

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

A interferência da luminosidade na agressividade e hierarquia social do ciclídeo amazônico, *Laetacara fulvipinnis* Staeck & Schindler, 2007

Bolsista: Carolina Gomes Sarmiento, CNPq

MANAUS
2013

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

RELATÓRIO PARCIAL

PIB-B/0019/2012

A interferência da luminosidade na agressividade e hierarquia social do ciclídeo amazônico, *Laetacara fulvipinnis* Staeck & Schindler, 2007

Bolsista: Carolina Gomes Sarmiento, CNPq

Orientadora: Prof^a Dr^a Thaís Billalba Carvalho

MANAUS
2013

Sumário

1. Resumo.....	4
2. Introdução.....	5
3. Objetivos.....	7
4. Material e Métodos.....	7
4.1 Aclimatação e Manutenção dos Animais.....	7
4.2 Experimento I.....	8
4.3 Experimento II.....	10
4.4 Nota Ética	12
5. Resultados.....	12
5.1 Experimento I.....	12
5.2 Experimento II.....	16
6. Discussão.....	23
6.1 Experimento I.....	23
6.2 Experimento II.....	25
7. Referências.....	26

1. Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da luminosidade sobre a agressividade e a hierarquia de dominância em *Laetacara fulvipinnis*. **Experimento I:** descrição do etograma do comportamento agressivo e da dinâmica da interação social. Juvenis foram isolados por 72 horas e pareados por 60 minutos (n=6). Foram observadas oito unidades: ameaça, ataque, confronto frontal, exibição frontal, exibição paralela, fuga, ondulação de repulsão e perseguição. Quatro padrões de coloração corporal foram descritos e relacionados ao contexto social. **Experimento II:** testar dois níveis de intensidade luminosa em grupos formados por quatro juvenis: menor ($80,33 \pm 18,21lx$) e maior ($1.377,06 \pm 670,47lx$) (n=4/cada). A maior luminosidade reduziu a latência para os confrontos, aumentou a frequência do total de ataques, fuga e ameaça e desestabilizou a hierarquia social. Isso indica que a luminosidade aumenta a agressividade e interfere na estabilidade hierárquica, podendo desencadear uma situação potencialmente estressora e, conseqüentemente, prejudicar o estado de bem estar dos animais.

Palavras-chave: comportamento agressivo, intensidade luminosa, organização social, peixes.

2. Introdução

Os estímulos ambientais são cruciais na modulação do ciclo de vida dos animais e, dessa forma, as modificações inerentes ao ambiente podem afetar o comportamento (Wingfield 2003; Adamo e Parsons 2

006). De fato, alterações no ambiente aquático, provocadas por ação antrópicas no ambiente natural ou artificial, causam mudanças em fatores físicos que podem afetar o comportamento e a fisiologia dos peixes (ex. Sloman *et al.* 2001; Sneddon *et al.* 2006; Carvalho *et al.* 2012). Segundo Helfman (1993), a luminosidade é uma condição ambiental essencial para a sobrevivência dos peixes. A luz também é o principal fator responsável pelo controle do ritmo biológico dos animais (Volpato e Trajano 2006; Zhdanova e Reebbs 2006).

Aumentos extremos de luminosidade, por exemplo, podem reduzir a agressividade em peixes (Sakakura e Tsukamoto 1997; Castro e Caballero 2004; Carvalho *et al.* 2012). De acordo com Olla *et al.* (1978), em um ambiente que exige grande demanda energética com ajustes fisiológicos (como em uma condição de luminosidade extrema) a redução da interação agressiva seria uma resposta adaptativa, pois minimizaria os gastos de energia. De fato, Sneddon e Yerbury (2004) sugerem que a diminuição da agressividade em *Gasterosteus aculeatus* é uma estratégia para reduzir o gasto de energia ocasionado pela mudança metabólica resultante de uma alteração ambiental. Castro e Caballero (2004) consideram a redução da agressividade em alta luminosidade um mecanismo para reduzir a conspicuidade do animal no ambiente. Por outro lado, o aumento da luminosidade abaixo de níveis extremos pode aumentar a agressividade em algumas espécies de peixes (Valdimarsson e Metcalfe 2001; Almazán-Rueda *et al.* 2004; Carvalho *et al.* 2012), o que pode aumentar o desafio entre os oponentes, gerando instabilidade social.

Os vários efeitos da luminosidade sobre o comportamento agressivo podem interferir na hierarquia de dominância em peixes, pois, como na maioria dos animais, o estabelecimento dessa organização social ocorre por meio de interações agressivas intraespecíficas (Ridley 1995). A dominância é um tipo de hierarquia social caracterizada pela definição, dentro do grupo, do dominante e submisso, sendo que o dominante possui prioridade de acesso a recursos limitados, como alimento, parceiros para acasalamento, abrigo e território (Ridley 1995). De acordo com Lehner (1996), a formação e a estabilidade hierárquica são influenciadas por diversos fatores, podendo variar dependendo da espécie e das condições as quais os animais são submetidos.

Vários fatores modulam a hierarquia de dominância em peixes, particularmente aqueles que afetam diretamente a motivação agressiva. A interação agressiva varia entre espécies e pode estar associada a mudanças rápidas no padrão de coloração corporal, uma característica comum dos ciclídeos que pode evidenciar sinalizações em diferentes contextos sociais e ambientais (Beeching

1995; Kodric-Brown 1998). Baerends (1986) sugere que essas variações nos padrões de coloração provavelmente evoluíram servindo de proteção contra predadores ou como forma de intimidação. Assim, a comunicação através de mudanças nos padrões de coloração ocorre em resposta a estímulos externos, podendo sinalizar diferentes contextos (ex. posição social) e reduzir as interações agressivas intraespecíficas, meio de estabilização da organização social (Ridley 1995). De acordo com Johnsson (1997), o nível de agressividade no grupo pode ser reduzido após o estabelecimento da hierarquia. Portanto, a descrição dessas interações relacionadas com as alterações na coloração é importante, pois serve de base para realização de trabalhos futuros, considerando que muitas espécies de peixes têm um repertório diversificado de respostas durante os encontros agonísticos (Turner 1994). No entanto, estudos relacionando a coloração do corpo, as condições ambientais (abióticas) e a hierarquia de dominância são incipientes.

A luz muito intensa e prolongada pode tornar a hierarquia de dominância mais instável, já que pode aumentar a agressividade dos indivíduos. De fato, Sloman *et al.* (2002) mostraram que uma modificação ambiental (aumento do fluxo de água) gera instabilidade hierárquica que, conseqüentemente, diminui a vantagem fisiológica do dominante nessa condição. Assim, espera-se que a exposição à maior luminosidade aumente as interações sociais e reduza a estabilidade hierárquica no ciclídeo amazônico, *Laetacara fulvipinnis*.

Uma espécie da família Cichlidae foi escolhida, por apresentar organização social baseada na hierarquia de dominância e territorialidade (Baerends e Baerends-Van Roon 1950), característica ideal para testar a hipótese proposta. Além disso, o gênero *Laetacara* possui representantes entre as espécies de ciclídeos ornamentais mais coletadas na região Amazônica (IBAMA 2008). Apesar da grande importância comercial, estudos relacionando o efeito de fatores abióticos sobre o comportamento em espécies ornamentais são escassos. Dessa forma, um maior conhecimento etológico das espécies amazônicas, poderá auxiliar no aprimoramento da cadeia produtiva de peixes ornamentais, contribuindo para o desenvolvimento de técnicas de manutenção em cativeiro.

3. Objetivos

2.1 Geral

Avaliar o efeito da luminosidade sobre o comportamento agonístico e a hierarquia de dominância em *Laetacara fulvipinnis*.

2.2 Específicos

- Descrever o comportamento agonístico de *L. fulvipinnis* e a dinâmica da interação social.
- Testar se a maior intensidade luminosa aumenta a frequência de interações agressivas em *L. fulvipinnis*.
- Avaliar se diferentes níveis de luminosidade (intensidade luminosa) interferem na estabilidade da hierarquia de dominância em *L. fulvipinnis*.

4. Material e Métodos

4.1 Aclimação e Manutenção dos Animais

Exemplares de *Laetacara fulvipinnis* (**Figura 1**) foram coletados em corpos d' água próximos ao município de Barcelos-AM, onde a intensidade luminosa é de aproximadamente $235 \pm 6,22$ lx (**Figura 2**). Essas medidas foram mensuradas em ambiente semelhante ao descrito por Staeck e Schindler (2007). Após isso, os espécimes foram aclimatados e mantidos no laboratório de Fisiologia (UFAM) em caixa de polietileno de 310 L (1 animal/5L; **Figura 3**). Durante esse período, a temperatura foi mantida em média $28 \pm 0,57$ °C, a intensidade luminosa em $182 \pm 10,3$ lx e o fotoperíodo em 12L:12D (07:00h às 19:00h). Filtros biológicos permitiram a manutenção da qualidade da água em níveis adequados e os animais foram alimentados com uma ração comercial (32% de proteína) oferecida até a saciação duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde).



Figura 1. *Laetacara fulvipinnis* Staeck & Schindler, 2007.



Figura 2. Ambiente natural de *Laetacara fulvipinnis*: (A) Ambiente natural conforme descrito em Staeck & Schindler (2007) e (B) Ambiente semelhante utilizado para a medição da intensidade luminosa, localizado na estrada da Praia Dourada, Tarumã, Manaus/AM.



Figura 3. Tanque de aclimatação e manutenção dos animais.

4.2 Experimento I

Delineamento Experimental

Foi avaliada a latência para definição da hierarquia de dominância e a variação do padrão de coloração em relação às posições sociais em *Laetacara fulvipinnis*. Para isso, dois indivíduos foram mantidos sob condição de isolamento por 72 horas e, em seguida, pareados em um aquário neutro por 60 minutos, período suficiente para o estabelecimento da hierarquia de dominância (observação pessoal).

