

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

Efeito de fatores abióticos sobre o comportamento social e indicadores de estresse em matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829)

Bolsista: Thamires Moriz Alvarenga, Fapeam

MANAUS

2012

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

RELATÓRIO FINAL

PIB-B/0018/2011

Efeito de fatores abióticos sobre o comportamento social e indicadores de estresse em matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829)

Bolsista: Thamires Moriz Alvarenga, Fapeam

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Thaís Billalba Carvalho

MANAUS

2012

SUMÁRIO

Resumo.....	04
Introdução.....	05
Objetivos.....	07
Material e Métodos.....	07
Resultados e Discussão.....	13
Agradecimentos.....	20
Referências.....	21

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar o efeito da luminosidade sobre a agressividade e parâmetros indicadores de estresse em juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus*. Para isso, foram comparados o comportamento agressivo e as variáveis indicadoras de estresse em grupos submetidos à duas intensidades luminosas: menor- $191,26 \pm 57,12$ lux e maior- $1.586,78 \pm 687,21$ lux. Não houve diferença na frequência dos itens agonísticos exibidos em cada tratamento experimental. Também não foi observada diferença nos parâmetros hematológicos e glicose plasmática entre o início e final do isolamento. Os resultados permitem concluir que a luminosidade não interfere na agressividade, nos índices hematológicos e metabólico, o que pode ser decorrente do curto período de exposição a altos níveis de intensidade luminosa. Além disso, a maior luminosidade utilizada pode não ser suficiente para desencadear os mecanismos reguladores do comportamento agressivo e, conseqüentemente, atuar como um fator estressante para juvenis de *B. amazonicus*.

Palavras-chave: luminosidade, interação agressiva, metabolismo, peixe.

INTRODUÇÃO

Dentro do contexto nacional, a Amazônia se insere como uma das regiões com grande potencial para a criação de organismos aquáticos, em função de suas condições climáticas, geográficas e biológicas (Lima, 2005; Oliveira, 2009). Com isso, têm-se uma necessidade de aumento na realização de pesquisas direcionadas as espécies de interesse zootécnico.

O matrinxã (*Brycon amazonicus*) é nativo da Bacia Amazônica, considerado a segunda espécie mais produzida na Amazônia Brasileira (IBAMA, 2007) e um dos pescados mais promissores para a piscicultura comercial em alguns países da América do Sul (Gomes & Urbinati, 2005). No entanto, esses animais exibem alta frequência de interação agressiva e territorialidade (Ferraz & Gomes, 2009; Wolkers, 2010), o que pode ser considerado um fator limitador em sistemas de criação intensiva, pois podem ocasionar em ferimentos e no aumento da mortalidade. Dessa forma, as condições ambientais de estocagem de peixes em cativeiro devem ser consideradas dentro do processo produtivo. Isso é sugerido, pois esses animais podem ser expostos a redução do nível ou da qualidade de água, variações de luminosidade e temperatura (ex. Barrella *et al.*, 2000; Waichman *et al.*, 2001; Livengood & Chapman, 2007), que podem atuar como um estressor (Hawkins & Anthony, 1981; Almazán-Rueda *et al.*, 2005; Karakatsouli *et al.*, 2008) e interferir diretamente no comportamento e na fisiologia de peixes (Fitzgerald *et al.*, 1986; Waichman *et al.*, 2001; Rick & Bakker, 2008). Assim, a manipulação de fatores abióticos pode reduzir a agressividade e o estresse, provendo melhores condições para os animais e maior rendimento da cadeia produtiva.

A luminosidade, por exemplo, é uma condição ambiental essencial para a sobrevivência dos peixes (Helfman, 1993), pois regula muitas atividades e padrões comportamentais desses animais (ex. Pankhurst & Porter, 2003; White *et al.*, 2005; Biswas *et al.*, 2006). No entanto, o efeito da luminosidade sobre os encontros agonísticos são espécie-específicos (Carvalho *et al.*, 2012) e podem ser modulados por diversos fatores (ex. Valdimarsson & Metcalfe, 2001; Almazán-Rueda *et al.*, 2004; Castro & Caballero, 2004). Assim, fica evidente a importância de estudos que avaliem o efeito de fatores ambientais abióticos sobre parâmetros fisiológicos e comportamentais em peixes.

De modo geral, as condições ambientais podem afetar o estabelecimento da hierarquia de dominância em teleósteos (Sloman *et al.*, 2001; Sneddon & Yerbury, 2004; Fischer & Ohl, 2005; Gonçalves-de-Freitas *et al.*, 2008). A dominância é um tipo de organização 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). Em peixes, como na maioria dos animais, o estabelecimento da hierarquia de dominância ocorre por meio de interações agressivas intraespecíficas (Huntingford & Turner, 1987; Ridley, 1995) que estão associadas a grande gasto energético (Haller & Wittenberger, 1988; Alvarenga & Volpato, 1995), sendo, portanto, um fator estressante (Wendelaar-Bonga, 1997).

Independente do tipo de efeito da luminosidade sobre o comportamento agressivo, é possível que esse fator promova o aumento do estresse, afetando indiretamente parâmetros fisiológicos que envolvem gasto energético. De acordo com Boeuf & Le Bail (1999), a luz muito intensa e prolongada pode ser irritante e prejudicial para os peixes, tornando-se um potencial estressor. Almazán-Rueda *et al.* (2005) mostraram que diferentes fotoperíodos afetam variáveis indicadoras de estresse. Diversos parâmetros podem ser utilizados como indicadores indiretos de estresse em peixes, como taxa de O₂ consumida, frequência ventilatória, concentração plasmática de cortisol, depleção de glicogênio e níveis de glicemia (Wedemeyer & Mcleay, 1981; Neat *et al.*, 1998). No entanto, estudos relacionando a intensidade luminosa e o estresse ainda não foram realizados.

