

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: Evelyn Souza de Almeida, CNPq

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/0015/2011

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

Bolsista: Evelyn Souza de Almeida, CNPq

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Thaís Billalba Carvalho

MANAUS

2012

Sumário

Resumo.....	04
Introdução.....	05
Objetivos.....	07
Material e Métodos.....	07
Resultados	11
Discussão	18
Referências	20

RESUMO

As condições ambientais de estocagem dos peixes ornamentais (ex. luminosidade) podem atuar como potenciais estressores e interferir diretamente no comportamento. Este trabalho testou se a intensidade luminosa interfere na agressividade e na hierarquia social em *Laetacara fulvipinnis*. Quatro juvenis foram agrupados por 15 dias e submetidos a dois tratamentos: menor- $253,56 \pm 62,25$ lux ou maior- $1435,92 \pm 481,40$ lux (n=4/cada). Foram descritas as unidades comportamentais: ameaça, ataque, confronto frontal, exibição frontal, fuga e perseguição que, por sua vez, segue o padrão para outros ciclídeos. Não houve diferença entre o período de observação e a intensidade luminosa em todas as unidades comportamentais analisadas para o grupo e em cada posição hierárquica. Isso indica que a luminosidade não afeta o comportamento agonístico no grupo e em todas as posições sociais de *L. fulvipinnis* durante o período de agrupamento (15 dias). Além disso, não foi observado efeito desse parâmetro físico ambiental sobre a estabilidade de dominância nos grupos.

Palavras-chave: comportamento agressivo, intensidade luminosa, estabilidade hierárquica, peixes.

INTRODUÇÃO

A pesca ornamental é uma das atividades mais importantes na Amazônia, constituindo-se em fonte de comércio e renda para grande parte de sua população (Prang 2001; Santos e Santos 2005). Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA 2008a), mais de 25 milhões de peixes são exportados anualmente, o que corresponde a 60% da renda local da população ribeirinha e gera cerca de três milhões de dólares para a economia do estado do Amazonas (Chao *et al.* 2001a; Anjos *et al.* 2009).

De acordo com relatório do Projeto Piaba (Chao *et al.* 2001b), os peixes ornamentais são considerados um dos poucos recursos aquáticos renováveis da Amazônia com um grande potencial para servirem como modelo de manejo sustentável associado aos impactos sociais e culturais advindos do extrativismo. Para isso, é essencial uma abordagem econômica, social e ambiental, considerando-se a participação de todos os integrantes da cadeia produtiva. Dessa forma, o controle local da captura de peixes é fundamental para proteger os habitats aquáticos e para a sustentabilidade da pesca ornamental da região (Chao *et al.* 2001a).

Apesar dessa crescente preocupação com a estratégia de gerenciamento dos recursos pesqueiros, a extração desses animais do ambiente não é apenas o aspecto que deve ser considerado dentro do processo produtivo. As condições ambientais de estocagem dos peixes antes e após a comercialização também devem ser consideradas. Isso é sugerido, pois esses animais são submetidos a uma variedade de estressores durante o transporte e a manutenção em cativeiro, o que pode aumentar sua taxa de mortalidade (Chapman *et al.* 1997; Livengood e Chapman 2007). Nessas situações, os peixes podem ser expostos a baixa qualidade de água, variações de luminosidade e de temperatura (ex. Waichman *et al.* 2001; Livengood e Chapman 2007). De fato, esses fatores abióticos atuam como estressores (Hawkins e Anthony 1981; Almazán-Rueda *et al.* 2005; Karakatsouli *et al.* 2008) e interferem diretamente no comportamento e na fisiologia de peixes (Fitzgerald *et al.* 1986; Waichman *et al.* 2001; Almazán-Rueda *et al.* 2004).

Altos níveis de luminosidade (ex. 1000-1500 lx), por exemplo, podem reduzir a agressividade (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 (valor de referência é espécie específico) 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 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. No entanto, estudos relacionando as condições ambientais (abióticas) e a hierarquia de dominância com o comportamento agressivo principalmente em ciclídeos, 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* Staeck e Schindler 2007.

Uma representante da família Cichlidae foi escolhido, pois apresenta organização social baseada na hierarquia de dominância e defesa territorial (Baerends e Baerends- Van Roon 1950), característica ideal para testar a hipótese proposta. O gênero *Laetacara* possui representantes

entre as espécies de ciclídeos ornamentais mais coletadas na região Amazônica (IBAMA 2008a,b). Apesar dessa grande importância comercial, estudos relacionando o efeito de fatores abióticos sobre o comportamento em espécies ornamentais são escassos.

OBJETIVOS

Geral

- Testar se a luminosidade modula a agressividade e a estabilidade da hierarquia social em *Laetacara fulvipinnis*.

Específicos

- Analisar se o aumento da intensidade luminosa aumenta a frequência de interações agressivas em *L. fulvipinnis*.

- Avaliar se o aumento da intensidade luminosa reduz a estabilidade da hierarquia de dominância em *L. fulvipinnis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Aclimação e Manutenção dos Animais

Os animais foram coletados em corpos d' água próximos ao município de Barcelos-AM. Após isso, os espécimes foram aclimatados e mantidos no laboratório de Fisiologia (UFAM) em caixa de polietileno de 310 L (1 animal/5L) (**Figura 1**). Durante esse período, a temperatura foi mantida em $27,2 \pm 0,43$ °C, a intensidade luminosa em $502 \pm 12,5$ lux, e o fotoperíodo em 12 horas de luz (07:00 h às 19:00 h). 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. Tanques de aclimação e manutenção dos animais.