Para o isolamento e o pareamento foram utilizados aquários de 50 X 40 X 16 cm (~ 32L) revestidos externamente por plástico azul opaco nas paredes laterais e traseira para evitar o contato visual com animais de outros aquários (**Figura 4**). A cor azul foi utilizada, pois reduz o estresse em outra espécie de ciclídeo (Volpato e Barreto 2001). A intensidade luminosa foi de $228 \pm 38,61x$, obtida a partir da iluminação convencional do laboratório.

Antes do isolamento os animais foram anestesiados por imersão em eugenol ($64\mu\text{L/L}$) para a realização das medidas biométricas (**Figura 5**). Considerando que o tamanho é um fator que interfere no perfil agonístico (Beeching 1992), a dupla foi formada por indivíduos de comprimento padrão ($5,66 \pm 0,30$ cm) e peso corporal semelhantes ($7,87 \pm 0,92$ g). A identificação foi feita a partir de pequenos cortes na nadadeira caudal, conforme utilizado por Carvalho e Gonçalves-de-Freitas (2008).



Figura 4. Aquário utilizado para o isolamento e o pareamento dos animais.



Figura 5. Realização da biometria (comprimento padrão).

Interação agonística

O registro da interação agonística foi iniciado imediatamente após o pareamento dos peixes e utilizado para descrição do etograma do comportamento agressivo. O tempo para a definição da hierarquia social foi determinado, de acordo com Falter (1983), a partir do momento em que um dos animais (submisso) deixa de atacar e começa a fugir do outro indivíduo (dominante). O padrão de coloração dos animais foi associado à dinâmica da interação agressiva e às posições de dominância e submissão, sendo descritos com base na intensidade das manchas e barras expostas durante a dinâmica da interação agressiva e após a definição de hierarquia.

4.3 Experimento II

Delineamento Experimental

Foi avaliado o perfil agonístico e a estabilidade hierárquica de grupos submetidos a diferentes níveis de intensidade luminosa para testar o efeito da luminosidade na estrutura social de *L. fulvipinnis*. Para isso, quatro indivíduos foram agrupados por 15 dias (**Figura 6**). Nesse período, a interação agonística e a estabilidade hierárquica foram analisadas para cada indivíduo em cada tratamento experimental. Antes do agrupamento, no sétimo dia e no final do experimento os animais foram anestesiados por imersão em eugenol (64µL/L) para a realização das medidas biométricas (**Figura 5**).



Figura 6. Grupo de quatro indivíduos em tratamento de maior intensidade luminosa.

Foram comparados dois níveis de intensidade luminosa: menor- $80,33 \pm 18,21$ lx e maior- $1.377,06 \pm 670,47$ lx, com quatro repetições cada. A média da intensidade luminosa em cada condição experimental foi obtida a partir de 15 pontos amostrados no aquário. A maior intensidade de luz foi emitida por duas lâmpadas fluorescentes de 7 W fixadas a 7,5 cm da superfície da água do aquário. A menor intensidade foi obtida a partir da iluminação convencional do laboratório. A intensidade luminosa foi mensurada com o auxílio de um luxímetro digital portátil para averiguação da constância de luz emitida pelas lâmpadas.

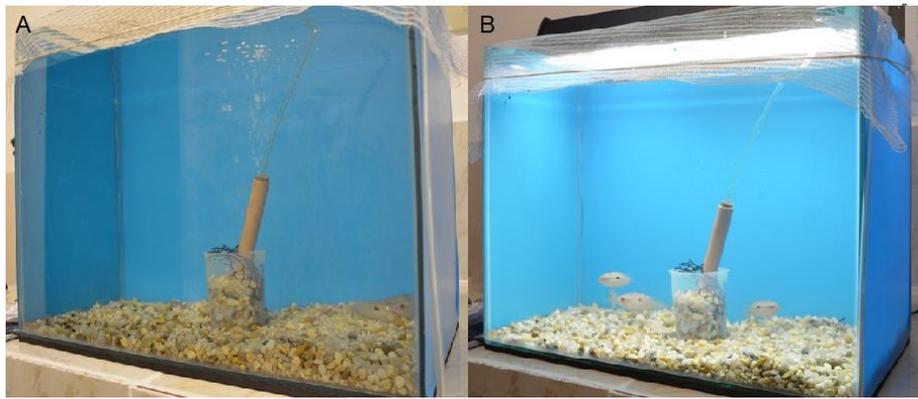


Figura 7. Condição experimental: (A) Menor Intensidade e (B) Maior Intensidade.

Como o tamanho é um fator que interfere no perfil agonístico (Beeching 1992), os grupos foram formados por indivíduos de comprimento padrão e peso semelhantes. Os animais em cada grupo foram identificados por diferentes cortes na nadadeira caudal e agrupados em aquários de 50X40X30 cm (60 L). Os aquários foram revestidos externamente por plástico azul opaco nas porções laterais e traseira para evitar contato visual com animais de aquários vizinhos no laboratório, estando apenas a porção frontal livre para as realização das filmagens. A cor azul é utilizada porque reduz o estresse em outra espécie de ciclídeo, *Oreochromis niloticus* (Volpato e Barreto 2001).

A qualidade da água foi mantida por meio de filtro biológico, aeração constante e controle de pH, amônia e nitrito. A temperatura da água foi controlada para 28 °C e a alimentação dos animais consistiu de ração para peixes tropicais na proporção de 2% da biomassa oferecida 2 horas antes do término do período de luz.

Crescimento

O crescimento dos animais foi avaliado pela taxa de crescimento específico (TCE), que é a taxa instantânea de crescimento obtida de uma unidade de peso em um período de tempo definido (Wootton 1998).

$TCE = [\ln Pf - \ln Pi / \Delta t] \cdot 100$, onde: Pi= peso inicial do animal; Pf= peso final do animal; $\Delta t= 15$ dias.

Interação Agonística

O comportamento agonístico foi registrado a cada 48 horas, totalizando oito filmagens para cada grupo com duração de 10 minutos cada. A quantificação das interações foi realizada com base no etograma descrito no Experimento I e expressa pela frequência das unidades comportamentais emitidas por cada animal do grupo.

Hierarquia social

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 em relação ao total de ataques emitidos pelo grupo (Gonçalves-de-Freitas *et al.* 2008; Boscolo *et al.* 2011). A estabilidade hierárquica em cada grupo foi avaliada pela correlação (Spearman) entre o ID do primeiro e oitavo dias. A hierarquia foi considerada estável quando r de Spearman foi igual ou maior que 0,7, como realizado por Oliveira e Almada (1996) para *Oreochromis mossambicus*.

Análise de Dados

Foi analisada a existência de valores discrepantes (outliers) retirados dos dados brutos e substituídos pelas medianas. Em seguida, os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e à homogeneidade da variância pelo teste F max (Zar 1999). Os parâmetros biométricos (comprimento padrão e peso corporal) e a frequência das interações agressivas foram comparados entre os tratamentos e os períodos de observação por Análise de Variância de duas vias. Quando necessário as análises foram completadas pelo teste de Tukey para comparações múltiplas. A taxa de crescimento específico e a frequência dos itens agressivos durante todo o período de agrupamento foram comparadas pelo teste t independente. Foi considerado $\alpha \leq 0,05$ para significância estatística. Todas as análises são baseadas em Zar (1999) e Siegel e Castellan (2006).

4.4 Nota Ética

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

5. Resultados

Experimento I

Foi descrito um etograma contendo oito itens agonísticos (**Figura 8**). A latência para o confronto foi de 652 ± 709 segundos e a hierarquia de dominância foi estabelecida em 195 ± 175 segundos. A dinâmica da interação agonística foi caracterizada por exibição de ameaças e de confrontos de alta intensidade por ambos os indivíduos. Após definição de hierarquia social, os itens agonísticos que envolvem maior gasto energético e contato físico (ameaças, ataques e perseguição) foram emitidos pelo animal dominante e a fuga por parte do submisso. Além disso, foram observados quatro padrões de coloração corporal em *Laetacara fulvipinnis* (**Figura 9**).

Etograma da interação agonística em *Laetacara fulvipinnis*

AMEAÇA: um peixe nada em direção ao outro e abre a boca, sem encostar-se ao corpo do oponente. A ameaça pode ocorrer de forma lateral, perpendicular e frontal.

ATAQUE: um peixe se aproxima do outro com a boca aberta, e encosta a boca em seu oponente. O ataque pode ocorrer na parte lateral mediana do corpo, ventre, dorso, nadadeiras ou cabeça do peixe.

CONFRONTO FRONTAL: Dois peixes empurram-se com as mandíbulas justapostas, realizando movimentos rápidos, e muitas vezes produzindo ondulação do corpo, podendo acontecer de forma breve ou prolongada (mais de um minuto).

EXIBIÇÃO FRONTAL: dois peixes posicionam-se frente a frente com suas bocas abertas, mas sem contato físico.

EXIBIÇÃO PARALELA: dois peixes nadam e se posicionam paralelamente um ao outro com a boca aberta. Esse comportamento normalmente é seguido de ataque de um dos indivíduos.

FUGA: um peixe que está sendo perseguido ou atacado afasta-se rapidamente.

ONDULAÇÃO DE REPULSÃO: Após ser agredido, o peixe produz movimentos onde ondula o corpo intensamente, até que o peixe oponente se afaste (repulsão do oponente).

PERSEGUIÇÃO: um peixe nada em direção ao oponente, percorrendo a mesma trajetória.

Padrão de Coloração em *Laetacara fulvipinnis*

PADRÃO I: corpo pálido, ocelo evidente, mancha dorsal levemente aparente, olhos apresentam íris clara e pupila escura. E nadadeira dorsal eriçada.