Segundo Huntingford *et al.* (2006), o comportamento e variáveis fisiológicas de estresse também são bons indicadores de bem estar animal. Dessa forma, esses fatores podem ser utilizados para inferir a condição de manutenção de peixes em cativeiro. Apesar da relevância de estudos comportamentais, o conhecimento biológico ainda é limitado quando comparado à riqueza de espécies e aos níveis de produção biológica e econômica dos recursos pesqueiros tradicionalmente explorados na região amazônica (Barthem & Fabré, 2003). É provável que a maior luminosidade interfira na frequência da agressividade e atue como um estressor. Diante do exposto, este trabalho testou o efeito da luminosidade sobre o comportamento social e parâmetros indicadores de estresse em matrinxã, *Brycon amazonicus*.

OBJETIVOS

Geral

- Avaliar os fatores moduladores da organização social e de parâmetros indicadores de estresse em juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus*.

Específicos

- Testar se a intensidade luminosa afeta a agressividade em matrinxã, *Brycon amazonicus*.

- Testar se a intensidade luminosa afeta variáveis indicadoras de estresse em matrinxã, *Brycon amazonicus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho avaliou o efeito da luminosidade sobre o comportamento agonístico em juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus*. Além disso, foi testado o efeito desse fator abiótico sobre variáveis associadas ao estresse social, sendo, para isso, realizados dois experimentos.

Aclimação

Os animais utilizados foram obtidos na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas e aclimatados no Laboratório de Fisiologia da UFAM em caixa de polietileno de 500L (1 animal / 5L; **Figura 1**) por, no mínimo, 15 dias antecedendo os experimentos. Durante esse período, a temperatura foi mantida em $25,58 \pm 1,20$ °C, a intensidade luminosa em $212,40 \pm 31,28$ lux e o fotoperíodo em 12 h (07:00 h às 19:00 h). Filtros biológicos garantiram a qualidade da água e uma ração comercial (32% de proteína) foi oferecida até a saciação duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde).



Figura 1. Tanque de aclimatação e manutenção dos animais.

EXPERIMENTO I: Efeito da luminosidade sobre o comportamento agressivo de matrinxã, *Brycon amazonicus*.

Foram comparados dois níveis de intensidade luminosa (n=4 / cada): menor ($80,33 \pm 18,21$ lx) e maior ($1.377,06 \pm 670,47$ lx). A média da luminosidade em cada condição experimental foi obtida a partir de 36 pontos amostrados no aquário, por meio de luxímetro digital portátil. A maior intensidade de luz foi emitida por quatro lâmpadas fluorescentes de 9 W fixadas a 5,5 cm da superfície da água do aquário. A menor intensidade foi obtida a partir da iluminação convencional do laboratório.

Três peixes foram agrupados por 4 dias em aquários de 50 X 40 X 30 cm (~ 60 L) 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 *Oreochromis niloticus* (Volpato & Barreto, 2001).

A qualidade da água foi mantida por meio de filtro biológico e aeração constante. A temperatura da água foi controlada para $26,73 \pm 0,93$ °C, o pH em $6,44 \pm 0,38$ 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.

Como o tamanho é um fator que interfere no perfil agonístico (Beeching, 1992), os grupos foram formados por indivíduos de comprimento padrão (menor: $6,53 \pm 0,55$; maior: $6,24 \pm 0,73$; ANOVA de uma via, $F < 0,19$, $p > 0,86$) e peso semelhantes (menor: $6,09 \pm 1,89$; maior: $5,79 \pm 1,62$; ANOVA de uma via, $F < 0,04$, $p > 0,95$) (**Figura 2**). Os animais em cada grupo foram identificados por diferentes cortes na nadadeira caudal, como realizado por Carvalho & Gonçalves-de-Freitas (2008).



Figura 2. Realização da biometria (comprimento padrão e peso corporal) dos animais.

O comportamento agressivo foi registrado em todos os dias de agrupamento (10 minutos / cada). A descrição da interação e a quantificação dos dados foram feitas com base no etograma (ver resultado). Foram consideradas as unidades comportamentais emitidas e recebidas por todos os animais do grupo em todas as filmagens. A relação hierárquica entre os animais de cada grupo foi avaliada por um índice de dominância (ID) que corresponde à proporção do número de ataques emitidos em relação ao total de ataques emitidos pelo grupo (Gonçalves-de-Freitas *et al.*, 2008; Boscolo *et al.*, 2011). O animal dominante (alfa) apresentou maior ID, o submisso 1 (beta) foi o com ID intermediário e o submisso 2 (gama) apresentou menor ID.

EXPERIMENTO II: Efeito da luminosidade sobre indicadores de estresse em *Brycon amazonicus*.

Foram comparadas variáveis indicadoras de estresse (parâmetros hematológicos e glicemia) em animais submetidos à duas intensidades luminosas: menor- 191,26 ± 57,12 lux (n=8) e maior- 1.586,78 ± 687,21 lux (n=5). Nessas condições, um animal foi isolado por 96 horas em aquários (80 x 38 x 45 cm; ~91,2 L) com temperatura da água mantida a 27 °C.