Delineamento Experimental

Foram avaliados o perfil agonístico e a estabilidade hierárquica de grupos submetidos a diferentes níveis de intensidade luminosa para testar o efeito dessa variável ambiental sobre a estrutura social de *Laetacara fulvipinnis*. Para isso, foram utilizados grupos de quatro indivíduos, mantidos por 15 dias. Nesse período, a interação agonística e a estabilidade hierárquica foram analisadas para cada indivíduo em cada tratamento experimental. Antes do agrupamento, no sétimo e no final do experimento os animais foram anestesiados por imersão em eugenol ($64\mu\text{L} / \text{L}$) para a realização das medidas biométricas (**Figuras 2 e 3**).



Figura 2. Realização da anestesia (imersão em eugenol).



Figura 3. Realização da biometria (comprimento padrão e peso corporal) dos animais.

Foram comparados dois níveis de intensidade luminosa: menor- $80,33 \pm 18,21$ lx e maior- $1377,06 \pm 670,47$ lx ($n=4$ /cada; **Figura 4**). 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.

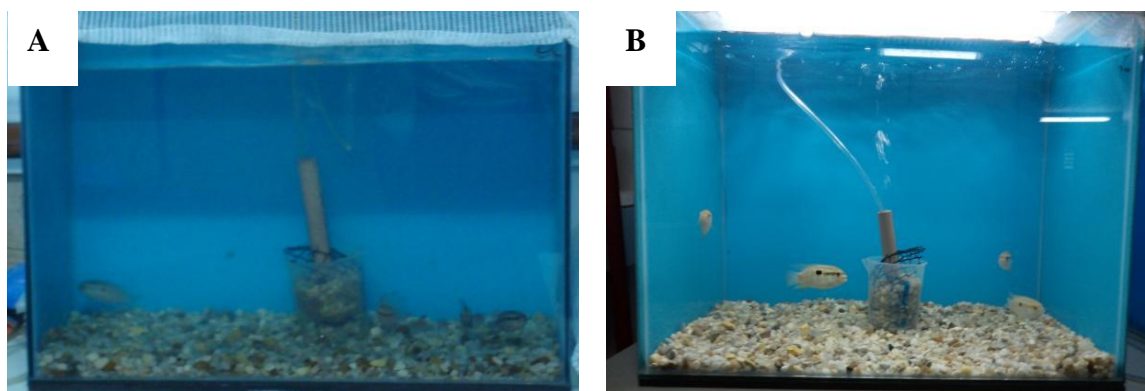


Figura 4. Condição experimental: (A) menor ($80,33 \pm 18,21$ lx) e (B) maior intensidade luminosa ($1377,06 \pm 670,47$ lx).

Como o tamanho é um fator que interfere no perfil agonístico (Beeching 1992), os grupos foram formados por indivíduos de comprimento padrão (menor: $4,96 \pm 0,03$; maior: $4,86 \pm 0,07$; ANOVA de uma via, $F < 0,841$, $p > 0,276$) e peso semelhantes (menor: $5,69 \pm 0,27$; maior: $5,45 \pm 0,41$; ANOVA de uma via, $F < 0,499$, $p > 0,689$). Os animais em cada grupo foram identificados por diferentes cortes na nadadeira caudal e agrupados em aquários de 50 X 40 X 30 cm (60 L). Os aquários foram revestidos externamente por plástico azul opaco em três laterais para evitar

contato visual com animais de aquários vizinhos no laboratório, ficando apenas a porção frontal livre para as filmagens. A cor azul foi 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 $27,4 \pm 0,54$ °C e o pH $6,62 \pm 0,35$ 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.

Interação Agonística

O comportamento agonístico foi registrado a cada 7 dias, totalizando 3 filmagens para cada grupo. Essas filmagens tiveram duração de 10 minutos cada e permitiram a análise da dinâmica das interações entre os animais de cada grupo. Etogramas descritos para outras espécies de ciclídeos (Alvarenga e Volpato 1995; Yamamoto *et al.* 1999; Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2003) foram utilizados com referência para a descrição da interação agonística de *L. fulvipinnis*. A quantificação das interações foi feita pela frequência das unidades comportamentais emitidas e recebidas por todos os animais do grupo em todas as filmagens.

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 das réplicas de cada grupo foi avaliada por correlação (coeficiente de Pearson) entre o ID do primeiro e do terceiro dias de observação para cada animal do grupo. A hierarquia foi considerada estável quando $r \geq 0,7$, conforme realizado por Oliveira e Almada (1996) para *Oreochromis mossambicus*.

Análise dos Dados

Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e à homogeneidade da variância pelo teste F max (Zar 1999). A comparação da frequência de interações agressivas entre os tratamentos e os períodos de observação foi feita por Análise de

Variância de duas vias para medidas repetidas. Considerando o período total de agrupamento (soma das 3 filmagens), foi utilizado o teste t independente para comparação do comportamento agressivo entre os tratamentos. O coeficiente de correlação de Spearman (estabilidade da hierarquia social) também foi avaliado pelo teste t independente. Já o comprimento padrão e o peso corporal foram comparados entre os tratamentos e os períodos de observação por Análise de Variância de duas vias para medidas repetidas, completados pelo teste de Tukey para comparações múltiplas. Foi considerado $\alpha \leq 0,05$ para significância estatística. Todas as análises 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 à Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFAM, Manaus, AM (protocolo n^o 035/2011).