PADRÃO II: listra lateral evidente até o ocelo, mancha dorsal, região dorsal levemente escurecida, olhos apresentam íris e pupila escurecidas. E nadadeira dorsal levemente abaixada.

PADRÃO III: listra lateral evidente por toda região corporal, mancha dorsal, olhos apresentam íris e pupila escurecidas, nadadeira dorsal levemente abaixada. Pode apresentar faixa escurecida acima dos olhos e mancha ao redor.

PADRÃO IV: listra lateral evidente até o ocelo, mancha dorsal levemente aparente, olhos apresentam íris levemente escurecida e pupila escura. A nadadeira dorsal se mantém eriçada.

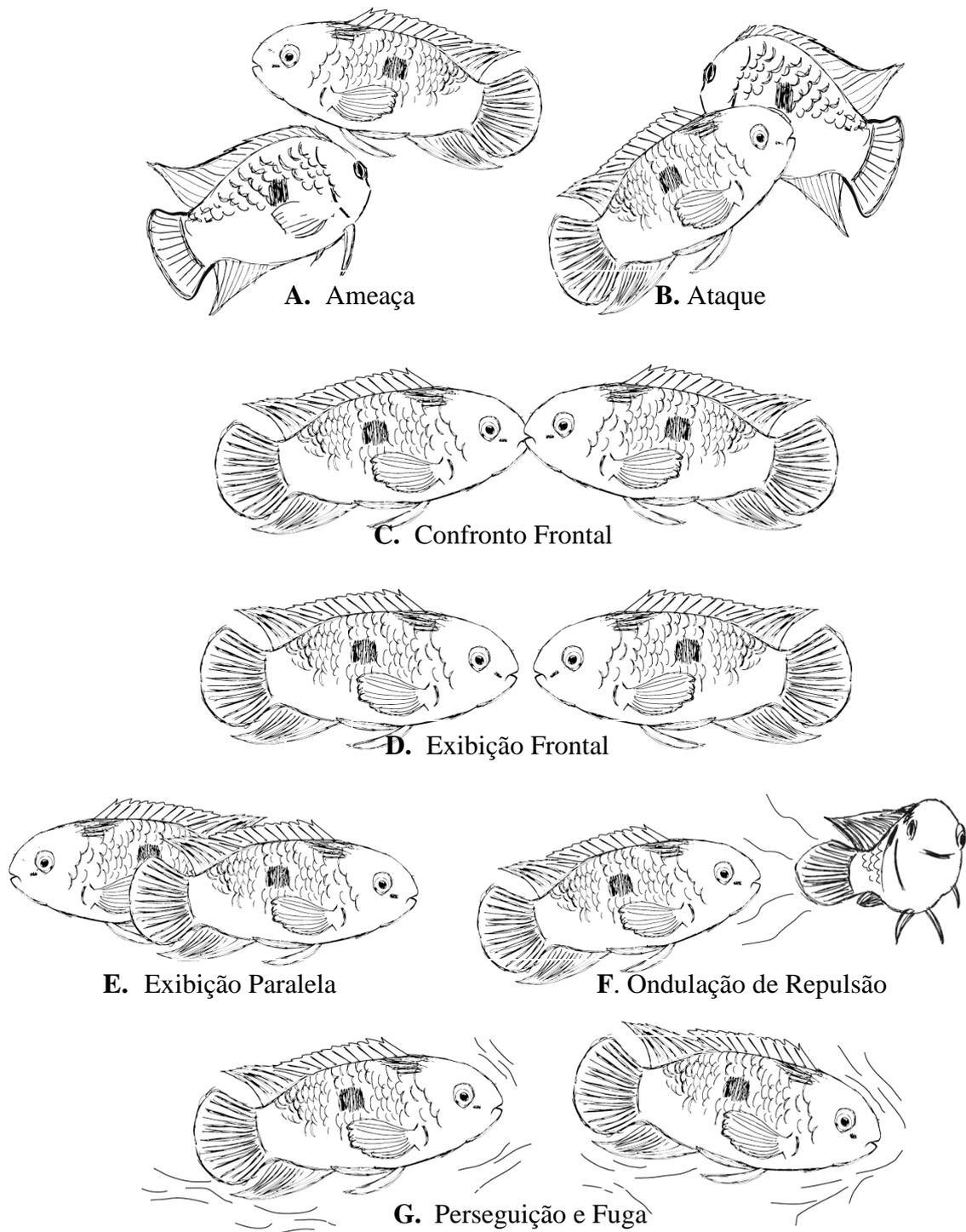


Figura 8. Ilustração das unidades comportamentais da interação agonística em *Laetacara fulvipinnis*.

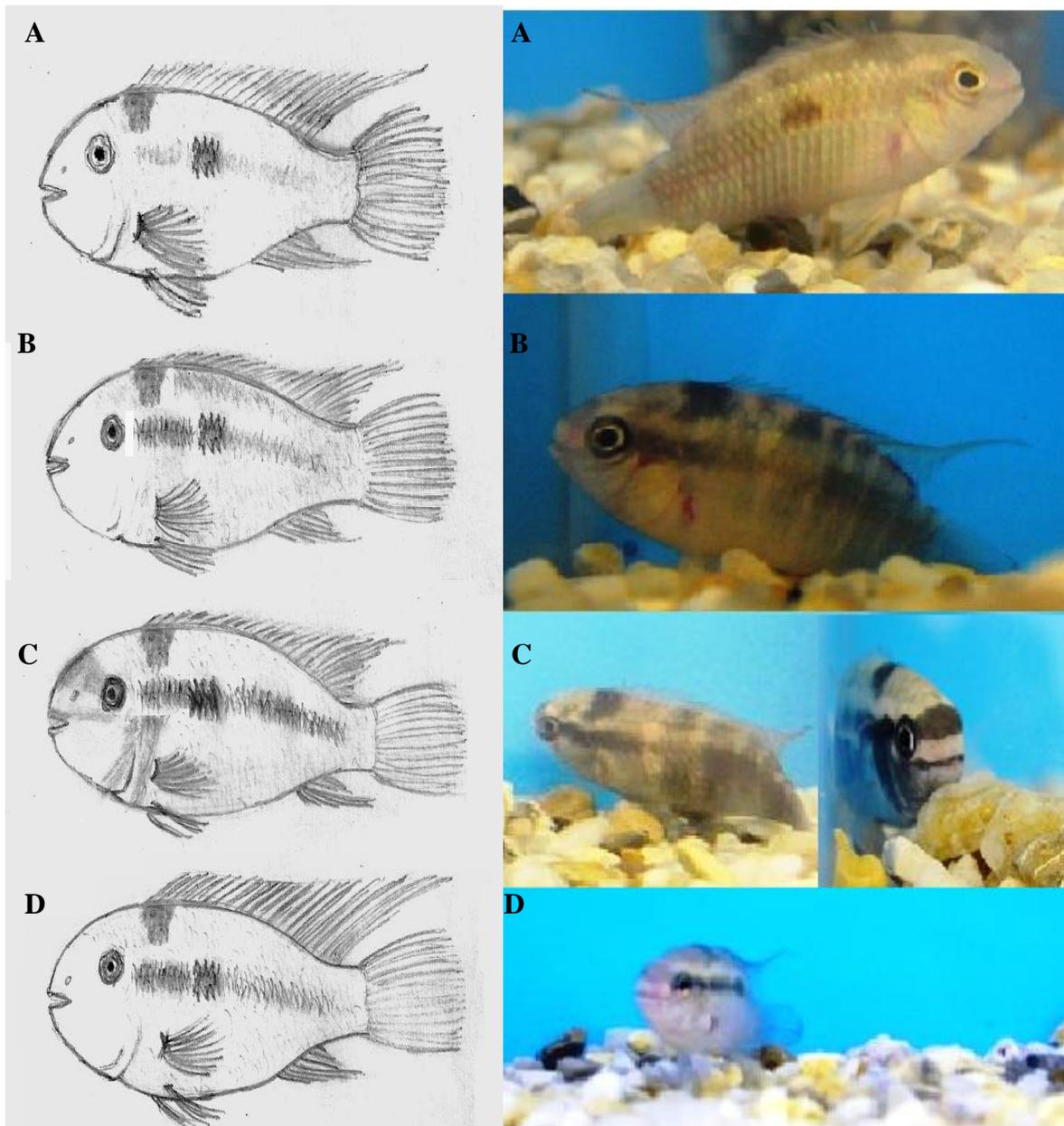


Figura 9. Ilustração e imagem real dos padrões de coloração corporal observados em *Laetacara fulvipinnis* (Padrão I (A); Padrão II (B); Padrão III (C); Padrão IV (D)).

Os padrões de coloração observados estão diretamente relacionados com as posições sociais e comportamento exibido pela dupla. O padrão I é característico durante interações agressivas escalonadas, onde ambos indivíduos investem em ameaças e ataques. Porém, pode ser exibido pelo peixe submisso após definição de hierarquia, com a nadadeira dorsal levemente abaixada, enquanto foge ou em repouso ao nível d'água formando um ângulo de 45° e permanecendo imóvel aos ataques e ameaças recebidas. No entanto, o animal submisso pode também apresentar o padrão II, exibido após definição da hierarquia e em condição de fuga. Além disso, o padrão III pode ser exibido quando o indivíduo repousa na porção inferior do aquário. Já o animal dominante pode apresentar o padrão IV enquanto investe em ameaças e ataques. Quando o submisso apresentar

padrão II ou III em condição de fuga ou repouso respectivamente, o dominante pode exibir o padrão I durante a emissão de ataques.