Antes e após o período de isolamento, os animais foram anestesiados por imersão em eugenol (64 µL / L; **Figura 3**) para a realização das medidas biométricas (teste t independente, $t < 0,16$, $p > 0,87$; **Figura 4**) e das coletas de sangue. Cada coleta de sangue foi precedida por 12 horas de jejum, sendo as amostras destinadas à análise de parâmetros hematológicos (eritrócitos totais, taxa de hemoglobina, hematócrito e

índices hematimétricos) e glicemia que, conforme Tavares-Dias & Moraes (2004) e Wedemeyer & Mcleay (1981), são considerados indicadores de estresse. O tempo de anestesia e coleta de sangue foi medido para detectar possível influência dessas manipulações nas variáveis fisiológicas. O peixe foi considerado anestesiado quando ocorrer perda postural, falta de reação motora a estímulo e manutenção da ventilação, critérios compatíveis com o estágio II de anestesia, como descrito por Iwama *et al.* (1989) para a truta arco-íris (**Figura 3**). O sangue foi coletado por punção caudal (1,0 ml por coleta), utilizando-se seringa de 1 ml com anticoagulante (EDTA) (**Figuras 5**). Em seguida, parte do material (exceto o destinado às análises hematológicas) foi centrifugada para coleta do plasma (3000 rpm / 10 min; **Figura 6**).



Figura 3. Realização da anestesia (imersão em eugenol) e representação da perda postural.

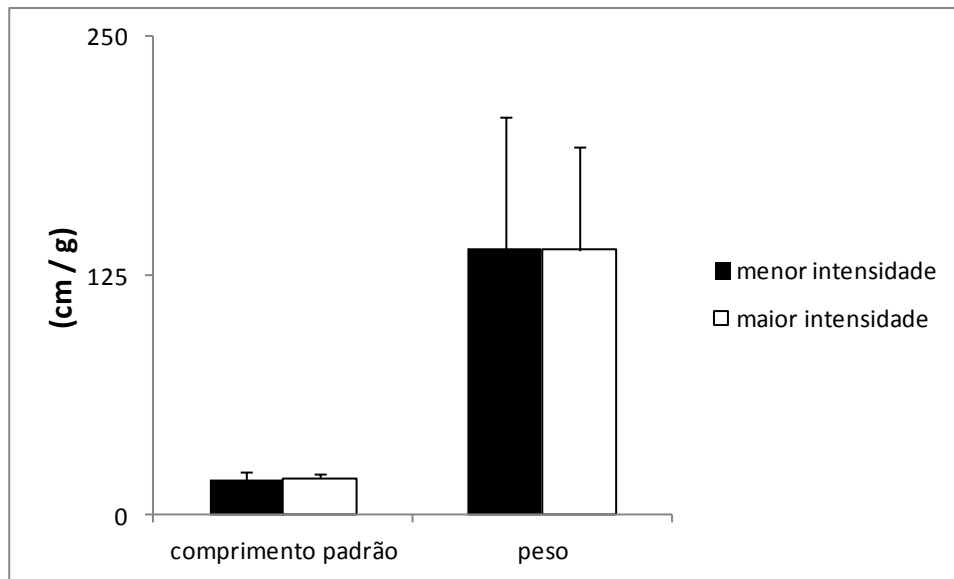


Figura 4. Média (\pm desvio padrão) do comprimento padrão (cm) e peso corporal (g) na menor e maior intensidade luminosa (teste t independente, $t < 0,16$, $p > 0,87$).

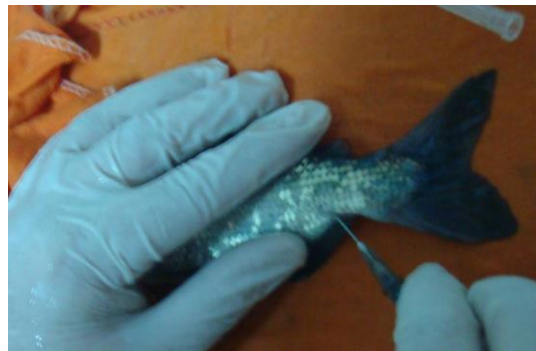


Figura 5. Coleta de sangue por punção caudal.



Figura 6. Centrífuga para a separação do plasma destinado às análises de glicemia.

Todas as análises hematológicas foram realizadas imediatamente após a coleta de sangue. A contagem de eritrócitos (RBC, milhões / mm^3 sangue) foi feita por meio de leitura óptica em câmara de Neubauer, em amostras de sangue fixadas em formol-citrato, conforme o método habitual utilizado para peixes. A concentração de hemoglobina sanguínea (Hb, g/dL) foi analisada pelo método da cianometahemoglobina (Kampen & Zijlstra, 1964) (**Figura 7**). O hematócrito (Ht, %) foi determinado pelo método do microhematócrito (Goldenfarb *et al.*, 1971), onde os tubos capilares foram centrifugados a 13000 rpm por 6 minutos (**Figura 8**). Os índices hematimétricos absolutos, ou seja, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foram calculados de acordo com Wintrobe (1934). Já a concentração de glicose plasmática foi determinada com o uso de Kit comercial (Glucox 500, Doles).

