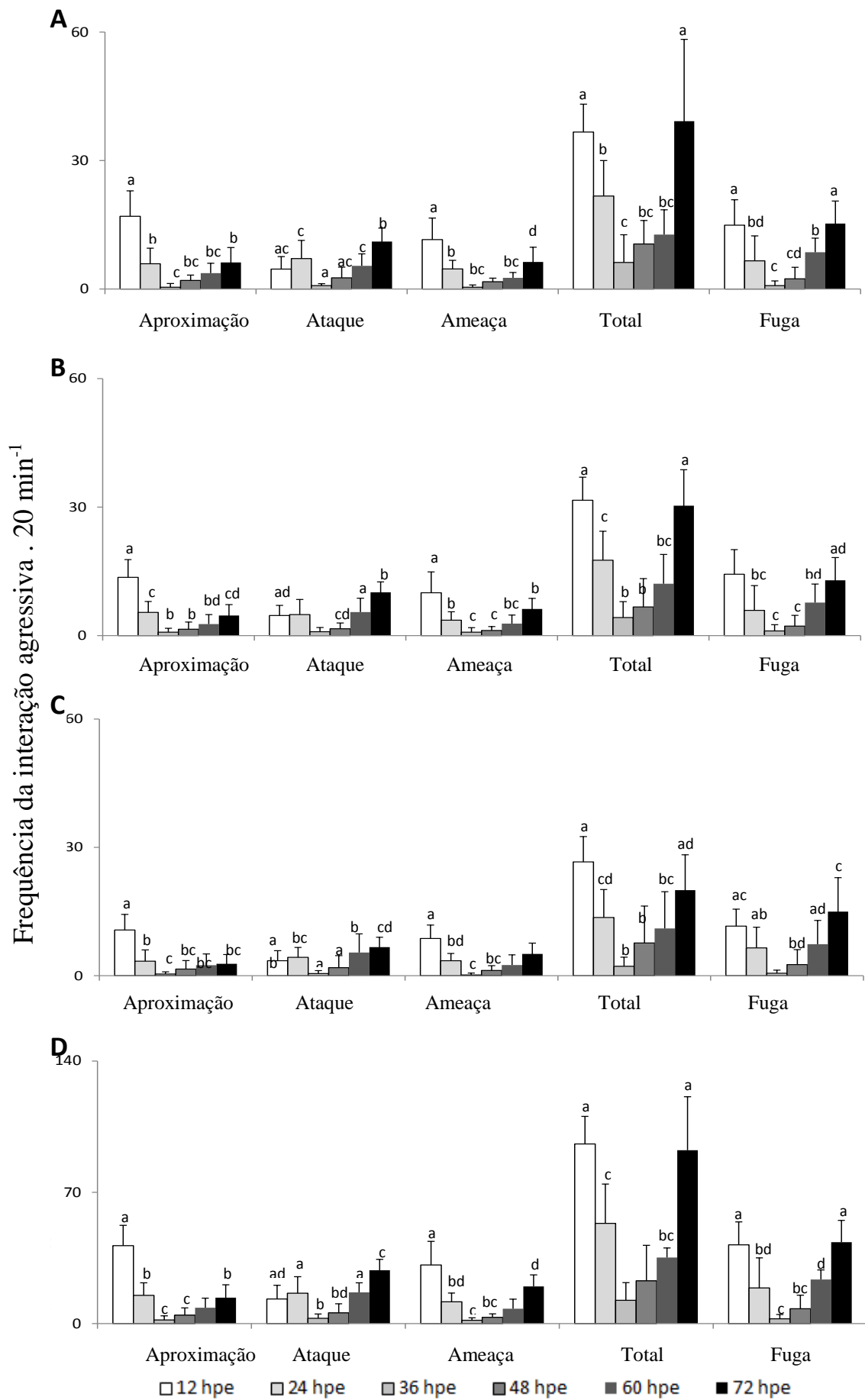


Figura 8. Média (\pm desvio padrão) da frequência da interação agressiva para o dominante (A), submisso I (B), submisso II (C) e o grupo (D) em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos ($p < 0,003$).