O padrão de coloração I foi o mais comum para *Laetacara fulvipinnis* (**Figura 10**) observado principalmente durante interação agressiva escalonada (100%, n=6), mas pode ser observado durante emissão de ataques após definição de hierarquia (16,66%), fuga (83,33%) e repouso (16,66%). O segundo padrão mais comum foi o IV, sendo exibido durante emissão de ataques por parte do dominante em todas as réplicas realizadas. O padrão III foi observado em quatro das seis réplicas enquanto os animais se mantinham em repouso (66,66%, n=4). Já o padrão II foi observado para condição de fuga (16,66, n=1).

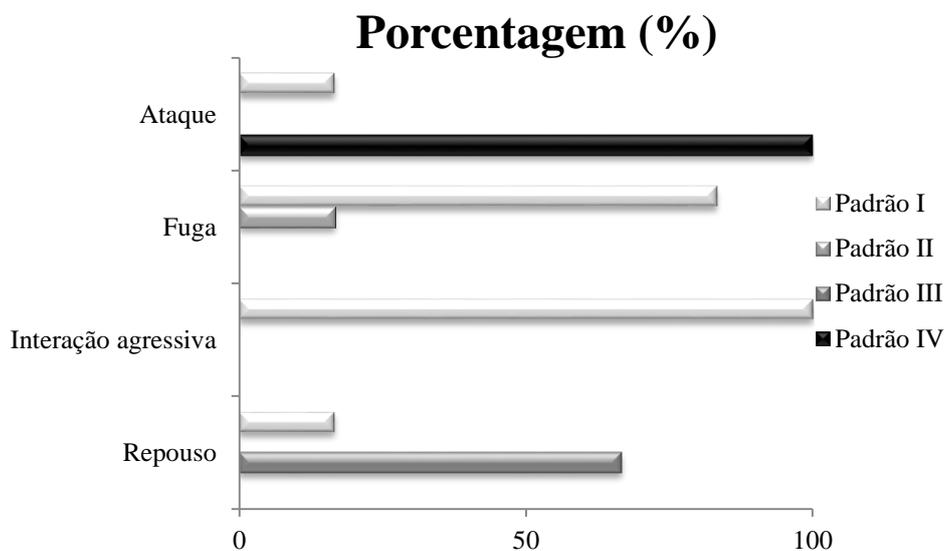


Figura 10. Padrões de coloração corporal (%) exibidos pelos animais em condição de pareamento (n=6).

Experimento II

Não houve aumento significativo no comprimento padrão e no peso corporal ao longo do agrupamento e entre os tratamentos experimentais (ANOVA, $F < 1,04$; $p > 0,35$; **Figura 11**). Além disso, não houve diferença na taxa de crescimento específico entre a maior e a menor intensidade luminosa (teste t independente, $t = 0,84$; $p = 0,43$; **Figura 12**).

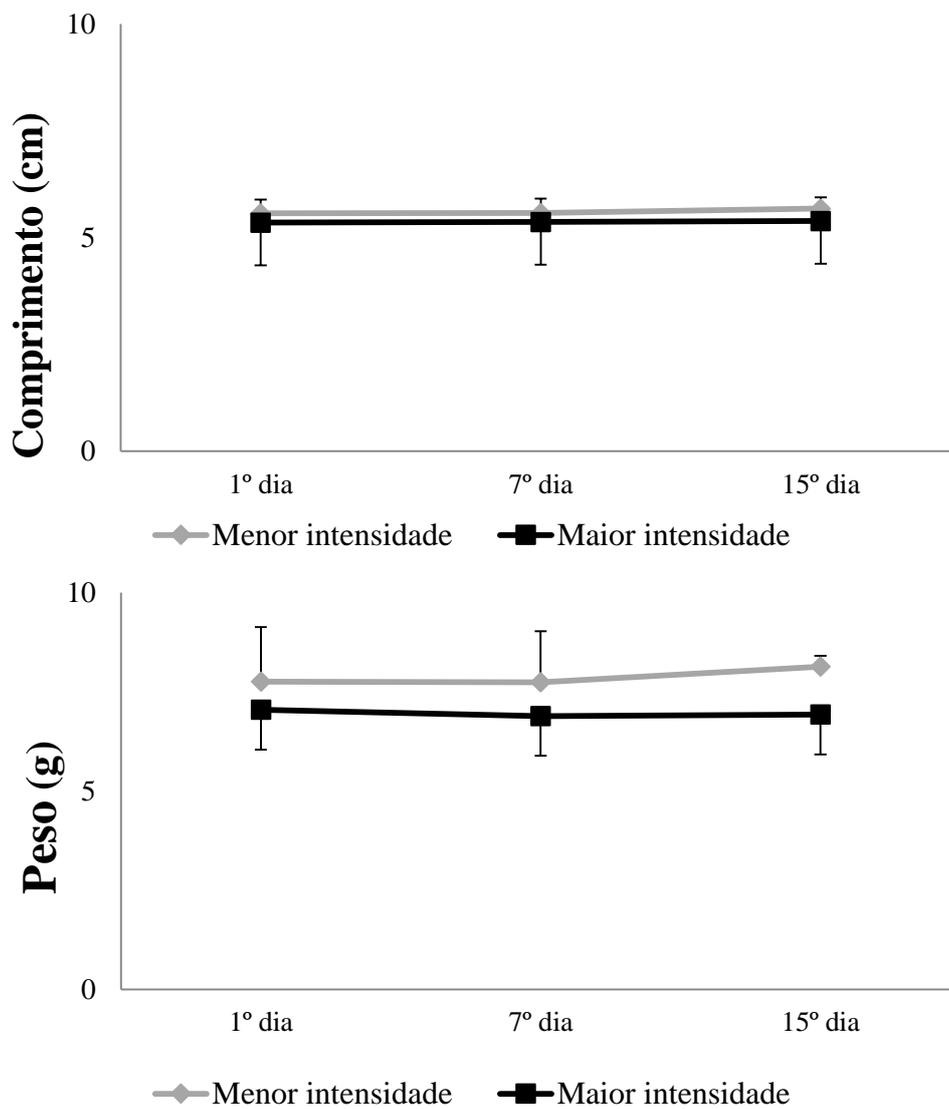


Figura 11. Média (\pm desvio padrão) do comprimento padrão (ANOVA, $F= 1,04$; $p= 0,35$) e peso corporal (ANOVA, $F= 0,83$; $p= 0,43$) na menor e maior intensidade luminosa.

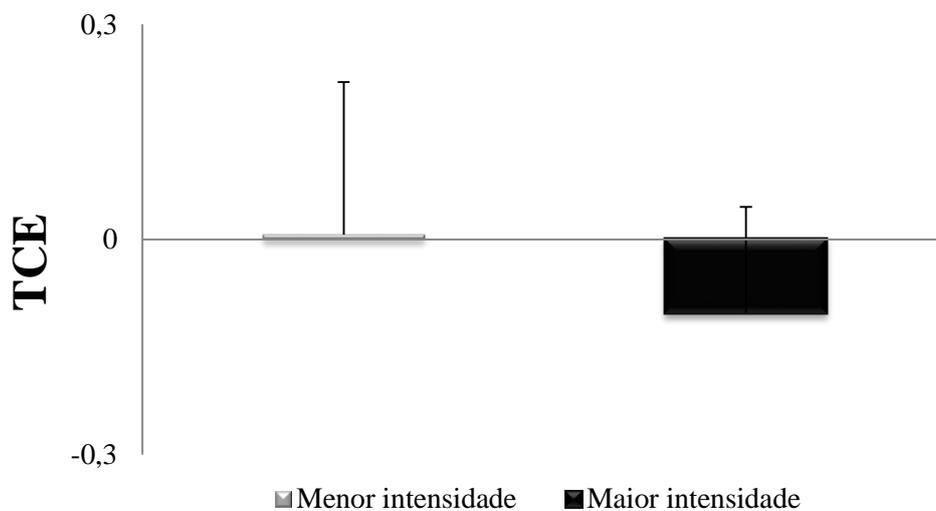


Figura 12. Média (\pm desvio padrão) da taxa de crescimento específico (teste t independente, $t= 0,84$; $p= 0,43$) na menor e maior intensidade luminosa.

A latência para confrontos foi menor no tratamento de maior intensidade luminosa (**Figura 13**; teste t independente, $t = 14,0$; $p = 0,000008$). Considerando o período total de agrupamento, observou-se efeito da luminosidade sobre o comportamento agonístico (**Figuras 14 e 15**). A maior intensidade luminosa diminuiu a frequência de confronto frontal (teste t independente, $t = 2,61$; $p = 0,04$) e aumentou o total de ataques (teste t independente, $t = -2,37$; $p = 0,05$) e a fuga (teste t independente, $t = -2,37$; $p = 0,03$). O dominante exibiu menor frequência de confronto frontal na maior intensidade luminosa (teste t independente, $t = 3,0$; $p = 0,02$). Já o submisso 3 apresentou maior frequência de ameaça e fuga (teste t independente, $t > -2,5$; $p < 0,04$; **Figura 15**). Para o submisso 1 e submisso 2 não houve diferença entre a frequência de interações agonísticas exibidas nos dois tratamentos (teste t independente, $t = -2,30$; $p > 0,06$).