RESULTADOS

Interação Agonística

O comportamento agonístico de juvenis de *Laetacara fulvipinnis* foi descrito conforme o etograma abaixo (**Tabela 1**). Não houve interação entre o período de observação (filmagem) e a intensidade luminosa em todas as unidades comportamentais analisadas para o grupo, dominante, submisso 1, submisso 2 e submisso 3 (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F < 1,07$; $p > 0,37$). Este resultado indica que não houve diferença na frequência total da interação agressiva (soma de todas as unidades comportamentais) exibida no início (primeiro dia), meio (sétimo dia) e final (décimo quinto dia) do agrupamento (**Figura 5**). Além disso, a intensidade luminosa utilizada não interferiu na frequência dos itens agonísticos quando considerado todo o período de agrupamento (teste t independente, $t > -1,90$, $p > 0,10$; **Figuras 6 a 7**). No entanto, o dominante exibiu a fuga apenas na menor intensidade e a exibição frontal e o confronto frontal apenas na maior intensidade (**Figura 6**). Já o submisso 1 e o submisso 2 não apresentaram a exibição frontal e o confronto frontal (**Figuras 7**). O submisso 3 apresentou apenas comportamento de fuga (**Figura 8**).

Tabela 1. Etograma da interação agressiva em *Laetacara fulvipinnis*.

Unidade comportamental	Descrição do comportamento
Ameaça	um peixe se aproxima do oponente com a boca, mas sem que haja contato físico.
Ataque	um animal se aproxima do oponente e ataca-lhe a região lateral com a boca aberta.
Confronto frontal	dois indivíduos ficam frente a frente, justapõem as mandíbulas, em seguida com a boca aberta eles se empurram, ondulando vigorosamente a cauda.
Exibição frontal	dois peixes posicionam-se frente a frente com a boca aberta, porém não há contato.
Fuga	o peixe atacado ou perseguido se afasta do oponente
Perseguição	um animal nada em direção ao oponente, acompanhando sua trajetória.

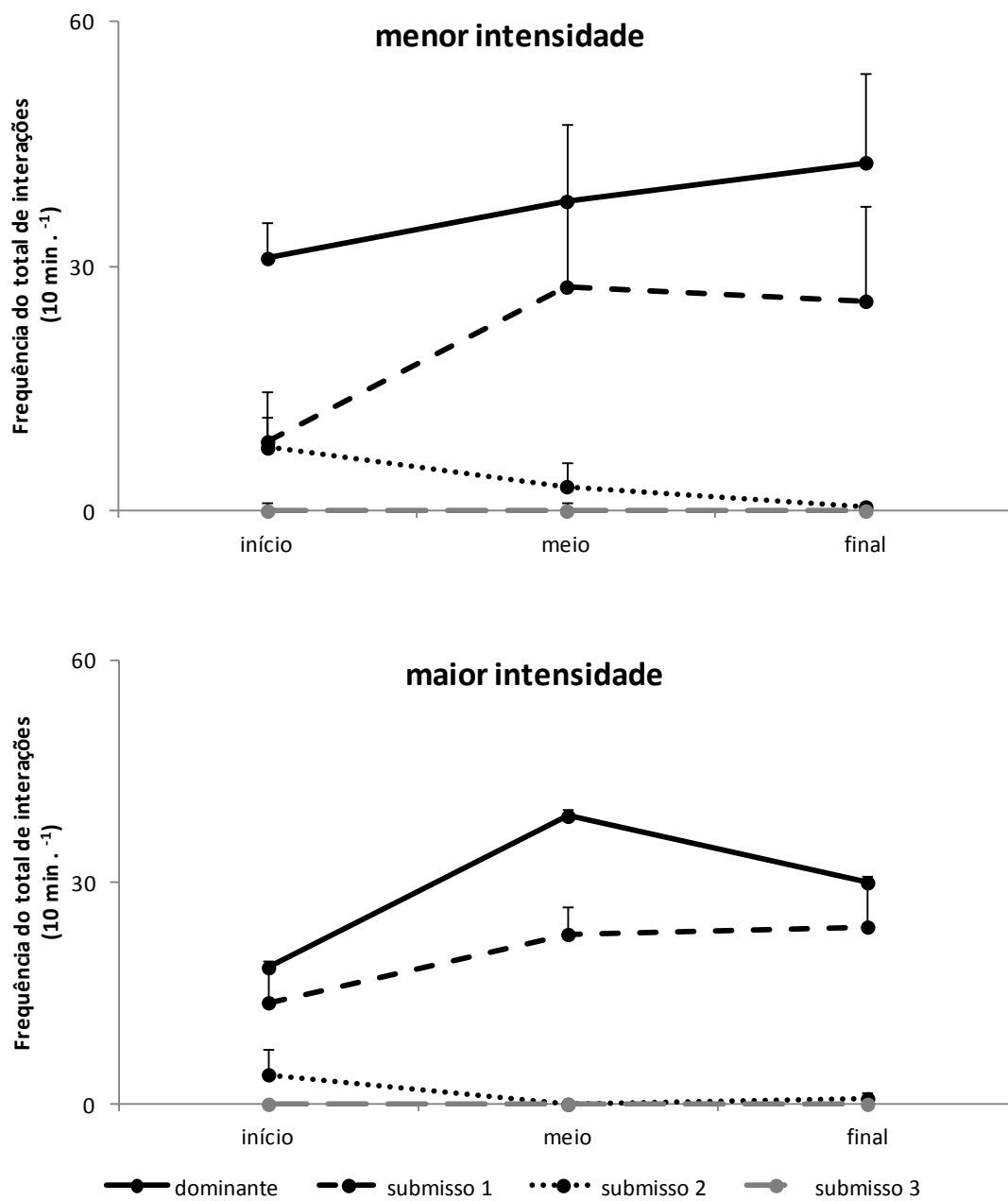


Figura 5. Frequência (média \pm erro padrão) do total de interações observadas no primeiro (início), sétimo (meio) e décimo quinto (final) dias de agrupamento (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F < 1,07$; $p > 0,37$).