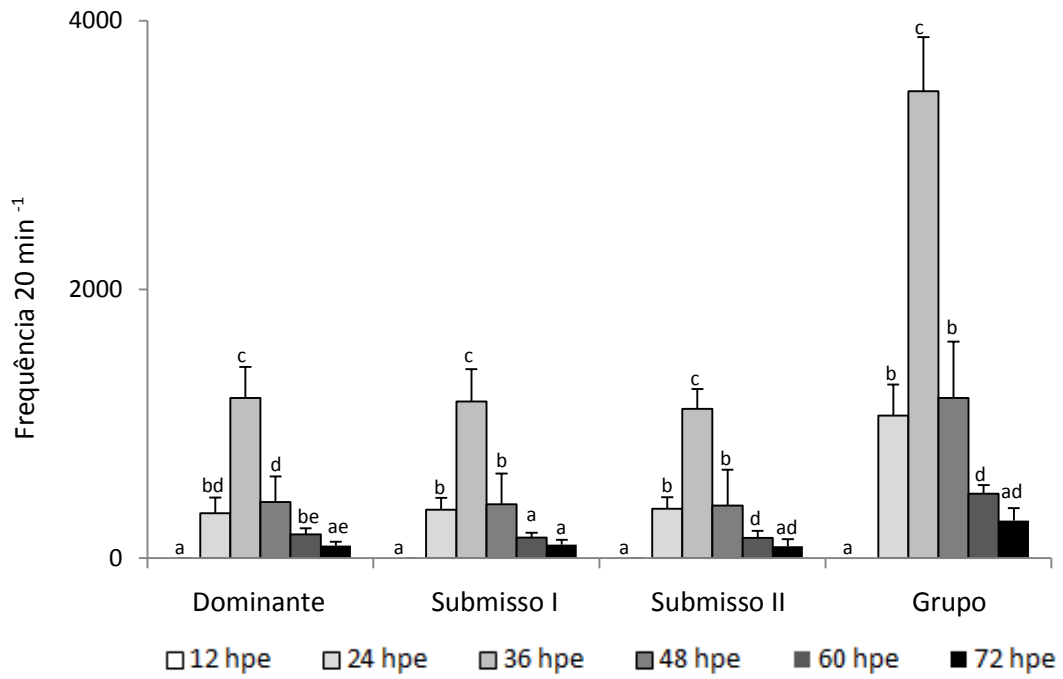


Figura 9. Média (\pm desvio padrão) da frequência da abertura bucal para o dominante, submisso I e submisso II em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos ($p < 0,000$).