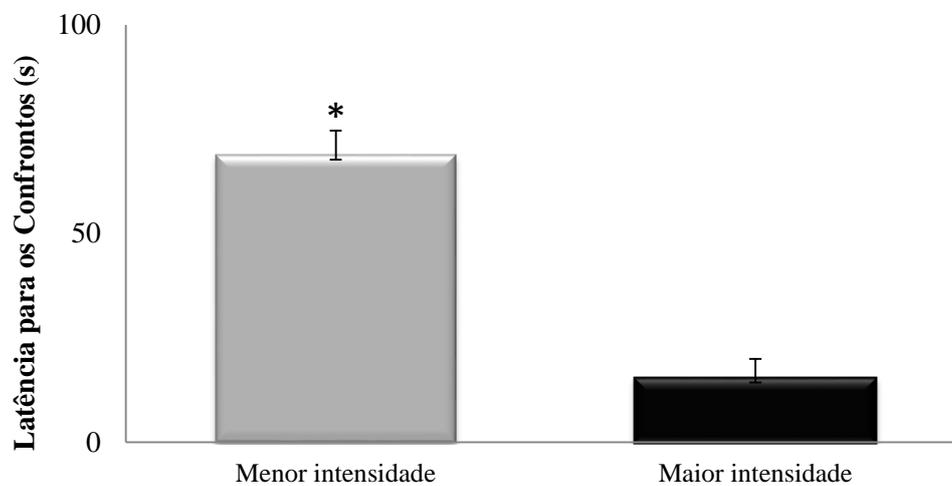


Figura 13. Média (\pm desvio padrão) da latência para os confrontos na menor e maior intensidade luminosa. Asterisco indica diferença significativa (teste t independente, $p = 0,000008$).

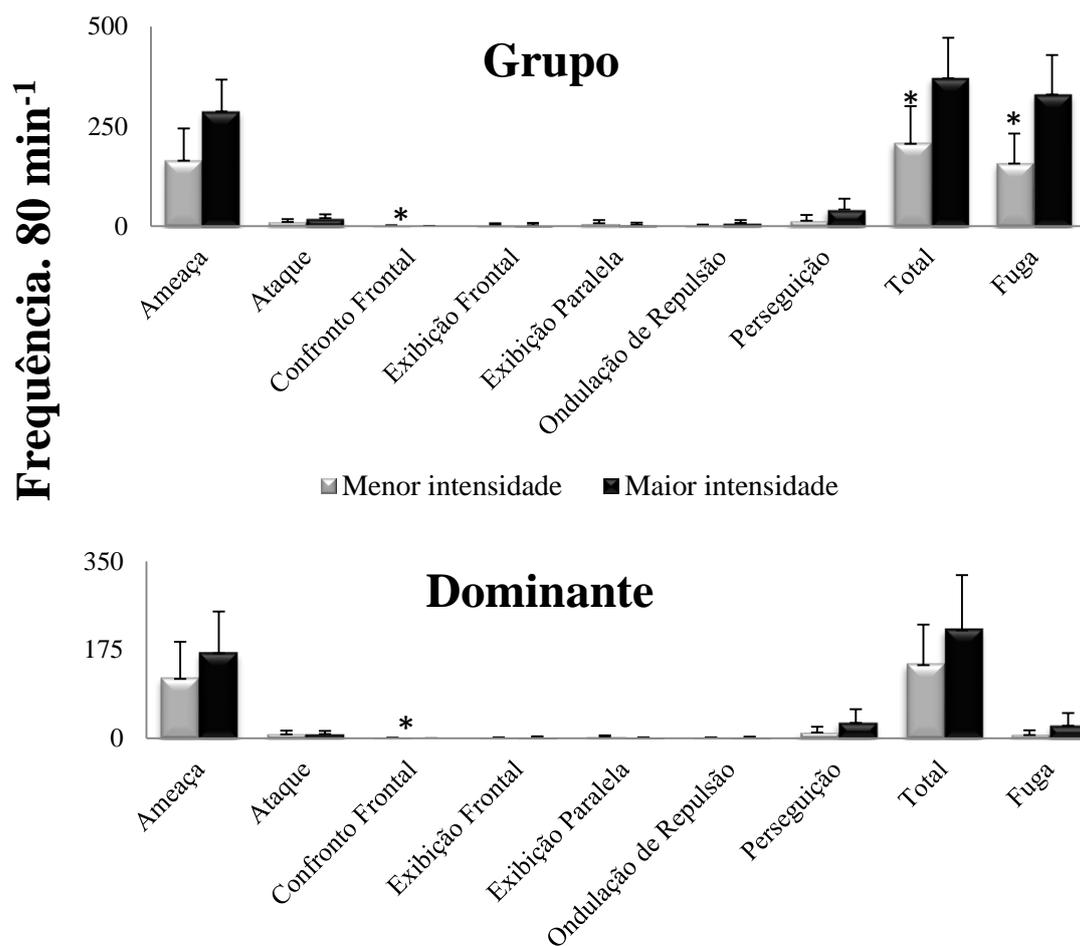


Figura 14. Média (\pm desvio padrão) da frequência da interação agonística para o grupo e dominante na menor e maior intensidade luminosa. Asterisco indica diferença significativa (teste t independente, $t = -2,37$; $p < 0,05$).

Não houve interação entre o período de observação (filmagem) e o tratamento de menor e maior intensidade luminosa ($80,33 \pm 18,21$ lx e $1377,06 \pm 670,47$ lx). No entanto, foi encontrado efeito dos tratamentos (**Figura 16**), onde a maior intensidade luminosa aumentou a frequência do total de ataques no grupo e na fuga para submisso 3 (ANOVA, $F > 5,71$; $p < 0,05$). Quanto ao período de observação, foi encontrado efeito apenas na fuga do submisso 1 (ANOVA, $F = 2,57$; $p = 0,02$; **Figura 17**). Houve um aumento de fuga da primeira a quarta filmagem, redução da quarta para a sexta seguida de posterior aumento da sexta para a oitava filmagem (Tukey, $p < 0,02$). Para os demais itens comportamentais não houve diferença significativa (ANOVA, $F = 5,19$; $p > 0,06$).

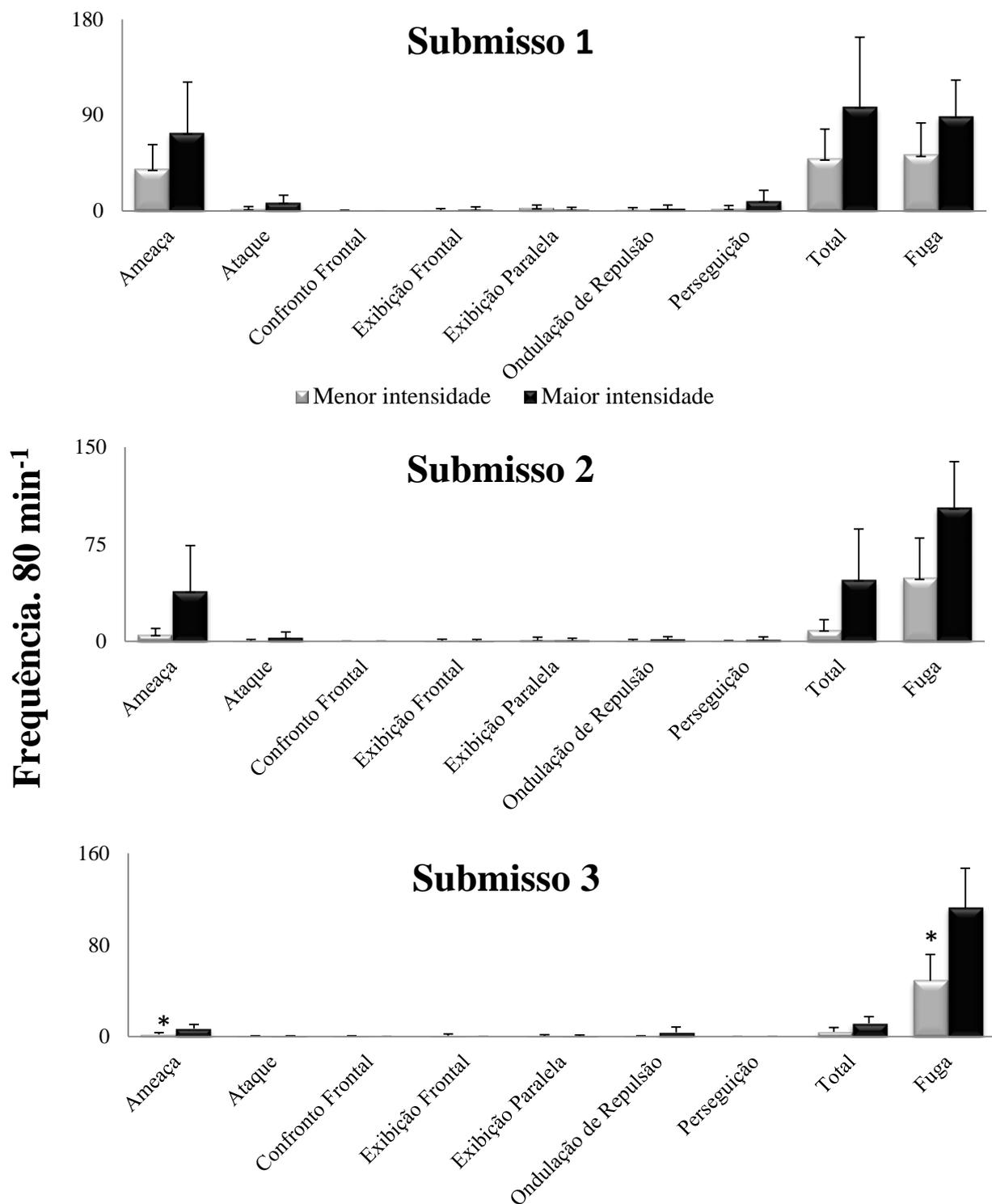


Figura 15. Média (\pm desvio padrão) da frequência da interação agonística para o grupo, dominante, submisso 1, submisso 2 e o submisso 3 na menor e maior intensidade luminosa. Asterisco indica diferença significativa (teste t independente, $t = -2,5$; $p < 0,04$).