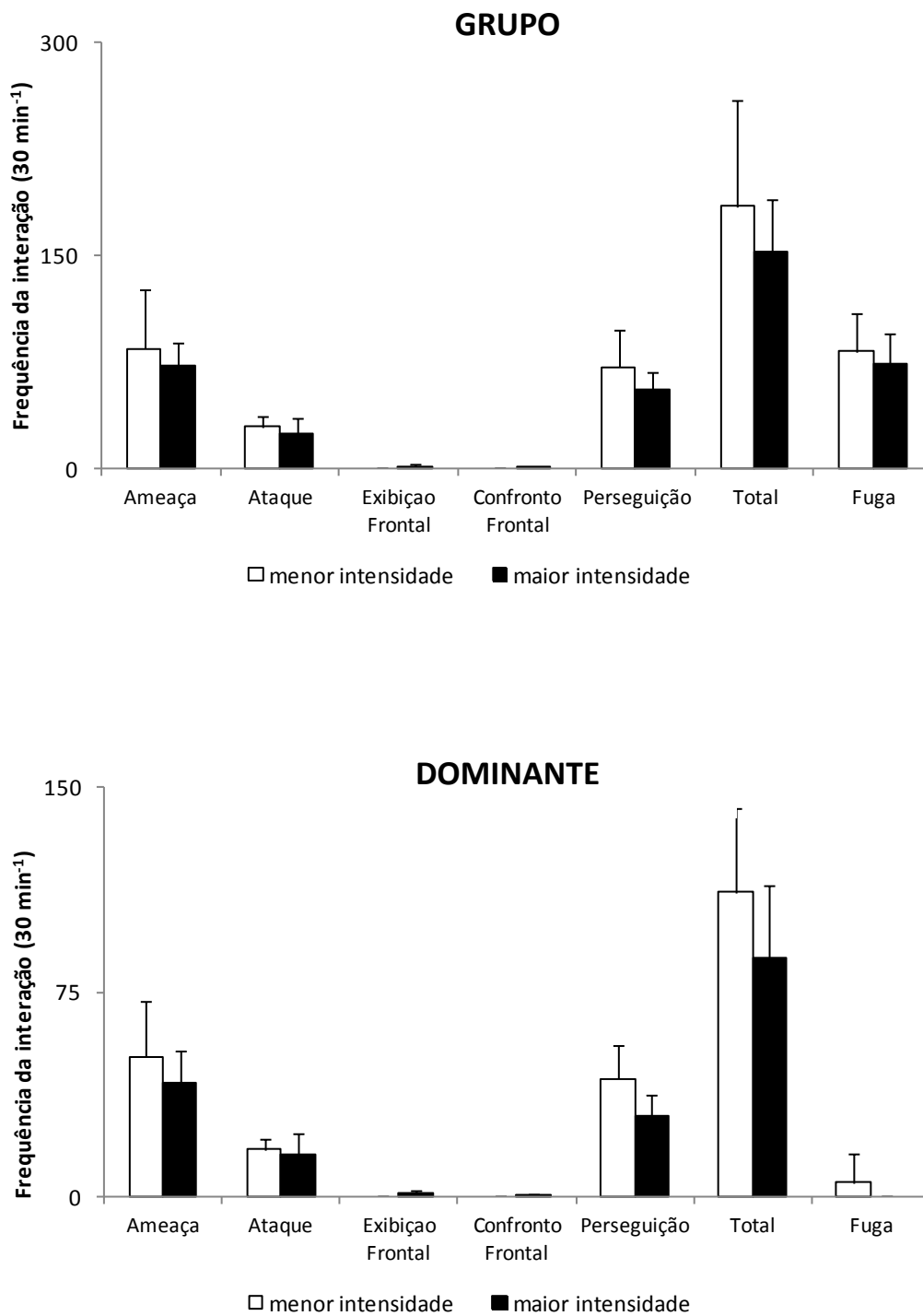


Figura 6. Frequência (média \pm desvio padrão) dos itens agonísticos exibidos pelo grupo e pelo dominante durante todo o período de agrupamento (teste t independente, $t > -1,90$, $p > 0,10$).