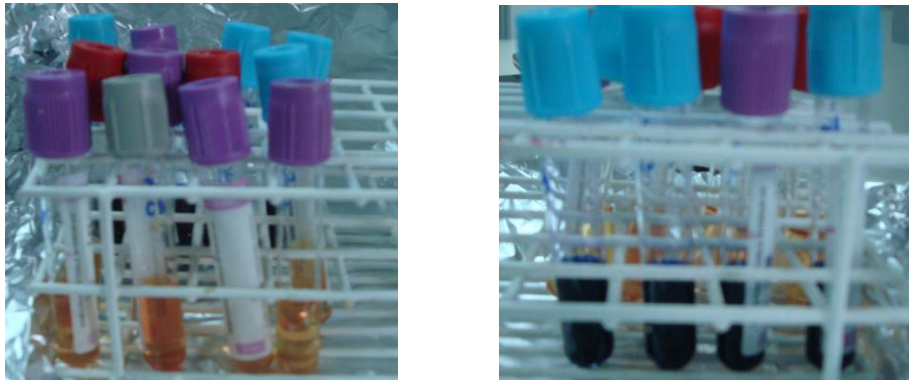


Figura 7. Amostras de sangue em solução de Drabkin (concentração da hemoglobina sanguínea) e em formol citrato (contagem de eritrócitos).



Figura 8. Centrífuga utilizada para a determinação do hematócrito (Ht, %).

Análise dos dados

Foi analisada a existência de valores discrepantes e, em seguida, os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e à homogeneidade de variância pelo teste F max (Zar, 1999). Foi considerado $p \leq 0,05$ para significância estatística. Todas as análises foram baseadas em Zar (1999) e Siegel & Castellan (2006).

Experimento I: a frequência de itens agonísticos entre os dois tratamentos (menor e maior intensidade luminosa) e os períodos de observação foi comparada por Análise de variância de duas vias para medidas repetidas. Já a comparação da interação agressiva total (soma das 4 filmagens) entre os dois níveis de luminosidade foi feita por teste t independente. A estabilidade hierárquica das réplicas de cada grupo foi avaliada por correlação (coeficiente de Spearman) entre o ID do primeiro e do quarto dias de observação para cada animal do grupo. A hierarquia foi considerada estável quando $r \geq 0,7$, conforme realizado por Oliveira & Almada (1996) para *Oreochromis mossambicus*.

Experimento II: indicadores de estresse entre a maior e menor intensidade luminosa foram comparados por teste t independente. Além disso, as variáveis fisiológicas foram comparadas entre o início e o final do isolamento em cada tratamento experimental por teste t dependente. Foi feita um teste de correlação (coeficiente de Spearman) entre o tempo de anestesia e de recuperação com os parâmetros hematológicos e a glicemia.

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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento I

O comportamento agonístico de juvenis de *Brycon amazonicus* foi descrito conforme o etograma abaixo (**Tabela 1**). De modo geral, as unidades comportamentais

foram semelhantes às observadas por Ferraz & Gomes (2009) e Wolkers (2010), com exceção do acompanhamento, arrasto, ciranda, ronda e vigia que não foi exibido pelos animais na maior e na menor intensidade luminosa. Além disso, foram observadas ondulação e ondulação de escape, itens agonísticos não descritos pelos referidos autores.

Tabela 1. Etograma da interação agressiva em *Brycon amazonicus*.

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, da cabeça ou cauda 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.
Ondulação	o peixe ondula o corpo no sentido antero-posterior quando está próximo do oponente.
Ondulação de Escape	semelhante à ondulação, porém, o animal realiza esse movimento para fugir de um ataque.
Fuga	o peixe atacado ou perseguido se afasta do oponente
Perseguição	um animal nada em direção ao oponente, acompanhando sua trajetória.

Não houve diferença na frequência da soma dos itens agonísticos exibidos por cada posição social e pelo grupo ao longo dos dias e entre os tratamentos experimentais (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F < 0,77$, $p > 0,53$; **Figuras 9 e 10**). Além disso, a maior intensidade luminosa ($1.377,06 \pm 670,47$ lx) não aumentou a interação agressiva quando considerado todo o período de agrupamento (teste t independente, $t < 0,43$, $p > 0,69$; **Figuras 11 e 12**).