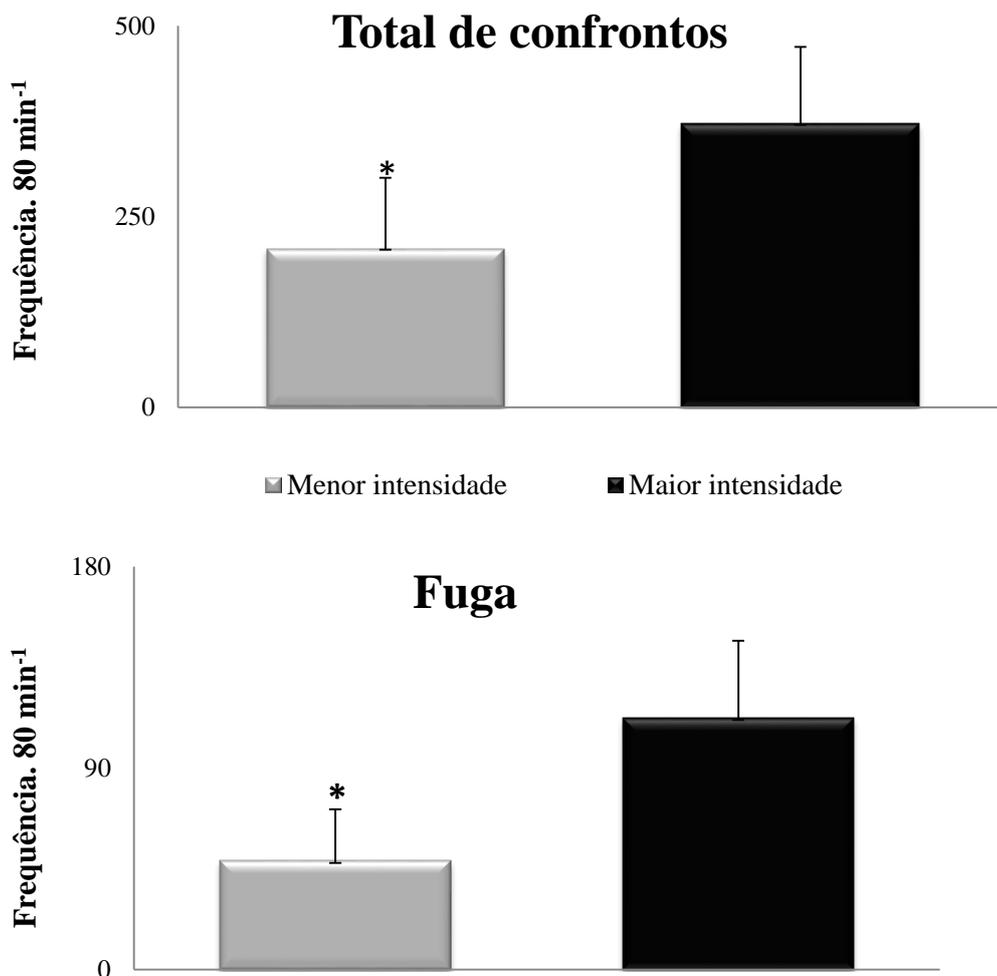


Figura 16. Média (\pm desvio padrão) da frequência unidades comportamentais entre a menor e maior intensidade luminosa: total de confrontos para o grupo e fuga para o submisso 3. Asterisco indica diferença significativa (ANOVA, $F= 5,71$; $p< 0,05$).

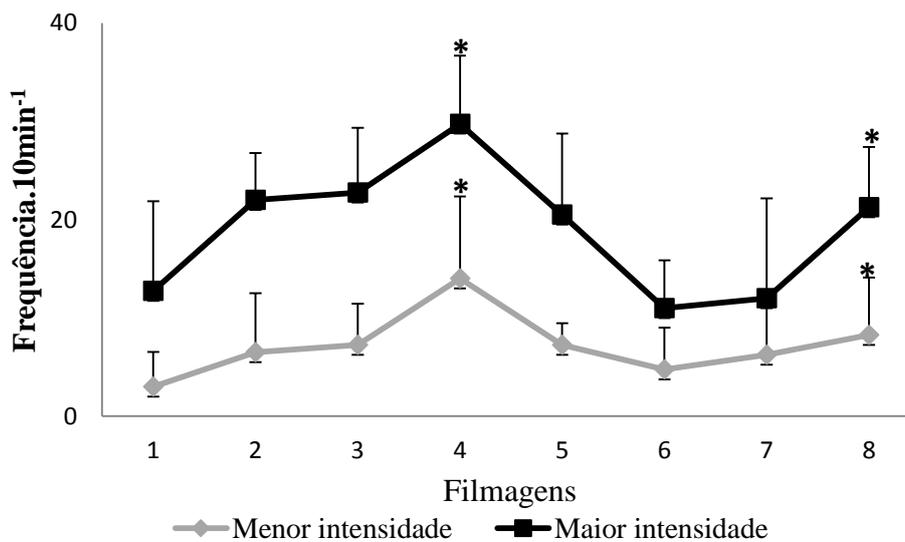


Figura 17. Média (\pm desvio padrão) da frequência de fuga para o submisso 1 entre os períodos de observação e em cada tratamento experimental. Asterisco indica diferença significativa entre os períodos de observação (Tukey, $p< 0,02$).

Não houve interação na correlação do índice de dominância entre os períodos de observação e os tratamentos de menor e maior intensidade luminosa (ANOVA, $F= 0,75$; $p= 0,60$; **Figura 18**). Considerando somente os tratamentos, observou-se o r de Spearman foi maior na menor intensidade luminosa (ANOVA, $F= 27, 0$; $p=0,002$; **Figura 19**).

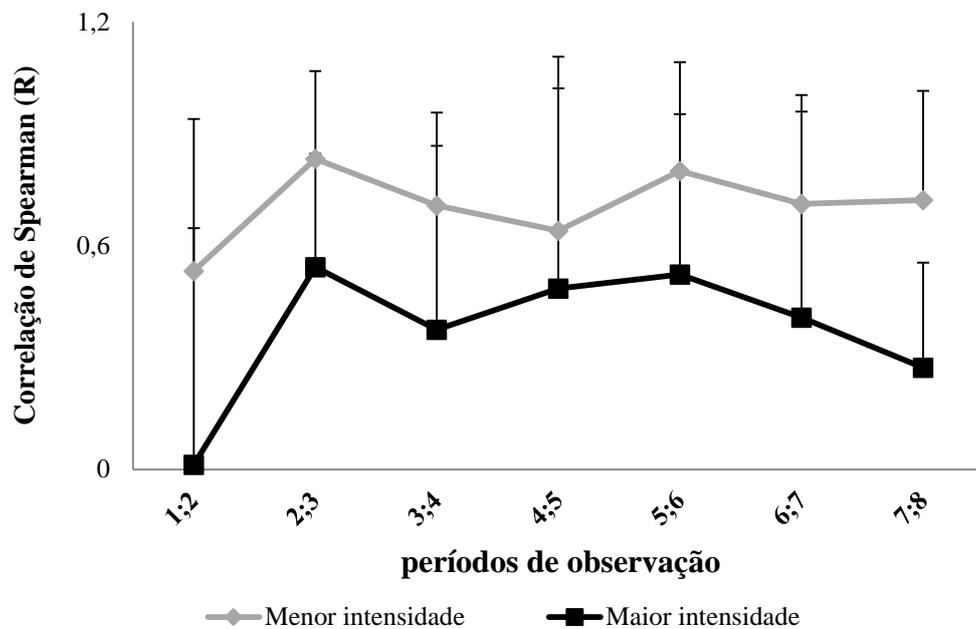


Figura 18. Média (\pm desvio padrão) da correlação de Spearman entre os períodos de observação e em cada tratamento (ANOVA, $F= 0,75$; $p= 0,60$).

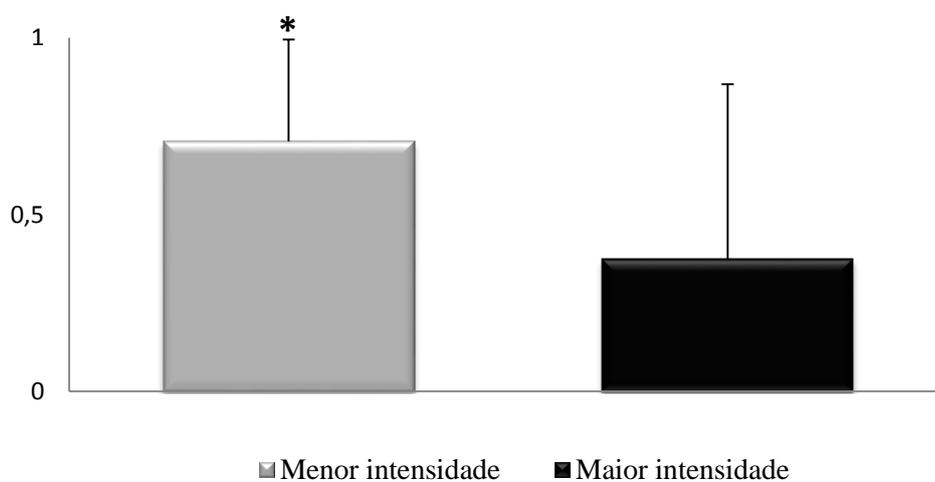


Figura 19. Média (\pm desvio padrão) da correlação de Spearman (r) entre tratamentos em todos os períodos de observação. Asterisco indica diferença significativa (ANOVA, $F= 27,0$; $p= 0,002$).