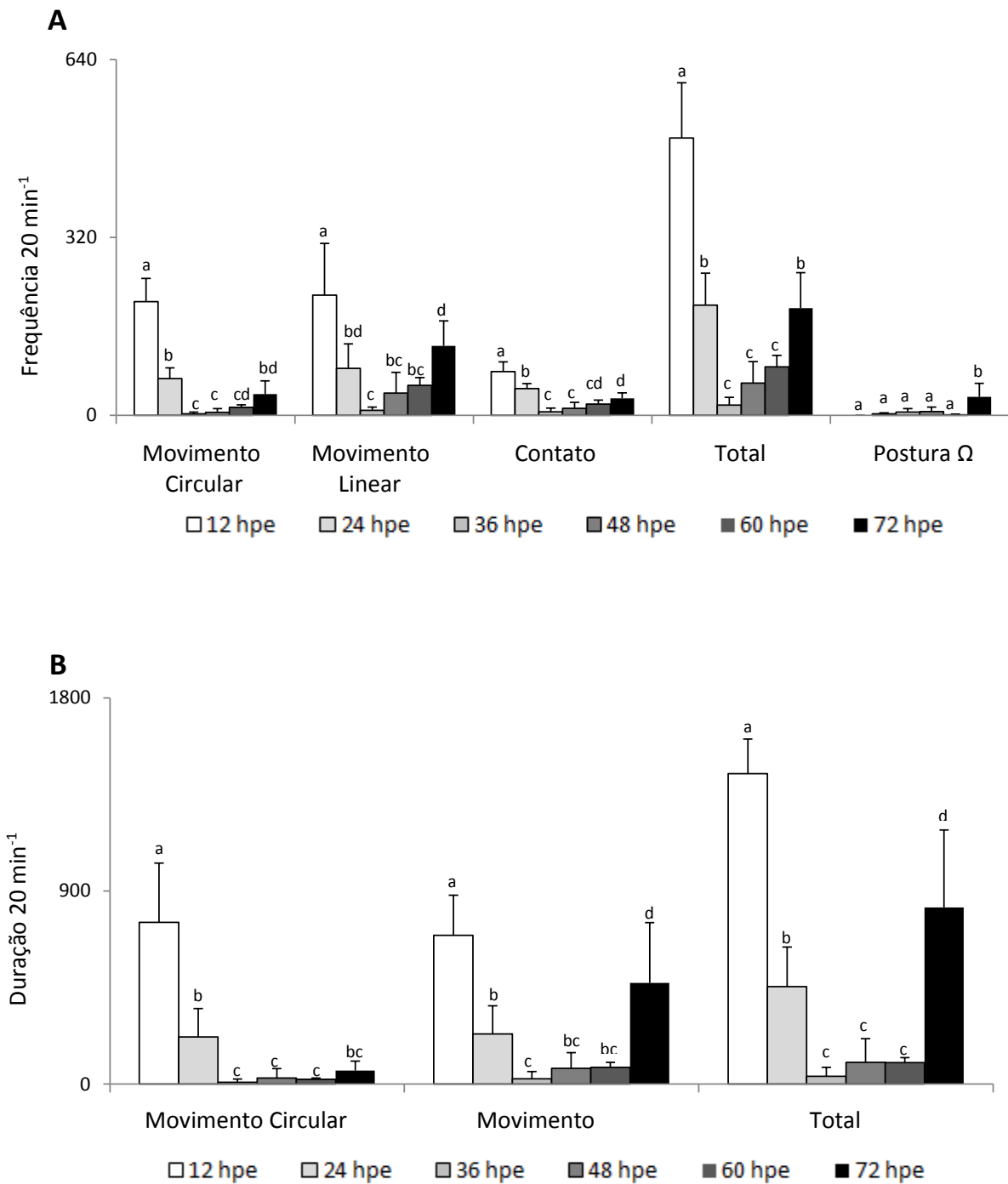


Figura 10. Média (\pm desvio padrão) da atividade motora: frequência (A) e duração (B) para o grupo em cada período de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos ($p < 0,003$).

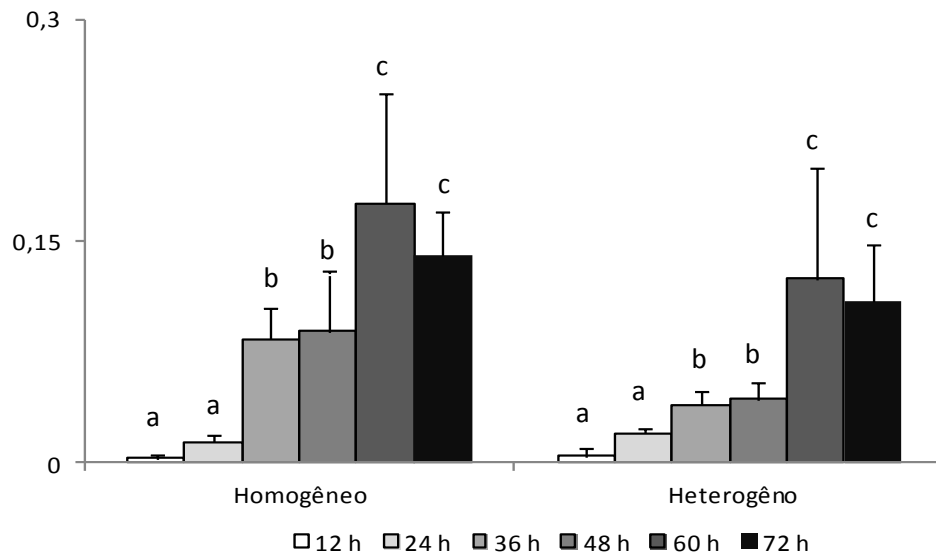


Figura 11. Média (\pm desvio padrão) da taxa de mortalidade dos tratamentos homogêneo e heterogêneo durante os períodos de observação (hpe). Letras diferentes indicam diferença estatística significativa entre os períodos ($p < 0,31$).