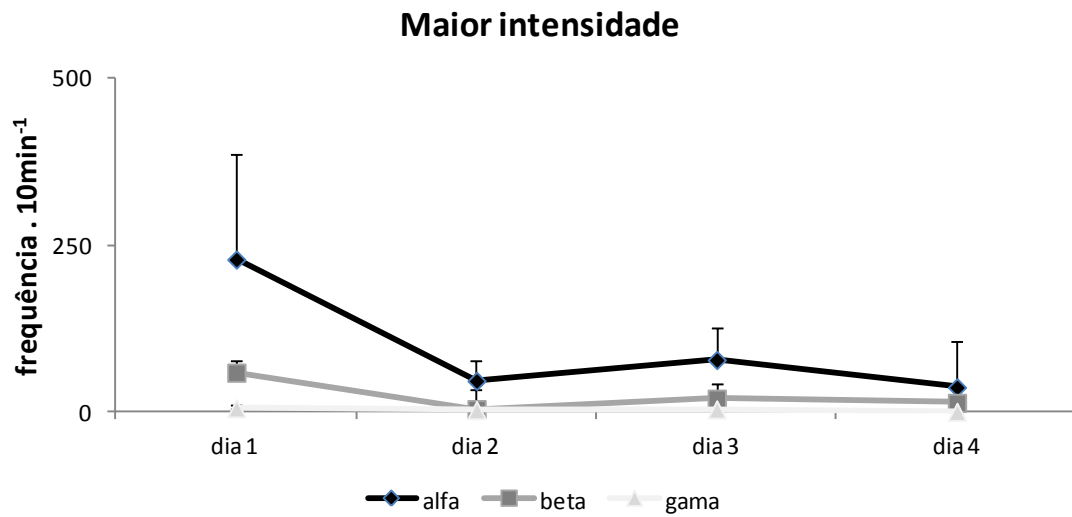
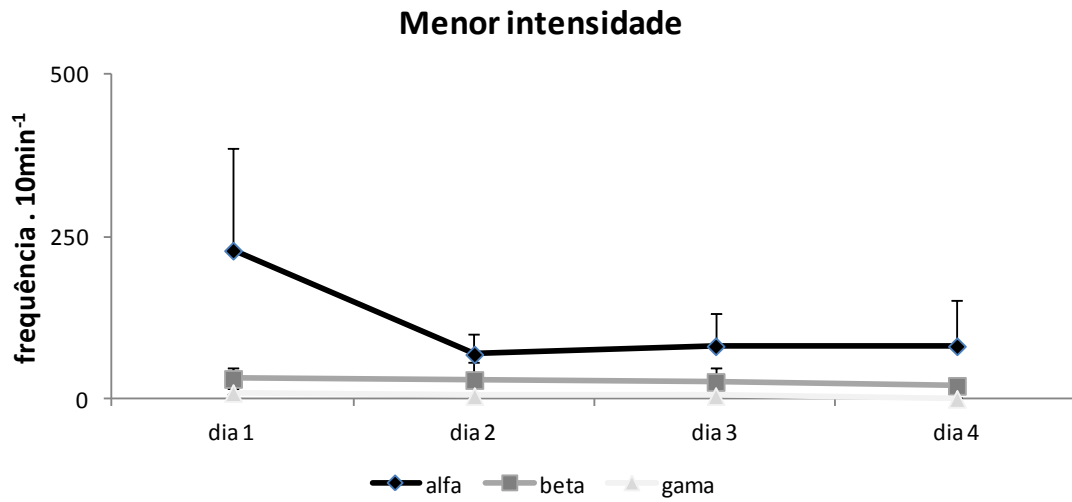


Figura 9. Frequência (média \pm erro padrão) do total de interações observadas nos quatro dias de agrupamento para cada posição social na menor ($80,33 \pm 18,21$ lx) e maior ($1.377,06 \pm 670,47$ lx) intensidade luminosa (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F < 0,77$; $p > 0,53$).

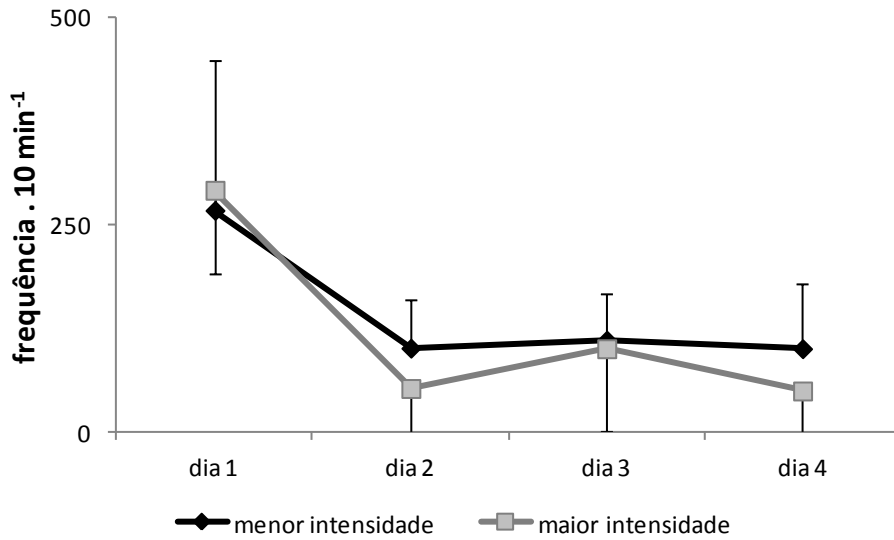


Figura 10. Frequência (média \pm erro padrão) do total de interações observadas nos quatro dias de agrupamento para o grupo e em cada intensidade luminosa (ANOVA de duas vias para medidas repetidas, $F=0,08$; $p=0,96$).

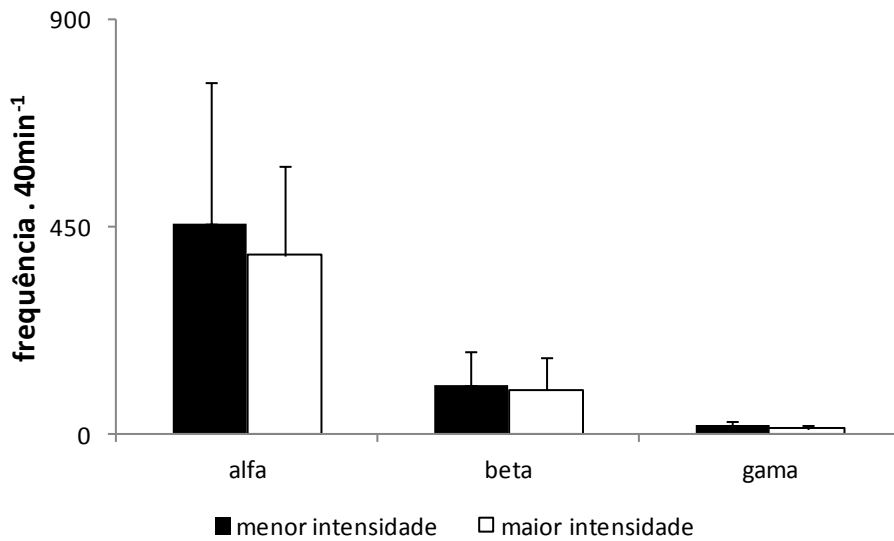


Figura 11. Frequência (média \pm erro padrão) do total de itens agonísticos exibidos por cada posição social (alfa, beta e gama) durante todo o período de agrupamento e em cada intensidade luminosa (teste t independente $t<0,43$, $p>0,69$).