6. Discussão

Experimento I

De modo geral, as unidades comportamentais observadas e descritas seguem o padrão de itens agonísticos para outros ciclídeos (ex: Baerends e Baerends Van-Roon, 1950). Considerando a descrição para várias espécies como *Astronotus ocellatus* (Beeching 1997; Garcia 2003), *Cichlasoma paranaense* (Manzotti *et al.* 2009), *Geophagus proximus* (Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2003), *Oreochromis mossambicus* (Turner 1986), *Oreochromis niloticus* (Alvarenga e Volpato 1995; Carvalho *et al.* 2012), *Pterophyllum scalare* (Chellapa *et al.* 1999; Yamamoto *et al.* 1999; Carvalho *et al.* 2012) e *Sarotherodon niloticus* (Falter 1983). De fato, os itens agonísticos observados foram semelhantes aos exibidos por *Laetacara araguaiaie*, conforme descrição feita por Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2011). Este resultado pode ser evidenciado de modo comparativo (**Tabela 1**), no entanto, nota-se a necessidade de uma padronização da nomenclatura utilizada nas unidades comportamentais.

Tabela 1. Tabela das unidades comportamentais agressivas descritas para espécies de ciclídeos.

Unidade Comportamental	Espécie	Referência	Nome Similar	
Ameaça	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Ameaça, Ameaça Lateral.	
	<i>Laetacara araguaiaie</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2011)	Ameaça Lateral	
	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Manzotti <i>et al.</i> (2009)	Ameaça Lateral	
	<i>Astronotus ocellatus</i>	Beeching (1997)	Mordida na cauda	
	<i>Pterophyllum scalare</i>	Chellapa <i>et al.</i> (1999)	Ataque	
	<i>Sarotherodon niloticus</i>	Falter (1983)	Ataque Frontal; Ataque Lateral	
Ataque	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Manzotti <i>et al.</i> (2009)	Ataque Lateral; Perpendicular	
	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Ataque Medial; Ataque Lateral	
	<i>Laetacara araguaiaie</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2011)	Ataque Medial; Ataque Lateral	
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Alvarenga e Volpato (1995)	Luta com a boca	
	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Manzotti <i>et al.</i> (2009)	Confronto Frontal	
	Confronto Frontal	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Confronto Frontal Breve
				Confronto Frontal Prolongado
Exibição Frontal	<i>Laetacara araguaiaie</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2011)	Combate com a Boca	
	<i>Astronotus ocellatus</i>	Beeching (1997)	Exibição Frontal	
			Exibição Frontal	

	<i>Pterophyllum scalare</i>	Chellapa <i>et al.</i> (1999)	Exibição
	<i>Sarotherodon niloticus</i>	Falter (1983)	Ameaça Frontal Simultânea
	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Manzotti <i>et al.</i> (2009)	Ameaça Frontal Simultânea
	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Exibição Frontal
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Turner (1986)	
Exibição Paralela	<i>Astronotus ocellatus</i>	Beeching (1997)	Exibição Lateral
	<i>Sarotherodon niloticus</i>	Falter (1983)	Exibição
Fuga	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Fuga
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Turner (1996)	Fuga
Ondulação de Repulsão	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Ondulação de Repulsão
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Alvarenga e Volpato (1995)	Perseguição
	<i>Cichlasoma paranaense</i>	Manzotti <i>et al.</i> (2009)	Perseguição
Perseguição	<i>Geophagus proximus</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2003)	Perseguição
	<i>Laetacara araguaiaie</i>	Teresa e Gonçalves-de-Freitas (2011)	Perseguição
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Turner (1986)	Perseguição

Considerando a dinâmica da interação, observou-se alta exibição de itens agonísticos por ambos os animais no início do pareamento, o que pode ser atribuído à semelhança de peso e tamanho entre a dupla. De fato, quanto maior a semelhança entre os oponentes mais intensos são os confrontos e maior o tempo para estabelecimento da hierarquia (Beeching 1992). Após o estabelecimento hierárquico tem-se a modulação das unidades comportamentais que estão diretamente relacionadas com os padrões de coloração e a sinalização social. Observou-se também que os peixes apresentaram variação na coloração corporal conforme a posição social assumida pelos animais e o contexto agonístico, relação descrita para outras espécies de ciclídeos como *Apistogramma hippolytae* (Rodrigues *et al.* 2009) e *Geophagus proximus* (Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2003). De fato, uma característica comum dos ciclídeos é a mudança rápida no padrão de coloração que é modulada pela posição superficial dos cromatóforos que produzem marcas características de cada contexto social (Baerends e Baerends Van-Roon 1950).

As manchas e barras observadas em *L. fulvipinnis* seguem o padrão observado para outras espécies de ciclídeos (ex: Baerends e Baerends Van-Roon 1950; Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2003; Rodrigues *et al.* 2009). Considerando a descrição para *Apistogramma hippolytae* (Rodrigues *et al.* 2009), ressalta-se que o padrão III exibido pelo animal submisso é semelhante à coloração denominada ‘faixa spot’, sendo descrito para condição de repouso. Portanto, essa sinalização pode indicar submissão a fim de evitar ataques emitidos pelo dominante. De fato, foi observado que

quando o animal apresenta essa coloração o oponente passa a nadar pelo aquário reduzindo a emissão de ataques.

Experimento II

A maior luminosidade não afeta os parâmetros biométricos dos animais, mas estimula a exibição do comportamento agressivo em *L. fulvipinnis*. A latência para os confrontos foi maior no tratamento de menor intensidade, indicando que esse fator abiótico modula a motivação agressiva dos animais.

O aumento no comportamento agonístico pode ser decorrente da variação na liberação de melatonina, hormônio liberado em maior quantidade em baixa intensidade luminosa (Ekström & Meissl 1997; Bayarri *et al.* 2002), onde junto com seus precursores (ex: L-triptofano e serotonina), reduz a agressividade em peixes (Munro 1986; Winberg *et al.* 2001; Hoglund *et al.* 2005). Isso indica que a maior luminosidade utilizada não atingiu o nível crítico para a espécie, pois nessa condição atuaria como uma situação de extremo gasto energético (ex. Sakakura e Tsukamoto 1997; Castro e Caballero 2004; Carvalho *et al.* 2012) e, portanto, poderia reduzir a exibição da interação agressiva.

Além da influência dos tratamentos na interação agressiva, houve um efeito do tempo de agrupamento sobre a frequência de fuga exibida pelo submisso 1. Foi observado aumento desta unidade comportamental, seguido de redução a partir da metade do período de observação e posterior aumento no final do agrupamento. De acordo com Huntingford e Turner (1987), a interação agressiva é mais intensa em condições onde a estrutura social ainda não estava definida. Assim, esperava-se uma maior agressividade na primeira filmagem, que corresponde ao período onde ainda não foi observado o estabelecimento da hierarquia de dominância. Logo, foi constatada uma maior frequência de fuga nos primeiros sete dias, acompanhada de redução no período intermediário de agrupamento.

A correlação do índice de dominância (ID) entre os períodos de observação nos tratamentos de menor e maior intensidade luminosa mostrou que não houve efeito do tempo de agrupamento sobre a estabilidade hierárquica. No entanto, a hierarquia social foi instável nos grupos submetidos a maior intensidade luminosa, pois, segundo Oliveira e Almada (1996), a hierarquia é considerada estável quando r de Spearman for igual ou maior que 0,7.

Considerando que o estabelecimento da hierarquia é um importante redutor da agressividade dentro do grupo (Johnsson 1997), pode-se concluir que a maior intensidade luminosa é prejudicial para os animais. Além disso, Segundo Zayan (1991), a instabilidade social é um estressor psicológico, podendo afetar o bem-estar dos animais.

Os resultados encontrados neste estudo reforçam que alterações ambientais geram instabilidade social (ex. Hofmann *et al.* 1999; Sloman *et al.* 2001; Sloman *et al.* 2002; Sneddon e Yerbury 2004; Fischer e Ohl 2005; Sneddon *et al.* 2006) e, conseqüentemente, interferem na fisiologia e no comportamento dos peixes.

Diante do exposto, conclui-se que a menor intensidade luminosa ($80,33 \pm 18,21$ lx) é mais adequada para manutenção dos juvenis de *Laetacara fulvipinnis*, pois nesta condição ambiental a agressividade é menor, tornando a hierarquia de dominância estável. Assim o presente estudo pode ser utilizado na conservação de ambiente aquático, assim como no melhoramento de técnicas de estocagem na aquarofilia, onde a manutenção de fatores abióticos é necessária, pois propicia o bem estar e reduz a mortalidade dos animais.

7. Referências

- Adamo, S.A.; Parsons, N.M. 2006. The emergency life-history stage and immunity in the cricket, *Gryllus texensis*. *Animal Behaviour*, 72: 235–244.
- Almazán-Rueda, P.; Schrama, J.W.; Verreth, J.A.J. 2004. Behavioural responses under different feeding methods and light regimes of the African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Aquaculture*, 231: 347-359.
- Alvarenga, C.M.D.; Volpato, G.L. 1995. Agonistic profile and metabolism in alevins of the Nile tilapia. *Physiology and Behaviour*, 57: 75-80.
- Baerends, G.P.; Baerends-Van Roon, J. 1950. An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behaviour Supplement*, 1: 1-242.
- Baerends, G.P. 1986 The functional organisation of the reproductive behaviour in cichlid fish. *Annls Mus. R. Afr. Centr. Sci. Zool.*, 251: 3-5.
- Bailey, J.; Alanärä, A.; Brännäs, E. 2000. Methods for assessing social status in Arctic charr. *Journal of Fish Biology*, 57: 258-261.
- Baldaccini, N.E. 1973. An ethological study of reproductive behavior including the color patterns of the cichlid fish *Tilapia mariae* (Boulanger). *Monitore Zoologico Italiano*, 7: 247-290.
- Bayarri, M.J.; Madrid, J.A.; Sánchez-Vázquez, F.J. 2002. Influence of light intensity, spectrum and orientation on sea bass plasma and ocular melatonin. *Journal of Pineal Research*, 32: 34-40.
- Beeching, S.C. 1992. Visual assessment of relative body size in a cichlid fish, the oscar, *Astronotus ocellatus*. *Ethology*, 90: 177-186.
- Beeching, S.C. 1995. Colour pattern and inhibition of aggression in the cichlid fish *Astronotus ocellatus*. *Journal of Fish Biology*, 47: 50-58.
- Beeching, S.C. 1997. Functional groups in the social behavior of a cichlid fish, the Oscar, *Astronotus ocellatus*. *Behavioral Processes*, 39: 85-93.