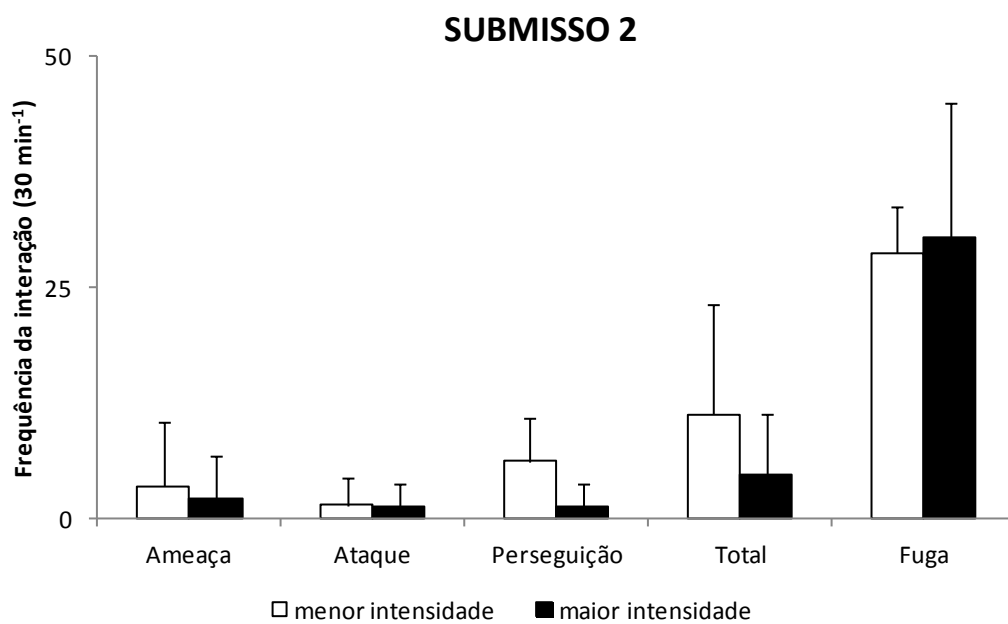
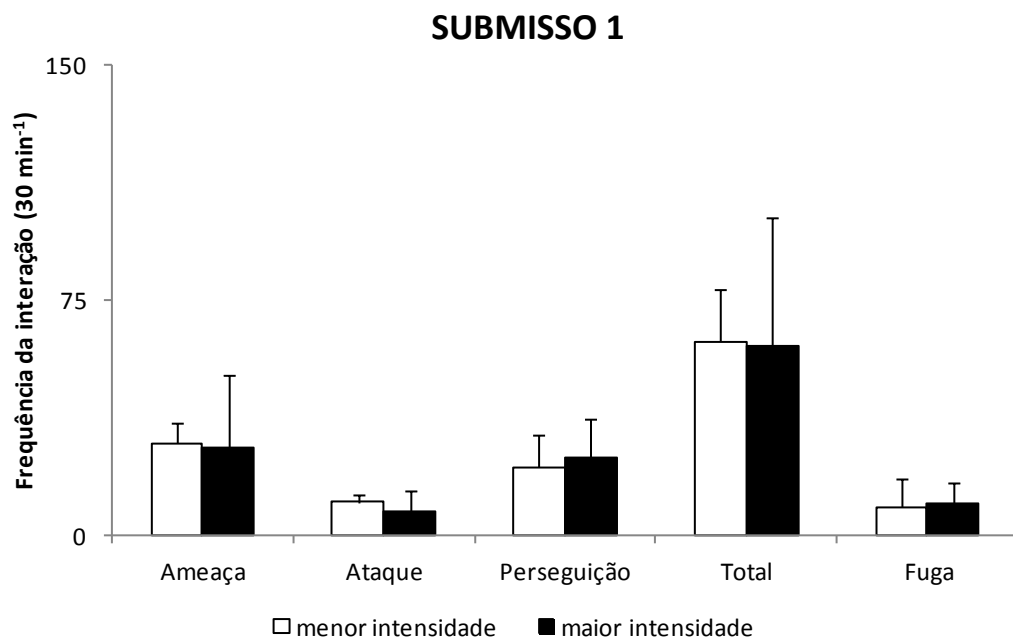


Figura 7. Frequência (média \pm desvio padrão) dos itens agonísticos exibidos pelo submisso 1 e submisso 2 durante todo o período de agrupamento (teste t independente, $t > -0,94$; $p > 0,38$).

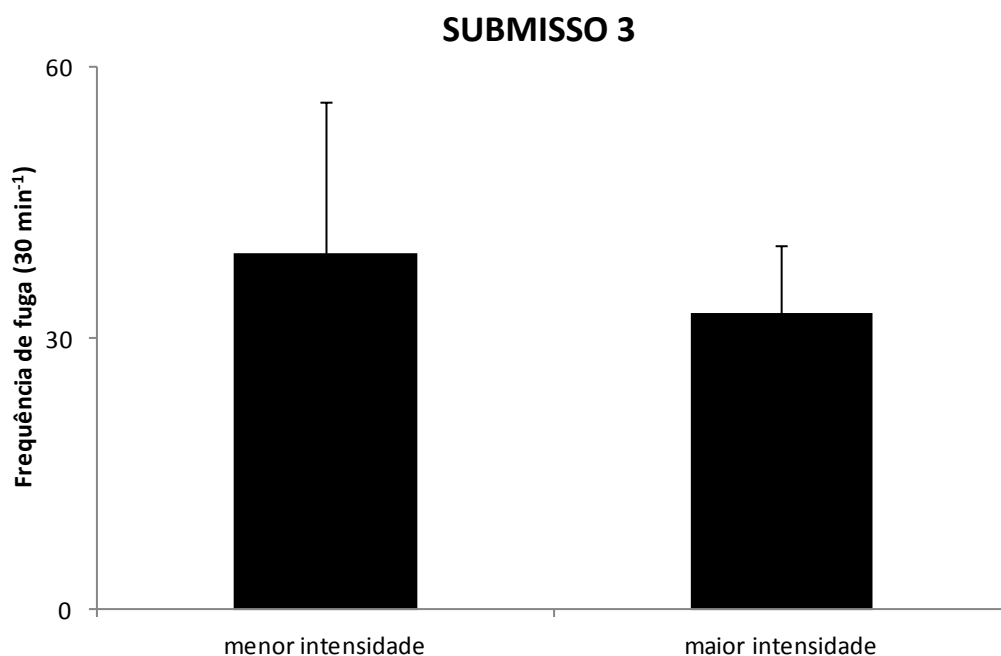


Figura 8. Frequência (média \pm desvio padrão) da fuga exibida pelo submisso 3 durante todo o período de agrupamento (teste t independente, $t = 0,73$; $p = 0,49$).