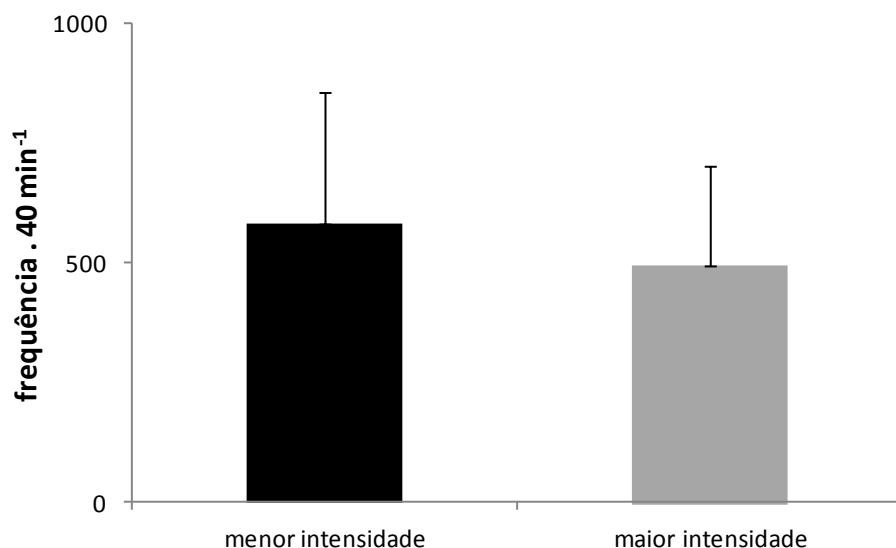


Figura 12. Frequência (média \pm erro padrão) do total de itens agonísticos exibidos pelo grupo durante todo o período de agrupamento e entre os tratamentos experimentais (teste t independente, $t=0,25$, $p=0,82$).

De acordo com Olla *et al.* (1978), em um ambiente que exige grande demanda energética com ajustes fisiológicos (como em uma condição de alta luminosidade) a redução da agressão seria uma resposta adaptativa, pois minimizaria os gastos de energia. Castro & Caballero (2004) também sugerem que a redução da agressividade em alta luminosidade é um mecanismo para reduzir a conspicuidade do animal no ambiente. No entanto, alguns estudos mostram que a maior luminosidade pode aumentar a frequência de encontros agonísticos (Valdimarsson & Metcalfe, 2001; Almazán-Rueda *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2012). Esse efeito pode ser mediado pela redução dos níveis de melatonina que é produzida em maior quantidade em baixa intensidade luminosa (Ekström & Meissl, 1997) e reduz a agressividade em peixes (Munro, 1986).

Contrariando o exposto acima, os resultados deste trabalho indicam que a maior intensidade luminosa não afeta a interação agonística de *B. amazonicus*. A ausência de efeito da luminosidade sobre a agressividade pode indicar que o maior nível de luminosidade utilizado e/ou o tempo de exposição a esse fator abiótico não foram suficientes para afetar os mecanismos reguladores da interação social nessa espécie.

Foi observado estabelecimento da hierarquia social nas duas intensidades luminosas. 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 (correlação de Spearman, $r > 0,8$), indica que a luminosidade não interfere na estabilidade da hierarquia de dominância. De acordo com Johnsson (1997), o estabelecimento e a manutenção da hierarquia são importantes, pois reduzem o nível de agressividade no grupo. 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 & Yerbury, 2004; Fischer & 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.

Experimento II

Não houve diferença significativa nos parâmetros hematológicos (hematócrito, contagem de eritrócitos, concentração de hemoglobina e índices hematimétricos absolutos) e glicose plasmática entre o início e final do isolamento em cada intensidade luminosa (teste t dependente, $t > -1,53$, $p > 0,20$; **Figura 13**). Além disso, a luminosidade não interferiu nos índices fisiológicos avaliados antes e após o isolamento (teste t independente, $t > -1,03$, $p > 0,33$; **Figura 13**).