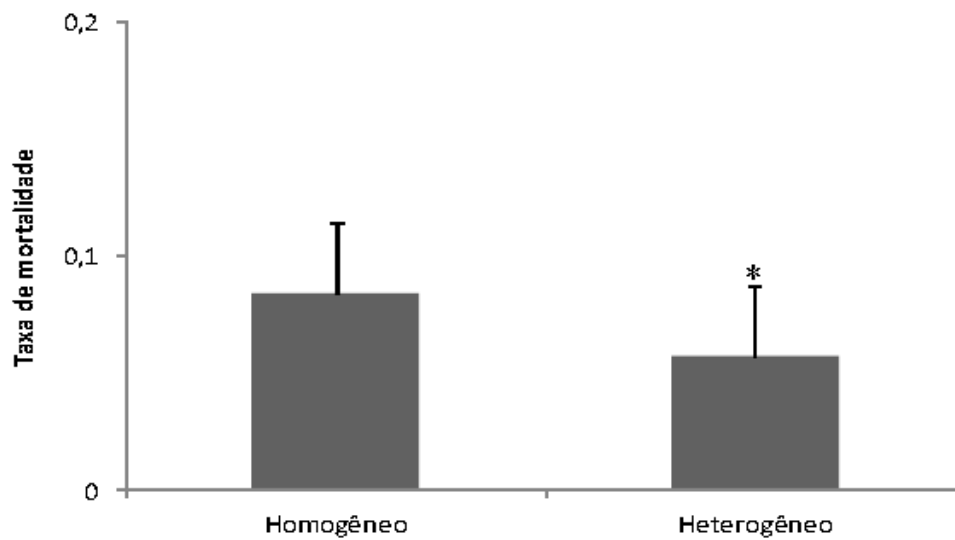


Figura 12. Média (\pm desvio padrão) da taxa de mortalidade total nos tratamentos homogêneo e heterogêneo. Asterisco indica diferença estatística ($p = 0,03$).

5. 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 é conhecido 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; Luz *et al.* 2000; Geffen 2002).

As unidades descritas no etograma do comportamento agressivo são semelhantes às observadas para larvas de outras espécies, 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 aconteceu neste trabalho, onde observou-se o início das interações agressivas às 12 hpe. O matrinxã começa a se alimentar no fim do primeiro dia de vida (Romagosa *et al.* 2001), porém, a interação agressiva é observada desde as 12 horas após a eclosão, período em que as larvas ainda apresentam grande quantidade de vitelo, o que indica que o canibalismo não é modulado pela alimentação, mas pode ser atribuído a outros fatores, tais como, variações genéticas e parâmetros físicos ambientais.

Nas 12 hpe também foi observado maior frequência de deslocamento e contato que nos outros períodos de observação, o que pode ser explicado pelo início do desenvolvimento corporal, grande quantidade de reserva do saco vitelínico, pouco controle da atividade natatória (natação vertical) e grande incapacidade de equilíbrio das larvas, conforme relatado por Lopes *et al.* (1995) e Sampaio (2010). Além disso, este resultado pode ser considerado como uma tática de dispersão para reduzir a predação na fase inicial, como descrito por Fuiman e Magurran (1994) para larvas de *Epinephelus*

septemfasciatus. Entretanto, não foi observada abertura bucal no período de 12 hpe, o que pode ser explicado pelo fato das larvas de matrinxã apresentarem o aprofundamento do epitélio que reveste a boca apenas às 18 hpe (Sampaio 2010).

A maior frequência da abertura bucal foi exibida 36 hpe, coincidindo com a fase de declínio da atividade motora, o que pode ser atribuído ao fato do animal estar direcionando maior energia para a movimentação constante da mandíbula. Essa alta frequência de abertura bucal contribui para o fortalecimento da mandíbula do animal, pois, de acordo com Herbing (2001), esse é um mecanismo importante no desenvolvimento esquelético e muscular das estruturas envolvidas no processo de captura do alimento. Além disso, Sampaio (2010) sugere que o intenso movimento mandibular precede o canibalismo, o que pode explicar o aumento da agressividade observada as 72 hpe na espécie em estudo.

Contrariando o que foi observado no primeiro e último tratamento experimental, os resultados evidenciam que a duração e a frequência da interação agressiva e da taxa de locomoção foram menores durante as 36 e 48 hpe, sugerindo que a menor atividade locomotora reduz a probabilidade de encontros entre os animais e, conseqüentemente, a interação social entre os membros do grupo. Após as 60 hpe, os animais apresentaram absorção parcial do saco vitelínico, bexiga natatória inflada e natação na horizontal, características que evidenciam o desenvolvimento do juvenil (Lopes *et al.* 1995) e sugerem maior controle da atividade natatória, o que pode justificar a maior taxa locomotora e o aumento no número de interações agonísticas observada às 72 hpe. Além disso, o aumento da locomoção está relacionado com a defesa de território em juvenis de *Epinephelus septemfasciatus* (Sabate *et al.* 2009). Dessa forma, sugere-se que a maior atividade motora observada às 72 hpe possa ter função semelhante, uma vez que o *B. amazonicus* também exibe comportamento territorial (Ferraz e Gomes 2009).