Hierarquia Social

Considerando a hierarquia de dominância, foi observada concordância entre a posição social dos animais e os períodos e observação em todas as réplicas submetidas a menor e a maior intensidade luminosa (teste t independente, $t = 1,20$, $p = 0,28$; **Figura 9**).

Crescimento

A intensidade luminosa não afetou o comprimento padrão (cm) e o peso corporal (g) dos animais (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F < 0,51$; $p > 0,48$). Considerando o período de agrupamento (início, meio e final), observou-se aumento no tamanho do animal ao longo do tempo (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F = 9,76$; $p = 0,0002$; **Figura 10**). Já para o peso corporal, não foi encontrada diferença entre os períodos de observação (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F = 2,72$; $p = 0,07$; **Figura 10**).

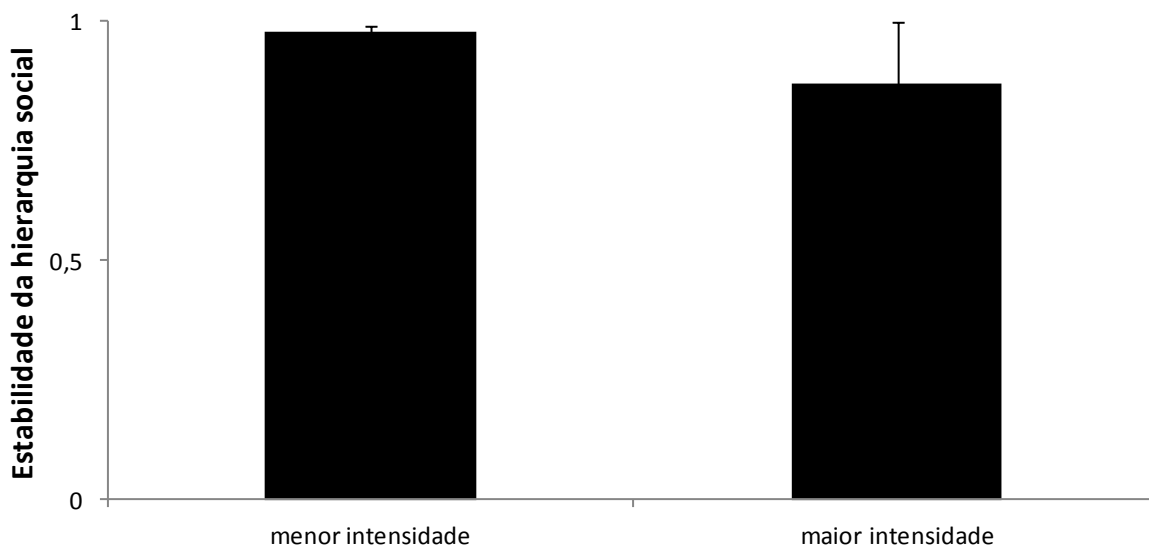


Figura 9. Média (\pm desvio padrão) da correlação de Pearson entre as réplicas nos dois tratamentos experimentais (teste t independente, $t = 1,20$, $p = 0,28$).

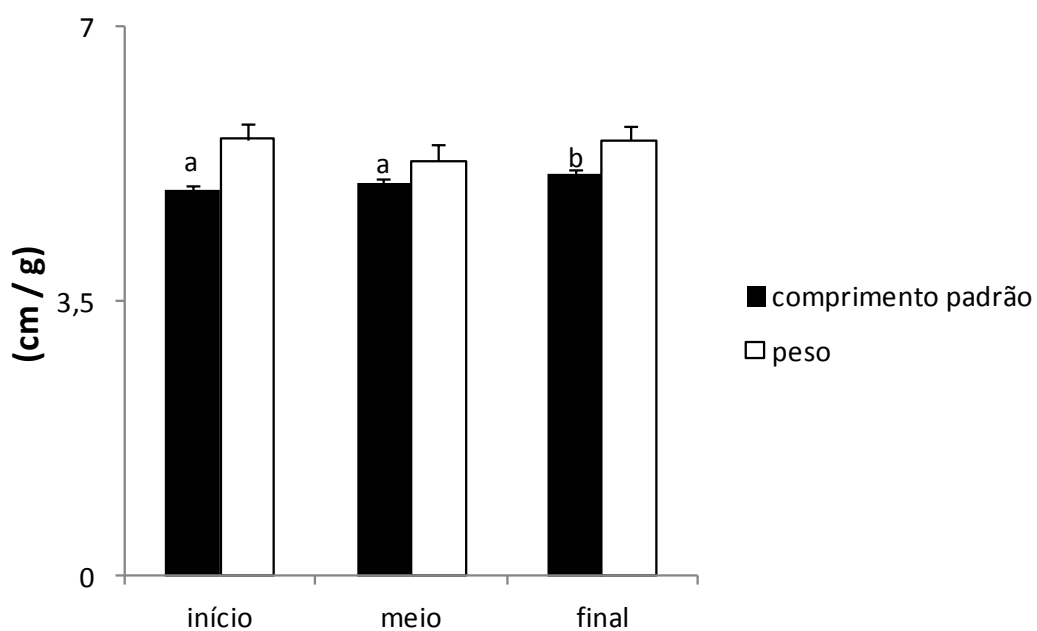


Figura 10. Média (\pm erro padrão) do comprimento padrão (cm) e do peso corporal (g) dos animais no primeiro (início), sétimo (meio) e décimo quinto (final) dias de agrupamento. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa ($n=32$; teste de Tukey, $p < 0,04$).