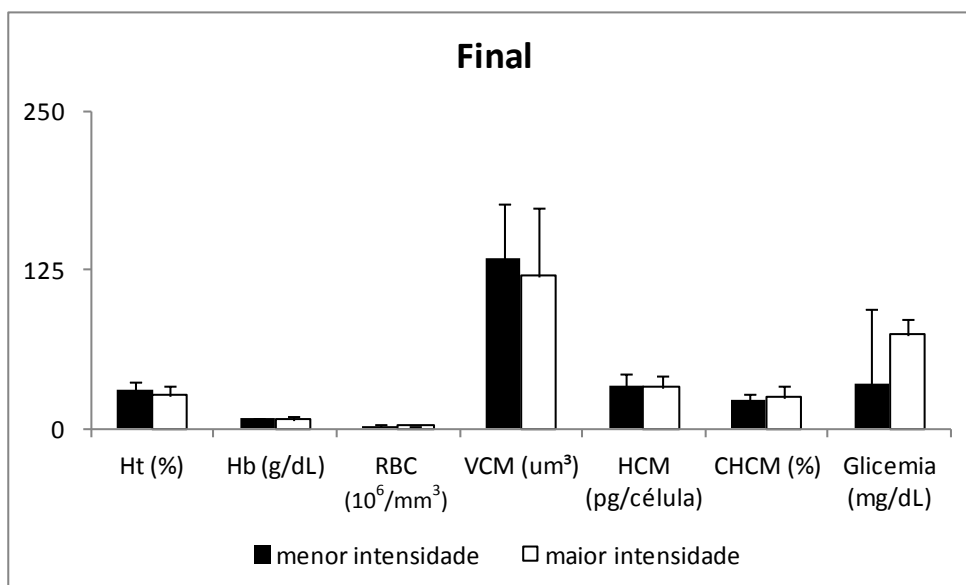
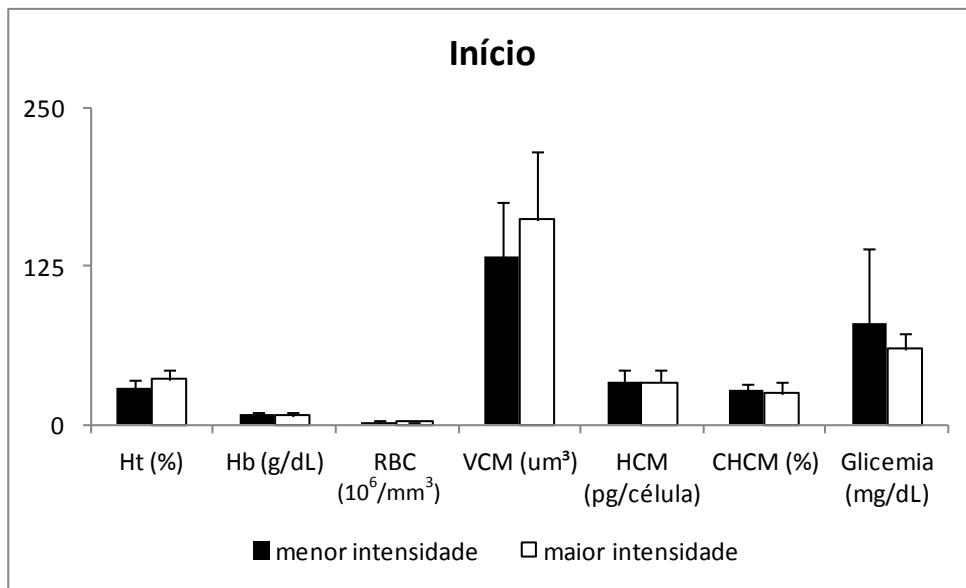


Figura 13. Média (\pm desvio padrão) das variáveis fisiológicas no início e final do isolamento (teste t dependente, $t > -1,53$, $p > 0,20$) e em cada intensidade luminosa (teste t independente, $t > -1,03$, $p > 0,33$).

Os resultados obtidos para todos os parâmetros fisiológicos são semelhantes aos encontrados para matrinxã, *Brycon amazonicus* (Santos, 2009; Ferraz & Gomes, 2009) e para outras espécies da região amazônica (Val & Almeida-Val, 1999). Isto sugere que as análises foram realizadas apropriadamente. Além disso, não houve correlação entre o tempo de anestesia e de coleta de sangue e os parâmetros fisiológicos (Spearman, $p > 0,05$), indicando que a manipulação dos animais foi adequada. Também não houve diferença nos índices sanguíneos e glicêmico antes do isolamento, o que evidencia que os animais submetidos a maior e menor intensidade luminosa partiram de condições fisiológicas basais semelhantes.

Segundo Kavamoto *et al.* (1983), alterações nas análises hematológicas indicam ajustes fisiológicos causados por fatores ambientais. De fato, os parâmetros sanguíneos refletem uma estimativa indireta da qualidade do hábitat, condição nutricional e o estado de saúde do organismo (Messier *et al.*, 1987; Tavares-Dias & Moraes, 2004). Assim, era esperado que a luminosidade atuasse como um estressor, afetando indiretamente parâmetros fisiológicos que envolvem gasto energético. No entanto, os resultados deste trabalho permitem concluir que a luminosidade não interfere na agressividade, nos índices hematológicos e metabólico (glicemia), o que pode ser decorrente do curto período de exposição a altos níveis de intensidade luminosa. Além disso, a maior luminosidade utilizada pode não ser suficiente para desencadear os mecanismos reguladores do comportamento agressivo e, conseqüentemente, atuar como um fator estressante para juvenis de *B. amazonicus*.

AGRADECIMENTOS

À MSc. Rejane Souza de Aquino Sales, técnica do laboratório de Fisiologia, pelo auxílio na realização das análises fisiológicas.