Os animais não exibiram postura Ω às 12 hpe, conforme descrito por Sabate *et al.* (2008) para *Paralichthys olivaceus* e *Verasper variegatus*. A exibição desse comportamento ocorreu a partir das 24 hpe, sendo sua maior frequência observada às 72 hpe. De acordo com Sakakura (2002), a maior frequência de postura Ω está associada ao aumento da agressividade em larvas de *Paralichthys olivaceus*. Assim, os resultados concordam com o referido autor, pois foi observada maior frequência de interação agressiva e de postura Ω às 72 hpe para cada animal e o grupo.

A maior agressividade no início do desenvolvimento larval (12 e 24 hpe) pode refletir no aumento da mortalidade a partir das 36 hpe, período em que Bernardino *et al.* (1993) e Lopes *et al.* (1995) também observaram as menores taxas de sobrevivência. Isso pode ser esperado, pois 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 alta mortalidade dos animais (Katavic *et al.* 1989; Huntingford *et al.* 2006). Já a partir das 60 hpe é evidenciado o aumento da taxa de mortalidade que pode estar relacionada com a maior frequência da interação agressiva e da locomoção exibida nesses períodos.

Houve diferença significativa entre as taxas de mortalidade do grupo heterogêneo em relação ao homogêneo. Este resultado contraria o esperado por Owstroski *et al.* (1996), que observaram que as taxas de canibalismo foram inversamente correlacionadas com as taxa de sobrevivência, e que quanto maior o predador, maior era sua eficiência, agravando o canibalismo. Embora não tenha influenciado na agressividade, a maior mortalidade observada no grupo homogêneo pode ser devido a maior competição por indivíduos do mesmo tamanho. De fato, Turnbull *et al.* (1998) evidenciam que em grupos formados por indivíduos de mesmo tamanho observa-se maior mortalidade em resposta ao gasto energético e injúrias físicas decorrentes das interações agressivas.

Este estudo permite relacionar a exibição do comportamento agressivo com a sobrevivência em grupos formados por animais de mesmo tamanho. Além disso, foi possível evidenciar que o crescimento heterogêneo reduz a mortalidade em larvas e juvenis de matrinxã (*B. amazonicus*). Os resultados também salientam a importância de conhecer o comportamento social desse pescado, a fim de propor estratégias que visem à redução do canibalismo, diminuam a taxa de mortalidade e contribuam para o aprimoramento da cadeia produtiva do *B. amazonicus*. Diante do exposto, 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.

6. AGRADECIMENTOS

À Prof^a Dr^a Marle Angélica Villacorta Corrêa por toda orientação, paciência e auxílio durante as coletas de dados do projeto. Aos técnicos do Centro de Aquicultura

da Fazenda Experimental da UFAM pela colaboração em durante a coleta de dados desta pesquisa. Ao Prof. Alexandre por ceder o espaço de trabalho utilizado no experimento II. À minha parceira de coletas, Ellen Cristina Monteiro, por me acompanhar e auxiliar em todas as etapas desta pesquisa.