DISCUSSÃO

A maior intensidade luminosa ($1377,06 \pm 670,47$ lx) não afetou a frequência do comportamento agonístico em juvenis de *Laetacara fulvipinnis*. Além disso, não foi observado efeito desse parâmetro físico ambiental sobre a estabilidade da hierarquia social nos grupos.

De modo geral, as unidades comportamentais agressivas descritas para *L. fulvipinnis* seguem o padrão para outros ciclídeos (ex: Baerends e Baerends Van Roon 1950). A ameaça, a perseguição, o confronto frontal e o ataque são unidades descritas para várias espécies, tais como, *Astronotus ocellatus* (Garcia 2003), *Oreochromis niloticus* (Alvarenga e Volpato, 1995; Carvalho 2009), *Pterophyllum scalare* (Yamamoto *et al.* 1999; Carvalho *et al.* 2012), *Tilapia rendalli* (Carvalho 2009), e *Laetacara araguaiae* (Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2011). Já a exibição frontal é observada em *Geophagus proximus* (Teresa e Gonçalves-de-Freitas 2003; Carvalho *et al.* 2012).

Estudos mostraram que a luminosidade afeta o comportamento agressivo em peixes, no entanto, os resultados são espécie-específicos (ex. Carvalho *et al.* 2012). De acordo com Sakakura e Tsukamoto (1997) e Castro e Caballero (2004), altos níveis de intensidade luminosa (acima de 500 lx) diminuem a frequência de interação agressiva. Por outro lado, a maior intensidade de luz (150 lx) pode proporcionar maior agressividade (Valdimarsson e Metcalfe 2001; Almazán-Rueda *et al.* 2004). Neste trabalho, a maior intensidade luminosa não influencia a agressividade do grupo e de todas as posições sociais (dominante, submisso1, submisso 2 e submisso 3) em *L. fulvipinnis*. Esse resultado pode indicar que o maior nível de luminosidade ($1377,06 \pm 670,47$ lx) utilizado não foi suficiente para afetar os mecanismos reguladores do comportamento agressivo nessa espécie durante o período de agrupamento observado.

O período de observação também não interfere na frequência da interação agressiva emitida pelo grupo e por cada indivíduo. De modo geral, esperava-se uma maior agressividade na primeira filmagem, pois corresponde ao período onde ainda não foi observado estabelecimento da hierarquia de dominância. De fato, a interação agressiva é mais intensa em condições onde a estrutura social ainda não estava definida (Huntingford e Turner 1987). No entanto, a primeira filmagem foi realizada imediatamente após a formação do grupo em um ambiente novo. Além disso, a duração de filmagem foi curta (10 minutos), o que pode não ter evidenciado altos níveis de agressividade nesse período. Considerando o crescimento, foi

observado um aumento gradativo do tamanho corporal ao longo do tempo. Essa resposta era esperada, pois os animais foram alimentados durante todo o período de agrupamento e apresentaram alta taxa de ingestão alimentar.

De acordo com Johnsson (1997), o estabelecimento e a manutenção da hierarquia são importantes, pois reduzem o nível de agressividade no grupo. De fato, foi observado estabelecimento da hierarquia social nas duas intensidades luminosas. Essa definição hierárquica foi evidenciada pelo padrão de coloração dos animais, sendo o animal dominante o que apresenta uma faixa escura na lateral do corpo. Já a submissão é caracterizada pela pouca visibilidade da faixa corporal lateral, sendo que o animal na última posição social (submisso 3) apresentou coloração corporal enegrecida e apenas comportamento de fuga. Além disso, a concordância entre a posição social dos animais e os períodos de observação evidenciada nos grupos submetidos a menor e a maior intensidade luminosa, indica que a luminosidade não interfere na estabilidade da hierarquia de dominância. Embora a estabilidade hierárquica varie dependendo das condições as quais os animais são submetidos (Lehner 1996), os efeitos das condições ambientais são pouco evidentes. Vários estudos mostram que alterações ambientais geram instabilidade social (Hofmann *et al.* 1999; Sloman *et al.* 2001; Sloman *et al.* 2002; Sneddon e Yerbury, 2004; Fischer e Ohl 2005; Sneddon *et al.* 2006), no entanto, Teresa (2005) sugere que a hierarquia de dominância é mantida estável nessas condições, resposta semelhante à observada neste estudo.

Não houve diferença na interação agressiva entre as intensidades luminosas testadas, no entanto, algumas unidades comportamentais só foram observadas em uma luminosidade específica como, por exemplo, o dominante exibiu a fuga apenas na menor intensidade e a exibição frontal e o confronto frontal apenas na maior intensidade. Esses resultados indicam que a intensidade luminosa pode apresentar efeito diferenciado no comportamento agonístico e, provavelmente, outro parâmetro ambiental (fotoperíodo) poderá desencadear uma resposta mais evidente. Diante do exposto, foi solicitado um pedido de renovação deste projeto que permitirá a complementação do presente estudo e uma análise mais completa sobre o efeito da luminosidade na agressividade de ciclídeos.