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.
- Barrella, W.; Petrere, M. Jr.; Smith, W.S.; Montag, L.F.A. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: Rodrigues, R.R.; Filho, H.F.L. (Eds.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP e FAPESP, São Paulo. 320pp.
- Barthem, R.B.; Fabr e, N.N. 2003. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. *Pr -Varzea*, 1: 11-55.
- Beeching, S.C. 1992. Visual assessment of body size in a cichlid fish, the Oscar, *Astronotus ocellatus*. *Ethology* 90, 177–186.
- Biswas, A.K.; Seoka, M.; Tanaka, Y.; Takii, K.; Kumai, H. 2006. Effect of photoperiod manipulation on the growth performance and stress response of juvenile red sea bream (*Pagrus major*). *Aquaculture*, 258: 350-356.
- Boeuf, G.; Le Bail, P.Y. 1999. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, 177: 129-152.
- 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*, 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.
- Ekström, P.; Meissl, H. 1997. The pineal organ of teleost fishes. *Review in Fish and Fisheries*, 7: 199-284.
- 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.
- 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.; Gunderley, H.; Blouin, M. 1986. The effect of temperature upon the aggressive behavior of male sticklebacks (Gasterosteidae). *Le Naturaliste Canadien*, 113: 235-240.
- Goldenfarb, P.B.; Bowyer, F.P.; Hall, E.; Brosious, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *American Journal of Clinical Pathology*, 35-39.
- Gomes, L.C.; Urbinati, E.C. 2005. Criação de matrinxã, p. 149-174. In: Baldisserotto, B; Gomes, LC. (Org.). *Espécies nativas para piscicultura no Brasil*. v.1. Santa Maria.
- 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.
- Haller, J.; Wittenberger, C. 1988. Biochemical energetics of hierarchy formation in *Betta splendens*. *Physiology and Behavior*, 43: 447-450.
- Hawkins, A.D.; Anthony, P.D. 1981. Aquarium design and construction. In: Hawkins, A. D. (Org.). *Aquarium systems*. Academic Press. London.
- Helfman, G.S. 1993. Fish behaviour by day, night and twilight. In: Pitcher, T.J. (Org.). *Behaviour of teleost fishes*. London: Chapman & Hall, 479-507.
- 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.

- Huntingford, F.; Adams, C.; Braithwait, 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.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 2007. *Estatística da pesca Brasil 2007: Grandes regiões e unidade da federação*. Brasília. 151 pp.
- Iwama, G.K.; McGeer, J.C.; Pawluk, M.P. (1989). The effects of five fish anaesthetics on acid-base balance, hematocrit, blood gases, cortisol, and adrenaline in rainbow trout. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2065-2073.
- Johnsson, J.I. 1997. Individual recognition affects aggression and dominance relations in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Ethology*, 103: 267-282.
- Karakatsouli, N.; Papoutsoglou, S. E.; Panopoulos, G.; Paapoutsoglou, E.S.; Chandio, 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.
- Kampen, E.J.; Zilstra, W.G. 1964. Standardization of haemoglobinometry In: Boroviczény, G. Erythrocytometric methods and their standardization. New York: Bibl. Haematol, p. 68-72.
- Kavamoto, E.T.; Tokumar, M.; Silva, R.A.P.S.; Campos, B.E.S. 1983. Algumas variáveis hematológicas do cascudo, *Plecostomus albonpunctatus* (Regan, 1908). *B. Inst. Pesca*, 10: 101-106.
- Lehner, P.N. 1996. *Handbook of Ethological Methods*. Cambridge University Press, United Kingdom, 672p.
- Lima, M.S. 2005. Os fluxos de conhecimentos na piscicultura do estado do Amazonas: uma análise da trajetória e das condições institucionais. *ConTexto*, Porto Alegre, p. 20.
- 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.
- Messier, F.; Huot, J.; Guodrault, F.; Tremblay, A.V. 1987. Reability of blood parameters to assess the nutritional status of caribou. *Can J. Zool*, 65: 2413-2416
- 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.

- Neat, F.C.; Taylor, A.C.; Huntingford, F.A. 1998. Proximate costs of fighting in male cichlid fish: the role of injuries and energy metabolism. *Animal Behaviour*, 55: 875-882.
- 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.
- Oliveira, R.C. 2009. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, 2: 71-89.
- 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.
- Pankhurst, N.W.; Porter, M.J.R. 2003. Cold and dark or warm and light: variations on the theme of environmental control of reproduction. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28: 385-389.
- Rick, I.P.; Bakker, T.C.M. 2008. UV wavelengths make female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) more attractive for males. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 62: 439-445.
- Ridley, M. 1995. *Animal Behavior*. Blackwell Scientific Publications, Boston, 288p.
- Santos, N.C.P. 2009. Parâmetros hematológicos e metabólicos de matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a diferentes manejos alimentares. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Pesca). Instituto Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus, AM. 33p.
- Siegel, S.; Castellan Jr., N. 2006. *Estatística Não-Paramétrica para Ciências do Comportamento*. Artmed, Porto Alegre, 448p.
- 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.
- 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.

- 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.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F.R. 2004. Hematologia de Peixes Teleósteos. Ribeirão Preto: Vilimpres Complexo Gráfico, 144 p.
- 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.
- Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. 1999. Effects of crude oil on respiratory aspects of some fish species of the Amazon, p. 227-292. In: Val, A.L.; Almeida-Val, V.M.F. (Eds) *Biology of tropical fishes*. Manaus, INPA.
- 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*. EDUA, Manaus. 279pp.
- Wedemeyer, G.A.; Mcleay, D.J. 1981. Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors. In: Pickering, A.D., *Stress in Fish*. Academic, London, 247-275.
- Wendelaar-Bonga, S.E. 1997. The stress response in fish. *Physiology and Behavior*, 77: 591-625.
- White, E.M.; Church, S.C.; Willoughby, L.J.; Hudson, S.J.; Partridge, J.C. 2005. Spectral irradiance and foraging efficiency in the guppy. *Poecilia reticulata*. *Animal Behaviour*, 69: 519-527.
- Wintrobe, M.M. 1934. Variations in the size and hemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Folia Haematologica*, 51: 32-49.

Wolkers, C.P.B. 2010. Controle neuroendócrino do comportamento agressivo de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*). Dissertação de Mestrado. Jaboticabal. 101pp.

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