7. 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.
- Baras, E., 1998. Bases biologiques du cannibalisme chez les poissons. *Cah. Ethol*, 18: 53-98.
- Baldisserotto, B., 2009. *Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura*. Editora da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.
- Bernardino, G.; Senhorini, J.A.; Fontes, N.A.; Bock, C.L.; Mendonça, J.O.J. 1993. Propagação artificial do matrinchã, *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 p.
- Fernandes, M.O.; Volpato, G.L. 1993. Heterogeneous growth in the Nile tilapia: social stress and carbohydrate metabolism. *Physiology and Behavior*, 54: 319-323.
- 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. In: Chambers, R.C.; Trippel, E.A. (Eds). *Early Life History and Recruitment in Fish Populations*. Chapman e Hall, London, p. 251-278.
- Fuiman L.A.; Magurran, A.E. 1994. Development of predator defenses in fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4: 145-183.
- Geffen, A.J. 2002. Length of herring larvae in relation to age and time of hatching. *Journal of fish biology*, 60: 479-485.
- Gonçalves-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.
- Gomes, L.C.; Urbinati, E.C. *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. Santa Maria, 2005, p. 149-174.
- Herbing, H.V. 2001. Development of feeding structures in larval fish with different life histories: winter flounder and Atlantic cod. *Journal of Fish Biology*, 59:767-782.
- 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, 103 p.
- Hseu, J.R.; Lu, F.I.; Su, H.M.; Wang, L.S.; Tsai, C.L.; Hwang, P.P. 2003. Effect of exonegeous tryptophan on canibalism survivor and geowth in juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. *Aquaculture*, 0-12.
- Huntingford, F.A.; Adams, C.; Braithwaite, V.A.; Kadri, S.; Pottinger, T.G.; Sandoe, P.; Turnbull, J.F.; 2006. Current issues in fish welfare. *Journal of Fish Biology*. 68: 332-372.
- 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

- Kestemont, P.; Jourdan S., Houbart M., Mélard C., Paspatis M., Fontaine P., Cuvier A., Kentouri M., Baras E. 2003. Size heterogeneity, cannibalism and competition in culture predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, 227: 333-356.
- 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 (T₃). *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.
- Luz, R.K.; Salaro, A.L.; Souto, E.F. et al. 2000. Avaliação de canibalismo e comportamento territorial de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*). *Acta Scientiarum*, 22: 465-469.
- 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.
- Marques, N.R.; Hayashi, C.; Furuya, W.M.; Soares, C.M. 2004. Influência da densidade de estocagem no cultivo de alevinos de matrinxã *Brycon cephalus* (Günther, 1869) em condições experimentais. *Biological Sciences*, 26: 55-59.
- 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 (T₃) 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, 135 p.

- Parazo, M.M.; 1991. An artificial diet for larval rabbit fish, *Siganus Guttatus* Bloch In: Silva, S. Ed. *Fish Nutrition research in Asia. Proceedings of the Fourth Asian Fish Nutrition Workshop*, v. 5. Manila, Philippines, p. 43 – 48.
- 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.; 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, 27: 113-121.
- Sabate, S.; 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. 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.
- Sacol-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. 1998 effects of density, starvation and size difference on aggressive behaviour in juvenile yellowtails (*Seriola quinqueradiata*). *Journal of Applied Ichthyology*, 14: 9-13.
- Sakakura, Y.; Tsukamoto, K. 2002. Onset and development of aggressive behavior in the early life stage of Japanese flounder. *Fisheries Science*, 68: 854-861.

- Sampaio, A.C.S. 2010. Desenvolvimento inicial e comportamento alimentar da matrinxã *Brycon amazonicus* (Gunther, 1869), em laboratório. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brazil.
- Santos Jr., S.; Ramos, S.M.; Ramos, R.O. 1996. Influência do tamanho inicial das larvas de pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) no crescimento e sobrevivência. *Relatório Técnico CEPTA*, 9: 1-10.
- 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.
- Senhorini, J.A.; Gaspar, L.A.; Fransozo, A. 2002. Crescimento, sobrevivência e preferência alimentar de larvas de matrinxã (*Brycon cephalus*) e de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) em viveiros. *Boletim Técnico do CEPTA*, 15: 9-21.
- Siegel, S.; Castellan Jr. N. *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. Artmed, Porto Alegre, 2006, 448 p.
- Sipaúba-Tavares, L.H. 1995. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. *Boletim Técnico da FUNEP*. 70p.
- Smith, C.; Reay, 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.
- Turnbull, J.F., Adams, C.E., Richards, R.H., Robertson, D.A., 1998. Attack site and resultant damage during aggressive encounters in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 159: 345-353.
- 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.

Volpato, G.L.; Frioli, P.M.A.; Carrieri, M.P. 1989. Heterogeneous growth in fishes: some new data in the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and a general view about the causal mechanism. *Boletim de Fisiologia Animal*, 13: 7-22.

Volpato, G.L.; Fernandes, M.O. 1994. Social control of growth in fish. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 27: 797-810.

Zar, J.1999. Biostatistical Analyses. Printice Hall, New Jersey.