- Boscolo, C.N.P.; Morais, R.N.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2011. Same-sized fish groups increase aggressive interaction of sex-reversed males Nile tilapia GIFT strain. *Appl Anim Behav Sci*, 135:154–159.
- Carvalho, T.B.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2008. Sex group composition, social interaction, and metabolism in the fish Nile tilapia. *Brazilian Journal of Biology*, 68: 807-812.
- Carvalho, T.B.; HA, J.C.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2012. Light intensity can trigger different agonistic responses in juveniles of three cichlid species, *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, p.1-10.
- Castro, J.J.; Caballero, C. 2004. Effect of the light intensity upon the agonistic behaviour of juvenile of white-seabream (*Diplodus sargus cadenati* de La Paz, Bauchot and Daget, 1974). *Aggressive Behavior*, 30: 313-318.
- Chellapa, S.; Yamamoto M. E.; Castro M.S.F. 1999. Reproductive behavior and ecology of two species of Cichlid Fishes. *Biology of Tropical Fishes*. Chapter 9. INPA, Manaus, Amazonas, p.113-126.
- Ekström, P.; Meissl, H. 1997. The pineal organ of teleost fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 199-284.
- Falter, U. 1983. Les comportements agonistiques de *Sarotherodon niloticus* (Pisces, Cichlidae) et la signification évolutive de l'incubation buccale. *Bulletin de la Classe des Sciences*, 69: 566-593.
- Fischer, P.; Ohl, U. 2005. Effects of water-level fluctuations on the littoral benthic fish community in lakes: a mesocosm experiment. *Behavioral Ecology*, p.741-746.
- Garcia, M.R. 2003. *Interação agonística e estresse social em Astronotus ocellatus e Tilapia rendalli* (Teleostei, Cichlidae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, São José do Rio Preto, SP. 36p.
- Gómez-Laplaza, L.M.; Morgan, E. 1993. Social isolation, aggression, and dominance in attacks in juvenile Angelfish, *Pterophyllum scalare*. *Aggressive Behaviour*, 19: 213-222.
- 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. *Appl. Anim. Behav. Sci*, 112: 187–195.
- Hawkins, A.D.; Anthony, P.D. 1981. *Aquarium design and construction*. In: Hawkins, A.D. (Org.). *Aquarium Systems*. London, Academic Press.
- Helfman, G.S. 1993. *Fish Behaviour by Day, Night and Twilight*. In: Pitcher, T.J. *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman & Hall, London, 715p.
- Hofmann, H.A.; Benson, M.E.; Fernald, R.D. 1999. Social status regulates growth rate: consequences for life-history strategies. *PNAS*, 96: 14171-14176.

- Hoglund, E.; Bakke, M.J.; Overli, O.; Winberg, S.; Nilsson, G.E. 2005. Suppression of aggressive behaviour in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) by L-tryptophan supplementation. *Aquaculture*, 249: 525-531.
- Huntingford, F.; Turner, A. 1987. *Animal Conflict*. Chapman and Hall, New York, 448p.
- IBAMA, 2008. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e Aquarofilia*. Brasília, 202 p.
- IBAMA, 2008. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Instrução Normativa n.203*. Brasília, 11 p.
- Johnsson, J.I. 1997. Individual recognition affects aggression and dominance relations in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Ethology*, 103: 267-282.
- Kodric-Brown, A. 1998. Sexual dichromatism and temporary color changes in the reproduction of fishes. *American Zoologist*, 38: 70-81.
- Lehner, P.N. 1996. *Handbook of Ethological Methods*. Cambridge University Press, United Kingdom, 672p.
- Manzotti, R.A.; Gonçalves-de-Freitas, E.; Previato, M.; Carvalho, T.B. 2009. *Interação agonística em Cichlasoma paranaense (Teleostei, Cichlidae)*. Relatório de Iniciação Científica. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, FAPESP, São José do Rio Preto, SP.
- Munro, A.D. 1986. Effects of melatonin, serotonin, and naloxone on aggression in isolated cichlid fish (*Aequidens pulcher*). *Journal of Pineal Research*, 3: 257-262.
- Nelissen, M.H.J. 1991. *Communication*. p. 225-239. In: Keenleyside, M. H. A. (Ed.). *Cichlid fishes: behavior, ecology and evolution*. London, Chapman e Hall, p.404.
- Oliveira, R.F.; Almada, V.C. 1996. On the (in)stability of dominance hierarchies in the cichlid fish *Oreochromis mossambicus*. *Aggress. Behav*, 22: 37-45.
- 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.
- Ridley, M. 1995. *Animal Behavior*. Blackwell Scientific Publications, Boston, 1995, 288p.
- Rodrigues, R.R.; Carvalho, L.N.; Zuanon, J.; Del-Claro, K. 2009. Color changing and behavioral context in the Amazonian Dwarf Cichlid *Apistogramma hippolytae* (Perciformes). *Neotropical Ichthyology*, 7:641-646.
- Sakakura, Y.; Tsukamoto, K. 1997. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in the juvenile yellowtails. *Fisheries Science*, 63: 42-45.
- Siegel, S.; Castellan Jr., N. 2006. *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. Artmed, Porto Alegre, 2006, 448p.

- Sloman, K.A.; Taylor, A.C.; Metcalfe, N.B.; Gilmour, K.M. 2001. Effects of an environmental perturbation on the social behaviour and physiological function of brown trout. *Animal Behaviour*, 61: 325–333.
- Sloman, K.A.; Wilson, L.; Freel, J.A.; Taylor, A.C.; Metcalfe, N.B.; Gilmour, K.M. 2002. The effects of increased flow rates on linear dominance hierarchies and physiological function in brown trout, *Salmo trutta*. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 1221-1227.
- Sneddon, L.U.; Hawkesworth, S.; Braithwaite, V.A.; Yerbury, J. 2006. Impact of environmental disturbance on the stability and benefits of individual status within dominance hierarchies. *Ethology*. 112: 437–447.
- Sneddon, L.U.; Yerbury, J. 2004. Differences in response to hypoxia in the three-spined stickleback from lotic and lentic localities: dominance and an anaerobic metabolite. *Journal of Fish Biology*, 64: 799-804.
- Staeck, W.; Schindler, I. 2007. Description of *Laetacara fulvipinnis* sp. n. (Teleostei: Perciformes: Cichlidae) from the upper drainages of the rio Orinoco and rio Negro in Venezuela. *Vertebrate Zoology*, 57: 63–71.
- Teresa, F.B.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2003. Interação agonística em *Geophagus surinamensis* (Teleostei, Cichlidae). *Revista Brasileira de Etologia*, 5: 121-126.
- Teresa, F.B.; Gonçalves-de-Freitas, E. 2011. Reproductive behavior and parental roles of the cichlid fish *Laetacara araguaiaae*. *Neotropical Ichthyology*, 9: 355-362.
- Turner, G.F. 1986. Territorial dynamics and cost of reproduction in a captive population of the colonial nesting mouthbrooder *Oreochromis mossambicus* (Peters). *Journal of Fish Biology*, 29: 573-587.
- Turner, G.F. 1994. As táticas de luta de ciclídeos boca masculinos ninhada: os efeitos do tamanho e residência. *Anim. Behav.*, 47: 655-662.
- Valdimarsson, S.K.; Metcalfe, N.B. 2001. Is the level of aggression and dispersion in territorial fish dependent on light intensity? *Animal Behaviour*, 61: 1143-1149.
- Villars, T.A. 1983. *Hormones and Aggressive Behavior in Teleost Fishes*. In: Svare, B.B.; *Hormones and Aggressive Behavior*. Plenum Press, New York and London, 611p.
- Volpato, G.L.; Barreto, R.E. 2001. Environmental blue light prevents stress in Nile tilapia. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 34: 1041-1045.
- Volpato, G.L.; Trajano, E. 2006. Biological Rhythms. In: Val, L.A.; Val, V.M.F.A.; Randall, D.J. (Org.); *Fish Physiology*. Elsevier e Academic Press, San Diego, p.101-153.
- Winberg, S.; Overli, O.; Lepage, O. 2001. Suppression of aggression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary L-tryptophan. *The Journal of Experimental Biology*, 204: 3867-3876.

- Wingfield, J.C. 2003. Control of behavioural strategies for capricious environments. *Animal Behaviour*, 66: 807–816.
- Wootton, R.J. 1998. *Ecology of Teleost Fishes*. 2da ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998, 386p.
- Yamamoto, M.E.; Chelappa, S.; Cacho, M.S.R.F.; Huntingford, F.A. 1999. Mate guarding in an Amazonian cichlid, *Pterophyllum scalare*. *Journal of Fish Biology*, 55: 888-891.
- Zar, J. 1999. *Biostatistical Analyses*. Printice Hall, New Jersey.
- Zayan, R. 1991. The specificity of social stress. *Behavioural Processes*, 25: 81-93.
- Zhdanova, I.V.; Reeb, S.G. 2006. *Circadian Rhythms in Fish*. In: Sloman, K.A.; Wilson, R.W.; Balshine, S. (Org.); *Behaviour and Physiology of Fish*. Academic Press, San Diego, p. 197-228.