Os resultados deste projeto poderão ser utilizados tanto em termos de conservação do ambiente aquático, como em condições de estocagem dos peixes ornamentais antes e após a

comercialização, onde o controle adequado da luminosidade é necessário. Isso é importante, pois a manutenção inadequada desse fator abiótico pode submeter os peixes a condições estressoras e reduzir o seu estado de saúde, refletindo em diminuição das condições do bem estar dos animais e, conseqüentemente, do produto comercializado.

REFERÊNCIAS

- 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.
- Almazán-Rueda, P.; Van-Helmond, A.T.M.; Verreth, J.A.J.; Schrama, J.W. 2005. Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, 67: 1029-1039.
- Alvarenga, C.M.D.; Volpato, G.L. 1995. Agonistic profile and metabolism in alevins of the Nile tilapia. *Physiology and Behaviour*, 57: 75-80.
- Anjos, H.D.B.; Amorim, R.M. de S.; Siqueira, J.A.; Anjos, C.R. 2009. Exportação de peixes ornamentais do estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. *Boletim do instituto de Pesca*, 35: 260-274.
- Baerends, G.P.; Baerends-Van Roon, J. 1950. An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behaviour Supplement*, 1: 1-242
- Beeching, S.C. 1992. Visual assessment of body size in a cichlid fish, the Oscar, *Astronotus ocellatus*. *Ethology* 90, 177-186.
- 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. 2009. *A interferência da luminosidade na agressividade e na hierarquia social de ciclídeos*. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura da UNESP, CAUNESP, Jaboticabal, SP. 98p.
- 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*, 1: 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.
- Chao, N.L.; Prang, G.; Petry, P. 2001a. Project Piaba- Maintenance and sustainable development of ornamental fisheries in the Rio Negro Basin, Amazonas, Brazil, p. 7-14. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlusty, N. (Eds.). *Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazônia, Brazil- Project Piaba*. EDUA, Manaus, Amazonas.
- Chao, N.L.; Petry, P.; Dowd, S. 2001b. A manutenção e o desenvolvimento sustentável da pescaria de peixes ornamentais na bacia do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. Projeto Piaba- relatório e informes, 12 pp.
- Chapman, F.A.; Fitz-Coy, S.A.; Thunberg, E.M.; Adams, C.M. 1997. United States of America trade in ornamental fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, 28: 1-10.
- Fischer, P.; Ohl, U. 2005. Effects of water-level fluctuations on the littoral benthic fish community in lakes: a mesocosm experiment. *Behavioral Ecology*, 16: 741-746.
- Fitzgerald, G.J.; Guderley, H.; Blouin, M. 1986. The effect of temperature upon the aggressive behavior of male sticklebacks (Gasterosteidae). *Le Naturaliste Canadien*, 113: 235-240.
- 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.
- 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.
- Hofmann, H.A.; Benson, M.E.; Fernald, R.D. 1999. Social status regulates growth rate: consequences for life-history strategies. *PNAS*, 96: 14171-14176.
- Huntingford, F.A.; Turner, A.K. 1987. *Animal Conflict*. Chapman and Hall, London.
- Johnsson, J.I. 1997. Individual recognition affects aggression and dominance relations in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Ethology*, 103: 267-282.

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) 2008a. Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e Aquariorfilia. Brasília, 202 p.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) 2008b. Instrução Normativa nº 203. Brasília, 11 p.
- Karakatsouli, N.; Papoutsoglou, S.E.; Panopoulos, G.; Papoutsoglou, E.S.; Chadio, S.; Kalogiannis, D. 2008. Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, 38: 36-42.
- Lehner, P.N. 1996. Handbook of Ethological Methods. Cambridge University Press, United Kingdom, 672p.
- Livengood, E.J.; Chapman, F.A. 2007. The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish Ownership, *IFAS Extension- University of Florida*, p. 1-8.
- 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.
- Prang, G. 2001. Aviamento and the ornamental fishery of the Rio Negro, Brazil: implications for sustainable resource use. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlusty, N. (Eds.). Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazônia, Brazil- Project Piaba. Manaus, EDUA, p. 43-73.
- Ridley, M. 1995. Animal Behavior. Blackwell Scientific Publications, Boston, 288p.
- Sakakura, Y.; Tsukamoto, K. 1997. Effects of water temperature and light intensity on aggressive behavior in the juvenile yellowtails. *Fisheries Science*, 63(1): 42-45.
- Santos, G.M.; Santos, A.C.M. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia, *Estudos Avançados*, 19: 165-182.
- Siegel, S.; Castellan Jr., N. 2006. Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento. Artmed, Porto Alegre, 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.; 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.
- 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.
- 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. 2005. Nível de água e interação social em machos de tilápia-do-Nilo. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas). Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, UNESP, São José do Rio Preto, SP. 21p.
- 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.
- 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.
- 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.
- Waichman, A.V.; Pinheiro, M.; Marcon, J.L. 2001. Water quality monitoring during the transport of Amazonian ornamental fish. In: Chao, N.L.; Petry, P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlusty, N. (Org.). Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazônia, Brazil- Project Piaba. Manaus, EDUA, p. 279-299.

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*. Prentice Hall, New Jersey.